REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDENCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovia: BR-369/PR

Trecho: BSO/SAU 02

Extensão: km 014+800

Código SNV/SRE: 369BPR0480

EXECUTIVO – BSO/SAU 02 – KM 014+800 – BR-369/PR

VOLUME 1 – RELATÓRIOS DOS ESTUDOS

ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-V1-001

MARÇO/2025

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO 3
1.1. Descritivo e Identificação 5
1.2. Mapa de Localização 8
2. ESTUDOS REALIZADOS 10
2.1. Estudo Topográficos 11
2.2. Geometria 34
2.3. Terraplenagem 54
2.4. Estudo de Tráfego 69
2.5. Geologia e Geotecnia 83
2.6. Hidrologia 232
2.7. Drenagem e Obras de Arte Correntes (OAC) 261
2.8. Interferências 284
2.9. Estudos Socioambientais 292
2.10. Pavimentação 401
2.11. Sinalização 424
2.12. Desvio de Tráfego 438
2.13. Paisagismo 446
2.14. Arquitetura 458
2.15. Projeto Estrutural e Concreto e Fundações 479
2.16. Estrutura Metálica 600
2.17. Projeto Elétrica (Edificações) e SPDA 838
2.18. Projeto Hidrossanitário (Edificações) 899
2.19. Projeto Ar-Condicionado (Edificações) 919
2.20. Projeto Circuito Fechado de TV – CFTV (Edificações) 944
2.21. Projeto Incêndio (Edificações) 958
3. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA 968
TERMO DE ENCERRAMENTO 977

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O presente documento tem por objetivo apresentar a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, o **Volume 1,** do Executivo da Base de Serviço Operacional (BSO)/Serviço de Atendimento ao Usuário (SAU) 02. Este volume abrange as obras na BR-369/PR, município de Cambará, estado de Paraná.

O projeto completo é formado pelos volumes:

- **Volume 1 – Relatório dos Estudos**
- Volume 2 – Desenhos do Executivo
- Volume 3 – Esquema Construtivo

1.1. Descritivo e Identificação

O Executivo apresentado, parte do escopo do Programa de Exploração da Rodovia (PER) da concessionária EPR Litoral Pioneiro S. A. – ELP, do contrato de concessão nº 02/2024, trata-se de uma Base de Serviço Operacional/Serviço de Atendimento ao Usuário (BSO/SAU) 02 que será implantado no km 14+800, da BR-369/PR.

O objetivo desta obra é garantir que a base, destinada para o estacionamento das viaturas operacionais e atendimento aos usuários, esteja distribuída de forma estratégica ao longo da rodovia para atendimento aos parâmetros operacionais dos recursos da BSO/SAU. O Serviço de Atendimento ao Usuário (SAU) visa fornecer o suporte necessário aos usuários da rodovia, através da solicitação do auxílio em emergências, informar a existência de sinistros de trânsito ou interferências na rodovia, além de receber informações sobre a rodovia.

Informações detalhadas estão disponíveis nos documentos específicos de cada disciplina.

A seguir está apresentado o quadro comparativo dos parâmetros de projetos e contratuais com o PER.

QUADRO COMPARATIVO DOS PARÂMETROS	
PER – PARÂMETROS TÉCNICOS	**PARÂMETROS DO PROJETO / CONTRATUAIS**
EDIFICAÇÕES	**BSO 2**
AREA MÍNIMA EDIFICADA DE 220 m²	230,15m²
AREA TOTAL DE 2000 m²	3068,69m²
DEPÓSITO	✓
ESCRITÓRIO	✓
COPA/REFEITÓRIO	✓
VESTIÁRIOS C/ SANITÁRIOS PARA FUNCIONÁRIOS (MASC. E FEM.)	✓
SALA DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO (climatizada), COM TOTEM DE ATENDIMENTO, DISPONIBLIZAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL E REDE WIRELESS GRATUITA	✓
SANITÁRIOS EXCLUSIVOS P/ USUÁRIOS (MASC./PCD E FEM./PCD)	✓

QUADRO COMPARATIVO DOS PARÂMETROS	
PER – PARÂMETROS TÉCNICOS	**PARÂMETROS DO PROJETO / CONTRATUAIS**
FRALDÁRIO (climatizado) EM AMBIENTE EXCLUSIVO	✓
ESTACIONAMENTO PARA USUÁRIOS EM ÁREA PAVIMENTADA PARA:	
VEÍCULOS LEVES (MÍN. 6 VAGAS)	✓
VEÍCULOS PESADOS (MÍN. 2 VAGAS)	✓
ÁREA RESERVADA AOS VEÍCULOS DE ATENDIMENTO C/ EPAÇO DE MANOBRA CONDIZENTE	✓
TAPERS DE ENTRADA E SAÍDA	✓
ILUMINAÇÃO	✓
SINALIZAÇÃO INDICATIVA	✓
ÁREA PARA GUARDA DE ANIMAIS	✓
SISTEMA CFTV, (Item 3.4.2.4 – PARÂMETROS TÉCNICOS, DO PER BASE)	✓
PARÂMETROS GEOMÉTRICOS	
VELOCIDADE DIRETRIZ - VIA EXPRESSA (Tabelas 134 a 143, PER ANEXO A)	80 km/h
VELOCIDADE DIRETRIZ - VIA LOCAL (Item 3.2.9.2 a)	40 km/h
SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA (Item 3.2.9.2 a)	8% a 2%
LARGURA FAIXAS DE ACELERAÇÃO/DESACELERAÇÃO (Item 3.2.9.1 a)	3,60m
LARGURA ACOSTAMENTO (Item 3.2.9.1 a)	0,60m
RAMPA MÁXIMA (Item 3.2.9.1 c)	6%
VEÍCULO TIPO (Item 3.2.9.1 g)	Semi-reboque com distância entre eixos equivalente de 10,50m
FAIXAS DE ACELERAÇÃO/DESACELERAÇÃO (Item 3.2.9.2 b)	✓
TAPERS (Item 3.2.9.2 b)	✓

1.2. Mapa de Localização

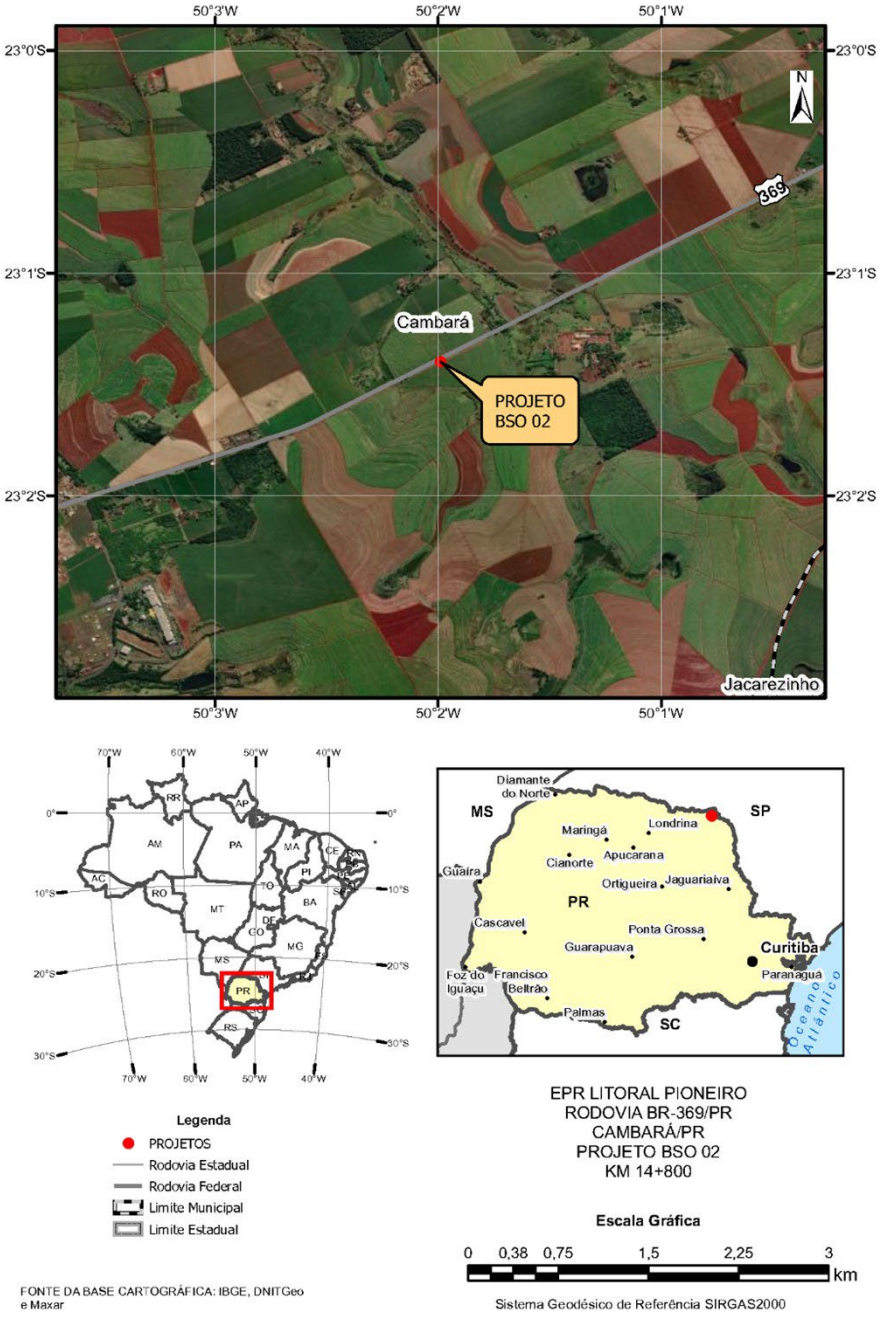


Figura 1 - Imagem de satélite

2. ESTUDOS REALIZADOS

2.1. Estudo Topográficos

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-C1-001	Rev.: 00
	Emissão: 30/09/2024	Folha: 1 / 22
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	

Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 2 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Estudos Topográficos – Relatório Técnico		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-C1-001-R00a – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS – LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL

egis

00a	30/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS 6

3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS 7

4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS EXISTENTES 8

5 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO (MÉTODO CONVENCIONAL) 9

5.1 Marcos do Apoio Imediato 9

5.1.1 Monografias dos Marcos do Apoio Imediato 10

5.2 Levantamento Cadastral da Faixa de Domínio 13

5.3 PRECISÕES 13

5.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS 13

5.5 EQUIPE TÉCNICA 14

6 SISTEMA DE PROJEÇÃO E REFERÊNCIA 15

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 16

ANEXO A MARCOS DE REFERÊNCIA IBGE 17

ANEXO B ARQUIVOS LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de Satélite 5

Figura 2 – Monografia de Vértices (M05) 11

Figura 3 – Monografia de Vértices (M06) 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas dos Marcos do Apoio Imediato.....10

1 APRESENTAÇÃO

A **Egis Engenharia e Consultoria Ltda** apresenta à **EPR LITORAL PIONEIRO** neste documento, o Relatório Técnico de Serviços Topográficos referente ao desenvolvimento do projeto executivo do BSO da BR-369/PR, no km 14+800.

A seguir, destacamos a localização da área de interesse desse estudo.

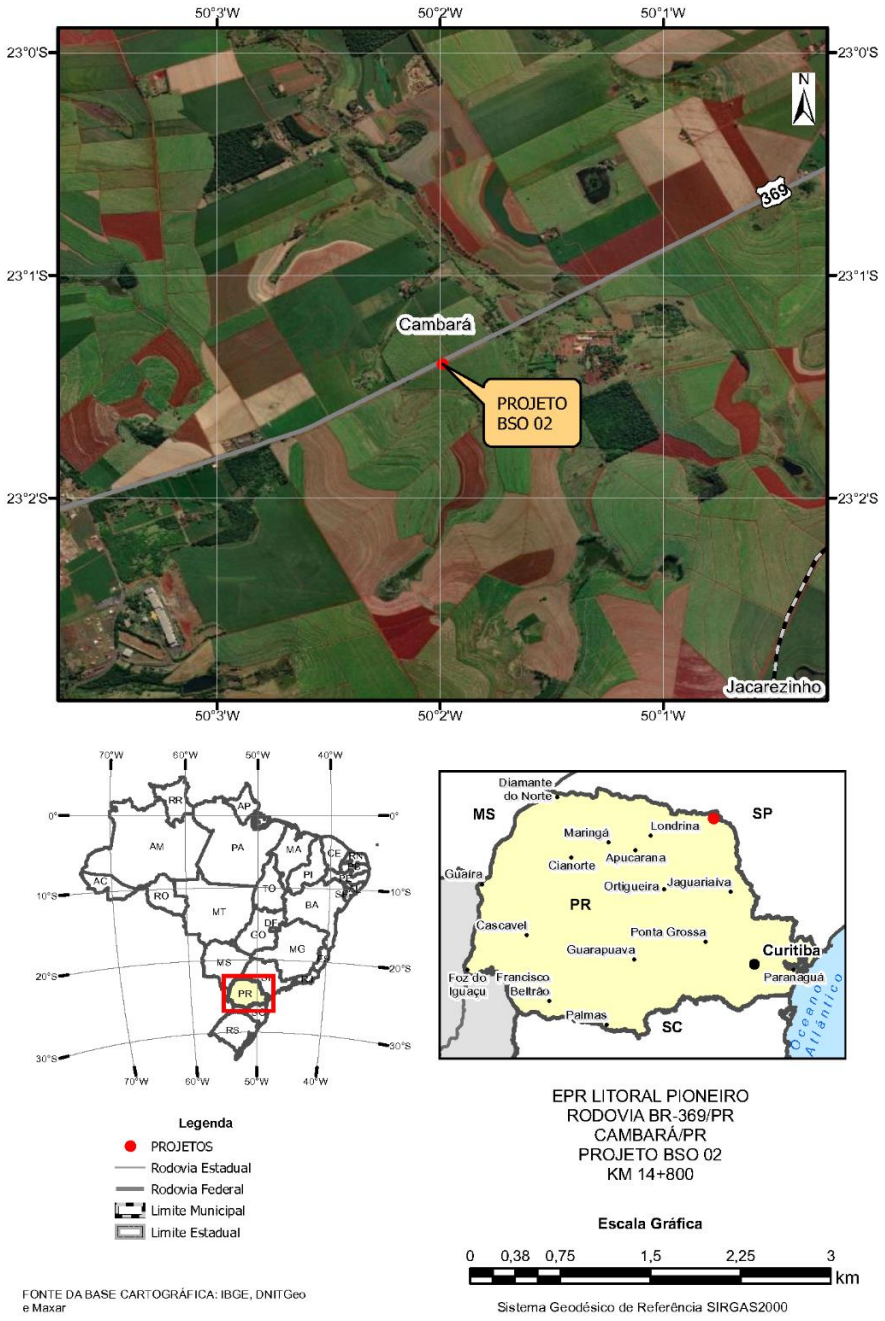


Figura 1 – Imagem de Satélite
Fonte: Egis, 2024

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS

GNSS – Sistema Global de Navegação por Satélite: Refere-se à constelação de satélites que possibilita o posicionamento em tempo real de objetos, bem como a navegação em terra ou mar. Esses sistemas são utilizados em diversas áreas, como mapeamentos topográficos e geodésicos, aviação, navegação marítima e terrestre, monitoramen-to de frotas, demarcação de fronteiras, agricultura de precisão, entre outros usos (IBGE, 2024).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Trata-se do principal provedor de dados e informações do Brasil, atendendo às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal. É responsável pela produção e análise de informações estatísticas; coordenação e consolidação das informações estatísticas; produção e análise de informações geográficas; coordenação e consolidação das informações geográficas; estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais; documentação e disseminação de informações; e coordenação dos sistemas estatístico e cartográfico nacionais (IBGE, 20--).

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo: Refere-se ao conjunto de estações geodésicas equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, proporcionando observações para a determinação de coordenadas (IBGE, 2021).

SGB – Sistema Geodésico Brasileiro: É um conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da Terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país. As finalidades de sua utilização vão desde o atendimento a projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra (IBGE, 1983).

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul: Tem por objetivos estabelecer e manter uma rede de referência, além de definir e estabelecer um Datum geocêntrico oficial para a América do Sul (IBGE, 2000).

TIN – Triangulated Irregular Network: Rede triangular irregular, utilizado para representar o terreno natural em triângulos que não se sobrepõe e estão dispostos um a um de forma adjacentes. A linhas são unidas aos vértices do pontos com coordenadas tridimensionais do terreno formando os triângulos de Delaunay.

UTM – Universal Transversa de Mercator: É um dos métodos para projeção de dados para o plano. É uma projeção analítica que tem como objetivo minimizar todas as deformações de um mapa a níveis toleráveis, representando-os em um sistema ortogonal. O termo Universal está ligado ao modelo matemático utilizado para a projeção da terra, enquanto o termo Transversa é o tipo de projeção, uma vez que o eixo do cilindro utilizado é perpendicular em relação ao semi-eixo menor do elipsoide terrestre. Por fim, Mercator, é quem idealizou o sistema de coordenadas UTM (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os Estudos Topográficos ocorreram sob as indicações fornecidas pela equipe de traçado, na fase inicial, e com o avanço dos trabalhos, em processo interativo com as equipes de Geometria, Geotecnia, Interferências, Terraplenagem e Drenagem.

Os trabalhos foram elaborados em duas etapas:

a) Coleta e análise de dados cartográficos e topográficos existentes; e

b) Levantamento planialtimétrico, executados pelo processo convencional.

Os estudos topográficos utilizaram como referência as seguintes normas e diretrizes de engenharia:

c) Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS, de abril de 2008, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

d) Resolução da Presidência do IBGE – R. PR n° 01/2015, de 24 de fevereiro de 2015, define o fim da transição para adoção no Brasil do Sistema de Referência para as Américas (SIRGAS), realização de 2000,4 (SIRGAS 2000);

e) Norma da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre - 1ª Parte – 2ª Edição – 2016, Ministério da Defesa – Exército Brasileiro – Departamento de Ciência e Tecnologia.

f) IS-226 e IS-227 do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, de 2006.

4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS EXISTENTES

Para os estudos iniciais foi fornecido pela Concessionária EPR uma base com MDT e Ortofotos, proveniente de Aerolevantamento.

5 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO (MÉTODO CONVENCIONAL)

Os trabalhos de campo foram realizados através do processo convencional, por meio da utilização de estação total e aparelhos Global Navigation Satellite System (GNSS) com sistema Real Time Kinematic (RTK). Estas metodologias foram utilizadas para executar o levantamento planialtimétrico cadastral em áreas específicas com a finalidade de atender diferentes disciplinas no desenvolvimento de projeto.

Os levantamentos realizados com RTK foram realizados pelo Método de Posicionamento GNSS Relativo Cinemático em Tempo Real, isto é, utilizando-se na coleta de dados pelo menos um par de receptores GNSS RTK, sendo que um deles ocupa uma estação com coordenadas conhecidas previamente, denominada base, e o(s) outro(s) aparelhos realizam o cadastro de feições naturais e artificiais.

O levantamento com estação total foi executado em locais e regiões onde não se é possível a realização do levantamento GNSS RTK, devido as obstruções e perdas de sinal da constelação GNSS. Este procedimento consiste em medir ângulos e distâncias. O levantamento de detalhes (cadastro de elementos no terreno) é feito pelo método das irradiações.

A coleta de dados (pontos) na área de projeto é feita de modo a representar os elementos naturais e artificiais encontrados em campo, fundamentais para o desenvolvimento do projeto. O levantamento de pontos foi realizado de modo a representar fidedignamente as informações do terreno.

5.1 Marcos do Apoio Imediato

Os marcos do apoio imediato têm como objetivo dar referência ao transporte de coordenadas para vértices utilizados como estação base de levantamento cadastral com RTK, e pontos de partidas e chegadas de poligonais topográficas. Em poligonais topográficas os marcos de apoio imediato permitem o controle de erros, inerentes da coleta de dados.

Estes marcos são materializados em concreto e chapa metálica, com suas coordenadas determinadas por rastreio GNSS pelo método relativo estático, com recepção das portadoras L1 e L2 mais código P. Utilizam como base de coordenadas conhecidas as estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Estes marcos são implantados aos pares e estão distribuídos ao longo da extensão do projeto Para o presente projeto, foram implantados os marcos apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 – Coordenadas dos Marcos do Apoio Imediato
Fonte: Egis, 2024

Marco	Coordenadas UTM / Fuso 22 / Datum SIRGAS2000		
	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica (m)
M05	7.453.528,519	598.962,277	455,216
M06	7.453.590,912	599.075,908	452,510

5.1.1 Monografias dos Marcos do Apoio Imediato

A seguir serão apresentadas as monografias dos marcos do apoio imediato, com suas coordenadas e informações de referência.

EGIS – ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Rede de Referência TOPOGRÁFICA

Monografia de Marco

Nome do Marco	Município:	Obra: BSOs EPR Litoral Sul/BSO-02	Altitude Ortométrica	(*) Altitude obtida pelo cálculo da ondulação geoidal pelo HGEO HNOR 2020.
M05	Cambará/PR	Data da Ocupação: 01/julho/2024	H= 455,216 m	

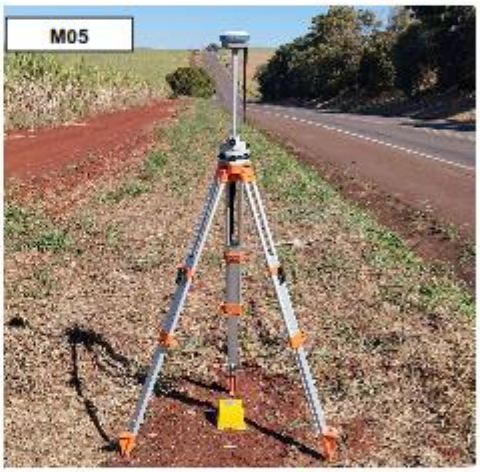
Descrição da Materialização: Chapa metálica cravada em marco de concreto pintado de amarelo, implantado próximo ao acostamento às margens da Rodovia BR-369, contendo as seguintes inscrições: Caeté Topografia (48) 3039-0223; Protegido por Lei; EPR M05.

Sistema de Referência Geodésico	SIRGAS 2000	
Elipsóide	GRS80	
Coordenadas Geodésicas	LAT= 23°01'25,38159" S	Precisões σ±
	LONG= 50°02'03,13252" W	
Coordenadas UTM (Fuso 22 / M.C. 51° W)	N= 7.453.528,519 m	0,004 m
	E= 598.962,277 m	0,003 m
Altitude Geométrica	h= 450,066 m	0,017 m

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



FOTO



Descrição de Itinerário: O marco M05 está localizado próximo ao acostamento às margens da Rodovia BR-369/PR, aproximadamente no km 15+466.

Marcos de Origem do Rastreio: IBGE RBMC – PPTE-SAT 93900 e SPOR-SAT 96324

Executado por: Caeté Topografia

RESP. TÉCNICO: Silvio da Silva

CFT/BR: 4740870797-2

Figura 2 – Monografia de Vértices (M05)
Fonte: Egis, 2024

EGIS – ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Rede de Referência TOPOGRÁFICA

Monografia de Marco

Nome do Marco	Município:	Obra: BSOs EPR Litoral Sul/BSO-02	Altitude Ortométrica	(*) Altitude obtida pelo cálculo da ondulação geoidal pelo HGEO HNOR 2020.
M06	Cambará/PR	Data da Ocupação: 01/julho/2024	H= 452,210 m	

Descrição da Materialização: Chapa metálica cravada em marco de concreto pintado de amarelo, implantado próximo ao acostamento às margens da Rodovia BR-369, contendo as seguintes inscrições: Caeté Topografia (48) 3039-0223; Protegido por Lei; EPR M06.

Sistema de Referência Geodésico	SIRGAS 2000	
Elipsóide	GRS80	
Coordenadas Geodésicas	LAT= 23°01'23,32848" S	Precisões σ±
	LONG= 50°01'59,15518" W	
Coordenadas UTM (Fuso 22 / M.C. 51° W)	N= 7.453.590,912 m	0,001 m
	E= 599.075,908 m	0,001 m
Altitude Geométrica	h= 447,360 m	0,003 m

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



FOTO



Descrição de Itinerário: O marco M06 está localizado próximo ao acostamento às margens da Rodovia BR-369/PR, aproximadamente no km 15+508.

Marcos de Origem do Rastreio: IBGE RBMC – PPTE-SAT 93900 e SPOR-SAT 96324

Executado por: Caeté Topografia

RESP. TÉCNICO: Silvio da Silva

CFT/BR: 4740870797-2

Figura 3 – Monografia de Vértices (M06)
Fonte: Egis, 2024

5.2 Levantamento Cadastral da Faixa de Domínio

Após o transporte de coordenadas para vértices planialtimétricos distribuídos entre os marcos de apoio imediato, foi realizado o levantamento de detalhes utilizando-se receptores/antenas GNSS RTK e Estação Total, em locais de vegetação densa.

Para execução dos levantamentos com a tecnologia GNSS RTK foram configurados alguns parâmetros prévios, tais como:

a) Fixação da solução das ambiguidades; e

b) Precisão planialtimétrica do ponto deve ser inferior a 5 cm.

A densidade de pontos considerada permite uma perfeita identificação dos elementos relevantes da ocupação atual, incluindo elementos específicos como por exemplo: edificações, cercas, muros, pontos notáveis de talvegues, córregos, divisas de vegetação, sistemas de drenagem, vias, sinalização, postes e adutoras.

5.3 PRECISÕES

As precisões dos marcos topográficos implantados para apoiar os levantamentos podem ser visualizadas nas monografias dos marcos nos campos do desvio padrão nas componentes latitude, longitude e altitude.

A precisão dos pontos do levantamento cadastral da faixa de domínio é de ordem centimétrica, em torno de 5 cm na horizontal e vertical, conforme pode ser observado nos ARQUIVOS BRUTOS GPS, especificamente nas colunas do Desvio Padrão Horizontal (HSDV) e Desvio Padrão Vertical (VSDV).

5.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

GPS GEODÉSICO

- SPECTRA PRECISION, modelo SP-80 (L1, L2, L5)
- CHCNAV, modelo i73+ (L1, L2, L5)

ESTAÇÃO TOTAL

- NIKON, modelo N5 5”
- RUIIDE, modelo RQS

SOFTWARES

- CHC Geomatics Office 2

- Survey Office 5.70
- Topograph TG98/SE
- Autodesk Civil 3D

5.5 EQUIPE TÉCNICA

CAMPO

- Alexandre do Nascimento – Técnico em Agrimensura
- Evandro Pacheco do Nascimento – Auxiliar de Topografia
- Adair Luiz Silveira Lemos – Técnico em Agrimensura
- Romeu Felippe Oliveira – Técnico em Geomensura

ESCRITÓRIO

- Leandro dos Santos – Engenheiro Civil
- Geúlia Espíndola Areias – Técnica em Agrimensura
- Guilherme Fernandes – Desenhista
- Andreia Aparecida Cheiffer Ilha Moreira – Desenhista
- Sofia Pundek – Desenhista
- Fernando Henrique Costa Arouxa – Desenhista

6 SISTEMA DE PROJEÇÃO E REFERÊNCIA

O levantamento topográfico foi elaborado no Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e está referenciado ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro). Desta forma, as coordenadas planimétricas estão referenciadas ao Datum SIRGAS2000 e as altitudes ortométricas estão referenciadas ao Datum altimétrico de Imbituba-SC.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este volume, Relatório dos Estudos Topográficos, apresenta a metodologia adotada no levantamento planialtimétrico cadastral. Obtendo para elaboração de projetos de engenharia rodoviária, produtos cartográficos gerados na Escala 1: 1.000 com equidistância de curvas de nível de 1 m, MDT é representado através de uma rede de triângulos irregulares (TIN). Os produtos elaborados estão de acordo com as normas e regulamentações citadas, e apresentaram resultados satisfatórios para o desenvolvimento dos projetos.

ANEXO A MARCOS DE REFERÊNCIA IBGE

Apresenta-se a seguir a monografia dos marcos da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE, que serviram de referência planimétrica para os marcos do apoio imediato.

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
PPTE - Presidente Prudente

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 01/01/2006
Atualização: 21/03/2023 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: PRESIDENTE PRUDENTE
Ident. da Estação: PPTE
Código SAT: 93900
Código Internacional: 41611M002

2. Informação sobre a localização

Cidade: Presidente Prudente
Estado: São Paulo
Informações Adicionais: Pilar de concreto revestido de tubo de PVC, medindo 3,05 m de altura e 30 cm de diâmetro, em seu topo dispositivo de centragem forçada. No Campus da UNESP de Presidente Prudente, próximo a Estação de Meteorologia, Rua Roberto Simonsen, 305.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 22° 07' 11,65707"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 51° 24' 30,72249"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	431,049 m	Sigma:	0,003 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.687.624,3674 m	Sigma:	0,002 m
Y:	-4.620.818,6827 m	Sigma:	0,002 m
Z:	-2.386.880,3805 m	Sigma:	0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.553.844,609 m		
UTM (E):	457.866,057 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5951R40049
Versão do Firmware - 6.20 (Principal)
Atualização do Firmware - 21/03/2023 às 11:11 UTC

4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5951R40049
Versão do Firmware - 6.15 (Principal)
Atualização do Firmware - 12/09/2022 às 18:36 UTC

4.1.3 Tipo do Receptor - TRIMBLE ALLOY
Número de Série - 5951R40049
Versão do Firmware - 6.12 (Principal)
Atualização do Firmware - 19/10/2021 às 18:15 UTC

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
PPTE - Presidente Prudente

4.1.4	Tipo do Receptor	- TRIMBLE ALLOY
	Número de Série	- 5951R40049
	Versão do Firmware	- 5.45 (Principal)
	Data de Instalação	- 10/11/2020 às 14:00 UTC
4.1.5	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 5.45 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 13/05/2020 às 14:14 UTC
	Data de Remoção	- 10/11/2020 às 11:00 UTC
4.1.6	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 5.37 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 22/10/2018 às 18:24 UTC
4.1.7	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 5.33 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 06/04/2018 às 17:36 UTC
4.1.8	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 5.30 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 02/03/2018 às 19:42 UTC
4.1.9	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 4.85 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 30/05/2014 às 13:25 UTC
4.1.10	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR9
	Número de Série	- 5215K84090
	Versão do Firmware	- 4.80 (Principal)
	Data de Instalação	- 18/03/2014 às 00:00 UTC
4.1.11	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR8
	Número de Série	- 4918K35147
	Versão do Firmware	- 4.15 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 04/09/2010 às 17:46 UTC
	Data de Remoção	- 17/03/2014 às 23:56 UTC
4.1.12	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR8
	Número de Série	- 4918K35147
	Versão do Firmware	- 4.03 (Principal)
	Data de Instalação	- 07/09/2009 às 00:00 UTC
4.1.13	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETR5
	Número de Série	- 4651K03593
	Versão do Firmware	- 3.50 (Principal)
	Data de Instalação	- 09/04/2009 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 06/09/2009 às 00:00 UTC
4.1.14	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETRS
	Número de Série	- 4427235643
	Versão do Firmware	- 1.2-0 (Principal)
	Atualização do Firmware	- 06/03/2008 às 00:00 UTC

	Data de Remoção	- 08/04/2009 às 00:00 UTC
4.1.15	Tipo do Receptor	- TRIMBLE NETRS
	Número de Série	- 4427235643
	Versão do Firmware	- 1.1-5 (Principal)
	Data de Instalação	- 11/12/2005 às 00:00 UTC

4.2. Antena

4.2.1	Tipo de Antena	- ZEPHYR 3 GEODETIC (TRM115000.00)
	URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
	Número de Série	- 1430692220
	Altura da Antena (m)	- 0,0010 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
	Data de Instalação	- 10/11/2020 às 14:00 UTC
4.2.2	Tipo de Antena	- GNSS CHOKE RING (TRM59800.00)
	URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
	Número de Série	- 4923353208
	Altura da Antena (m)	- 0,0020 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
	Data de Instalação	- 07/09/2009 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 10/11/2020 às 11:00 UTC
4.2.3	Tipo de Antena	- ZEPHYR GEODETIC (TRM41249.00)
	URL imagem	- https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
	Número de Série	- 12379370
	Altura da Antena (m)	- 0,0025 (distância vertical do topo da torre à base da antena)
	Data de Instalação	- 11/12/2005 às 00:00 UTC
	Data de Remoção	- 06/09/2009 às 00:00 UTC

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
Endereço: Av. República do Chile, 500 - 4° andar, Centro - Rio de Janeiro. CEP - 20031-170
Telefone: (21) 2142-4935
Home Page: www.ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: https://www.ibge.gov.br/atendimento.html

5.3. Instituições participantes

Estação da rede GNSS do Estado de São Paulo (GNSS-SP) apoiada pela FAPESP e CNPq.

http://www.fct.unesp.br/#!/pesquisa/grupos-de-estudo-e-pesquisa/gege/rede-gnss-sp2089/

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=parcerias

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SPOR - Ourinhos

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 26/02/2018
Atualização:

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: OURINHOS - UNESP
Ident. da Estação: SPOR
Código SAT: 96324
Código Internacional: 48048M001

2. Informação sobre a localização

Cidade: Ourinhos
Estado: São Paulo
Informações Adicionais: Cilindro de concreto, medindo 30 cm de diâmetro, altura de 2,83 m e base retangular de 1 m x 1 m x 30 cm. Possui dispositivo de centragem forçada em seu topo. UNESP Campus Ourinhos, Av. Renato da Costa Lima 451, Residencial Ville de France.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 22° 59' 57,01183"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 49° 50' 35,83683"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	507,941 m	Sigma:	0,004 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.788.422,4394 m	Sigma:	0,003 m
Y:	-4.489.868,8877 m	Sigma:	0,003 m
Z:	-2.476.833,1762 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.456.104,527 m		
UTM (E):	618.547,969 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR8
Número de Série - 4923K35523
Versão do Firmware - 4.41 (Principal)
Data de Instalação - 21/08/2017 às 15:40 UTC

4.2. Antena

4.2.1 Tipo de Antena - ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2 (TRM55971.00)
URL imagem - https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra
Número de Série - 30518885
Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
Data de Instalação - 21/08/2017 às 15:20 UTC

IBGE

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
SPOR - Ourinhos

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
Endereço: Av. República do Chile, 500 - 4º andar, Centro - Rio de Janeiro. CEP - 20031-170
Telefone: (21) 2142-4935
Home Page: www.ibge.gov.br

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: https://www.ibge.gov.br/atendimento.html

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=parcerias

ANEXO B ARQUIVOS LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Apresenta-se a seguir os Arquivos Brutos GPS (GNSS), Arquivos da Estação Total, Arquivos de Irradiações RTK e Monografias dos Marcos Geodésicos utilizados no Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral.

ITENS	ARQUIVOS
ARQUIVOS BRUTOS GPS	ARQUIVOS BRUTOS GPS.zip
ARQUIVOS ESTAÇÃO TOTAL	ARQUIVOS ESTAÇÃO TOTAL.zip
ARQUIVOS IRRADIAÇÕES RTK	ARQUIVOS IRRADIAÇÕES RTK.zip
MARCOS GEODÉSICOS UTILIZADOS	MARCOS GEODÉSICOS UTILIZADOS.zip

2.2. Geometria

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-F1-001	Rev.: 00
	Emissão: 25/02/2025	Folha: 1 / 19
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Geometria		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-F1-001 – PROJETO DE GEOMETRIA – PLANTA E PERFIL;
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-F1-002 – PROJETO DE GEOMETRIA – SEÇÕES TIPO E PERFIL LONGITUDINAL.

Documentos Resultantes:

egis

00	25/02/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5
1.1 LOCALIZAÇÃO 5
2 ACESSOS LINDEIROS 7
3 PARÂMETROS HORIZONTAIS 8
3.1 CRITÉRIOS DE PROJETO 8
3.2 TAPERS 8
3.3 SEÇÃO TIPO 9
3.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS 11
3.5 CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL 11
4 PARÂMETROS GEOMÉTRICOS 15
4.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL 15
4.2 ALINHAMENTO VERTICAL 16
5 NOTA DE SERVIÇO DE ALINHAMENTO HORIZONTAL 17
5.1 EIXO DO PROJETO 17
6 NOTA DE SERVIÇO DE ALINHAMENTO VERTICAL 18
6.1 EIXO DO PROJETO 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 6

Figura 2 – Acessos lindeiros. 7

Figura 3 - Faixas de aceleração/desaceleração. 8

Figura 4 - Seção tipo das faixas de aceleração/desaceleração. 10

Figura 5 - Seção tipo do estacionamento. 10

Figura 6 - Seção tipo do estacionamento. 10

Figura 7 - Veículo tipo. 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Fator e multiplicação. 9

Tabela 2 – Características do Projeto. 11

Tabela 3 – Classificação Técnica Geral. 11

Tabela 4 – Manuais DNIT – Instruções Gerais.....13

Tabela 5 – Manuais DNIT – Instruções de Geometria 14

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório de Geometria referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km 014+800

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

Mesmo não estando sujeito as diretrizes do *Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais (IPR-728/2024), conforme item "3.1- Considerações Iniciais"*, por tratar-se de uma instalação operacional localizada dentro da faixa de domínio, considerada de baixa complexidade, com volumes de tráfego diário inferiores a 100 veículos, para sua localização foram avaliadas as condições específicas do local, especialmente quanto a visibilidade, de modo a garantir que o atendimento aos usuários seja feito com segurança e atendam os parâmetros técnicos preconizados em contrato.

No caso específico desta Base Operacional, que será implantada em área rural, identificou-se uma interferência com acesso a propriedade residencial de baixa complexidade, dentro de uma área destinada a plantação. Neste caso, o acesso a propriedade será mantido e incorporado na implantação da BSO, através do compartilhamento das faixas de aceleração e desaceleração, garantindo que a sua utilização se dê com segurança e com menor impacto na operação da rodovia.

O acesso a base poderá ser feito em ambos os sentidos através da transposição em pontos com visibilidade favorável indicados pela demarcação horizontal, e junto ao dispositivo em nível localizado 15+700 a 1,5 km da BSO, lembrando que o posicionamento entre as bases estão, sempre que possível, alternados, de modo a permitir que o usuário possa optar em acessar aquela que esteja localizada no mesmo sentido do seu deslocamento.

Nesta localização, a base operacional não apresenta nenhum conflito com qualquer dispositivo ou obra de arte (pontes ou viadutos).

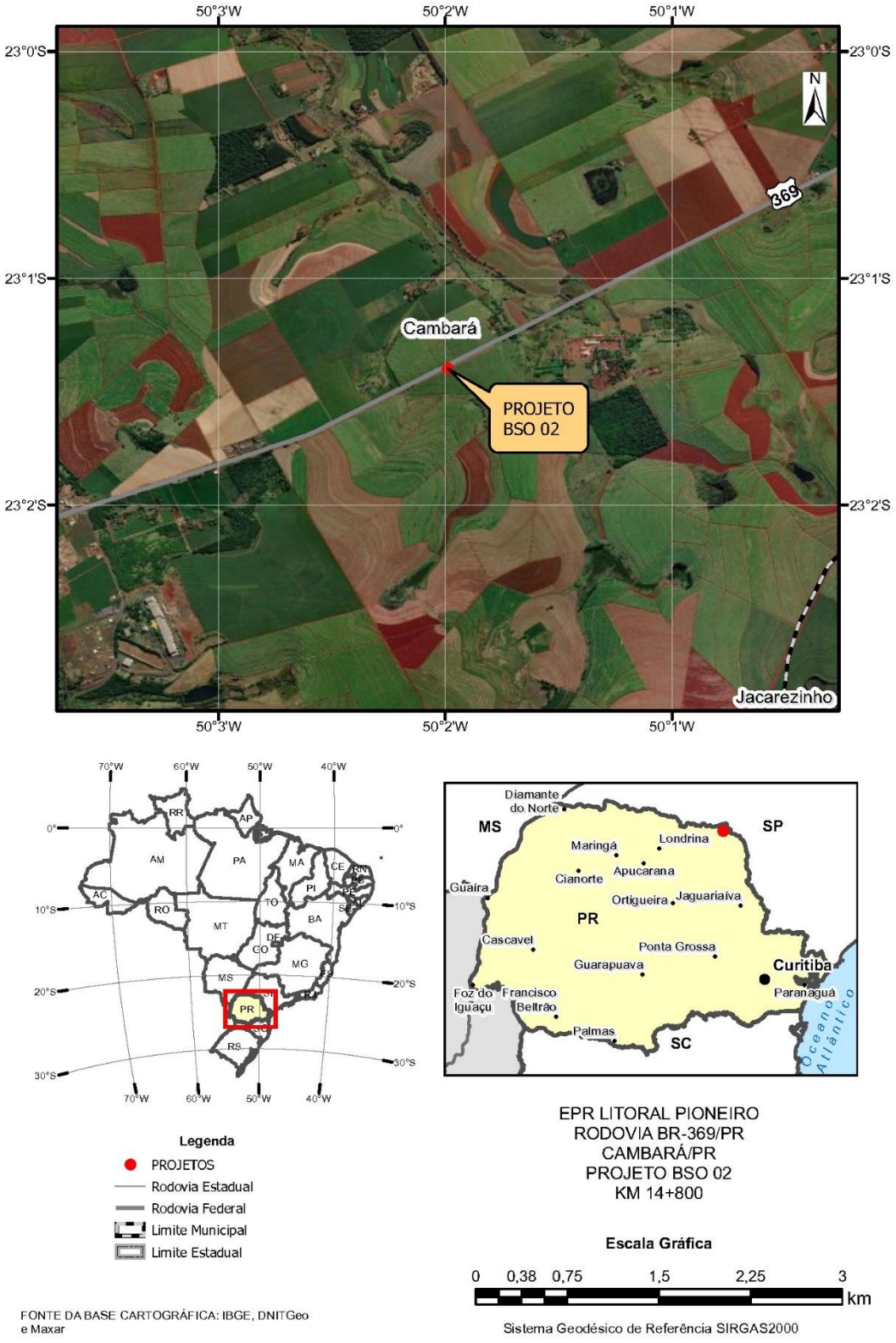


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 ACESSOS LINDEIROS

Como demonstra a figura a seguir os acessos lindeiros serão centralizados em uma única saída.



Figura 2 – Acessos lindeiros.

3 PARÂMETROS HORIZONTAIS

3.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O Projeto Geométrico foi elaborado de acordo com as recomendações das seguintes normas e publicações.

- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – 1999 – IPR-706;
- Manual de Projetos de Interseções – 2005 – IPR-718;
- Projeto Geométrico de Rodovias – Shu Han Lee;
- Projeto Geométrico de Rodovias – Carlos Pimenta e Márcio Oliveira;
- Estradas de Rodagem (Projeto Geométrico) – Glauco Pontes Filho.

3.2 TAPERS

O parâmetro geométrico inicial para a implantação dos postos de atendimento são as faixas de aceleração e desaceleração. Estas faixas foram calculadas com base na IPR-706 do DNIT.

Estas faixas do tipo paralelo como mostra a figura a seguir.

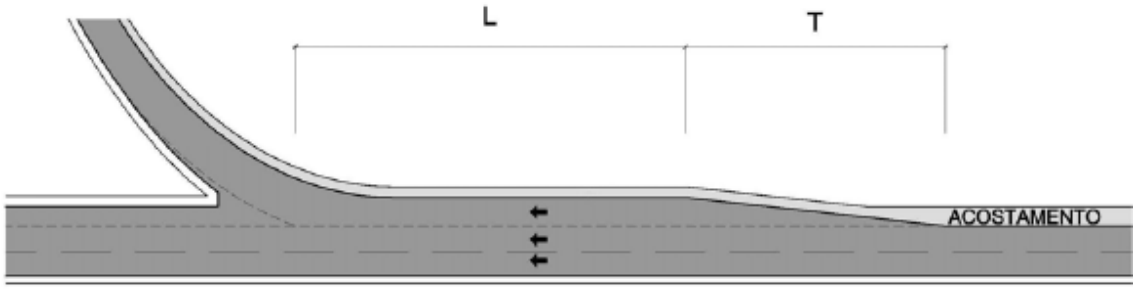


Figura 3 - Faixas de aceleração/desaceleração.

Onde:

L = Comprimento da faixa de aceleração/desaceleração;

T = Comprimento do Taper (mínimo de 70 metros).

Ainda nesta instrução temos alguns fatores de multiplicação com relação as faixas de aceleração e desaceleração que podem aumentar ou diminuir dependendo da rampa de onde a faixa se localiza.

As velocidades consideradas para o cálculo destas faixas foram:

- Velocidade diretriz da rodovia = 80km/h;

- Velocidade diretriz do acesso = 40km/h;
- Velocidade diretriz no SAU = 20km/h.

Para o cálculo das faixas foi considerada a velocidade de projeto mínima exigida no PER.

Tabela 1 - Fator e multiplicação.

Faixa de Aceleração								
Velocidade Diretriz da Rodovia	Fator de Multiplicação							
	Velocidade de Projeto nas Curvas de Conversão							
	20	30	40	50	60	70	80	Todas as Velocidades
	Rampa ascendente de 3% a 4%							Rampa descendente de 3% a 4%
60	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4			0.70
70	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5		0.65
80	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	0.65
90	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	0.60
100	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	0.60
110	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	0.60
120	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	0.60
	Rampa ascendente de 5% a 6%							Rampa descendente de 5% a 6%
60	1.4	1.5	1.5	1.5				0.60
70	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7			0.60
80	1.4	1.5	1.5	1.7	1.7	1.9		0.55
90	1.5	1.6	1.6	1.9	2	2.1	2.2	0.55
100	1.6	1.7	1.7	1.9	2.2	1.4	2.5	0.50
110	1.9	2	2	2.2	2.6	2.9	3	0.50
120	2	2.1	2.3	2.5	3	3.2	3.5	0.50

Faixa de Desaceleração		
Velocidade Diretriz da Rodovia	Fator de Multiplicação	
Todas	Rampa ascendente de 3% a 4% 0.9	Rampa descendente de 3% a 4% 1.2
Todas	Rampa ascendente de 5% a 6% 0.8	Rampa descendente de 5% a 6% 1.35

3.3 SEÇÃO TIPO

A largura de faixa de aceleração/desaceleração foi adotada como de 4,20, iniciando-se a partir da 3ª faixa existente.

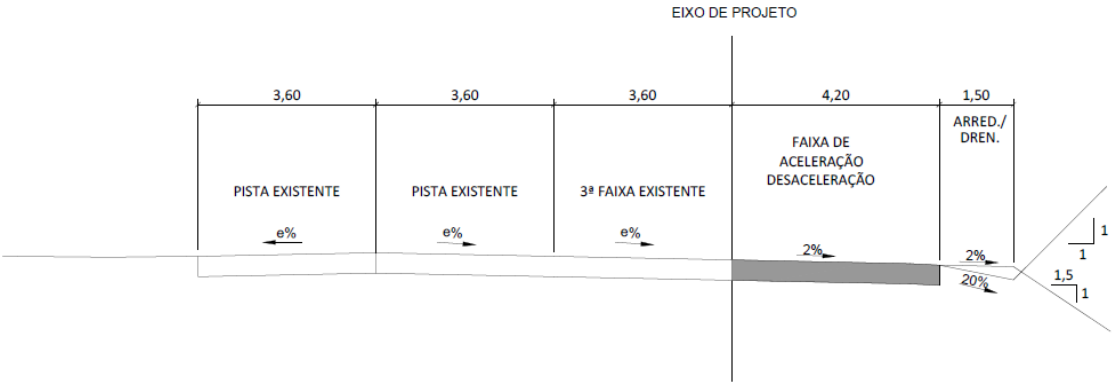


Figura 4 - Seção tipo das faixas de aceleração/desaceleração.

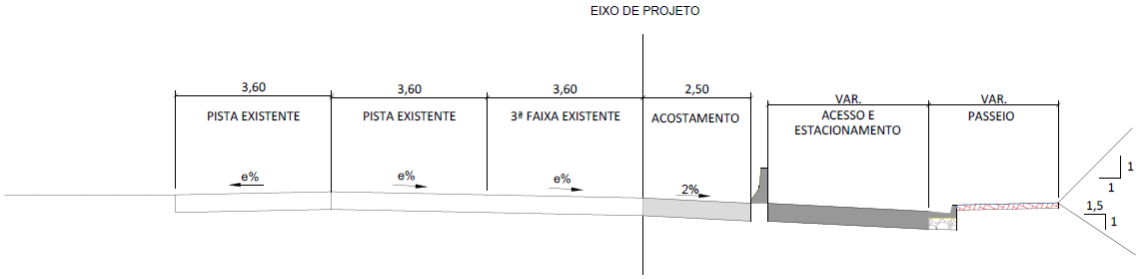


Figura 5 - Seção tipo do estacionamento.

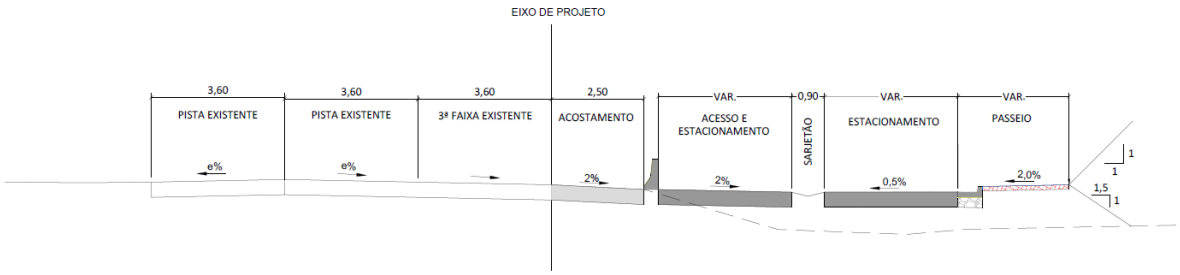


Figura 6 - Seção tipo do estacionamento.

3.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

O projeto segue as características abaixo.

Tabela 2 – Características do Projeto.

CARACTERISTICAS DO SAU	
Velocidade de Operação	40km/h
Distância de Visibilidade	265m
Raio Mínimo de Curva Horizontal	50m
Faixa de Tráfego	3,60m
Acostamento Externo	0,60m
Faixa de Drenagem	1,50m
Superelevação Máxima - Curvas	6%
Superelevação - Tangentes	2%
Superelevação - Acostamento	5%
Rampa Máxima	8,00%
Rampa Mínima	0,35%
Valor de K - Curvas Convexas	7
Valor de K - Curvas Côncavas	5
Talude de Corte - Inclinação (H:V)	1:1
Talude de Aterro - Inclinação (H:V)	1,5:1
Altura do Talude	8,0m
Banqueta Talude	4,0m
Declividade da Banqueta	5%

3.5 CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL

Tabela 3 – Classificação Técnica Geral.

RESUMO BSO 02	
VDM TOTAL	14
CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA DA VIA	M-I
VEÍCULO DE PROJETO	SEMI-REBOQUE (16,8m)
TIPO DE AMBIENTE	RURAL
VELOCIDADE DE PROJETO	80 km/h para 40 km/h
TIPO DE TERRENO	ONDULADO

3.6 VEÍCULO TIPO

O Veículo tipo adotado para acesso ao SAU foi o SR apresentado na figura abaixo.

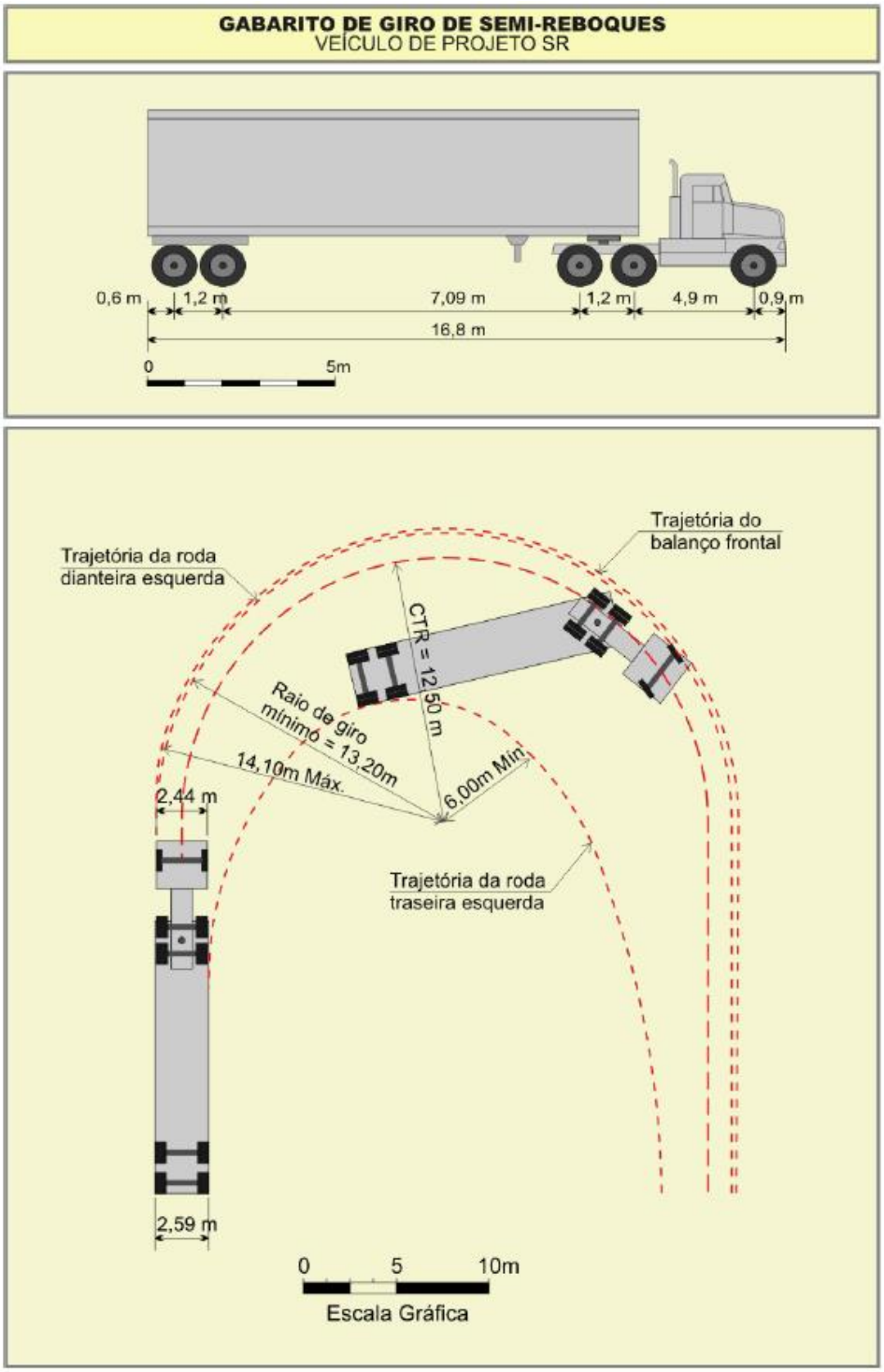


Figura 7 - Veículo tipo.

3.7 NORMAS E MANUAIS

Para a elaboração do projeto geométrico, foram consideradas e adotadas as características técnicas das publicações pertinentes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em especial as relacionadas a seguir:

Tabela 4 – Manuais DNIT – Instruções Gerais
Fonte: Egis, 2024.

Ano	Código	Descrição
2019	Anexo I - Portaria SUINF nº 028/2019	Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos de Rodovias
2010	Manual IPR - 742	Manual de Implantação Básica de Rodovia.
2010	Manual IPR - 739	Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários/Instruções para Acompanhamento e Análise.
2006	Manual IPR - 727	Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios.
2006	Manual IPR - 726	Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Escopos Básicos e Instruções de Serviço.
1999	Manual IPR - 706/20	Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais

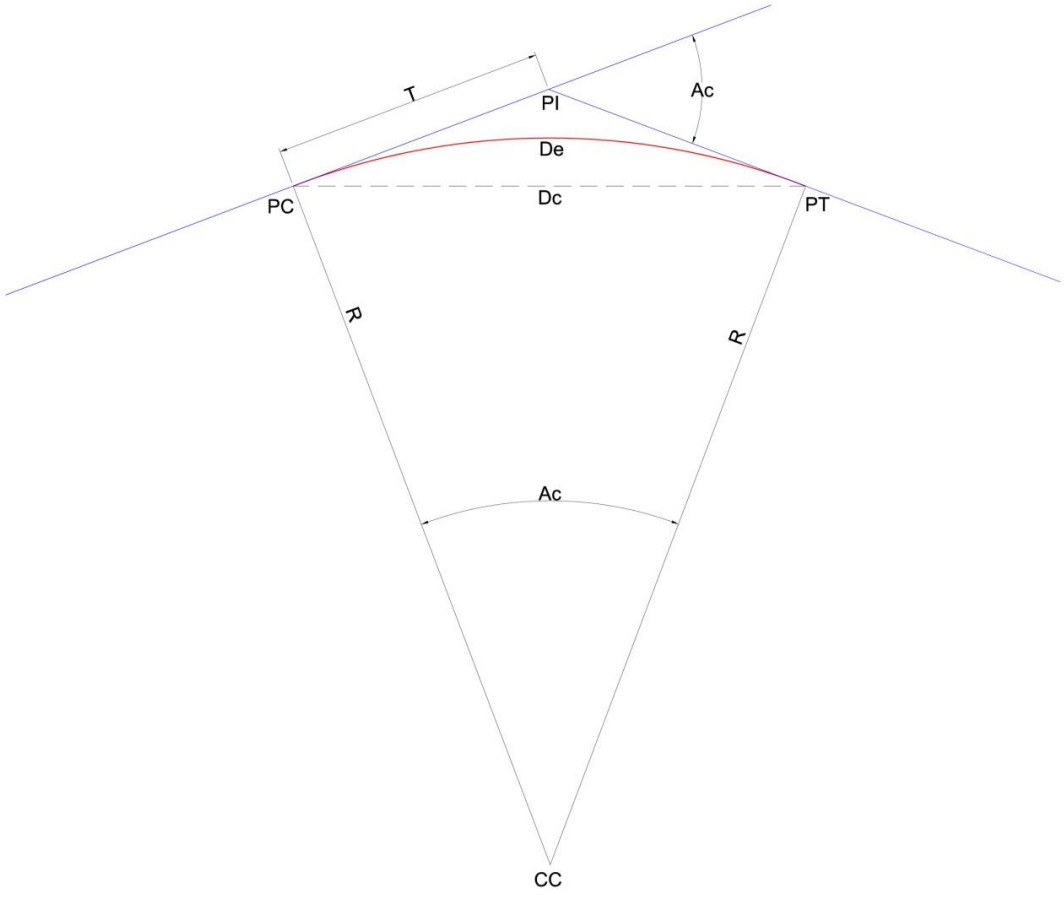
Tabela 5 – Manuais DNIT – Instruções de Geometria
Fonte: Egis, 2024.

Ano	Código	Descrição
2010	Manual IPR - 740	Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas
2006	Manual IPR - 728	Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais
2005	Manual IPR - 718	Manual de Projeto de Interseções
1999	Manual IPR - 706/20	Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais

4 PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

4.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL

Neste memorial de cálculo para o alinhamento horizontal são fornecidos todos os elementos dos trechos em tangente, com coordenadas do estaqueamento de 20 em 20m, além dos azimutes, os elementos das curvas horizontais, coordenadas dos pontos notáveis e os elementos geométricos das curvas circulares, referentes ao alinhamento.



ELEMENTOS PRINCIPAIS DA CURVA CIRCULAR

Ac = ângulo central circular		De = desenvolvimento circular
T = tangente total		Dc = corda da curva circular
R = raio da curva circular		

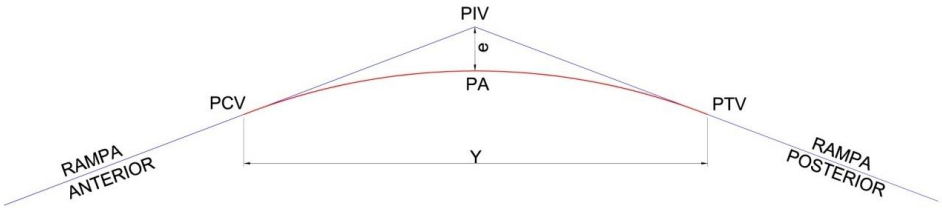
PONTOS NOTÁVEIS

CC = centro da curva circular	PC = ponto de curvatura
PT = ponto de tangência	PI = ponto de interseção

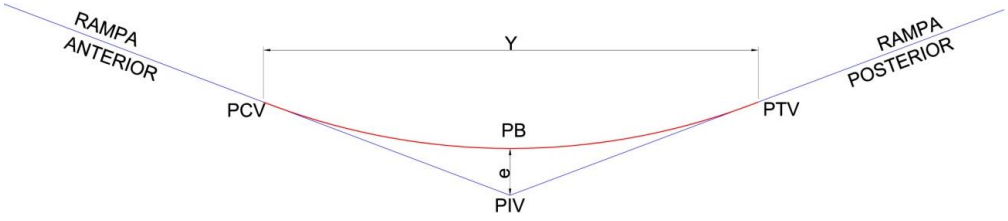
4.2 ALINHAMENTO VERTICAL

Neste memorial de cálculo para o alinhamento vertical são fornecidos todos os elementos dos trechos retos, as rampas longitudinais, as curvas de concordância vertical e seus elementos geométricos, Cotas do terreno natural e Cotas da plataforma no alinhamento em toda a quilometragem de 20 em 20m, assim como todas as características das curvas verticais projetadas.

CURVA CONVEXA



CURVA CÔNCAVA



ELEMENTOS PRINCIPAIS DA CURVA VERTICAL

e = flecha ou ordenada máxima

Y = comprimento da parábola

k = parâmetro da parábola

PA = ponto alto

PB = ponto baixo

PONTOS NOTÁVEIS

PCV = ponto de curvatura vertical

PTV = ponto de tangência vertical

PIV = ponto de interseção vertical

5 NOTA DE SERVIÇO DE ALINHAMENTO HORIZONTAL

5.1 EIXO DO PROJETO

TABELA DE GEOMETRIA HORIZONTAL										
ESTACA	Este (X)	Norte (Y)	Ponto	Tipo	Direção (°)	AC (°)	Deflexão (°)	Comp. (m)	Raio (m)	Tang. Ext. (m)
0+0,000	599.345,545	7.453.751,842	pp,ppv	tangente	241°52'36.16"	-	-	-	-	-
1+0,000	599.327,906	7.453.742,415			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
2+0,000	599.310,268	7.453.732,987			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
3+0,000	599.292,629	7.453.723,560			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
4+0,000	599.274,990	7.453.714,132			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
4+5,000	599.270,581	7.453.711,776	pcv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
5+0,000	599.257,352	7.453.704,705			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
5+10,000	599.248,532	7.453.699,991	piv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
6+0,000	599.239,713	7.453.695,278			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
6+15,000	599.226,484	7.453.688,207	ptv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
7+0,000	599.222,074	7.453.685,850			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
8+0,000	599.204,435	7.453.676,423			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
9+0,000	599.186,797	7.453.666,995			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
10+0,000	599.169,158	7.453.657,568			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
11+0,000	599.151,519	7.453.648,141			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
12+0,000	599.133,881	7.453.638,713			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
13+0,000	599.116,242	7.453.629,286			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
14+0,000	599.098,603	7.453.619,858			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
15+0,000	599.080,964	7.453.610,431			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
16+0,000	599.063,326	7.453.601,004			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
17+0,000	599.045,687	7.453.591,576			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
17+1,000	599.044,805	7.453.591,105	pcv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
18+0,000	599.028,048	7.453.582,149			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
19+0,000	599.010,410	7.453.572,721			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
20+0,000	598.992,771	7.453.563,294			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
20+16,000	598.978,660	7.453.555,752	piv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
21+0,000	598.975,132	7.453.553,866			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
22+0,000	598.957,494	7.453.544,439			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
23+0,000	598.939,855	7.453.535,012			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
24+0,000	598.922,216	7.453.525,584			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
24+11,000	598.912,515	7.453.520,399	ptv		241°52'36.16"	-	-	-	-	-
25+0,000	598.904,577	7.453.516,157			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
26+0,000	598.886,939	7.453.506,729			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
27+0,000	598.869,300	7.453.497,302			241°52'36.16"	-	-	-	-	-
28+0,000	598.851,661	7.453.487,875			241°52'36.16"	-	-	-	-	-

6 NOTA DE SERVIÇO DE ALINHAMENTO VERTICAL

6.1 EIXO DO PROJETO

TABELA DE GEOMETRIA VERTICAL												
ESTACA	Este (X)	Norte (Y)	Cota - LB Terreno	Cota - LP Greide	Cota vermelha (m)	Ponto Notável	Tipo da curva	Raio (m)	Flecha (m)	Comp. (m)	Rampa (%)	K
0+0,000	599.345,545	7.453.751,842	439,870	439,868	-0,002	ppv	piv					
1+0,000	599.327,906	7.453.742,415	440,755	440,693	-0,062							
2+0,000	599.310,268	7.453.732,987	441,600	441,519	-0,081							
3+0,000	599.292,629	7.453.723,560	442,428	442,345	-0,083							
4+0,000	599.274,990	7.453.714,132	443,230	443,171	-0,059							
4+5,000	599.270,581	7.453.711,776	443,422	443,378	-0,044	pcv					0,041	
5+0,000	599.257,352	7.453.704,705	444,005	443,991	-0,014							
5+10,000	599.248,532	7.453.699,991	444,399	444,393	-0,006	piv	parábola	17.773,080	0,018	50,000		177,731
6+0,000	599.239,713	7.453.695,278	444,789	444,789	0,000							
6+15,000	599.226,484	7.453.688,207	445,371	445,372	0,001	ptv						
7+0,000	599.222,074	7.453.685,850	445,563	445,565	0,002							
8+0,000	599.204,435	7.453.676,423	446,339	446,334	-0,005							
9+0,000	599.186,797	7.453.666,995	447,121	447,104	-0,017							
10+0,000	599.169,158	7.453.657,568	447,907	447,874	-0,033							
11+0,000	599.151,519	7.453.648,141	448,693	448,643	-0,050							
12+0,000	599.133,881	7.453.638,713	449,453	449,413	-0,040							
13+0,000	599.116,242	7.453.629,286	450,198	450,183	-0,015							
14+0,000	599.098,603	7.453.619,858	450,941	450,952	0,011							
15+0,000	599.080,964	7.453.610,431	451,722	451,722	0,000							
16+0,000	599.063,326	7.453.601,004	452,504	452,492	-0,012							
17+0,000	599.045,687	7.453.591,576	453,270	453,261	-0,009							
17+1,000	599.044,805	7.453.591,105	453,308	453,300	-0,008	pcv					0,038	
18+0,000	599.028,048	7.453.582,149	453,957	453,946	-0,011							
19+0,000	599.010,410	7.453.572,721	454,445	454,442	-0,003							
20+0,000	598.992,771	7.453.563,294	454,761	454,750	-0,011							
20+16,000	598.978,660	7.453.555,752	454,899	454,860	-0,039	piv	parábola	2.120,559	1,326	150,000		21,206
21+0,000	598.975,132	7.453.553,866	454,890	454,868	-0,022							
22+0,000	598.957,494	7.453.544,439	454,780	454,799	0,019							
23+0,000	598.939,855	7.453.535,012	454,496	454,540	0,044							
24+0,000	598.922,216	7.453.525,584	454,028	454,093	0,065							
24+11,000	598.912,515	7.453.520,399	453,671	453,767	0,096	ptv						

TABELA DE GEOMETRIA VERTICAL												
ESTACA	Este (X)	Norte (Y)	Cota - LB Terreno	Cota - LP Greide	Cota vermelha (m)	Ponto Notável	Tipo da curva	Raio (m)	Flecha (m)	Comp. (m)	Rampa (%)	K
25+0,000	598.904,577	7.453.516,157	453,394	453,477	0,083							
26+0,000	598.886,939	7.453.506,729	452,804	452,832	0,028							
27+0,000	598.869,300	7.453.497,302	452,135	452,187	0,052							
28+0,000	598.851,661	7.453.487,875	451,498	451,542	0,044							

2.3. Terraplenagem

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-G1-001	Rev.: 00
	Emissão: 25/10/2024	Folha: 1 / 14
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Terraplenagem		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-G1-001 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM – SEÇÃO TIPO
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-G1-002 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM – DDM
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-G1-003 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM – ADME
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-NS-G1-001 À 002 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM – SEÇÕES GABARITADAS

Documentos Resultantes:

egis

00	25/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4
1.1 LOCALIZAÇÃO 4
2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM 6
2.1 NORMAS E MANUAIS 6
2.2 DEFINIÇÕES 6
2.3 CONDIÇÕES GERAIS 8
2.4 CRITÉRIOS DE PROJETO 8
3 RELATÓRIO DE CUBAGEM 11
3.1 CÁLCULO DE VOLUMES RAMO 0 11
3.2 RESUMO CÁLCULO DE VOLUMES 12
3.3 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM 13
4 RESUMO DAS QUANTIDADES 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 5

Figura 2 - Ilustração de volume. 9

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Terraplenagem do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR-369/PR no trecho do km 14+800.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

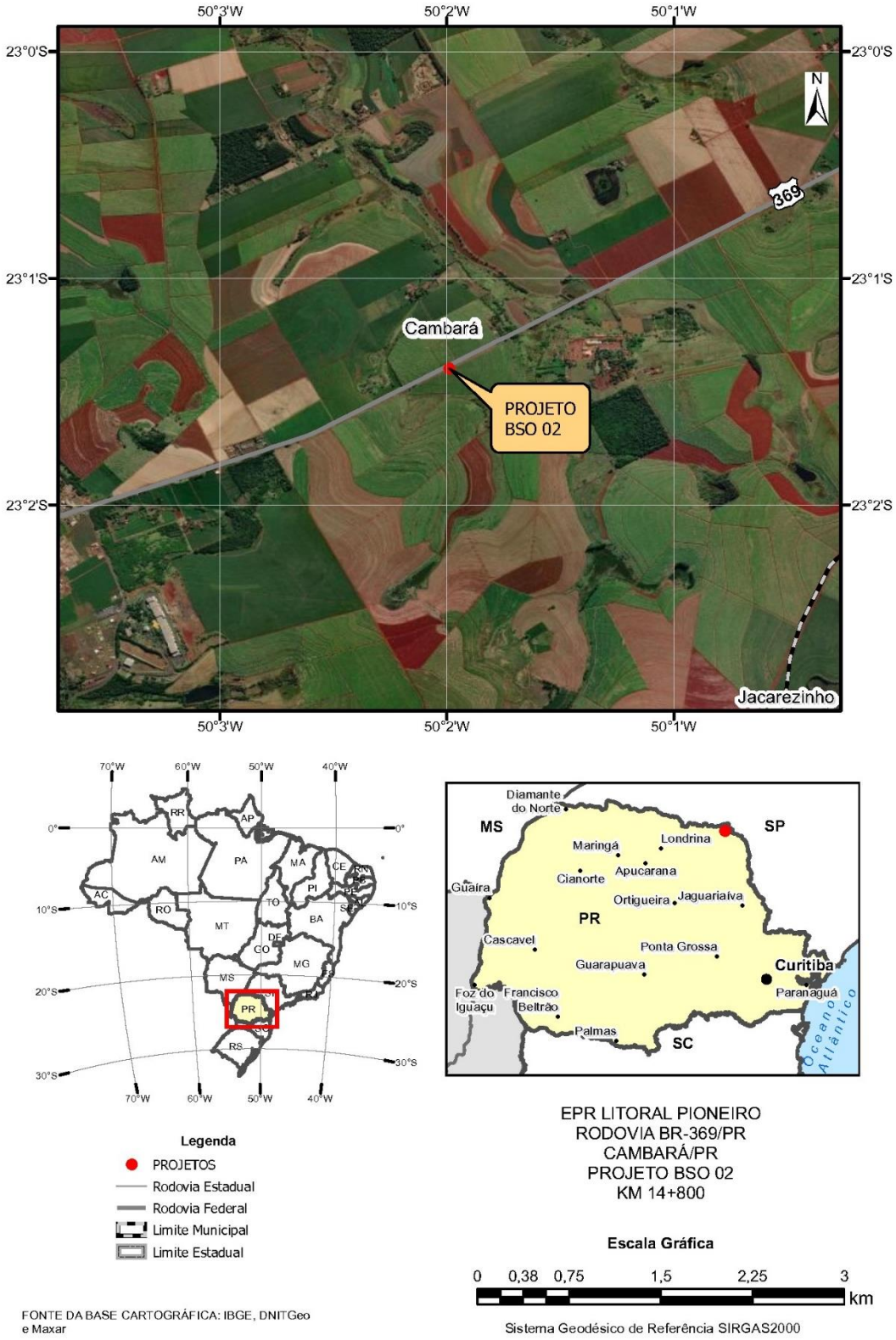


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024.

2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem visa o detalhamento dos volumes dos materiais que serão escavados e compactados, bem como a determinação das distâncias de transporte necessárias para a movimentação das terras, nos locais onde houver alterações geométricas.

2.1 NORMAS E MANUAIS

O Projeto de terraplenagem foi elaborado de acordo com as recomendações das seguintes normas e publicações.

- Terraplenagem – Aterros – Especificações de Serviço – Norma DNIT 108/2009 - ES;
- Terraplenagem – Cortes – Especificações de Serviço – Norma DNIT 106/2009 – ES;
- Terraplenagem – Serviços Preliminares – Especificações de Serviço – DNIT 104/2009 – ES.

2.2 DEFINIÇÕES

Para efeitos desta instrução de projeto são adotadas as seguintes definições:

1.1.1. Limpeza de terreno e destocamento

Consiste na remoção, na área a ser terraplenada, de árvores, arbustos, tocos, galhos, emaranhados de raízes e terra que as envolve, capim e todo material impróprio para a construção de terraplenos. Inclui, portanto, roçada, derrubada de árvores e arbustos, destocamento, empilhamento, carga, transporte, descarga e espalhamento em locais definidos pelo projeto ou pela fiscalização.

1.1.2. Materiais e 1ª e 2ª categorias

Compreendem os solos em geral, as rochas em decomposição, os seixos rolados ou não, com a dimensão máxima de 0,15 m, e, em geral, todos os materiais que podem ser escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores de esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas ou emprego descontínuo de explosivos de baixa potência.

1.1.3. Aterro

Consiste na descarga e espalhamento de material escavado e transportado de acordo com o que dispõem as normas correspondentes, em camadas

compactadas com espessuras definidas em projeto, no máximo de 0,30 m. O equipamento utilizado para execução deve permitir o atendimento aos critérios de projeto, obedecendo ao alinhamento, greide e seções transversais definidos.

1.1.4. Grau de compactação – GC

É a relação entre a densidade máxima seca obtida no campo, após a compactação, e a densidade máxima seca de laboratório (γdmáx), referencial de projeto em função da energia de compactação pré-estabelecida. Para corpo de aterro (camada maiores que 60 cm o grau de compactação ficou definido sendo 100% proctor normal e para camada final (últimos 60 cm o grau de compactação ficou definido como 100% proctor intermediário.

1.1.5. Caracterização dos materiais

Os aterros deverão ser constituídos por materiais devidamente selecionados, provenientes da escavação de cortes ou de áreas de empréstimo. Deverão atender à qualidade indicada conforme abaixo.

a) Isentos de matéria orgânica;
b) CBR ≥ 2% e expansão < 4% para corpo de aterro.

A camada final dos aterros deverá possuir as seguintes características:

a) CBR > 3% e expansão ≤ 2%; para os 0,30 m iniciais;
b) CBR > 10% e expansão ≤ 2% para os 0,30 m finais.

1.1.6. Caixa de empréstimo

Área destinada a prover ou complementar qualitativa e quantitativamente os materiais necessários. Pode ser localizada dentro da faixa de domínio em uma distância de 2 km para cada sentido do local da obra.

1.1.7. Área de deposito de material excedente – ADME

Área destinada ao depósito de materiais excedentes de cortes de terraplenagem ou de solos inservíveis para reaproveitamento, tais como solos moles, de baixa capacidade de suporte, expansivos, rochosos, de difícil trabalhabilidade e camadas de material com vegetais.

2.3 CONDIÇÕES GERAIS

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição da superfície do terreno da área de implantação dos demais projetos, após os procedimentos relativos ao movimento de terra, denominada terrapleno.

Deverá ser composto por desenhos e demais documentos técnicos, visando definir e caracterizar as declividades finais dos diversos planos constituintes do terrapleno, bem como as regiões de corte e de aterro e seus respectivos volumes.

Os desenhos que compõem o Projeto de Terraplenagem são:

- Seções de Terraplenagem;
- Planta de distribuição de volumes;
- Perfil de distribuição de volumes.

Os desenhos em planta deverão ser elaborados na mesma escala do Projeto Geométrico Horizontal. As seções transversais definirão as superfícies do terreno natural e do terrapleno, caracterizando as regiões de mudança de declividade, a posição dos “offsets”, as cotas determinantes das curvas verticais e / ou de qualquer outro ponto notável do terrapleno, bem como as cotas dos pontos do terreno natural correspondentes aos mencionados do terrapleno.

O projeto de Terraplenagem, dentre outras, fornecerá as seguintes informações:

- Volumes de corte e aterro.

2.4 CRITÉRIOS DE PROJETO

No presente documento são apresentadas planilhas de quantidades com cálculos de movimentação de terraplenagem.

O Fator de homogeneização aplicado na terraplenagem foi igual a 1,72.

Foi considerada uma espessura de 0,10m de camada de limpeza sob todas as áreas de terraplenagem, e o volume ajustado de corte e aterro leva em consideração a posição dessa camada de limpeza, se está sobre o corte ou sob o aterro bem como o fator de homogeneização aplicado no aterro para a correção da quantidade de corte obrigatório, podendo assim dimensionar com mais precisão as eventuais caixas de empréstimos necessárias.

O material de terraplenagem foi calculado considerando o volume proveniente de uma série de prismóides (sólidos geométricos limitados nos extremos por faces paralelas e lateralmente por superfícies planas). No campo, as faces paralelas correspondem às seções transversais extremas, e as superfícies planas laterais correspondem à plataforma da estrada, aos taludes e à superfície do terreno natural.

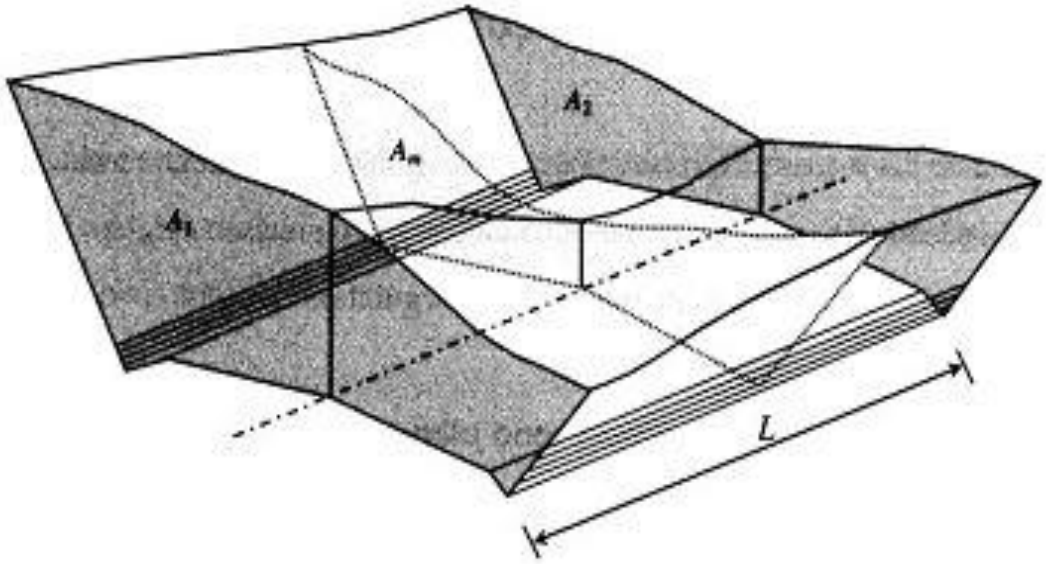


Figura 2 - Ilustração de volume.

O volume do prismóide é calculado pela seguinte fórmula:

$$V = \frac{L}{6} \cdot (A_1 + 4 \cdot A_m + A_2)$$

Onde:

A1 e A2 = áreas das seções transversais extremas;

Am = área da seção transversal no ponto médio entre A1 e A2;

L = distância entre as seções A1 e A2.

A fórmula mais comum utilizada pela maioria dos órgãos é chamada “Fórmula das Áreas Médias”:

$$V_m = \frac{L}{2} \cdot (A_1 + A_2)$$

Esta fórmula é muito utilizada por sua praticidade e baixa margem de erro, a qual é geralmente inferior a 2%.

Foram utilizados como base para o cálculo dos volumes os levantamentos topográficos (levantamento cadastral) fornecido pela contratante, projeto geométrico e a definição do pavimento a ser utilizado (projeto de pavimentação).

A camada de limpeza considerada é de 0,10m e todo esse material deve ser descartado em Bota Fora, e são desconsiderados na planilha de volume apresentada a seguir, tendo somente seu valor total apontado no resumo. (Já que é um volume que não deve ser usado na compensação).

3 RELATÓRIO DE CUBAGEM

3.1 CÁLCULO DE VOLUMES RAMO 0

KM / ESTACA	ÁREAS GEOMÉTRICAS (m³)			SEMI - DISTÂNCIA (m)	VOLUMES (m³)					VOLUMES ACUMULADOS (m³)					COMP. LATERAL (m³)	ORD. DE BRUCKNER
	CORTE - 1ª CAT	CORPO DE ATERRO	CFT		CORTE - 1ª CAT	CORPO DE ATERRO		CFT		CORTE - 1ª CAT	CORPO DE ATERRO		CFT			
						GEOMÉTRICO	HOMOGEN.	GEOMÉTRICO	HOMOGEN.		GEOMÉTRICO	HOMOGEN.	GEOMÉTRICO	HOMOGEN.		
0+0,000	0,260	0,000	0,198	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,000	2,319	0,000	0,022	10,00	25,79	0,00	0,00	2,20	3,78	25,79	0,00	0,00	2,20	3,78	3,78	22,01
2+0,000	5,313	0,000	0,005	10,00	76,32	0,00	0,00	0,27	0,46	102,11	0,00	0,00	2,47	4,25	0,46	97,86
3+0,000	7,904	0,000	0,005	10,00	132,17	0,00	0,00	0,10	0,17	234,28	0,00	0,00	2,57	4,42	0,17	229,86
4+0,000	8,604	0,000	0,005	10,00	165,08	0,00	0,00	0,10	0,17	399,36	0,00	0,00	2,67	4,59	0,17	394,77
5+0,000	7,338	0,000	0,006	10,00	159,42	0,00	0,00	0,11	0,19	558,78	0,00	0,00	2,78	4,78	0,19	554,00
6+0,000	13,101	0,000	0,007	10,00	204,39	0,00	0,00	0,13	0,22	763,17	0,00	0,00	2,91	5,01	0,22	758,16
7+0,000	14,778	0,000	0,007	10,00	278,79	0,00	0,00	0,14	0,24	1.041,96	0,00	0,00	3,05	5,25	0,24	1.036,71
8+0,000	26,835	0,000	0,006	10,00	416,13	0,00	0,00	0,13	0,22	1.458,09	0,00	0,00	3,18	5,47	0,22	1.452,62
9+0,000	27,420	0,000	0,006	10,00	542,55	0,00	0,00	0,12	0,21	2.000,64	0,00	0,00	3,30	5,68	0,21	1.994,96
10+0,000	22,380	0,000	0,006	10,00	498,00	0,00	0,00	0,12	0,21	2.498,64	0,00	0,00	3,42	5,88	0,21	2.492,76
11+0,000	38,262	0,000	0,005	10,00	606,42	0,00	0,00	0,11	0,19	3.105,06	0,00	0,00	3,53	6,07	0,19	3.098,99
12+0,000	36,309	0,000	0,005	10,00	745,71	0,00	0,00	0,10	0,17	3.850,77	0,00	0,00	3,63	6,24	0,17	3.844,53
12+2,240	32,528	0,000	0,005	1,12	77,10	0,00	0,00	0,01	0,02	3.927,87	0,00	0,00	3,64	6,26	0,02	3.921,60
12+6,820	33,111	0,000	0,005	2,29	150,31	0,00	0,00	0,02	0,04	4.078,18	0,00	0,00	3,66	6,30	0,04	4.071,88
12+12,78	20,491	0,000	0,005	2,98	159,73	0,00	0,00	0,03	0,05	4.237,91	0,00	0,00	3,69	6,35	0,05	4.231,56
13+0,000	39,706	0,000	0,005	3,61	217,31	0,00	0,00	0,04	0,06	4.455,23	0,00	0,00	3,73	6,42	0,06	4.448,81
13+5,550	41,910	0,000	0,006	2,78	226,48	0,00	0,00	0,03	0,05	4.681,71	0,00	0,00	3,76	6,47	0,05	4.675,24
13+14,620	43,888	0,000	0,006	4,54	389,09	0,00	0,00	0,05	0,09	5.070,80	0,00	0,00	3,81	6,56	0,09	5.064,24
14+0,000	37,420	0,000	0,006	0,50	40,65	0,00	0,00	0,01	0,01	5.111,46	0,00	0,00	3,82	6,57	0,01	5.104,89
15+0,000	15,139	0,000	0,251	10,00	525,59	0,00	0,00	2,57	4,42	5.637,05	0,00	0,00	6,39	10,99	4,42	5.626,06
16+0,000	15,654	0,000	0,005	10,00	307,93	0,00	0,00	2,56	4,40	5.944,98	0,00	0,00	8,95	15,40	4,40	5.929,58
17+0,000	15,453	0,000	0,005	10,00	311,07	0,00	0,00	0,10	0,17	6.256,05	0,00	0,00	9,05	15,57	0,17	6.240,48
18+0,000	14,673	0,000	0,007	10,00	301,26	0,00	0,00	0,12	0,21	6.557,31	0,00	0,00	9,17	15,77	0,21	6.541,53

19+0,000	10,122	0,000	0,006	10,00	247,95	0,00	0,00	0,13	0,22	6.805,26	0,00	0,00	9,30	16,00	0,22	6.789,26
20+0,000	19,356	0,000	0,005	10,00	294,78	0,00	0,00	0,11	0,19	7.100,04	0,00	0,00	9,41	16,19	0,19	7.083,85
21+0,000	14,471	0,000	0,005	10,00	338,27	0,00	0,00	0,10	0,17	7.438,31	0,00	0,00	9,51	16,36	0,17	7.421,95
22+0,000	8,882	0,000	0,005	10,00	233,53	0,00	0,00	0,10	0,17	7.671,84	0,00	0,00	9,61	16,53	0,17	7.655,31
23+0,000	8,637	0,000	0,006	10,00	175,19	0,00	0,00	0,11	0,19	7.847,03	0,00	0,00	9,72	16,72	0,19	7.830,31
24+0,000	8,384	0,000	0,007	10,00	170,21	0,00	0,00	0,13	0,22	8.017,24	0,00	0,00	9,85	16,94	0,22	8.000,29
25+0,000	6,470	0,000	0,013	10,00	148,54	0,00	0,00	0,20	0,34	8.165,78	0,00	0,00	10,05	17,29	0,34	8.148,49
26+0,000	4,237	0,000	0,009	10,00	107,07	0,00	0,00	0,22	0,38	8.272,85	0,00	0,00	10,27	17,67	0,38	8.255,18
27+0,000	1,825	0,000	0,022	10,00	60,62	0,00	0,00	0,31	0,53	8.333,47	0,00	0,00	10,58	18,20	0,53	8.315,27
27+18,43	0,410	0,000	0,202	9,22	20,61	0,00	0,00	2,07	3,55	8.354,07	0,00	0,00	12,65	21,75	3,55	8.332,32

3.2 RESUMO CÁLCULO DE VOLUMES

NOME	SEQUÊNCIAL	LOCALIZAÇÃO (KM)				VOLUME (m³) GEOMÉTRICO		VOLUME (m³) HOMOGENEIZADO (Fh = 1,72)	
		RAMO	INICIAL	FINAL	CENTRO DE MASSA	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO
COMPENSAÇÃO LATERAL	CL 1	RAMO 0	1+00,00	27+18,43	14+09,22	21,75	**21,75**		
CORTE DE 1ª CAT	C1ª 1	RAMO 0	0+00,00	27+18,43	13+19,22	8.332,32	**8.332,32**		
CAMADA DE LIMPEZA	LIMPEZA 1	RAMO 0	0+00,00	27+18,43	13+19,22	394,30	**394,30**		
ADME	ADME 1	RAMO 0	19+00,00	29+00,00	24+00,00	8.332,32	8.332,32		
ADME (CAMADA DE LIMPEZA)	ADME 1	RAMO 0	19+00,00	29+00,00	24+00,00	394,30	**8.726,62**		

3.3 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM

ORIGEM								DESTINO							
TIPO	SEQUÊNCIAL	LOCALIZAÇÃO (KM)				VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO	SEQUÊNCIAL	LOCALIZAÇÃO (KM)				DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE (m)	VOLUME (m³)
		INICIAL	FINAL	C.M.		ESCAVADO	TOTAL			INICIAL	FINAL	C.M.			
				ESTACA	EIXO	1ª CAT.						ESTACA	EIXO		1ª CAT.
COMPENSAÇÃO LATERAL	CL 1	1+00,00	27+18,43	14+09,22	RAMO 0	21,75	**21,75**	CAMADA FINAL	CL 1	1+00,00	27+18,43	14+09,22	RAMO 0	50,00	**21,75**
CORTE DE 1ª CAT.	C1ª 1	0+00,00	27+18,43	13+19,22	RAMO 0	8.332,32	**8.332,32**	ADME	ADME1	19+00,00	29+00,00	24+00,00	RAMO 0	200,00	**8.332,32**
CAMADA DE LIMPEZA	LIMPEZA 1	0+00,00	27+18,43	13+19,22	RAMO 0	394,30	**394,30**	ADME (LIMPEZA)	ADME 1	19+00,00	29+00,00	24+00,00	RAMO 0	200,00	**394,30**

4 RESUMO DAS QUANTIDADES

ORIGEM		DESTINO		
CORTE	TOTAL	CAMADA FINAL	ADME	TOTAL
8.354,07	**8.354,07**	21,75	8.332,32	**8.354,07**

OBS.:

Os volumes de aterro apresentados na tabela acima estão homogeneizados:

Fh [Material de 1ª Categoria] = 1,72

RESUMO: FAIXAS DE ESCAVAÇÃO E COMPACTAÇÃO					
ITEM				UNIDADE	TOTAL
► Escavação, carga e transporte, descarga e espalhamento de material de 1ª categoria	50	< DMT <=	200	m³	**8.354,07**
► Compactação de Aterros 100% do Proctor Intermediário				m³	**21,75**
► Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação				m³	**8.332,32**
► Camada de limpeza				m³	**394,30**
► Regularização de ADME com espalhamento (camada de limpeza)				m³	**394,30**

2.4. Estudo de Tráfego

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-E1-001	Rev.: 00
	Emissão: 30/09/2024	Folha: 1 / 13
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Estudo de Tráfego		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

egis

00b	06/02/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00a	30/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 LOCALIZAÇÃO 3

2 OBJETIVO 5

3 PARÂMETROS DE PROJETO 6

3.1 TRÁFEGO DE VEÍCULOS COMERCIAIS 6

3.1.1 Premissas para o Cálculo do Número N 6

3.1.2 Cálculo do Número N 12

1 APRESENTAÇÃO

A **EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda.** apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório de Estudo de Tráfego do **Projeto Executivo** de implantação da BSO 02.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se no km 14,800 da rodovia BR-369/PR, no município de Cambára. O município localiza-se na região serrana do Paraná, conforme mostra a figura 1.1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 02'04.27"S, 50° 03'44.36"O.

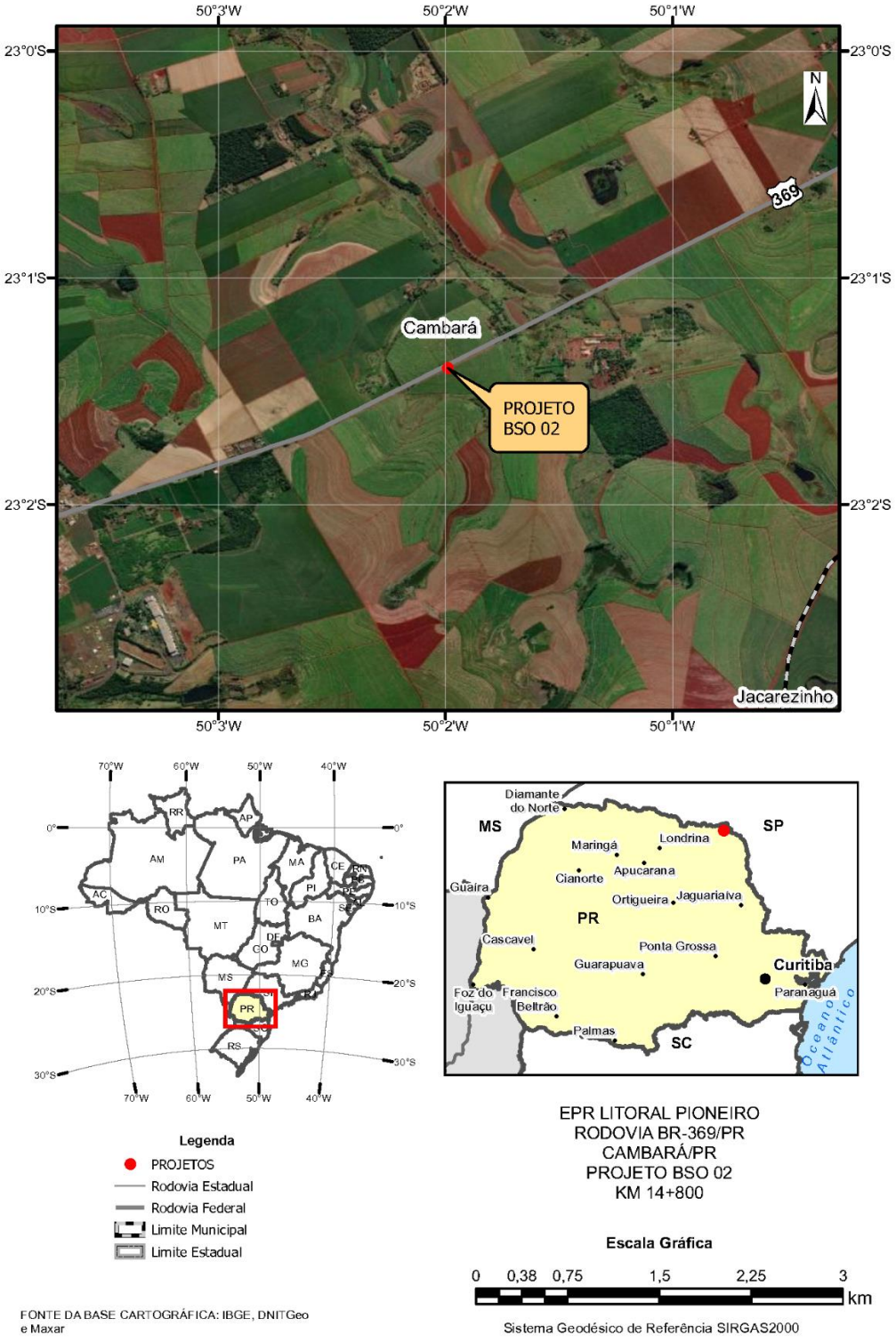


Figura 1.1 – Localização da Obra

2 OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo apresentar as considerações e parâmetros utilizados na concepção do estudo de tráfego do Projeto Executivo da BSO-02.

3 PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto para o estudo de tráfego são:

- o número de solicitações de carga provenientes do tráfego;

As solicitações de carga do tráfego são de fundamental importância para o correto dimensionamento das estruturas de pavimento, uma vez que se relacionam intimamente com os esforços internos solicitantes na estrutura do pavimento, quando submetido ao carregamento pela passagem de veículos comerciais.

Obtida a partir de ensaios de caracterização dos materiais da fundação do pavimento, a capacidade de suporte do subleito tem grande influência no dimensionamento de uma estrutura viável técnica e economicamente, preservada de possíveis patologias que possam ocorrer de forma precoce.

3.1 TRÁFEGO DE VEÍCULOS COMERCIAIS

O Estudo de Tráfego foi elaborado com o objetivo de se calcular o Número “N” (número de solicitações equivalentes às do eixo padrão de 8,2 tf), parâmetro de entrada do dimensionamento do pavimento, obtidos a partir dos critérios do USACE (U.S. Army Corps of Engineers) e da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Uma vez que o estudo de tráfego desenvolvido tem por objetivo a determinação da demanda de veículos pesados que utilizam a BSO para o cálculo do número N, a demanda a ser considerada é a média anual. Portanto, não é necessária a consideração de fatores como o Fator K50 ou o PHF, já que estes fatores são utilizados para a obtenção das demandas horárias.

No cálculo do número “N” apenas veículos comerciais são considerados, uma vez que os automóveis de passeio possuem cargas desprezíveis em comparação a esses veículos. Os valores para o número N, anuais e acumulados, durante o período de projeto são calculados com base nas projeções do tráfego, sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo composição presente e futura do tráfego.

3.1.1 Premissas para o Cálculo do Número N

A estimativa de quantidade de veículos que utilizam as BSOs para a determinação do número N é realizada a partir de duas parcelas: veículos operacionais e veículos de usuários. A quantidade de veículos operacionais foi obtida a partir do registro de atendimentos dos veículos pesados do tipo guincho entre os meses de março a outubro de 2024.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de atendimentos realizada por mês na unidade BSO/SAU 02 (provisória), entre os meses de março e outubro/24, assim como a quantidade de atendimentos médio. Salientamos que assim que finalizada a implantação da BSO/SAU 02 definitiva, a unidade provisória será desmobilizada.

Tabela 1 – Registro de atendimentos operacionais – SAU 02 – Cambará

BSO	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	Atendimentos (veíc/dia)
BSO/SAU 02 - Cambará	95	85	89	76	85	91	64	69	3

A BSO/SAU 02 provisória está localizada no km 10,1 da rodovia BR-369/PR enquanto a BSO/SAU 02 definitiva em análise será implantada no km 14,8 da BR-369/PR. Pela sua proximidade, considera-se que a demanda de veículos operacionais do ano de abertura da BSO/SAU definitiva será a mesma registrada no BSO/SAU 02 provisória.

Para a definição da demanda adicional composta por veículos pesados de usuários, dependente da motivação do usuário em realizar a parada na BSO/SAU, o presente estudo apresentará uma verificação da parcela de usuários em relação ao tráfego da linha principal.

A proposta para sua estimativa é a de considerar que 0,5% dos veículos que utilizam a pista principal no local da BSO/SAU fazem uso dos serviços de atendimento ao usuário. Para tal, o volume diário médio anual de veículos pesados do segmento representativo do local de implantação da BSO/SAU foi verificado através de contagens volumétricas classificadas realizadas no mês de julho de 2023 na BR-369, trecho de Cambará/PR.

A demanda diária média anual da pista principal foi determinada a partir de contagem e correção sazonal. A Tabela 2 apresenta a demanda média diária obtida da contagem realizada durante 2 dias.

Tabela 2 – Demanda média diária obtida da contagem de 2 dias

DADOS DO POSTO				TOTAL POR CATEGORIA						
POSTO	RODOVIA	KM	SENTIDO	AUTOS	MOTOS	ÔNIBUS	CAM. 2-3	CAM. 4-5	CAM. 6+	TOTAL
P2.20	BR-369	25	Oeste	2.973	128	104	505	273	399	4.383
P2.20	BR-369	25	Leste	2.901	133	101	455	268	408	4.267

A partir dos dados anuais, os fatores de correção sazonal foram obtidos e são apresentados. Como a contagem foi realizada durante 2 dias, inicialmente aplicou-se a correção sazonal semanal e, posteriormente, aplicou-se a correção sazonal mensal.

A

Tabela 3 apresenta os fatores de correção sazonal considerados.

Tabela 3 – Fatores de correção sazonal 2 dias

Fator Sazonalidade					
AUTOS	**MOTOS**	**ÔNIBUS**	**CAM. 2-3**	**CAM. 4-5**	**CAM. 6+**
1,04	0,94	1,01	1,00	1,02	1,06
1,04	0,94	1,01	1,00	1,02	1,06
Fator sazonalidade semanal (Dia 1)					
AUTOS	**MOTOS**	**ÔNIBUS**	**CAM. 2-3**	**CAM. 4-5**	**CAM. 6+**
0,94	0,94	0,91	1,22	1,05	1,14
0,94	0,94	0,91	1,22	1,05	1,14
Fator sazonalidade semanal (Dia 2)					
AUTOS	**MOTOS**	**ÔNIBUS**	**CAM. 2-3**	**CAM. 4-5**	**CAM. 6+**
1,15	1,08	1,06	1,19	1,05	0,97
1,15	1,08	1,06	1,19	1,05	0,97

A partir dos dados de contagem e de correção sazonal, o VDMA foi determinado.

A Tabela 4 apresenta o volume diário médio anual referente ao km 25 da BR-369/PR, obtido a partir da contagem de tráfego e correção sazonal acima descrita.

Tabela 4 – Volume diário médio anual – pista principal – km 25 da BR-369/PR

Posto	Rodovia	km	Sentido	VDMA		
				Motos	Leves	Pesados
P2.20	BR-369	25	Oeste	135	2.737	1.134
P2.20	BR-369	25	Leste	140	2.671	1.094

Estima-se a passagem de 2.228 veículos pesados pela BSO e, por se tratar de trecho em pista simples, considera-se que os veículos de ambos os sentidos são atraídos e podem utilizar seus serviços. Portanto, a partir da demanda bidirecional de veículos pesados na pista principal e do percentual adotado, estima-se que 11 veículos pesados utilizariam a BSO diariamente.

Portanto, somadas as quantidades de veículos operacionais e veículos de usuário estimados para a BSO 02 localizada no km 14,8 da BR-369/PR, conclui-se que, para o primeiro ano, a quantidade de veículos pesados que utilizam a BSO é de 14 veículos pesados. Os valores adotados para as taxas de crescimento do volume de tráfego foram fornecidos pela concessionária, com base no estudo realizado na fase de plano de negócios para a praça de pedágio de Jacarezinho. A tabela a seguir apresenta os valores utilizados:

Tabela 5 – Taxas de Crescimento

Ano	Taxa de Crescimento (%)	
	2 e 3 eixos	4 ou mais eixos
2024	-	-
2025	-0,49%	2,10%
2026	-0,11%	2,79%
2027	-2,02%	1,20%
2028	-5,14%	-1,83%
2029	-0,37%	3,01%
2030	-0,25%	2,98%
2031	-0,45%	2,96%
2032	-0,41%	2,88%
2033	-0,43%	2,76%
2034	-0,47%	2,69%

A tabela a seguir apresenta o percentual final de cada classe de veículos a ser utilizada no cálculo do número N, com base na distribuição de veículos comerciais disponibilizados pela concessionária.

Tabela 6 – Distribuição da Frota de Veículos Comerciais

Classificação dos Veículos		% de Veículos Comerciais
Classe	Tipo	
2C	Com. 2	42,68%
3C	Com. 3	14,06%
3CB	Com. 3	0,00%
2I2/2C2	Com. 4	5,51%
2I3	Com. 5	11,88%
3I3/3J3	Com. 6	14,20%
3S2S2/3D4	Com. 7	7,39%
3V5	Com. 8	0,00%
3T6	Com. 9	4,28%

Para o cálculo dos fatores de veículo foi adotada a condição de carregamento apresentada na tabela a seguir.

Tabela 7– Distribuição dos Carregamentos da Frota

Carregamento	Caminhões
Carga máxima legal	70%
Vazio	30%
Carga máxima + Tolerância	0%

A tolerância máxima permitida é de 10%, seguindo as determinações da Resolução CONTRAN 526/15.

As cargas consideradas no cálculo são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 8 – Cargas por Eixo

	Carga Por Eixo (t)			
	ESRS	ESRD	ETD	ETT
Carga Máxima Legal	6,0	10,0	17,0	25,5
Vazio	3,0	5,0	6,0	9,0
CML + Tolerância	6,6	11,0	18,7	28,1

Considerando volume de tráfego unidirecional nos cálculos e que a pista principal possui uma faixa de rolamento, o percentual de veículos comerciais adotados na faixa de projeto foi de 100% do volume total de veículos pesados.

O período de projeto considerado foi de 10 anos para pavimento flexível, a partir do ano previsto para início da operação em 2025.

O fator climático regional utilizado, indicado para pavimentos no Brasil, foi de 1.

No cálculo dos fatores de equivalência são aplicados os critérios desenvolvidos pelo USACE (U.S. Army Corps of Engineers) e pela AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

A seguir está apresentada uma tabela com o resumo das informações utilizados para o cálculo do número N:

Tabela 9 – Resumo de Dados de Entrada

Ano do VDM		2024
Ano de Abertura ao tráfego		2025
% de veículos na faixa de projeto		100%
Fator Climático		1
Fator de distribuição direcional		1
VDM Veíc. Comercias (Unidirecional)		14
Distribuição da Frota		
Carga máxima (100% PBT)		70%
Vazio (Tara)		30%
Carga máxima + Tolerância		0%
Tolerância Máxima		10%
FV USACE		7,76
FV AASHTO		3,57
Período de Projeto (anos)	**Pav. Flexível**	10

Para o cálculo do número N foram calculados os fatores de veículos e os volumes de veículos comerciais no período do projeto.

A seguir são apresentados os fatores de veículos para cada classe do DNIT.

Tabela 10 – Fatores de Veículos da Frota Comercial

Classe DNIT	**Flexível**					
	FEC - USACE			**FEC - AASHTO**		
	Carga máx + Tolerância	**Carga máxima**	**Vazio**	**Carga máx + Tolerância**	**Carga máxima**	**Vazio**
2C/2CB	2,72	1,52	0,06	1,75	1,16	0,06
3C	2,08	1,24	0,01	0,41	0,28	0,01
3CB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2I2/2C2	1,01	0,56	0,02	0,62	0,41	0,02
2I3	2,89	1,60	0,07	1,78	1,18	0,06
3I3/3J3	4,65	2,66	0,07	1,96	1,30	0,06
3S2S2/3D4	3,23	1,92	0,02	0,58	0,39	0,01
3V5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3T6	2,48	1,47	0,01	0,44	0,29	0,00

Com base nos fatores de veículos e nos volumes de tráfego obtiveram-se os fatores de veículos médio da frota de ônibus e de caminhões.

Tabela 11 – Fatores de Veículos da Frota

FV Frota	Veículos comerciais
FV médio USACE	7,76
FV médio AASHTO	3,57

A seguir são apresentadas as progressões de volumes de tráfego para cada classe de veículo.

Tabela 12 – Volumes de Tráfego Projetados

Taxa de Cresc.		Ano	VDM									
2 e 3 eixos	4 ou mais eixos		2C/2CB	3C	3CB	2I2/2C2	2IE	3I3/3J3	3S2S2 3D4	3V5	3T6	Total
-	-	2024	6	2	0	1	2	2	1	0	1	**14**
-0,49%	2,10%	2025	6	2	0	1	2	2	1	0	1	14
-0,11%	2,79%	2026	6	2	0	1	2	2	1	0	1	14
-2,02%	1,20%	2027	6	2	0	1	2	2	1	0	1	14
-5,14%	-1,83%	2028	5	2	0	1	2	2	1	0	1	13
-0,37%	3,01%	2029	5	2	0	1	2	2	1	0	1	13
-0,25%	2,98%	2030	5	2	0	1	2	2	1	0	1	13
-0,45%	2,96%	2031	5	2	0	1	1	2	1	0	1	13
-0,41%	2,88%	2032	5	2	0	1	1	2	1	0	1	13
-0,43%	2,76%	2033	5	2	0	1	1	2	1	0	1	13
-0,47%	2,69%	2034	5	2	0	1	1	2	1	0	1	13

3.1.2 Cálculo do Número N

Uma vez conhecidos o VDM, o período de projeto, a taxa de crescimento, a porcentagem na faixa de projeto e o fator de veículo, pode-se calcular o número N.

O número acumulado de solicitações equivalentes ao eixo padrão foi calculado pela expressão a seguir:

$$N = 365 \cdot VDM \cdot \frac{((1 + P * t)^2 - 1)}{\ln(1 + t)} \cdot Fv \cdot Fd$$

Onde:

N:Número de solicitações acumuladas equivalentes ao eixo padrão de 8,2 tf;

VDM: Volume médio diário de veículos;

Fv: Fator de equivalência de veículos;

Fd: Fator de distribuição;

P: Período de Projeto;

t: Taxa de Crescimento geométrico.

Apresenta-se a seguir uma tabela com os cálculos do Número N, com base nos critérios do USACE e da AASHTO, considerando a abertura ao tráfego em 2025 e horizonte de projeto para 10 anos.

Tabela 13 – Número N Acumulado – 10 Anos

Ano	Taxa De cresc.		N		N acumulado	
	2 e 3 eixos	4 ou mais eixos	USACE Flexível	AASHTO Flexível	USACE Flexível	AASHTO Flexível
2024	-	-	3,91E+04	1,80E+04		
2025	-0,49%	2,10%	3,90E+04	1,80E+04	3,90E+04	1,80E+04
2026	-0,11%	2,79%	3,91E+04	1,80E+04	7,81E+04	3,60E+04
2027	-2,02%	1,20%	3,85E+04	1,77E+04	1,17E+05	5,37E+04
2028	-5,14%	-1,83%	3,66E+04	1,69E+04	1,53E+05	7,05E+04
2029	-0,37%	3,01%	3,67E+04	1,69E+04	1,90E+05	8,74E+04
2030	-0,25%	2,98%	3,67E+04	1,69E+04	2,27E+05	1,04E+05
2031	-0,45%	2,96%	3,67E+04	1,69E+04	2,63E+05	1,21E+05
2032	-0,41%	2,88%	3,68E+04	1,69E+04	3,00E+05	1,38E+05
2033	-0,43%	2,76%	3,68E+04	1,69E+04	3,37E+05	1,55E+05
2034	-0,47%	2,69%	3,68E+04	1,69E+04	**3,74E+05**	**1,72E+05**

2.5. Geologia e Geotecnia

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D1-001	Rev.: 00
	Emissão: 12/09/2024	Folha: 1 / 30
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Projeto de Geotecnia – Relatório de Estudos Geológicos e Geotécnicos		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D4-001 - SONDAGENS - RELATÓRIO TÉCNICO

Documentos Resultantes:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L2-001 - PROJETO DE GEOTECNIA – MEMÓRIA DE CÁLCULO DE FUNDAÇÕES

egis

00b	28/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S Carvalho			
00a	12/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5
1.1 Localização 5
2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 7
3 CONTEXTO GEOLÓGICO 8
3.1 Geologia Regional 8
3.1.1 Evolução Tectonoestratigráfica 8
3.2 Geologia Local 11
3.3 Geomorfologia 12
4 INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS DO PROJETO 13
4.1 Normas e Especificações Técnicas 13
4.2 Premissas Para o Plano de Investigação 13
5 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS 15
5.1 Normas e Especificações Técnicas 15
5.2 Premissas Para Definição dos Parâmetros Geotécnico 15
6 ANÁLISE DOS DADOS DE SONDAGEM 17
7 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS ADOTADOS NO PROJETO 23
7.1 Análise de Capacidade de Carga 23
8 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO E DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE (DME) 24
8.1 Critérios Para Seleção de Áreas Para Empréstimo de Solo e Depósito de Material Excedente 24
8.2 Critérios Para Seleção de Pedreiras e Jazidas Comerciais 26
9 CONSIDERAÇÕES FINAS 28
10 REFERÊNCIAS 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com imageamento aéreo 6

Figura 2 - Milani, Edison & Azambuja Filho, Nilo & Ramos, Victor. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental 10

Figura 3 – Mapa Geológico da Área do Projeto 11

Figura 4 – Mapa Geomorfológico da Área do Projeto 12

Figura 5 – Histograma dos valores de nSPT para as sondagens do segmento.....18

Figura 6 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Siltes Arenosos 19

Figura 7 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Argilas Arenosas. 20

Figura 8 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Silte Arenoso. 21

Figura 9 – Tabela com os intervalos de cada camada geotécnica. 22

Figura 10 – Localização das jazidas comerciais.....22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da distribuição do nSPT nos boletins com variação da escala de observação. 17

Tabela 2 - Avaliação da distribuição do nSPT nos boletins com variação da escala de observação. 22

Tabela 3: Fator de Homogeneização para materiais de 1ª categoria de escavação. 25

1 APRESENTAÇÃO

A **Egis Engenharia e Consultoria Ltda** apresenta à **Concessionária EPR**, neste documento, os estudos geológico-geotécnicos referente ao desenvolvimento do projeto executivo de implantação do BSO 02 na rodovia PR-369 no trecho do Km 014+800.

1.1 Localização

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a **Figura 1**. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

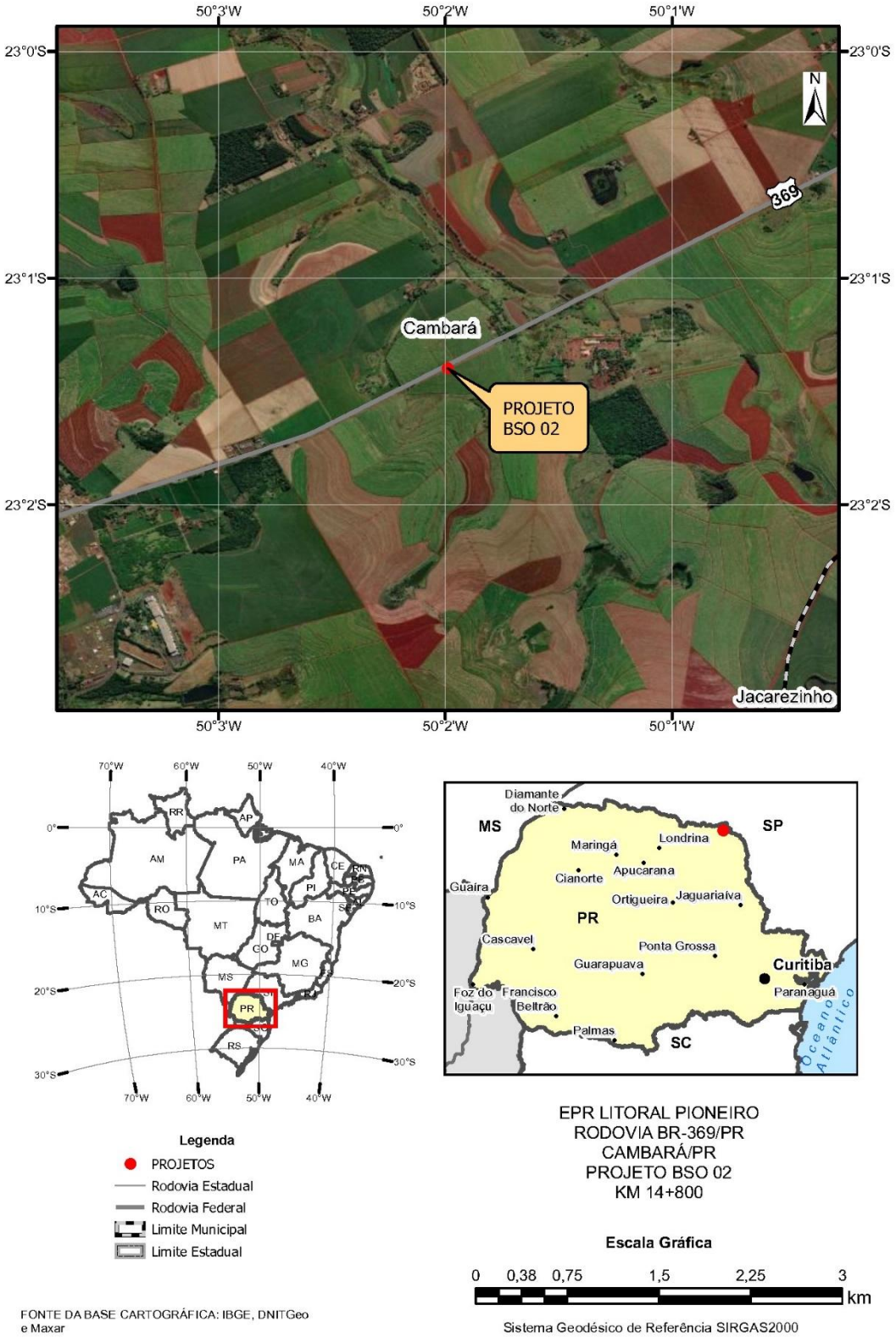


Figura 1 – Mapa de Localização com imageamento aéreo
Fonte: Egis, 2024

2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

Foram utilizadas as seguintes normas, especificações e diretrizes para as análises apresentadas neste relatório:

ABNT NBR 8044/2018: Projeto Geotécnico.

ABNT NBR 6484/2020: Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT- Método de Ensaio.

ABNT NBR 11682/2009: Estabilidade de Encostas.

DNIT 106/2009: Terraplenagem – Cortes - Especificação de Serviço.

Diretrizes para Elaboração de Estudos de Projetos ANTT (2019).

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

3.1 Geologia Regional

A área do projeto se encontra localizada no contexto da Bacia intracratônica do Paraná que abrange uma área de aproximadamente 1.500.000 km², dos quais cerca de 1.100.000 km² se encontram em território brasileiro. Esta Bacia Faneroóica possui forma ovalada, com semi-eixo maior a norte-sul, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozoica do continente (Milani et al., 2007). Abriga em seu depocentro um pacote sedimentarmagmático da ordem de 7.000 metros de espessura, incluindo alguns horizontes com características de rochas geradoras e outros com atributos de reservatório. O registro tectonoestratigráfico da bacia sugere a interação de fenômenos orogênicos nas bordas da placa Sul-Americana, com eventos epirogênicos marcados por épocas de subsidência, soerguimento e magmatismo no interior da placa (Milani e Ramos, 1998).

3.1.1 Evolução Tectonoestratigráfica

A Bacia do Paraná é uma grande bacia intracratônica sul-americana, desenvolvida completamente sobre crosta continental. Foi preenchida por rochas sedimentares associadas a vulcanismo e intrusões básicas, que podem alcançar até 7.000 m de espessura. Apresenta em seu contexto litoestratigráfico a maior manifestação de vulcanismo fissural ocorrida em região continental, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de lavas sobre seus sedimentos além de intrudir-se por entre os mesmos, sob a forma de diques e soleiras (Milani e Thomaz Filho, 2000).

O arcabouço estrutural da Bacia do Paraná originou–se e evoluiu a partir de um rifte Neo–Ordoviciano, para uma típica bacia intracratônica. A bacia é alongada na direção geral N–S, com depocentro na porção centro–oeste, onde o preenchimento excede a 7.000 m de espessura, dos quais 5.500 m são sedimentos. As características estruturais mais proeminentes da bacia são os arcos regionais de Ponta Grossa e Rio Grande, e numerosos lineamentos NW–SE e NE–SW, que correspondem a fraturas proterozoicas reativadas. As fraturas alinhadas na direção NW–SE foram os dutos preferenciais para os eventos extrusivos e intrusivos e estão preenchidos por diques de diabásio. Secundariamente ocorrem lineamentos de direção E-W. Segundo Milani (1997), o registro sedimentar-magmático da Bacia do Paraná é representado por seis Superseqüências deposicionais Rio Ivaí (Ordoviciano - Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero - Eocretáceo), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico - Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

A origem da Bacia do Paraná ocorreu em forma de depressões alongadas na direção NE-SW. O espaço de acomodação para a Supersequência Rio Ivaí foi criado pela reativação de zonas de fraqueza do embasamento. Esta sequência inclui os arenitos basais da Formação Alto Garças, camadas de diamictitos da Formação Iapó que registram a glaciação Ordovício-Siluriana do Gondwana, compreende também folhelhos fossilíferos e siltitos da Formação Vila Maria. O topo da seqüência é definido por uma superfície de inundação máxima (Milani, 1997). A exposição subárea desse pacote resultou em remoção erosiva, marcando uma discordância neossiluriana.

Retomada a subsidência, depositou-se a Supersequência do Paraná, que compreende um ciclo transgressivo – regressivo completo de oscilação do nível do Panthalassa, iniciando com sedimentos arenosos continentais a transicionais eodevonianos da Formação Furnas, passando gradualmente para sedimentos marinhos da Formação Ponta Grossa, que é composta por folhelhos, folhelhos sílticos, siltitos e arenitos. Diversas dessas fácies sedimentares foram severamente erodidas, resultando na discordância neodevoniana.

Sobre essa discordância, depositou-se a Supersequência Gondwana I, que alcança espessuras de até 2.500 m. Segundo Milani (1997) esta superseqüência comporta uma porção basal transgressiva, correspondente ao grupo Itararé, constituído por depósitos sedimentares glacio-marinhos, e ao Grupo Guatá, formado por rochas de ambiente deltaico, marinho e litorâneo da Formação Rio Bonito e marinho da Formação Palermo. Acima, uma seção regressiva acomoda-se por um ciclo de subsidência correspondendo ao Grupo Passa Dois, constituído pelas Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. A superseqüência Gondwana I finaliza com a progressiva continentalização dos sistemas deposicionais registrada na Formação Rio do Rasto.

Implementada uma distensão generalizada no Triássico, a Superseqüência Gondwana II, restrita ao Estado do Rio Grande do Sul, insere-se numa bacia do tipo gráben. Compõem-se pelas rochas da Fm. Santa Maria, e se caracteriza por arenitos e pelitos avermelhados, provenientes de depósitos fluviais e lacustres (Milani, 1997). Esse substrato sofreu abrasão eólica pelas persistentes condições erosivas, refletindo-se na lacuna estratigráfica mais pronunciada na bacia.

Sobre a superfície assim estabelecida, acumulou-se a Superseqüência Gondwana III, composta pela Fm. Botucatu, que são arenitos quartzosos de finos a médios provenientes de dunas eólicas, e a Fm. Serra Geral, associada à ruptura do paleocontinente Gondwana. Essa formação corresponde ao maior vulcanismo fissural em região continental, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de basaltos sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, além de

intrudir-se por entre os mesmos, sob a forma de diques e soleiras (Milani e Thomaz Filho, 2000).

Segundo Milani (2007), cessadas as atividades vulcânicas e promovidos os ajustes isostáticos, definiu-se uma depressão sobre o pacote basáltico, onde a Superseqüência Bauru depositou-se no Cretáceo Superior. É composta por rochas sedimentares de sistemas eólicos, fluviais e aluviais, finalizando a história deposicional da Bacia do Paraná. Ainda no Neocretáceo, ocorreu um magmatismo de natureza alcalina, registrado, por exemplo, em Lages (SC) e Iporá (GO).

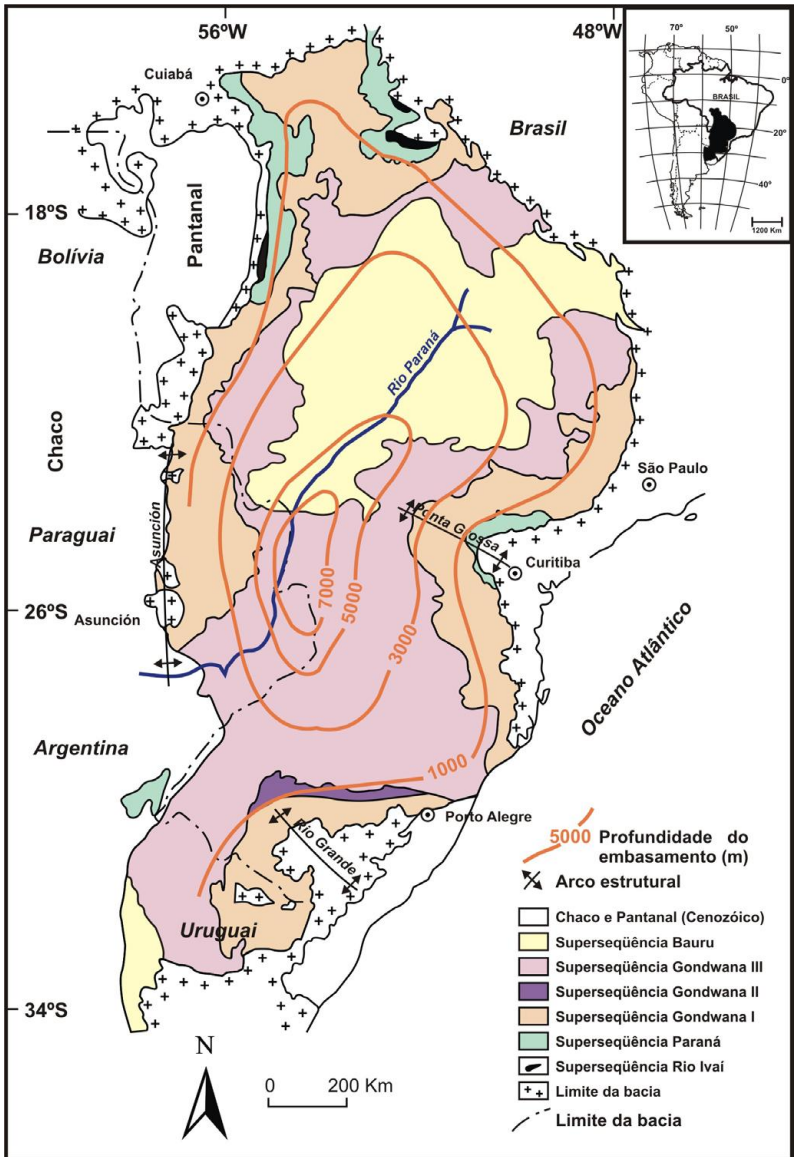


Figura 2 - Milani, Edison & Azambuja Filho, Nilo & Ramos, Victor. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental

3.2 Geologia Local

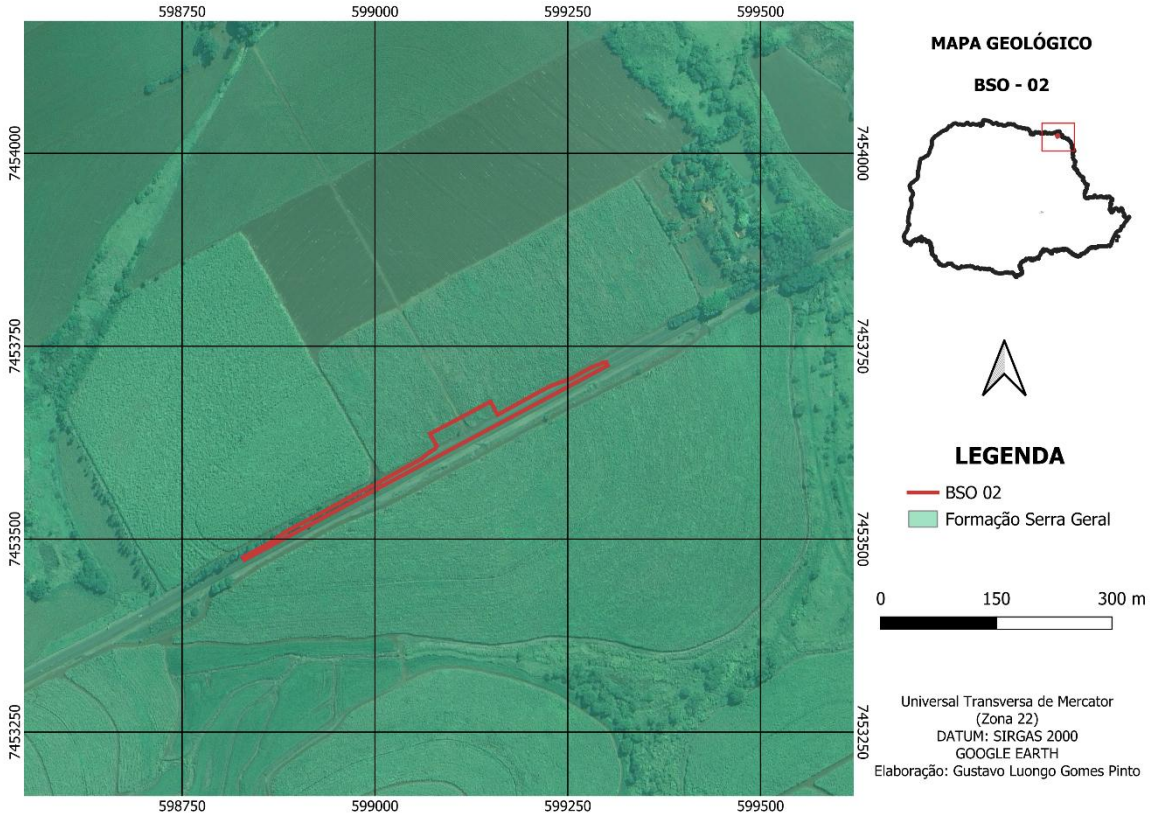


Figura 3 – Mapa Geológico da Área do Projeto
Fonte: Egis, 2024

Com base nas informações coletadas das legendas presentes no mapa litológico da BSO 02, é possível identificar a presença de uma unidade litológica e classificá-la de acordo com suas origens geológicas.

Formação Serra Geral – K1_delta_sg:

A principal litologia da área do projeto é o basalto com coloração de preto ao cinza escuro, afanítico ao fino, maciço podendo ocorrer amígdalas com a presença de quartzo, calcita ou argilo-minerais. A estrutura aflorante tem feições colunares, desagregáveis sob a forma de blocos, possuindo uma típica esfoliação esferoidal com superfícies amarelo-esverdeada (LACERDA FILHO et al., 2004).

De acordo com os estudos de Lastoria (2002), o basalto apresentou enquanto minerais essenciais a augita e labradorita composta por cerca de 20% de vidro devitrificado em esmectita, até 10% de magnetita e poucos traços de apatita (LACERDA FILHO et al., 2004).

3.3 Geomorfologia

Este relatório técnico apresenta um estudo detalhado da geomorfologia da área em questão, com a descrição dos tipos de relevo, as características dos processos geológicos que atuam na região e a distribuição espacial dos tipos de solo. Com base nessas informações, serão fornecidos subsídios para a elaboração de projetos de engenharia e geotecnia que levem em conta as peculiaridades da região.

O mapa a seguir apresenta a geomorfologia na região do acesso analisado.

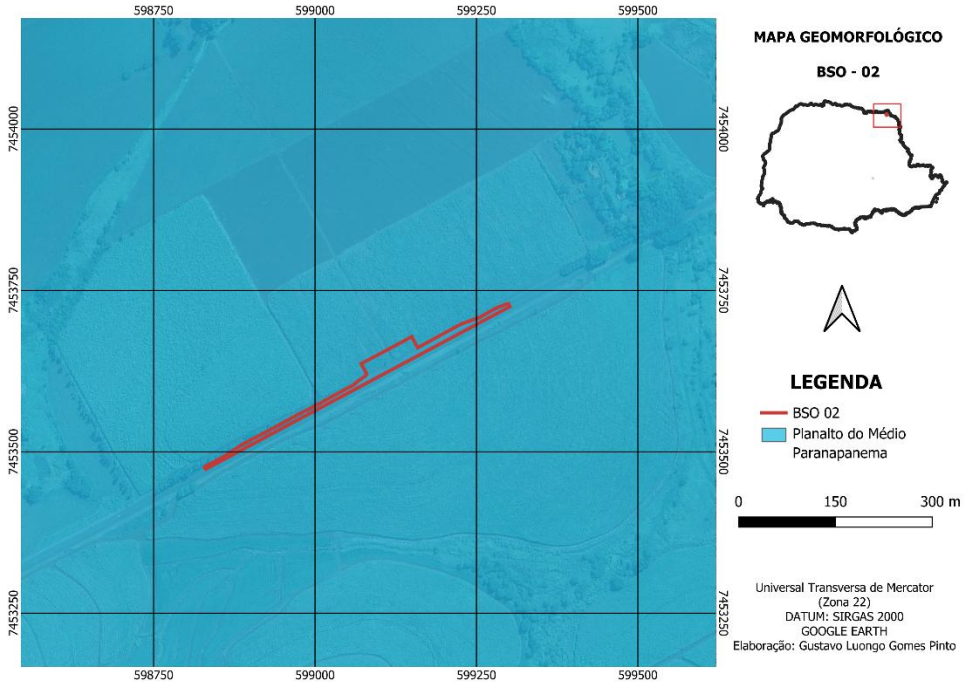


Figura 4 – Mapa Geomorfológico da Área do Projeto
Fonte: Egis, 2024

Planalto do Médio Paranapanema – 2.4.8

A sub-unidade morfoescultural denominada Planalto do Médio Paranapanema, situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação baixa e ocupa uma área de 129,61 km². A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 110,72 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 80 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 420 (máxima) m. s. n. m. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da **Formação Serra Geral.**

4 INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS DO PROJETO

Para caracterização das propriedades físicas e de resistência dos materiais presentes no local da obra, foi desenvolvida uma campanha de investigação geológico geotécnica.

4.1 Normas e Especificações Técnicas

Foram utilizadas as seguintes normas, especificações e diretrizes para a realização do plano de sondagem:

- Portaria SUINF nº 028/2019 - Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos de Rodovias - Rev. 01 – 2019;
- DNIT 381/2022 - Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias;

NBR 8036/1983 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações

4.2 Premissas Para o Plano de Investigação

A nomenclatura adotada para as sondagens seguiu as seguintes regras:

1) Cada sondagem é nomeada com duas letras e três números.
2) As duas primeiras letras correspondem ao tipo de sondagem ST para sondagem à trado, SP para sondagem à percussão e SM para as sondagens mistas;
3) O número após o hífen corresponde a BSO do projeto;
4) Os dois números seguintes correspondem ao sequencial de sondagem;

Os critérios de paralização de sondagem utilizados no projeto estão apresentados a seguir:

- BUEIRO:

Profundidade Máxima de 10 m ou 3 NSPT consecutivos ≥ 15 golpes/30 cm ou impenetrável à lavagem por tempo.

- EDIFICAÇÃO / CONTENÇÃO / MURO DE ARRIMO:

Profundidade Máxima de 15 m ou 3 NSPT consecutivos ≥ 30 golpes/30 cm ou impenetrável à lavagem por tempo.

- ATERRO:

Profundidade Máxima de 15 m ou 3 NSPT consecutivos ≥ 20 golpes/30 cm ou impenetrável à lavagem por tempo.

- CORTE:

Profundidade Máxima Cota do greide + 3 m ou impenetrável à lavagem por tempo.

5 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

5.1 Normas e Especificações Técnicas

- ABNT – NBR 11682/2009 – Estabilidade de Encostas;
- ABNT-NBR 8044/1983 – Projeto Geotécnico;
- Portaria SUINF nº 028/2019 - Diretrizes para elaboração de Estudos e Projetos de Rodovias ANTT – 2019

5.2 Premissas Para Definição dos Parâmetros Geotécnico

Os parâmetros para as análises de cortes e aterros foram fundamentados a partir de dados de bibliografias sobre os solos e rochas selecionados com base no estudo da geologia da região e correlações com o NSPT consagradas na literatura. Nos locais com taludes existentes, foi possível validar os parâmetros a partir de retro análises.

Para o ângulo de atrito (φ), são empregadas as correlações de Teixeira (1996), Godoy (1983) e Hatanaka-Uchida (1996) com as expressões abaixo e escolhida a mais adequada conforme caracterização do solo. Hatanaka e Uchida realizaram ensaios triaxiais com solos arenosos (areia fina e média) em 1996 no Japão, enquanto as correlações de Teixeira e Godoy (apud Cintra, 2003) foram propostas para solos brasileiros.

$$\varphi = 15 + (\sqrt{20 \,.\, N_{SPT}}) \qquad \text{(Teixeira, 1996)}$$

$$\varphi = 28º + 0{,}4.\, N_{SPT} \qquad \text{(Godoy, 1983)}$$

$$\varphi = 20 + [(15{,}4.\, (N_{SPT})_{60}]^{0{,}5} \qquad \text{(Hatanaka, 1996)}$$

Onde NSPT60 pode ser considerado como 1,1 vezes o nSPT brasileiro conforme indicado por HACHICHI et al. (1998).

Para solos coesivos, o parâmetro a ser determinado é a resistência não drenada (Su) e coesão (c). Foi aplicada a correlação de Berberian (2015), que estudou solos de argilas siltosas e siltes arenosos lateríticos não saturados resultando na expressão abaixo:

$$c = \frac{N_{SPT}}{0{,}35} \text{ [kPa]} \qquad \text{(Berberian, 2015)}$$

Para o caso de solos coesivo-friccional os parâmetros geotécnicos a serem obtidos são coesão (c´) e ângulo de atrito (φ´). Para obter estes parâmetros, a partir de φ (nSPT) foi estimado um valor para resistência ao cisalhamento de um material puramente friccional, pela seguinte expressão:

$$\tau = \sigma'_{v0} .\times \tan \varphi'_{(N1),60}$$

E então, supondo um material coesivo-friccional com esta mesma resistência ao cisalhamento (τ), fixou-se um valor de φ´ e obteve-se um valor de c´, pela seguinte expressão:

$$c' = \tau - \sigma'_{v0} \times \tan \varphi'$$

Já o ganho de coesão devido ao acréscimo de tensões conforme Ladd (1991) pode ser calculado pela expressão:

$$\Delta Su = 0{,}23 \times H \times \gamma \times U$$

6 ANÁLISE DOS DADOS DE SONDAGEM

Para a etapa do projeto executivo foram analisadas cinco sondagens a percussão (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação da distribuição do nSPT nos boletins com variação da escala de observação.

Sondagens	Situação	Tipo	UTM E	UTM N
SP-201	Edificação	Percussão	599.099,25	7.453.628,87
SP-202	Edificação	Percussão	599.104,06	7.453.639,94
SP-203	Edificação	Percussão	599.121,13	7.453.644,71
SP-204	Edificação	Percussão	599.149,32	7.453.663,73
SP-205	Corte	Percussão	599.146,18	7.453.669,65

Para os resultados das sondagens a percussão, as informações dos boletins de sondagens do segmento estudada foram extraídas e dispostas em uma tabela Excel que unificou todos esses dados, essas tabelas foram então exportadas individualmente com o formato .CSV, e importadas para o software de modelagem implícita, Leapfrog.

O Leapfrog possui ferramentas robustas de análise estatística de dados numéricos e categóricos, permitindo verificar a organização e correlação entre as informações inseridas ou calculadas. Como o nSPT é um dos parâmetros mais relevantes para as análises geotécnicas, principalmente na fase atual do projeto, se fez necessário um levantamento da distribuição dessa informação. Desta forma, foram gerados vários histogramas que representam graficamente essa distribuição, a barra azul que é apresentada abaixo dos histogramas indica onde se concentra 50% das amostras, ela se inicia no valor de nSPT correspondente a 25% das amostras (primeiro quartil) e termina no valor de nSPT correspondente a 75% das amostras (terceiro quartil). A linha preta que aparece na barra é a mediana, ela indica o nSPT que separa a metade inferior da metade superior das amostras. O ponto vermelho indica a média aritmética das amostras.

Para a realização dessa análise, primeiramente foi necessário a criação de vários filtros no software, para permitir que o nSPT fosse avaliado a partir de diversos aspectos.

A primeira avaliação feita nas informações dos materiais encontrados e seus valores de nSPT. Foi verificada a existência de quatro tipos de materiais diferentes na área do projeto as argilas arenosas, os siltes arenosos e os siltes argiloso. Foi identificada diferenças na sua distribuição numérica dos valores do nSPT de acordo com material conforme apresentado a seguir.

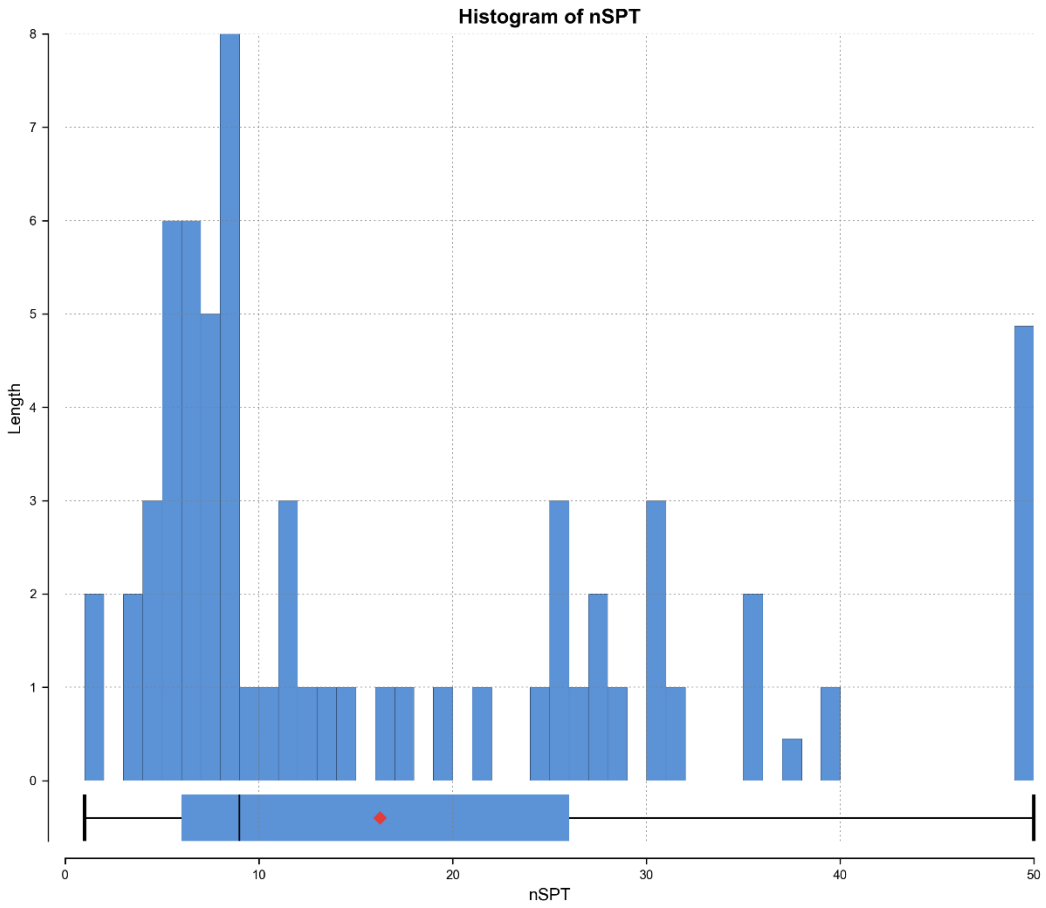


Figura 5 – Histograma dos valores de nSPT para as sondagens do segmento

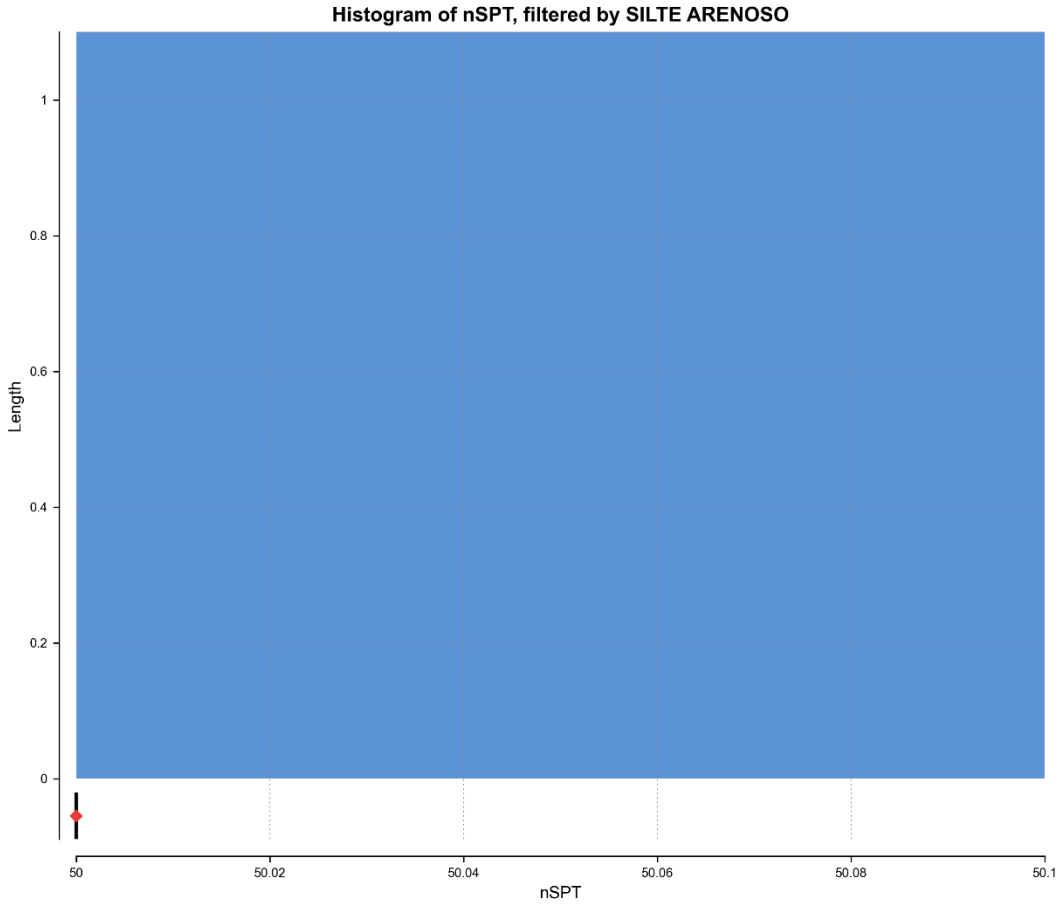


Figura 6 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Siltes Arenosos

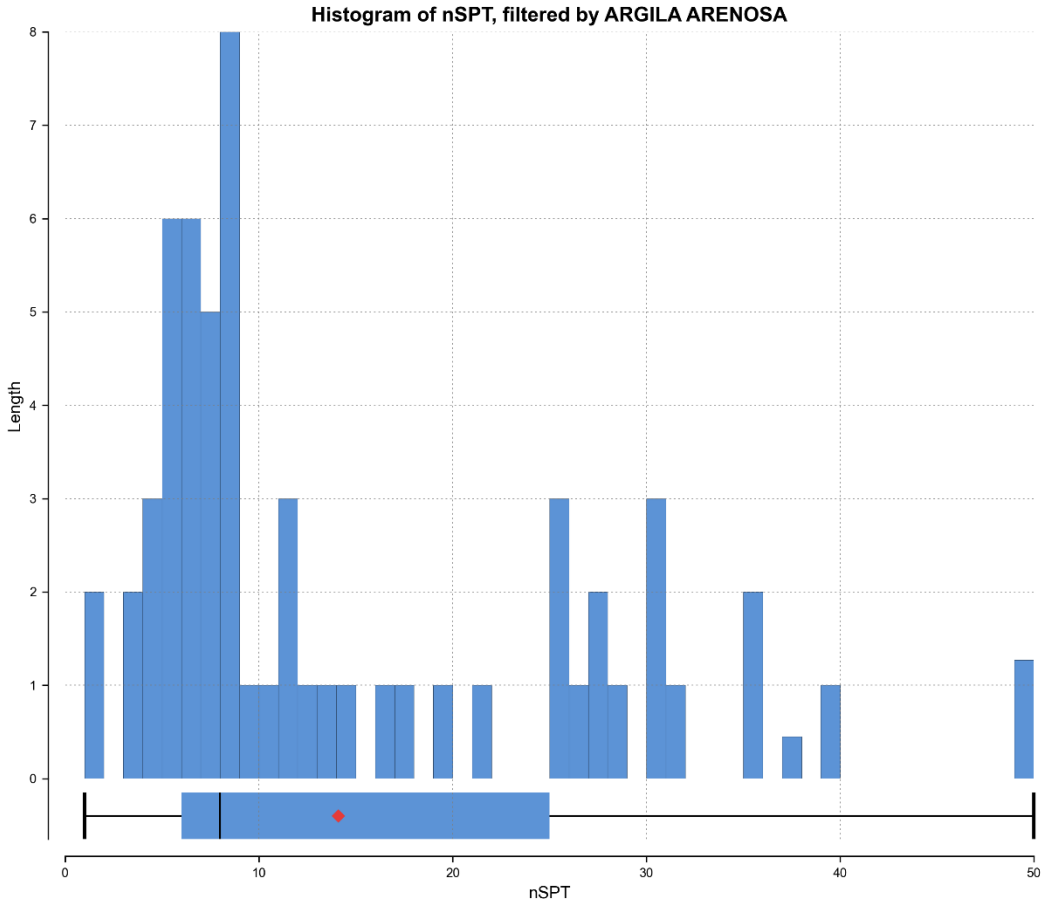


Figura 7 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Argilas Arenosas.

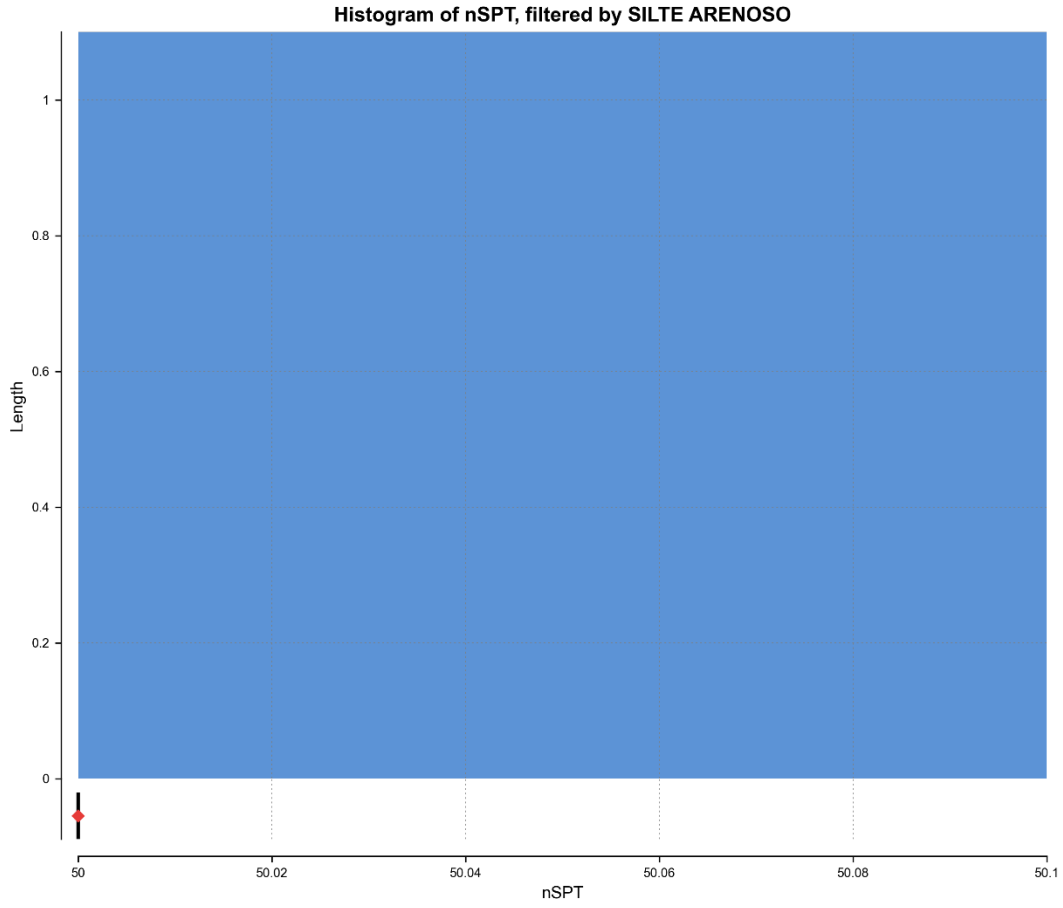


Figura 8 – Histograma dos valores de nSPT para os intervalos de sondagens classificados como Silte Arenoso.

A partir desses gráficos constatou-se que mais de 50% dos dados de nSPT estão concentrados entre os intervalos de 6 a 26 golpes, indicando ume resistência variante de baixa a médio nos materiais encontrados. Os siltes arenosos e argilosos representam as camadas mais resistentes da área com valor de nSPT entre 24 e 50 golpes enquanto as argilas arenosas são o material mais representativo com resistência variando entre 2 e 50 golpes.

As informações estatísticas desses gráficos foram compiladas na **Tabela 2**. Os valores de Q1, Q2 e Q3, representam respectivamente o primeiro, segundo e terceiro quartil dos dados apresentados, ou seja, Q1 inclui 25% de todos os valores incluídos no conjunto de informações, Q2 50% e Q3 75%.

Tabela 2 - Avaliação da distribuição do nSPT nos boletins com variação da escala de observação.

	Descrição	Q1	Q2	Q3	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Projeto	66	6	9	26	16	14	1	50
Siltes arenosos	2	50	50	50	50	0	50	50
Argilas siltosas	60	6	8	25	14	11	1	50
Siltes argilosos	4	24	50	50	42	14	24	50

A partir destes dados foram analisadas as camadas geotécnicas identificadas para análise dos materiais que podem apresentar condicionantes geotécnicas para o projeto como os solos argilosos muito moles com nSPT ≤ 2 e os solos silto-arenosos fofos com valores de nSPT ≤ 4. Foram extraídas estatísticas dos dados considerando todos os intervalos de nSPT e a respectiva interpretação geológico-geotécnica do intervalo (Figura 9).

Name	Count	Length
*Inactive	0	0.0
Argila silto arenosa/areno siltosa | 0 <= [NSPT] <= 2	1	2.0
Silte argiloso | 19 <= [NSPT] <= 40	1	1.0
Silte arenoso | [NSPT] > 40	2	1.1
Argila silto arenosa/areno siltosa | [NSPT] > 40	3	1.3
Silte argiloso | [NSPT] > 40	3	2.5
Argila silto arenosa/areno siltosa | 3 <= [NSPT] <= 5	9	11.0
Argila silto arenosa/areno siltosa | 9 <= [NSPT] <= 18	11	10.0
Argila silto arenosa/areno siltosa | 19 <= [NSPT] <= 40	17	16.4
Argila silto arenosa/areno siltosa | 6 <= [NSPT] <= 8	19	19.0

Figura 9 – Tabela com os intervalos de cada camada geotécnica.

Considerando somente os materiais identificados como solos colapsáveis, argilas com nSPT ≤ 2 e/ou areias/siltes arenosos com nSPT ≤ 4, é possível observar que esse material é encontrado em apenas um intervalo na área do projeto com espessura máxima de 2m.

7 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS ADOTADOS NO PROJETO

7.1 Análise de Capacidade de Carga

Todos os cálculos e parâmetros geotécnicos para capacidade de carga podem ser consultados no documento **ELP-369-014+800-BSO-EXE-MC-L2-002 - Projeto de Geotecnia – Memória de Cálculo de Fundações**.

8 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO E DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE (DME)

8.1 Critérios Para Seleção de Áreas Para Empréstimo de Solo e Depósito de Material Excedente

Para escolha de áreas de empréstimo de solo para aterro e DME foi adotada a premissa de áreas dentro da faixa de domínio da rodovia, para minimizar custos de compra do material, impactos ambientais e distância de transporte.

As premissas adotadas foram:

I. Áreas planas (sem taludes de corte ou aterro).

II. Sem vegetação densa ou de grande porte.

III. Sem cursos d'água ou lagos, ou áreas alagadas.

IV. Sem presença de matacões, blocos de rocha ou afloramentos de rocha.

V. Sem interferências visíveis em superfície, acessos existentes cruzando o local ou edificações.

VI. Sem problemas de drenagem existentes.

O Fator de Homogeneização (FH) do solo é função das características físicas dos grãos que compõem os materiais, como a densidades dos grãos, curva granulométrica e índices de plasticidade. Além disso, o volume de um solo varia segundo o seu grau de compactação, que é função direta das forças atuantes nele ao longo dos anos, como cargas, chuvas e processos geológicos. A obtenção deste parâmetro tem como objetivo estimar o volume de corte do material escavado considerando a variação de volume que o mesmo apresenta após escavação.

O Fator de homogeneização dos materiais de 1ª categoria foi obtido através da relação entre a Massa Especifica Aparente correspondente ao grau de compactação e a Massa Específica in situ seca de cada sondagem a trado executado.

Apesar do ensaio de densidade in situ seca não ter sido realizado, essa informação foi obtida por meio da fórmula a seguir, onde D Seco é a densidade in situ seca desejada; D Úmido a densidade úmida in situ medida e W a umidade natural:

D Seco= D Úmido / (1+W)

A determinação do Fator de Homogeneização foi realizada com base nos resultados dos ensaios efetuados nos materiais coletados durante a perfuração dos trados de subleito, executados ao longo da área de implantação da BSO 02 conforme apresentado na tabela a seguir;

Tabela 3: Fator de Homogeneização para materiais de 1ª categoria de escavação.

Amostra	Topo	Base	Peso específico natural	Umidade	Peso seco	Peso seco máximo	FH
ST-BSO2-01	0.15	0.25	1.209	17.86	1.03	1.939	1.89
ST-BSO2-01	0.15	1.50	1.209	17.80	1.03	1.939	1.89
ST-BSO2-02	0.15	0.25	1.441	20.44	1.20	1.865	1.56
ST-BSO2-02	0.15	1.50	1.441	20.81	1.19	1.865	1.56
ST-BSO2-03	0.15	0.25	1.298	17.75	1.10	1.861	1.69
ST-BSO2-03	0.15	1.50	1.298	17.80	1.10	1.861	1.69
ST-BSO2-04	0.15	0.25	1.298	19.47	1.09	1.865	1.72
ST-BSO2-04	0.25	1.50	1.298	20.58	1.08	1.865	1.73
FH				**1.72**			

Os boletins das sondagens a trado e os resultados dos ensaios de laboratório podem ser consultados no documento **ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D4-001**.

8.2 Critérios Para Seleção de Pedreiras e Jazidas Comerciais

O estudo das áreas de pedreiras e jazidas comerciais tem início com consulta ao cadastro da ANM (Agência Nacional de Mineração), por meio do site do SIGMINE (Sistema de Informação Geográfica da Mineração).

A vantagem desta abordagem é identificar áreas com processos minerários em curso, que podem vir a ser fontes potenciais para o empreendimento, como podem ser adquiridos pelo cliente para uso na obra.

Com os dados do SIGMINE em mãos, em formato SHP (Shapefile), em um software de ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfico), é possível separar os processos minerários por substância (areia, brita, saibro etc.), uso (construção civil), regime de aproveitamento e fase do processo minerário (se em estudos iniciais, ou já finalizados e com a jazida apta a ser utilizada).

Para a busca, somente foram consideradas áreas enquadradas nos seguintes regimes de aproveitamento e respectivas fases.

1. Regime: Concessão. Fase: Concessão de lavra outorgada.

2. Regime: Licenciamento. Fase: Licenciamento outorgado.

3. Regime: Extração. Fase: Registro de extração outorgado.

Desta forma, somente áreas/processos aptas a serem exploradas ou com exploração em andamento foram consideradas.

A busca foi limitada a um raio de 20 km a partir do local do empreendimento, resultando em distâncias de transporte de aproximadamente 30 km no máximo.

Como resultado, foram encontradas 2 áreas potenciais (mostrada no mapa e na tabela a seguir). As pedreiras comerciais em geral também fornecem solo e areia, além de diversos tamanhos de material britado que podem substituir areia e solo em algumas aplicações.

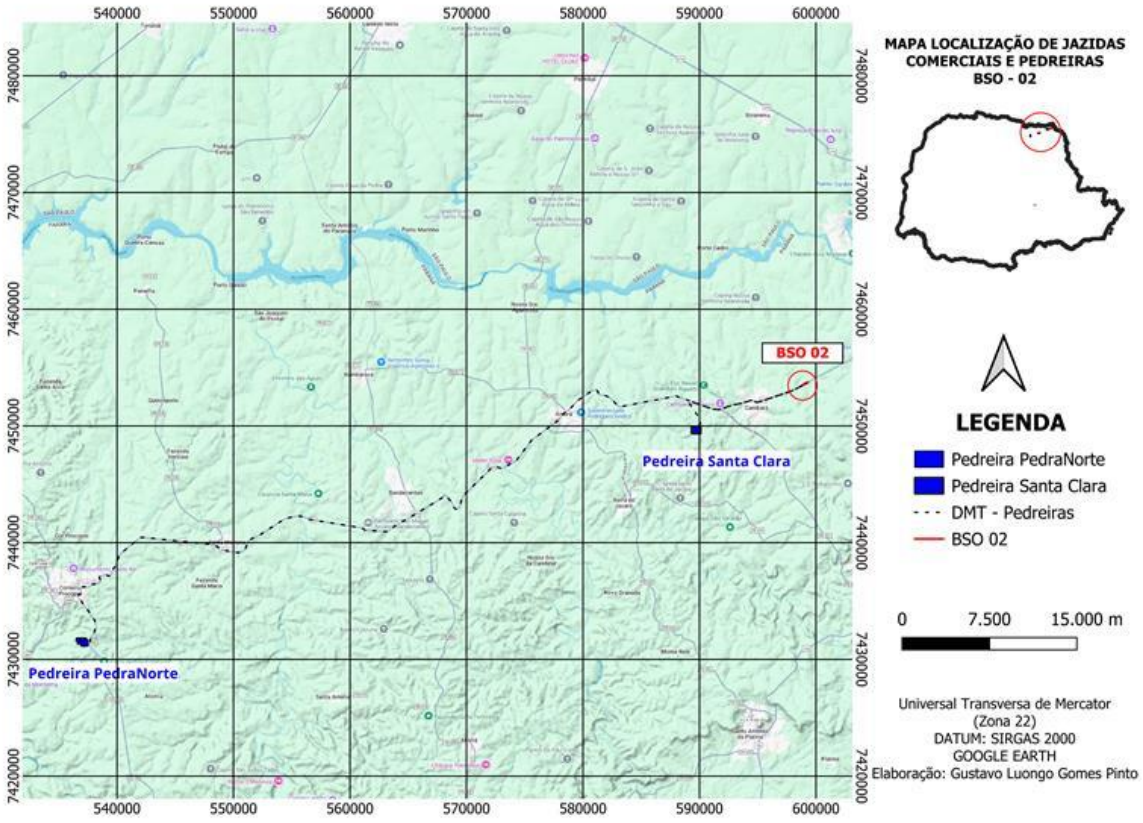


Figura 10 – Localização das jazidas comerciais.

Tabela 4 - Cadastro Minerário das Pedreiras Selecionadas para o Projeto

Processo	826377/2003	826123/2008	826485/2010
Número	826377	826123	826485
Ano	2003	2008	2010
Área (ha)	50	49,73	50
ID	{14AFD7B1-FA90-4EF5-A6DC-800DEA0CE5FD}	{C72F1491-9923-4088-9427-805E0C9CBC05}	{1FF34949-EB24-4D16-B95D-C9B21F75BF2C}
Fase	CONCESSÃO DE LAVRA	CONCESSÃO DE LAVRA	CONCESSÃO DE LAVRA
Último Evento	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 08/03/2024	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 12/03/2024	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 06/03/2024
Titular	PEDREIRA SANTA CLARA LTDA	PEDREIRA SANTA CLARA LTDA	PEDREIRA PEDRANORTE LTDA
Substância	BASALTO	BASALTO	BASALTO
Uso	Construção civil	Brita	Brita
UF	PR	PR	PR
Processo minerário	826.377/2003	826.123/2008	826.485/2010

9 CONSIDERAÇÕES FINAS

A partir das sondagens e ensaios executados nesta etapa do projeto conclui-se que:

a) A presença da camada de 1m de espessura de solo de baixa capacidade composto por argilas arenosas com nSPT ≤ 2, não apresenta riscos ao projeto, uma vez que este material será removido para a implantação do projeto.

b) Não foram identificados solos moles e/ou colapsíveis na região do talude de corte e para a execução do aterro.

c) A coleta das sondagens a trado para análise do material de sub-leito foi executada em área com ação antrópica, áreas de plantação, o que pode explicar o baixo valor da densidade “in situ” e pro consequência um aumento do valor do Fator de Homogeneização.

10 REFERÊNCIAS

ABNT-NBR 9604/2016 – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – Procedimento

ABNT-NBR 13441/1995 - Rochas e Solos - Simbologia

ABNT-NBR- 6502/1995 - Rochas e Solos – Terminologia

ABNT–NBR 9603/2015 – Sondagem a Trado – Procedimento

ABNT–NBR 6484/2020 – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT- Método de Ensaio

AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Geomorfologia, v. 52-73, 1977.

Ab'Sáber, A. N., & Costa Júnior, M. (2017). Contribuição ao estudo do sudoeste goiano.

LACERDA FILHO, J. V; BRITO, R. S; SILVA, M. G; OLIVEIRA, C. C; MORETON, L. C; MARTINS, E. G; LOPES, R. C; LIMA, T. M. LARIZZATTI, J. H; VALENTE, C. R. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Convênio CPRM/SICME. Goiânia, 2004.

Milani, Edison & Azambuja Filho, Nilo & Ramos, Victor. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. 1998 Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 527-544.

MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. 2000. Sedimentary Basins of South América. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, In-Fólio Produção Editorial. p.389-449.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. 2007. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 15, n.2, p. 265-287.

Wilson Wildner, Reinaldo Santana Correia de Brito, Otavio Augusto Boni Licht e Edir Edemir Arioli (Coordenadores) - Escala 1:200.000, Brasília: CPRM, 2006. (Convênio CPRM/MINEROPAR).: 95 pgs. il.+ mapas.

	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D4-001	Rev. 00
	Emissão: 12/09/2024	Folha: 1 / 104
	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	

Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório de Sondagens e Ensaios		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-D1-001 - BSO 2 - 369PR - 014+800 - EXECUTIVO - ESTUDOS DE GEOLOGIA E GEOTECNIA - DESENHO
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D1-001 - BSO 2 - 369PR - 014+800 - EXECUTIVO – ESTUDOS DE GEOLOGIA E GEOTECNIA - RELATÓRIO TÉCNICO

00b	28/10/2024	Celso L. G. Keppe J.	Marcelo S. Carvalho			
00a	12/09/2024	Celso L. G. Keppe J.	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5
2. LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS E POÇOS DE INSPEÇÃO 6
3. NORMAS DE REFERÊNCIA 7
4. SERVIÇOS EXECUTADOS 8
5. ENSAIOS REALIZADOS 8
5.1. Umidade Natural 8
5.2. Densidade In Situ 8
5.3. Granulometria 8
5.4. Compactação e CBR 9
5.5. Limites Físicos 9
5.6. Classificação Mct – Mini MCV e Perda de Massa por Imersão 10
5.6.1. Ensaio de Compactação Mini-MCV (Método Simplificado) 10
5.6.2. Ensaio de Perda de Massa por Imersão 10
6. TABELA RESUMO DE SONDAGENS E POÇOS DE INSPEÇÃO 12
7. RESULTADOS DOS ENSAIOS 12
ANEXO A – PERFIS DAS SONDAGENS À TRADO 13
ANEXO B – PERFIS DAS SONDAGENS À PERCUSSÃO 18
ANEXO C – PERFIS DOS POÇOS DE INSPEÇÃO 23
ANEXO D – ENSAIOS IN SITU 27
ANEXO E – ENSAIOS DE LABORATÓRIO 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Localização do Projeto 5
Figura 2 – Mapa de sondagens a trado e poços de inspeção realizadas no km 067+500 da BR 369-PR.....6
Figura 3: Mapa de sondagens a percussão realizadas no km 067+500 da BR 369-PR.....6
Figura 4 - Escala ABNT para Classificação Granulométrica do Solo 9
Figura 5 - Curva de Compactação.....9
Figura 6 - Ábaco de Classificação 11

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Tabela Resumo de Sondagens e Poços de Inspeção. 12

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente documento tem por objetivo apresentar o relatório técnico de geotecnia referente ao projeto de implantação da Base de Serviço Operacional (BSO-02) no km 014+800 da rodovia BR-369 no estado de Paraná.

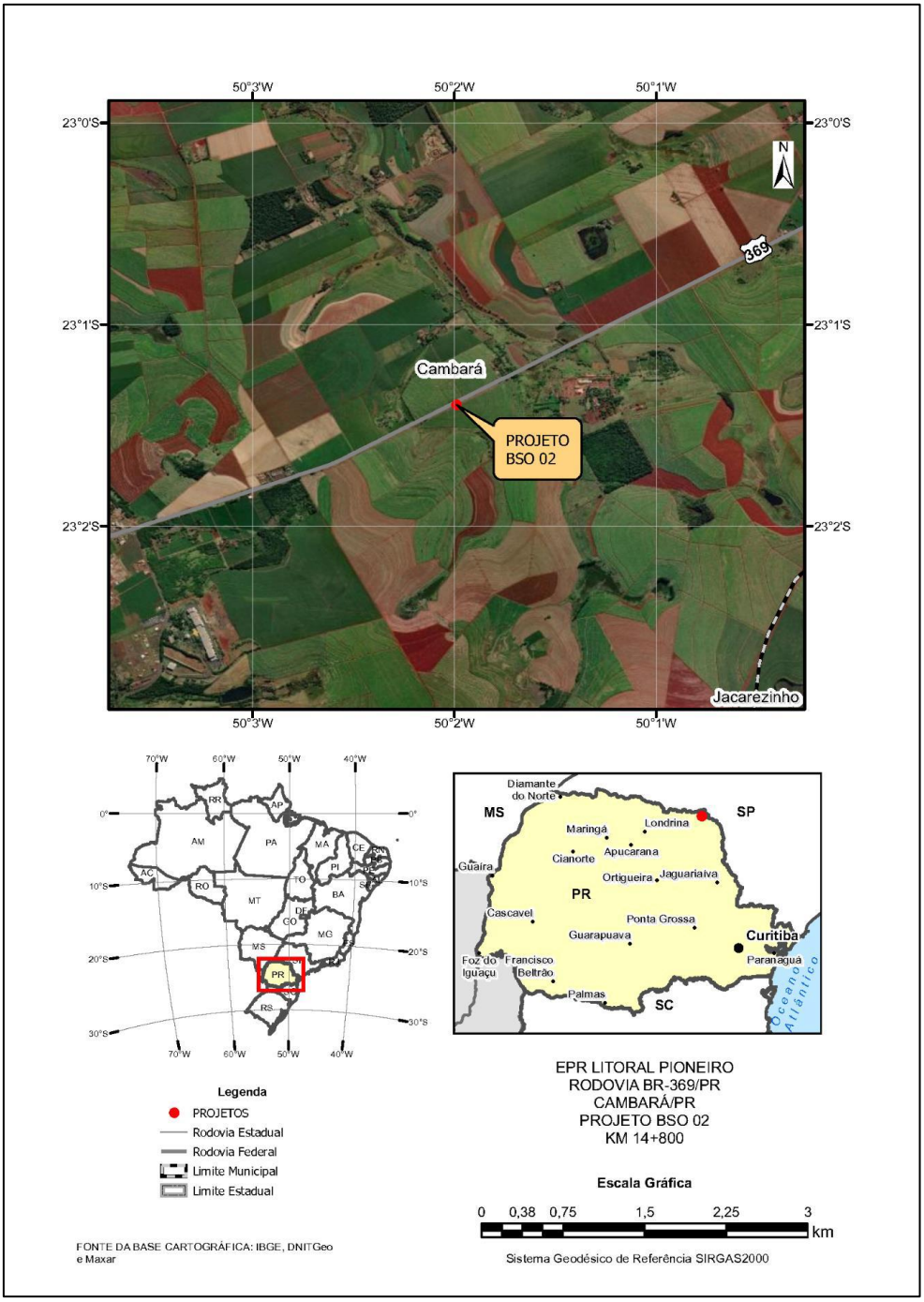


Figura 1 - Mapa Localização do Projeto

Neste relatório são apresentados os perfis das sondagens à trado ST-BSO2-01 a ST-BSO2-04, percussão, SP-201 A SP-205 e poços de inspeção PI-BSO2-01 a PI-BSO2-02, bem como os resultados dos ensaios realizados a partir das coletas de amostras deformadas.

2. LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS E POÇOS DE INSPEÇÃO



Figura 2 – Mapa de sondagens a trado e poços de inspeção realizadas no km 067+500 da BR 369-PR
Fonte: Google Earth.



Figura 3: Mapa de sondagens a percussão realizadas no km 067+500 da BR 369-PR
Fonte: Google Earth.

3. NORMAS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 6484/20 – Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio;
- ABNT NBR 9603/15 – Sondagem a Trado – Procedimento;
- ABNT NBR 9604/86 – Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo;
- ABNT NBR 6457/16 – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- ABNT NBR 9813/16 – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego de cilindro de cravação;
- ABNT NBR 7181/16 – Solo – Análise granulométrica;
- ABNT NBR 6459/16 – Solo – Determinação do limite de liquidez;
- ABNT NBR 7180/16 – Solo – Determinação do limite de plasticidade;
- ABNT NBR 7182/16 – Solo – Ensaio de compactação;
- ABNT NBR 9895/16 – Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio;
- DNIT 258/2023 - ME – Solos em equipamento miniatura – Ensaios Mini-MCV e perda de massa por imersão – Método de ensaio;
- DNIT 259/2023 – CLA – Solos – Classificação de solos finos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos de prova compactados em equipamento miniatura – Classificação.

4. SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram realizadas as aberturas de poços de inspeção no pavimento existente, com a finalidade de identificar os materiais componentes das camadas estruturais do pavimento e suas respectivas espessuras, bem como identificar as características geológico-geotécnicas e a capacidade de suporte do solo que compõe o subleito local. Além disso foram realizadas as sondagens a trado dispostas de modo a abranger o trecho do projeto.

5. ENSAIOS REALIZADOS

As amostras foram coletadas a partir dos furos de sondagem à trado e dos poços de inspeção, sendo realizados os seguintes ensaios.

5.1. Umidade Natural

Esse índice físico é obtido após a secagem de uma amostra natural por um período de pelo menos 12 horas - solos arenosos e pedregulhosos - em um aparelho, em que a temperatura deverá ser constantemente mantida em torno de 105°C ou 110°C. Este ensaio é realizado de acordo com a norma NBR 6457/16 – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e DNER ME 213/1994.

5.2. Densidade In Situ

Esse ensaio é realizado conforme a ABNT NBR 9813, e consiste em cravar um cilindro de volume conhecido, de modo com que esse cilindro seja plenamente preenchido com o solo. Após isso realiza-se o rasamento do solo que excede o cilindro, nesse momento realiza-se a pesagem desse cilindro com solo, para que seja descontada a tara do cilindro, obtendo-se assim a massa de solo no recipiente. Com essa massa de solo determinada, divide-se essa massa pelo volume do cilindro, previamente determinado.

5.3. Granulometria

Este ensaio tem por objetivo a caracterização do solo por meio de segregação granulométrica de seus principais materiais componentes. É realizado segundo a norma NBR-7181/16 – Solo – Análise granulométrica, e tem como base a escala granulométrica normatizada pela ABNT NBR 6502, apresentada a seguir.

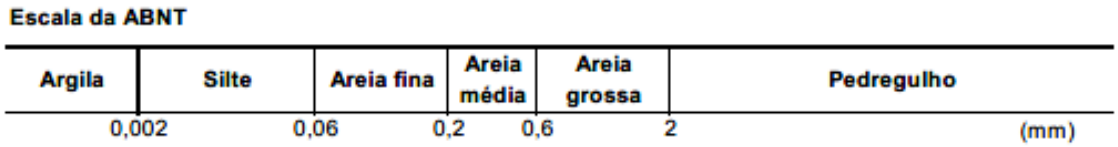


Figura 4 - Escala ABNT para Classificação Granulométrica do Solo

Nesta escala as frações do solo são classificadas segundo o diâmetro de seus grãos, variando de argila a pedregulho, passando pelos siltes e areias.

5.4. Compactação e Cbr

O ensaio de compactação tem como objetivo a determinação da curva de compactação, que é um dos parâmetros mais importantes do solo para pavimentação, pois define o teor de umidade ótimo, no qual este deve ser compactado, com a finalidade de obter a sua densidade aparente seca máxima, ou seja, seu maior grau de estabilidade em função das intempéries a que está sujeito quando utilizado para fins de pavimentação. Seu gráfico característico é apresentado a seguir.

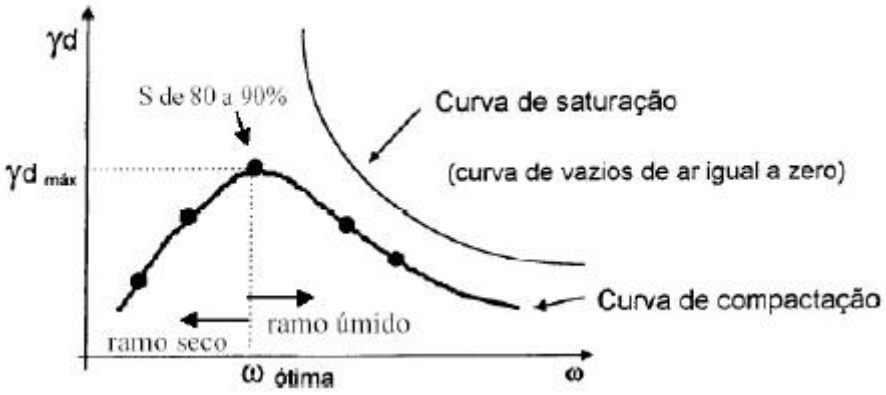


Figura 5 - Curva de Compactação

O ensaio de CBR é realizado segundo a NBR-9895/16 – Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio, e tem a finalidade de determinar a capacidade de suporte do solo através do índice CBR – Califórnia Bearing Ratio, além de fornecer informações sobre a expansão do solo após a sua saturação. O CBR é um dos parâmetros essenciais para o dimensionamento de novas estruturas de pavimento.

5.5. Limites Físicos

Conhecido também como Limites de Atterberg, estes ensaios permitem determinar os limites de consistência do solo. O termo consistência é usado para descrever um estado físico, isto é, o grau de ligação entre as partículas das substâncias. Quando aplicado aos solos finos ou coesivos, a consistência está ligada à quantidade de água existente no solo, ou seja, ao teor de umidade.

Limite de Liquidez (LL): É o valor de umidade no qual o solo passa do estado líquido para o estado plástico. Esse limite é determinado com auxílio do aparelho de Casagrande no qual se determina o teor de umidade que, com 25 golpes, une os bordos inferiores de uma canelura (um centímetro de comprimento) aberta, na massa de solo, por um cinzel de dimensões padronizadas. Este ensaio é realizado de acordo com a norma NBR-6459/16 – Solo – Determinação do limite de liquidez.

Limite de Plasticidade (LP): É o valor de umidade na qual o solo passa do estado plástico para o estado semi-sólido. É o limite no qual o solo começa a se quebrar em pequenas peças, quando enrolado em bastões de 3 mm de diâmetro. Ou seja, é o menor teor de umidade em que o solo se comporta plasticamente. Este ensaio é realizado de acordo com a norma NBR-7180/16 – Solo – Determinação do limite de plasticidade.

5.6. Classificação MCT – Mini MCV e Perda de Massa por Imersão

5.6.1. Ensaio de Compactação Mini-MCV (Método Simplificado)

Cada amostra foi subdividida em cinco subamostras que foram umedecidas com diferentes teores de umidade próximos ao teor ótimo presumível (dois pontos no ramo seco e dois pontos no ramo úmido). Estas foram deixadas em repouso para a homogeneização do teor de umidade e posteriormente realizado o revolvimento adicional da amostra. Com o solo umedecido, realizou-se a compactação, fazendo uso da série de golpes simplificada

Segundo Nogami e Villibor (1985), valores de c’ elevados (superiores a 1,5) indicam argilas e solos argilosos, ao passo que valores baixos (inferiores a 1,0) indicam areias e siltes não plásticos ou pouco coesivos. Os solos entre este intervalo (1,0 e 1,5) são caracterizados principalmente por areias siltosas, areais argilosos, argilas arenosas, argilas siltosas. Este coeficiente não é linearmente em função do diâmetro do grão da fração, sendo mais dependente da porcentagem de vazios da fração areia.

O coeficiente d’, utilizado na classificação MCT, é numericamente igual ao coeficiente angular do ramo seco da curva de compactação referente à energia de 10 golpes no ensaio Mini-MCV.

5.6.2. Ensaio de Perda de Massa por Imersão

Foram utilizados os corpos de provas resultantes da compactação do método Mini-MCV, os moldes contendo os corpos de prova foram colocados horizontalmente em um tanque de imersão, onde permaneceram por 24 horas. Após este período, o solo eventualmente desprendido foi recolhido, verificando a forme de desprendimento e sua massa, determinando assim o Pi.

Com ambas as etapas realizadas e determinados os coeficientes c', d' e Pi, calcula-se o índice e', conforme equação abaixo:

$$e' = \sqrt[3]{\frac{P_i}{100} + \frac{20}{d'}}$$

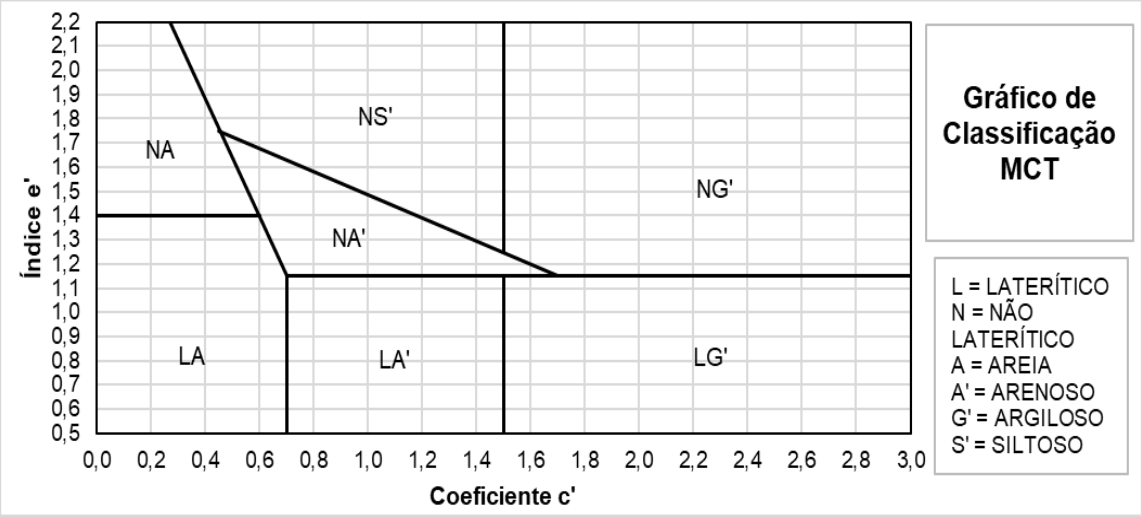


Figura 6 - Ábaco de Classificação

6. TABELA RESUMO DE SONDAGENS E POÇOS DE INSPEÇÃO

Tabela 1- Tabela Resumo de Sondagens e Poços de Inspeção.

NOME	TIPO	DATA	DE: COORDENADAS PROJETO (SIRGAS 2000)			NÍVEL D'ÁGUA	PROFUNDIDADE ATINGIDA
			ZONE	N (m)	E (m)		
ST-BSO2-01	ST	jun/24	22K	7453651.81	599141.56	*NA	1,50 m
ST-BSO2-02	ST	jun/24	22K	7453593.81	599030.78	*NA	1,50 m
ST-BSO2-03	ST	jun/24	22K	7453530.15	598923.39	*NA	1,50 m
ST-BSO2-04A	ST	jun/24	22K	7453725.00	599289.00	*NA	1,50 m
PI-BSO2-01	PI	jun/24	22K	7453672.71	599200.63	*NA	1,50 m
PI-BSO2-02A	PI	jun/24	22K	7453767.00	599377.00	*NA	1,50 m
SP-201	SP	ago/24	22k	7453628,87	599099,25	*NA	13,15
SP-202	SP	ago/24	22k	7453639,94	599104,06	*NA	13,10
SP-203	SP	ago/24	22k	7453644,71	599121,13	*NA	13,12
SP-204	SP	ago/24	22k	7453663,73	599149,32	*NA	13,50
SP-205	SP	ago/24	22K	7453669,65	599146,18	*NA	11,45

7. RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os resultados dos ensaios de laboratório são apresentados no **ANEXO E – ENSAIOS DE LABORATÓRIO**.

ANEXO A – PERFIS DAS SONDAGENS À TRADO

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A TRADO (ST)

Ensaio realizado conforme a NBR 9603 - Sondagem a trado - Procedimento

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **ST-BSO2-01**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453651,8100
E=599141,5600

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,00			ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA, COM DETRITOS VEGETAIS
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 15 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Lucas Alves Piedade

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A TRADO (ST)

Ensaio realizado conforme a NBR 9603 - Sondagem a trado - Procedimento

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **ST-BSO2-02**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453593,8100
E=599030,7800

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,00			ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA, COM DETRITOS VEGETAIS
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 15 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Lucas Alves Piedade

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A TRADO (ST)

Ensaio realizado conforme a NBR 9603 - Sondagem a trado - Procedimento

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **ST-BSO2-03**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453530,1500
E=598923,3900

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,00			ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA, COM DETRITOS VEGETAIS
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 15 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Lucas Alves Piedade

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A TRADO (ST)

Ensaio realizado conforme a NBR 9603 - Sondagem a trado - Procedimento

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) - Complementação
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 01/08/2024

Furo: **ST-BSO2-04A**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453725,0000
E=599289,0000

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,05			CAMADA VEGETAL
					ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA, COM DETRITOS VEGETAIS
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dado de cota ausente. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 7 Agosto, 2024
Contrato nº: 15098-24
Revisão: R0

Sondador: José Araujo de Oliveira
Verificação: Lucas Alves Piedade

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

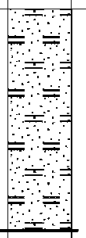
PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A TRADO (ST)

Ensaio realizado conforme a NBR 9603 - Sondagem a trado - Procedimento

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **ST-BSO2-04**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453471,7900
E=598812,8300

Folha: **1 / 1**

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	1,50			AREIA (FINA) SILTOSA, POUCO ARGILOSA, MARROM ESCURO, COM POUCOS DETRITOS VEGETAIS
	2				Critério Especificado pelo Cliente
	4				
	6				
	8				

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 15 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Daniel Vitta Hanson

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

ANEXO B – PERFIS DAS SONDAGENS À PERCUSSÃO

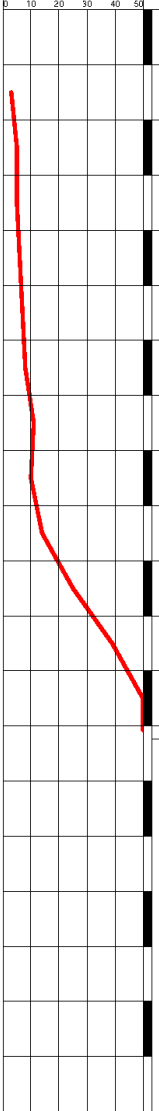
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Ensaio realizado conforme a NBR 6484/20 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT.

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação de BSOs
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02)
Data: Início: 01/08/2024
Fim: 01/08/2024

Furo: **SP-201**
Cota(m): -
Coordenadas: N= 7453628,8700
E= 599099,2500

Folha: 1 / 1



N.SPT	NUMERO DE GOLPES	ESCALA (m)	PROF. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	INTER. GEOL.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	COMPACIDADE / CONSISTÊNCIA	N.A. (m)
		0						
3	1/15 1/15 2/15						MOLE	
5	1/15 2/15 3/15						MOLE	
5	2/15 3/15 2/15				SR	ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA ESCURA	MOLE	
6	2/15 3/15 3/15						MÉDIA(O)	
7	2/15 3/15 4/15	5					MÉDIA(O)	
8	3/15 3/15 5/15						MÉDIA(O)	
			6,72					
11	4/15 5/15 6/15						RIJA(O)	
10	4/15 5/15 5/15						MÉDIA(O)	
14	5/15 6/15 8/15				SR	ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MARROM AVERMELHADA	RIJA(O)	
25	7/15 11/15 14/15	10					MUITO RIJA(O)	
39	10/15 17/15 22/15						DURA(O)	
			12,00					
>50	15/15 30/5				SAR	ARGILA ARENOSA, CINZA E VERMELHA (DESCRIÇÃO DO SONDADOR/NÃO AMOSTRADA - AMOSTRAS 12 E 13 NÃO RECUPERADAS)	MUITO COMPACTA(O)	
>50	30/15		13,15			Critério Especificado pelo Cliente	MUITO COMPACTA(O)	
		15						
		20						

LEGENDA DAS ABREVIAÇÕES PRESENTES NA COLUNA DE INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA:
AT=Aterro; AL=Sedimentos Aluvionares; RC=Rocha; SAR=Solo de Alteração de Rocha; SDL=Sedimentos Detrito Lateríticos; SFM=Sedimentos Fluvio Marinhos; SI=Sedimentos Inconsolidados; SO=Solo Orgânico; SP=Saprolito; SR=Solo Residual de Rocha; ST=Sedimentos Terciarios.

Leitura	Data	Hora	N.A. (m)
1	01/08/2024	15:35	SECO
2			
3			
4			

Método	Início (m)	Término (m)
T.Cavadeira:	0,00	7,00
T. Espiral:		
Lavagem:	7,00	13,15

Lavagem por tempo - 30 mim
Prof. Início (m):
Estágio 1 (m):
Estágio 2 (m):
Estágio 3 (m):

Observação:
Coordenadas preliminares, dado de cota ausente. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 12 Agosto, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Sondador: Joanderson Kayan Fernandes Pereira
Verificação: Plinio Francisco Domingues de Oliveira

Resp. Técnico:
Mauricio Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Ensaio realizado conforme a NBR 6484/20 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT.

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação de BSOs
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02)
Data: Início: 31/07/2024
Fim: 01/08/2024

Furo: **SP-202**
Cota(m): -
Coordenadas: N= 7453639,9400
E= 599104,0600

Folha: **1 / 1**

RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO (S.P.T.) 30cm FINAIS (0 10 20 30 40 50)	N-SPT	NUMERO DE GOLPES	ESCALA (m)	PROF. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	INTER. GEOL.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	COMPACIDADE / CONSISTÊNCIA	N.A. (m)
			0						
	5	2/15 2/15 3/15						MOLE	
	6	2/15 3/15 3/15						MÉDIA(O)	
	6	3/15 3/15 3/15						MÉDIA(O)	
	5	2/15 2/15 3/15						MOLE	
	4	1/15 2/15 2/15	5			SR	ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA ESCURA	MOLE	
	4	2/15 2/15 2/15						MOLE	
	6	2/15 3/15 3/15						MÉDIA(O)	
	4	2/15 2/15 2/15						MOLE	
	8	3/15 4/15 4/15						MÉDIA(O)	
	21	7/15 9/15 12/15	10	9,85				MUITO RIJA(O)	
	>50	15/15 30/15				SR	ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MARROM ESCURA	DURA(O)	
	>50	30/15		12,00		SAR	SILTE ARENOSO, MARROM (DESCRIÇÃO DO SONDADOR/NÃO AMOSTRADA - AMOSTRAS 12 E 13 NÃO RECUPERADAS)	DURA(O)	
	>50	30/10		13,10			Critério Especificado pelo Cliente	DURA(O)	
			15						
			20						

LEGENDA DAS ABREVIAÇÕES PRESENTES NA COLUNA DE INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA:
AT=Aterro; AL=Sedimentos Aluvionares; RC=Rocha; SAR=Solo de Alteração de Rocha; SDL=Sedimentos Detrito Lateríticos; SFM=Sedimentos Flúvio Marinhos; SI=Sedimentos Inconsolidados; SO=Solo Orgânico; SP=Saprolito; SR=Solo Residual de Rocha; ST=Sedimentos Terciários.

Leitura	Data	Hora	N.A. (m)
1	01/08/2024	11:13	SECO
2			
3			
4			

Método	Início (m)	Término (m)
T.Cavadeira:	0,00	8,00
T. Espiral:		
Lavagem:	8,00	13,10

Lavagem por tempo - 30 mim
Prof. Início (m):
Estágio 1 (m):
Estágio 2 (m):
Estágio 3 (m):

Observação:
Coordenadas preliminares, dado de cota ausente. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 12 Agosto, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Sondador: José Francisco de Souza Filho
Verificação: Plinio Francisco Domingues de Oliveira

Resp. Técnico:
Mauricio Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Ensaio realizado conforme a NBR 6484/20 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT.

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação de BSOs
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02)
Data: Início: 31/07/2024
Fim: 01/08/2024

Furo: **SP-203**
Cota(m): -
Coordenadas: N= 7453644,7100
E= 599121,1300

Folha: **1 / 1**

Nº SPT	Nº de Golpes	Prof. Camada (m)	Inter. Geol.	Descrição do Material	Compacidade / Consistência	N.A. (m)
		0				
1	1/15 1/30				MUITO MOLE	
7	2/15 3/15 4/15				MÉDIA(O)	
8	2/15 3/15 5/15		SR	ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA ESCURA	MÉDIA(O)	
8	3/15 3/15 5/15				MÉDIA(O)	
7	2/15 3/15 4/15				MÉDIA(O)	
7	3/15 3/15 4/15				MÉDIA(O)	
9	3/15 4/15 5/15				MÉDIA(O)	
		7,76				
11	2/15 3/15 8/15				RIJA(O)	
7	3/15 3/15 4/15				MÉDIA(O)	
27	8/15 13/15 14/15		SR	ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MARROM ESCURA	MUITO RIJA(O)	
>50	15/15 30/5				DURA(O)	
		12,00				
>50	30/15		SAR	ARGILA ARENOSA, CINZA E VERMELHA (DESCRIÇÃO DO SONDADOR/NÃO AMOSTRADA - AMOSTRAS 12 E 13 NÃO RECUPERADAS)	DURA(O)	
>50	30/12	13,12		Critério Especificado pelo Cliente	DURA(O)	

LEGENDA DAS ABREVIAÇÕES PRESENTES NA COLUNA DE INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA:
AT=Aterro; AL=Sedimentos Aluvionares; RC=Rocha; SAR=Solo de Alteração de Rocha; SDL=Sedimentos Detrito Lateríticos; SFM=Sedimentos Flúvio Marinhos; SI=Sedimentos Inconsolidados; SO=Solo Orgânico; SP=Saprolito; SR=Solo Residual de Rocha; ST=Sedimentos Terciários.

Leitura	Data	Hora	N.A. (m)
1	01/08/2024	11:20	SECO
2			
3			
4			

Método	Início (m)	Término (m)
T.Cavadeira:	0,00	8,00
T. Espiral:		
Lavagem:	8,00	13,12

Lavagem por tempo - 30 mim
Prof. Início (m):
Estágio 1 (m):
Estágio 2 (m):
Estágio 3 (m):

Observação:
Coordenadas preliminares, dado de cota ausente. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 12 Agosto, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Sondador: Joanderson Kayan Fernandes Pereira
Verificação: Plinio Francisco Domingues de Oliveira

Resp. Técnico:
Mauricio Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

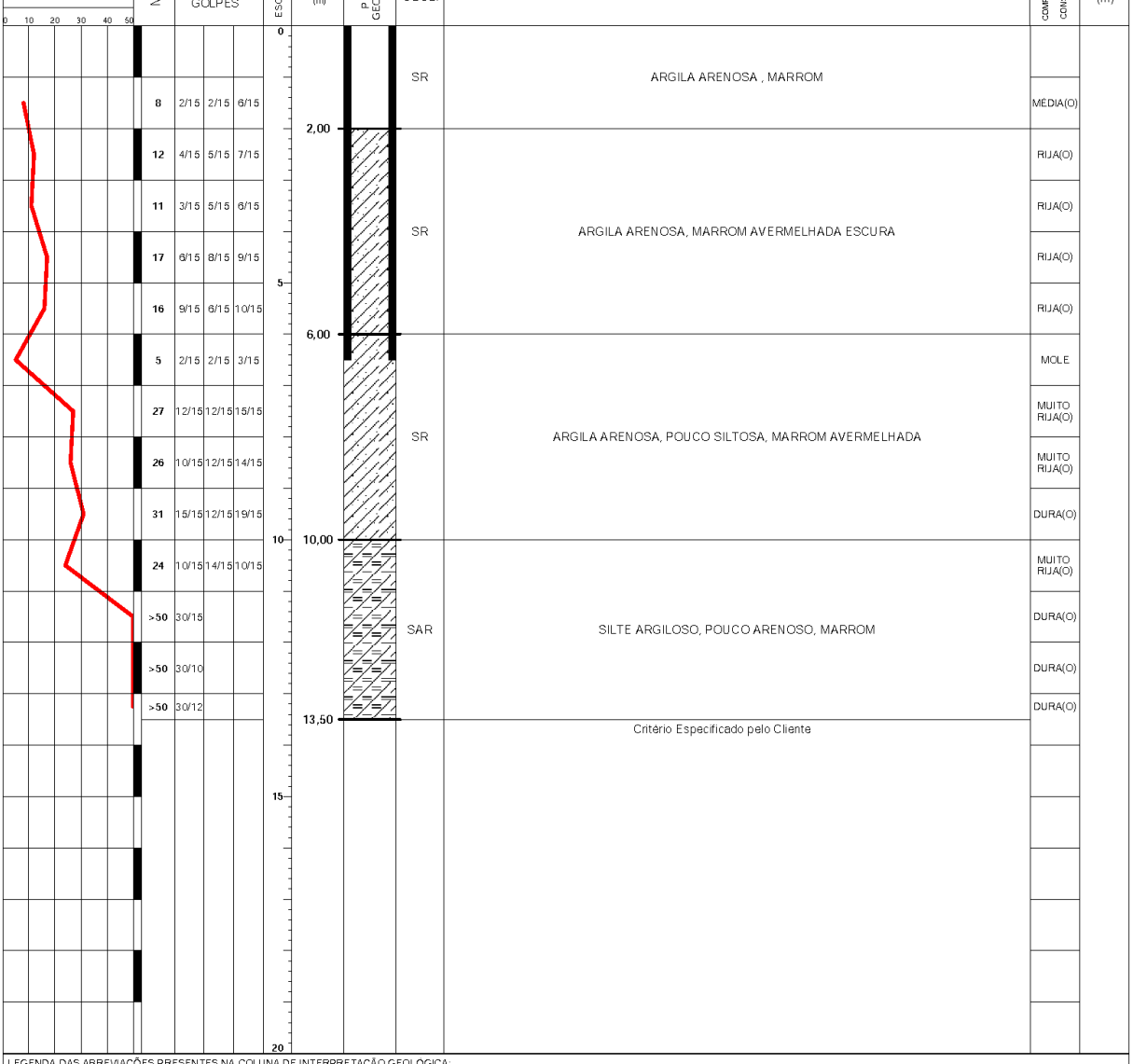
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Ensaio realizado conforme a NBR 6484/20 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT.

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação de BSOs
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02)
Data: Início: 31/07/2024
Fim: 01/08/2024

Furo: **SP-204**
Cota(m): -
Coordenadas: N= 7453663,7300
E= 599149,3200

Folha: **1 / 1**



LEGENDA DAS ABREVIAÇÕES PRESENTES NA COLUNA DE INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA:
AT=Aterro; AL=Sedimentos Aluvionares; RC=Rocha; SAR=Solo de Alteração de Rocha; SDL=Sedimentos Detrito Lateríticos; SFM=Sedimentos Flúvio Marinhos; SI=Sedimentos Inconsolidados; SO=Solo Orgânico; SP=Saprolito; SR=Solo Residual de Rocha; ST=Sedimentos Terciários.

Leitura	Data	Hora	N.A. (m)
1	01/08/2024	11:48	SECO
2			
3			
4			

Método	Início (m)	Término (m)
T.Cavadeira:	0,00	6,00
T. Espiral:		
Lavagem:	6,00	13,50

Lavagem por tempo - 30 mim
Prof. Início (m):
Estágio 1 (m):
Estágio 2 (m):
Estágio 3 (m):

Observação:
Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 12 Agosto, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Sondador: José Robson dos Santos Silva
Verificação: Plinio Francisco Domingues de Oliveira

Resp. Técnico:
Mauricio Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

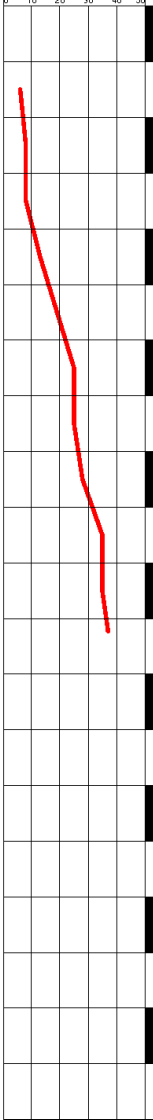
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Ensaio realizado conforme a NBR 6484/20 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT.

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação de BSOs
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02)
Data: Início: 01/08/2024
Fim: 01/08/2024

Furo: **SP-205**
Cota(m): -
Coordenadas: N= 7453669,6500
E= 599146,1800

Folha: 1 / 1



N-SPT	NUMERO DE GOLPES	PROF. CAMADA (m)	INTER. GEOL.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	COMPACIDADE / CONSISTÊNCIA	N.A. (m)
6	2/15 3/15 3/15		SR	ARGILA ARENOSA, MARROM AVERMELHADA ESCURA	MÉDIA(O)	
8	3/15 4/15 4/15				MÉDIA(O)	
8	4/15 3/15 5/15				MÉDIA(O)	
13	5/15 6/15 7/15	4,00			RIJA(O)	
19	7/15 9/15 10/15				RIJA(O)	
25	10/15 12/15 13/15				MUITO RIJA(O)	
25	8/15 10/15 15/15		SR	ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MARROM AVERMELHADA	MUITO RIJA(O)	
28	10/15 12/15 16/15				MUITO RIJA(O)	
35	11/15 15/15 20/15				DURA(O)	
35	9/15 13/15 22/15				DURA(O)	
37	12/15 14/15 23/15	11,45			DURA(O)	
				Critério Especificado pelo Cliente		

LEGENDA DAS ABREVIAÇÕES PRESENTES NA COLUNA DE INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA:
AT=Aterro; AL=Sedimentos Aluvionares; RC=Rocha; SAR=Solo de Alteração de Rocha; SDL=Sedimentos Detrito Lateríticos; SFM=Sedimentos Fluvio Marinhos; SI=Sedimentos Inconsolidados; SO=Solo Orgânico; SP=Saprolito; SR=Solo Residual de Rocha; ST=Sedimentos Terciários.

Leitura	Data	Hora	N.A. (m)
1	01/08/2024	15:38	SECO
2			
3			
4			

Método	Início (m)	Término (m)
T.Cavadeira:	0,00	7,00
T. Espiral:		
Lavagem:	7,00	11,45

Lavagem por tempo - 30 mim
Prof. Início (m):
Estágio 1 (m):
Estágio 2 (m):
Estágio 3 (m):

Observação:
Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 12 Agosto, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Sondador: José Robson dos Santos Silva
Verificação: Plinio Francisco Domingues de Oliveira

Resp. Técnico:
Mauricio Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

ANEXO C – PERFIS DOS POÇOS DE INSPEÇÃO

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - POÇO DE INSPEÇÃO (PI)

ABNT NBR-9604/86 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: PI-BSO2-01
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453672,7100
E=599200,6300
Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,10			REVESTIMENTO ASFÁLTICO
		0,19			BASE GRANULAR (SOLO BRITA)
					AREIA (FINA) ARGILOSA, MARROM AVERMELHADA
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FACE PISTA



FACE TRANSVERSAL

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 18 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Henrique Marquiori Bianchi

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - POÇO DE INSPEÇÃO (PI)

ABNT NBR-9604/86 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **PI-BSO2-01**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453672,7100
E=599200,6300

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,09			REVESTIMENTO ASFÁLTICO
		0,12			BASE GRANULAR (SOLO BRITA)
					AREIA (FINA) ARGILOSA, MARROM AVERMELHADA
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FACE ACOSTAMENTO



FACE TRANSVERSAL

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 18 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Henrique Marquiori Bianchi

Resp. Técnico:
Maurício Melanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - POÇO DE INSPEÇÃO (PI)

ABNT NBR-9604/86 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **PI-BSO2-02**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453439,1500
E=598762,1800

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,10			REVESTIMENTO ASFÁLTICO
		0,28			BASE GRANULAR (SOLO BRITA)
					AREIA (FINA) ARGILOSA, MARROM AVERMELHADA
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FACE PISTA



FACE TRANSVERSAL

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 18 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Henrique Marquiori Bianchi

Resp. Técnico:
Maurício Malanconi
CREA: 5063078630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - POÇO DE INSPEÇÃO (PI)

ABNT NBR-9604/86 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Data: 25/06/2024

Furo: **PI-BSO2-02**
Cota (m): -
Coordenadas: N=7453439,1500
E=598762,1800

Folha: 1 / 1

AMOSTRA COLETADA Nº	ESCALA (m)	PROFUND. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.A. (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
	0	0,09			REVESTIMENTO ASFÁLTICO
		0,21			BASE GRANULAR (SOLO BRITA)
					AREIA (FINA) ARGILOSA, MARROM AVERMELHADA
		1,50			Critério Especificado pelo Cliente
	2				
	4				
	6				
	8				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FACE ACOSTAMENTO



FACE TRANSVERSAL

Ensaios *in situ* realizados conforme as normas NBR 6457 - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização e NBR 9813 - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego de cilindro de cravação.

Observação: Coordenadas preliminares, dados de cota ausentes. As coordenadas e cota devem ser confirmadas topograficamente.

São Paulo, 18 Julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Sondador: Marcos Venícios da Silva Barbosa
Verificação: Henrique Marquiori Bianchi

Resp. Técnico:
Mauricio Melanconi
CREA: 5063079630

Suporte

NOTA: Os fotos apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra coleta. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS
SEDE - Av. Camélia Borges Narciso, 582 - Bela São Pedro - São Pedro/SP - CEP 13.520-000 / FILIAL - Rua Gago Coutinho, 15 - Lapa - São Paulo/SP - CEP 05075-020
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

ANEXO D – ENSAIOS IN SITU

Suporte

PI-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2253,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1052,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1201,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,214

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,214

Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 09/07/2024 16:15

Suporte

PI-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	189	1355	1446
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	116,16	107,54	95,44
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	102,35	94,74	84,43
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	24,52	28,81	28,25
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	13,81	12,80	11,01
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	77,83	65,93	56,18
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	17,74%	19,41%	19,60%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 18,92

Suporte

PI-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 1,50 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1562	624	470
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	78,21	118,87	83,27
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	70,28	102,86	75,00
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	27,28	26,24	32,34
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	7,93	16,01	8,27
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	43,00	76,62	42,66
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	18,44%	20,90%	19,39%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 19,58

Suporte

PI-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2292,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1051,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1241,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,255

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,255

Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 08/07/2024 13:43

Suporte

PI-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1480	1153	1227
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	114,89	109,78	101,81
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	103,87	97,83	92,68
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	29,64	26,19	30,15
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	11,02	11,95	9,13
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	74,23	71,64	62,53
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	14,85%	16,68%	14,60%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 15,38

Suporte

PI-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 1,50 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1452	630	867
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	75,24	92,63	88,44
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	69,15	83,67	80,65
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	29,01	31,56	28,00
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	6,09	8,96	7,79
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	40,14	52,11	52,65
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	15,17%	17,19%	14,80%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 15,72

Suporte

ST-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2248,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1052,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1196,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,209

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,209

Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 26/06/2024 10:37

Suporte

ST-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	7	1137	1154
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	115,57	83,17	112,27
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	101,82	74,66	99,30
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	25,96	25,95	27,18
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	13,75	8,51	12,97
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	75,86	48,71	72,12
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	18,13%	17,47%	17,98%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 17,86

Suporte

ST-BSO2-01

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 1,50 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1454	358	1027
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	89,34	120,39	97,67
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	80,08	106,86	86,61
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	30,41	24,38	26,39
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	9,26	13,53	11,06
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	49,67	82,48	60,22
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	18,64%	16,40%	18,37%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 17,80

Suporte

ST-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2479,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1054,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1425,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,441

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,441

Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 26/06/2024 10:33

Suporte

ST-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	191	1034	1191
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	99,78	121,85	120,82
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	86,93	105,89	104,66
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	23,10	27,12	27,49
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	12,85	15,96	16,16
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	63,83	78,77	77,17
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	20,13%	20,26%	20,94%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 20,44

Suporte

ST-BSO2-02

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 1,50 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	114	1141	683
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	93,92	104,36	118,01
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	81,62	91,54	102,76
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	25,53	27,70	28,03
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	12,30	12,82	15,25
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	56,09	63,84	74,73
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	21,93%	20,08%	20,41%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 20,81

Suporte

ST-BSO2-03

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2339,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1055,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1284,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,298

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,298

Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 26/06/2024 10:22

Suporte

ST-BSO2-03

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1233	447	1497
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	104,28	94,42	82,90
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	92,77	83,13	74,52
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	28,15	17,07	28,86
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	11,51	11,29	8,38
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	64,62	66,06	45,66
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	17,81%	17,09%	18,35%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 17,75

Suporte

ST-BSO2-03

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 1,50 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	10	236	1556
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	89,50	114,39	121,80
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	78,79	101,82	107,70
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	23,17	27,39	25,94
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	10,71	12,57	14,10
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	55,62	74,43	81,76
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	19,26%	16,89%	17,25%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 17,80

Suporte

ST-BSO2-04

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF)

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Densidade In Situ - Método do Cilindro (HILF) (D.HILF)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1
(1)	CILINDRO Nº	Número do Cilindro Utilizado	2318
(2)	CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	Peso do Cilindro + Solo Úmido	2339,00
(3)	PESO DO CILINDRO (g)	Peso do Cilindro Utilizado	1055,00
(4)	VOLUME DO CILINDRO (cm3)	Volume do Cilindro Utilizado	989,22
(5)	PESO SOLO ÚMIDO (g)	Subtração do (2) - (3)	1284,00
	DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	Obtido da divisão do (5) / (6)	1,298

RESULTADO FINAL -

DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³) = 1,298

Concluído em 15 de Julho de 2024 Contrato: 08408-24
Executado por: Marcos Venícios da Silva Barbosa

Digitado em: 23/07/2024 11:06

Suporte

ST-BSO2-04

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,15 a 0,25

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	1004	868	895
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	119,67	96,34	113,21
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	104,86	86,10	99,00
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	26,20	31,85	30,38
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	14,81	10,24	14,21
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	78,66	54,25	68,62
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	18,83%	18,88%	20,71%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 19,47

Suporte

ST-BSO2-04

ORDEM DE SERVIÇO (OS): 15053-24

Umidade Natural

PROFUNDIDADE: 0,25 a 1,50

TOMADOR: EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

PRESTADOR: SUPORTE SONDAGENS E ENSAIOS

OBRA: IMPLANTAÇÃO DA BSO-02 (ST E PI)

LOCAL: RODOVIA PR-369 - KM 018,000

Umidade Natural (UMID.N)

Item	Paramêtro	Observação	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
(1)	CÁPSULA Nº	Número da Cápsula Utilizada	777	44	354
(2)	CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	Peso da Cápsula + Solo Úmido	89,32	106,23	103,84
(3)	CÁPSULA + SOLO SECO (g)	Peso da Cápsula + Solo Seco	78,57	92,42	91,49
(4)	PESO DA CÁPSULA (g)	Peso do Cápsula Utilizada	25,63	28,29	29,42
(5)	PESO DA Água (g)	Subtração do (2) - (3)	10,75	13,81	12,35
(6)	PESO DO Solo Seco (g)	Subtração do (3) - (4)	52,94	64,13	62,07
	TEOR DE UMIDADE (%)	Obtido da divisão do (5) / (6)	20,31%	21,53%	19,90%

RESULTADO FINAL -

TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%) = 20,58

ANEXO E – ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-05 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	322	110	222
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	72,36	70,95	86,22
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	71,46	70,08	84,95
PESO DA CÁPSULA (g)	28,09	25,88	23,05
PESO DA ÁGUA (g)	0,90	0,87	1,27
PESO DO SOLOS SECO (g)	43,37	44,20	61,90
TEOR DE UMIDADE (%)	2,08%	1,97%	2,05%
TEOR MÉDIO (%)	2,03%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	3115,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	3115,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	3052,97
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	3052,97

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	117,61

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11

Densidade dos Grãos: 2,786 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	3052,97	100,0%
38	1 1/2"	0,00	3052,97	100,0%
25	1"	0,00	3052,97	100,0%
19	3/4"	0,00	3052,97	100,0%
9,5	3/8"	0,00	3052,97	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	3052,97	100,0%
2	Nº 10	0,00	3052,97	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,00	117,61	100,00%	100,0%
0,6	Nº 30	0,23	117,38	99,80%	99,8%
0,42	Nº 40	0,91	116,70	99,23%	99,2%
0,25	Nº 60	17,15	100,46	85,42%	85,4%
0,15	Nº 100	42,76	74,85	63,64%	63,6%
0,075	Nº 200	87,52	30,09	25,58%	25,6%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	21,8	1,0220	-1,0049	0,0171	17,01	0,0750	22,7%
11/jul	1	21,8	1,0210	-1,0049	0,0161	17,19	0,0533	21,4%
11/jul	2	21,8	1,0200	-1,0049	0,0151	17,38	0,0379	20,0%
11/jul	4	21,8	1,0180	-1,0049	0,0131	17,75	0,0271	17,4%
11/jul	8	21,8	1,0170	-1,0049	0,0121	17,93	0,0193	16,0%
11/jul	15	21,8	1,0150	-1,0049	0,0101	18,30	0,0142	13,4%
11/jul	30	21,8	1,0150	-1,0049	0,0101	18,30	0,0100	13,4%
11/jul	60	21,8	1,0130	-1,0049	0,0081	18,67	0,0072	10,7%
11/jul	120	21,8	1,0110	-1,0049	0,0061	19,04	0,0051	8,1%
11/jul	240	21,9	1,0100	-1,0049	0,0051	19,23	0,0036	6,8%
11/jul	480	21,9	1,0100	-1,0049	0,0051	19,23	0,0026	6,8%
12/jul	1440	22,0	1,0090	-1,0048	0,0042	19,41	0,0015	5,5%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

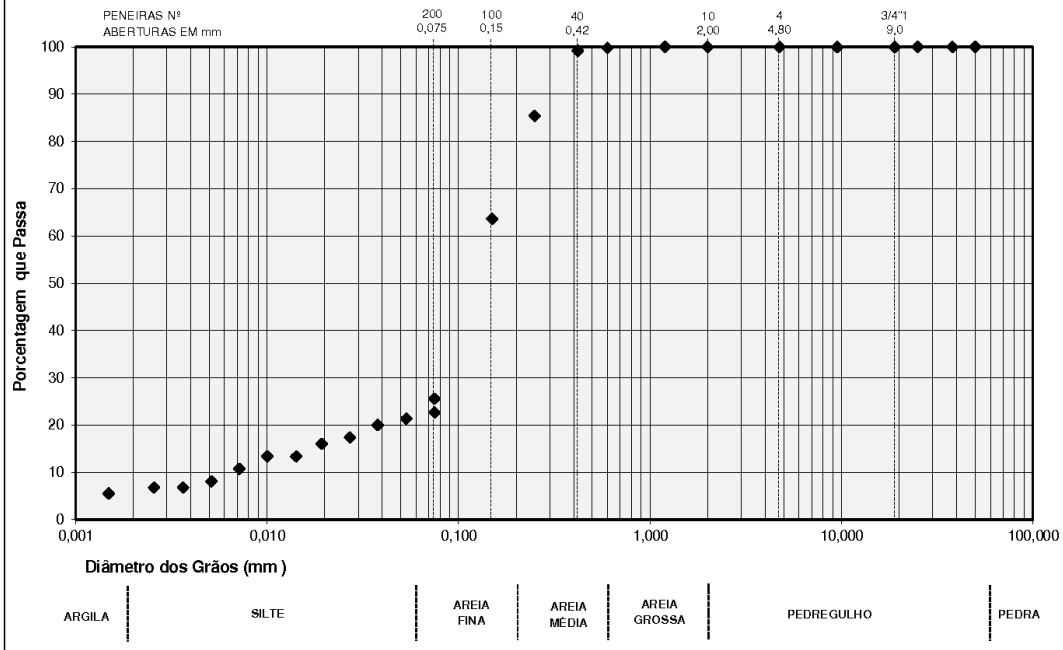
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-05 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
6%	16%	52%	26%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
29 -	648,27	20,3	686,00	58,81	21,08	2,784	2,786
29 -	648,27	20,3	686,02	58,81	21,06	2,787	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 23 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 14 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 9 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 26 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-05 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	381	490	64	390	479
Nº DE GOLPES	40	34	27	20	13
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	21,19	19,94	20,35	22,19	24,37
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	19,62	18,19	18,55	20,20	21,98
PESO DA CÁPSULA (g)	11,51	9,93	10,76	12,26	13,15
PESO DA ÁGUA (g)	1,57	1,75	1,80	1,99	2,39
PESO DO SOLOS SECO (g)	8,11	8,26	7,79	7,94	8,83
TEOR DE UMIDADE (%)	19,30%	21,20%	23,10%	25,10%	27,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	309	348	256	124	415
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	14,57	13,18	14,61	12,91	15,00
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	14,28	12,95	14,3	12,66	14,71
PESO DA CÁPSULA (g)	12,22	11,31	12,12	10,9	12,58
PESO DA ÁGUA (g)	0,29	0,23	0,31	0,25	0,29
PESO DO SOLOS SECO (g)	2,06	1,64	2,18	1,76	2,13
TEOR DE UMIDADE (%)	13,90%	13,90%	14,10%	14,10%	13,80%
	13,90%	13,90%	14,10%	14,10%	13,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 23 %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 14 %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): 9 %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-05 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	69			1129			1199			17			1149							
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8869,49			9275,89			9767,59			8220,32			9296,97							
PESO DO CILINDRO (g)	4952,00			4927,40			5291,20			3845,00			4996,80							
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	3917,49			4348,49			4476,39			4375,32			4300,17							
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2018			2104			2073			2068			2099							
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,941			2,067			2,159			2,116			2,049							
CAPSULA Nº	1172	722		607	1380		1309	1538		67	548		1324	174						
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	71,35	79,03		82,39	90,63		84,37	95,73		76,82	102,19		93,71	101,10						
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	68,18	75,17		78,17	85,30		78,88	88,83		69,76	93,66		85,09	90,64						
PESO DA CÁPSULA (g)	25,96	23,81		33,23	29,22		30,26	28,80		17,06	30,63		29,50	23,89						
PESO DA ÁGUA (g)	3,17	3,86		4,22	5,33		5,49	6,90		7,06	8,53		8,62	10,46						
PESO DO SOLO SECO (g)	42,22	51,36		44,94	56,08		48,62	60,03		52,70	63,03		55,59	66,75						
TEOR DE UMIDADE (%)	7,5	7,5		9,4	9,5		11,3	11,5		13,4	13,5		15,5	15,7						
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	7,5			9,5			11,4			13,5			15,6							
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,806			1,888			1,938			1,865			1,772							

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO	Altura do CP (mm):		111,20		114,60		114,40		113,50		114,90	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	00:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	00:00	24	1,20	0,18	1,12	0,10	1,04	0,03	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	00:00	48	1,23	0,21	1,13	0,11	1,05	0,04	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	00:00	72	1,26	0,23	1,16	0,14	1,06	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	00:00	96	1,28	0,25	1,18	0,16	1,08	0,07	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	16,0	0,8	29,0	1,5	43,0	2,2	27,0	1,4	11,0	0,6
1,0	1,27	0,050	22,0	1,1	42,0	2,2	54,0	2,8	38,0	2,0	15,0	0,8
1,5	1,90	0,075	31,0	1,6	55,0	2,9	85,0	4,4	55,0	2,9	21,0	1,1
2,0	**2,54**	**0,100**	39,0	2,0	80,0	4,2	110,0	5,7	65,0	3,4	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	58,0	3,0	106,0	5,5	148,0	7,7	93,0	4,8	34,0	1,8
3,5	4,44	0,175	63,0	3,3	120,0	6,2	169,0	8,8	106,0	5,5	37,0	1,9
4,0	**5,08**	**0,200**	77,0	4,0	132,0	6,9	187,0	9,7	122,0	6,3	43,0	2,2
6,0	7,62	0,300	103,0	5,4	170,0	8,8	278,0	14,4	145,0	7,5	56,0	2,9
8,0	10,16	0,400	117,0	6,1	209,0	10,9	315,0	16,4	193,0	10,0	64,0	3,3
10,0	12,70	0,500	164,0	8,5	234,0	12,2	351,0	18,2	228,0	11,8	75,0	3,9
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			2,9		5,9		8,1		4,8		1,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			3,8		6,5		9,2		6,0		2,1
CBR FINAL (%)			3,8		6,5		9,2		6,0		2,1	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

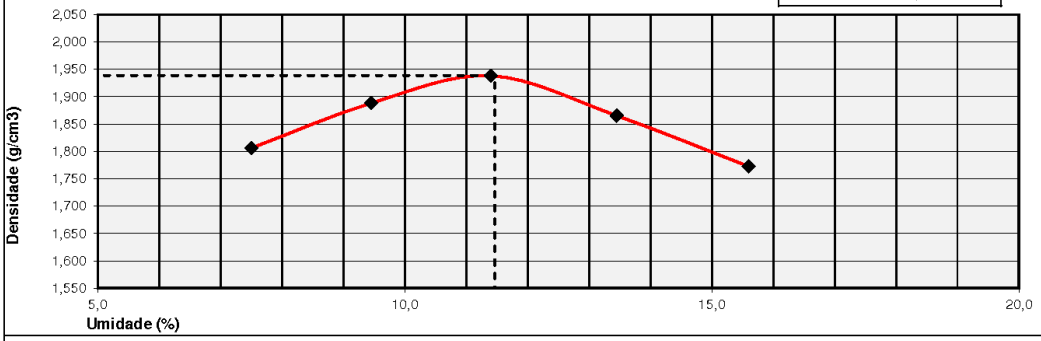
COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Furo: **ST-BSO2-01** Amostra: 1
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) Código: 08408-05 Profundidade: 0,25 a 1,5 m
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 Folha: 2 / 2
Material:

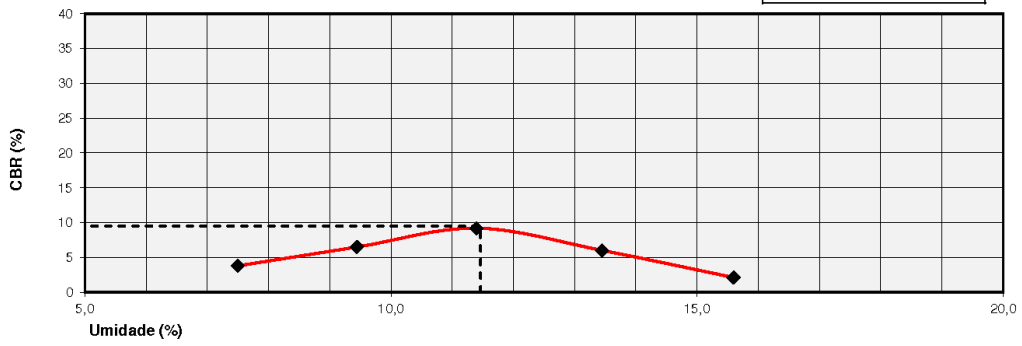
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,939** g/cm³
hot = **11,46** %



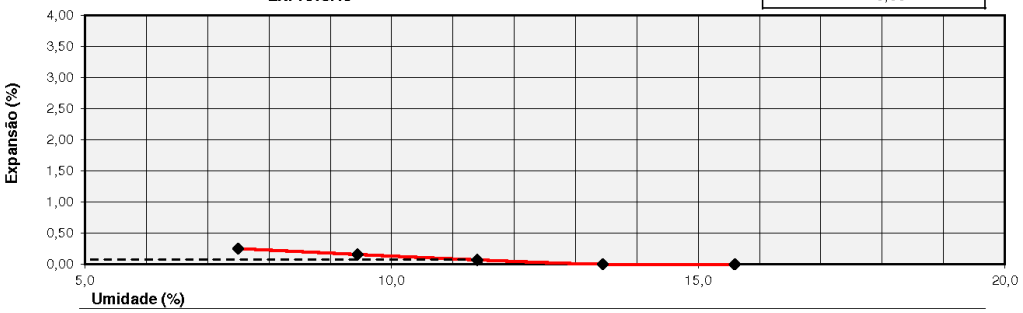
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **9,5** %



EXPANSÃO

EXP = **0,08** %



São Pedro, 17 julho, 2024 Laboratorista: Renan Guerra
Contrato nº: 15053-24 Verificação: Samuel Calura
Revisão: R0

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-06 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	44		86		50		18		1013	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	7806,91		8221,34		8372,63		8334,72		9919,84	
PESO DO CILINDRO (g)	3500,00		3713,00		3642,00		3680,00		5448,60	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4306,91		4508,34		4730,63		4654,72		4471,24	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2075		2078		2108		2091		2069	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	2,076		2,170		2,244		2,226		2,161	
CAPSULA Nº	1319	1047	101	683	1306	287	1201	1048	898	79
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	82,54	92,20	80,19	99,32	91,65	103,21	93,95	109,82	103,16	117,20
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	79,57	88,57	76,00	94,04	86,10	96,21	86,72	101,04	94,38	106,49
PESO DA CÁPSULA (g)	29,31	27,28	23,02	28,03	29,44	26,25	25,98	28,08	30,75	29,81
PESO DA ÁGUA (g)	2,97	3,63	4,19	5,28	5,55	7,00	7,23	8,78	8,78	10,71
PESO DO SOLO SECO (g)	50,26	61,29	52,98	66,01	56,66	69,96	60,74	72,96	63,63	76,68
TEOR DE UMIDADE (%)	5,9	5,9	7,9	8,0	9,8	10,0	11,9	12,0	13,8	14,0
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	5,9		8,0		9,9		12,0		13,9	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,960		2,010		2,042		1,988		1,897	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			113,90		113,90		115,40		113,90		114,00	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,14	0,12	1,06	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,17	0,15	1,07	0,06	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,20	0,18	1,10	0,09	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,22	0,19	1,12	0,11	1,02	0,02	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	43,0	2,2	73,0	3,8	105,0	5,5	73,0	3,8	23,0	1,2
1,0	1,27	0,050	63,0	3,3	108,0	5,6	134,0	7,0	104,0	5,4	32,0	1,7
1,5	1,90	0,075	90,0	4,7	142,0	7,4	214,0	11,1	154,0	8,0	46,0	2,4
2,0	**2,54**	**0,100**	116,0	6,0	211,0	11,0	277,0	14,4	184,0	9,6	58,0	3,0
3,0	3,81	0,150	148,0	7,7	276,0	14,3	347,0	18,0	238,0	12,4	81,0	4,2
3,5	4,44	0,175	159,0	8,3	315,0	16,4	396,0	20,6	272,0	14,1	87,0	4,5
4,0	**5,08**	**0,200**	179,0	9,3	341,0	17,7	416,0	21,6	292,0	15,2	104,0	5,4
6,0	7,62	0,300	240,0	12,5	442,0	23,0	622,0	32,3	350,0	18,2	138,0	7,2
8,0	10,16	0,400	275,0	14,3	544,0	28,3	705,0	36,6	466,0	24,2	158,0	8,2
10,0	12,70	0,500	386,0	20,1	611,0	31,7	787,0	40,9	552,0	28,7	188,0	9,8
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			8,6		15,6		20,5		13,6		4,3
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			8,8		16,8		20,5		14,4		5,1
CBR FINAL (%)			8,8		16,8		20,5		14,4		5,1	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-01** | Amostra: 1

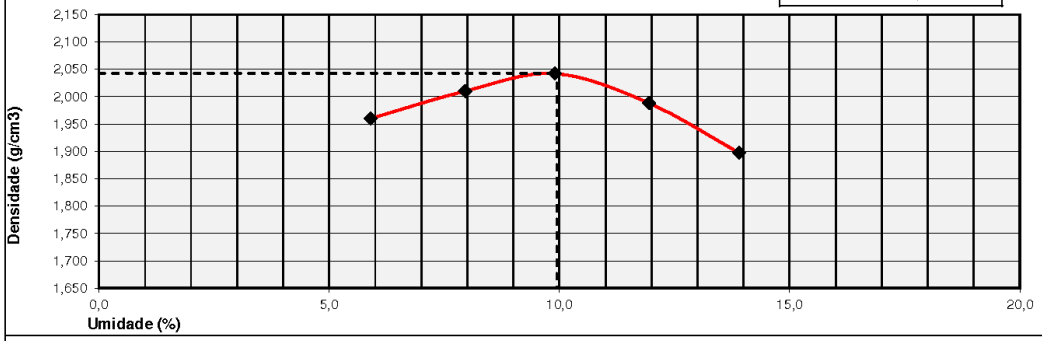
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-06 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

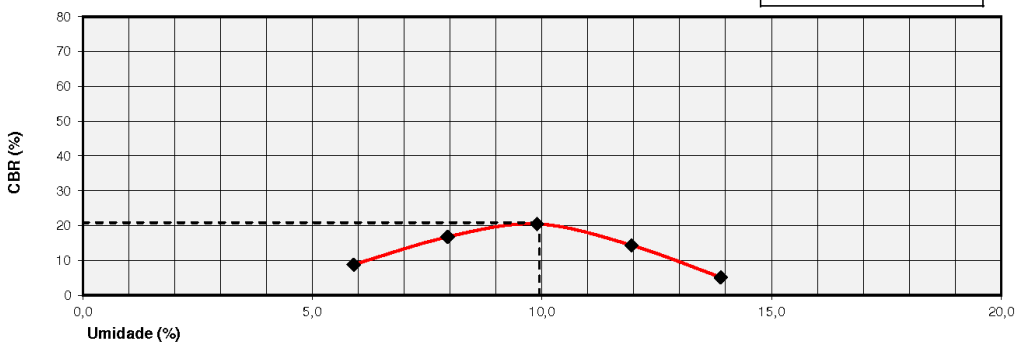
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **2,043** g/cm³
hot = **9,94** %



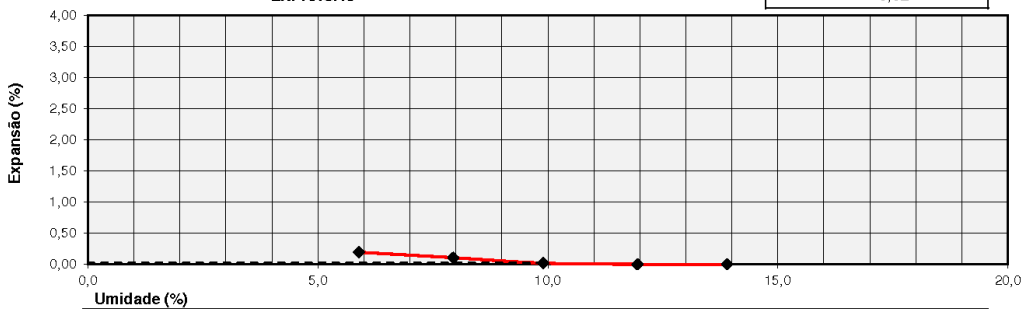
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **20,8** %



EXPANSÃO

EXP = **0,02** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilo Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **ST-BSO2-01**
Código: 08408-06

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+25				500+35				500+45				500+55				500+65			
Molde			11				12				13				14				15			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	55,05	91,21			55,56	91,72			50,89	87,05			49,61	85,77			51,08	87,24		
Massa Úmida (g)	54,32	3	26,98	63,14	15,71	1500	22,11	58,27	12,11	1596	18,49	54,65	9,46	1671	17,88	54,04	5,98	1661	16,84	53,00	3,28	1664
Massa Seca (g)	53,17	6	22,84	59,00	11,57	1605	17,90	54,06	7,90	1720	14,38	50,54	5,35	1807	14,38	50,54	2,48	1775	14,26	50,42	0,70	1749
Umidade Higroscópica (%)	2,18%	10	19,64	55,80	8,37	1697	15,02	51,18	5,02	1817	11,91	48,07	2,88	1900	12,68	48,84	0,78	1837	13,84	50,00	0,28	1764
Fração Retida na # 2 mm		20	15,84	52,00	4,57	1822	12,18	48,34	2,18	1923	9,97	46,13	0,34	1980	12,26	48,42	0,36	1853	13,71	49,87	0,15	1768
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	13,88	50,04	2,61	1893	11,03	47,19	1,03	1970	9,38	45,54	0,35	2006	11,98	48,14	0,08	1864	13,58	49,74	0,02	1773
0,00	0,00	40	12,94	49,10	1,67	1929	10,57	46,73	0,57	1990	9,18	45,34	0,15	2015	11,94	48,10	0,04	1866	13,56	49,72	0,00	1773
Dados dos Equipamentos		60	11,84	48,00	0,57	1973	10,09	46,25	0,09	2010	9,07	45,23	0,04	2020	11,91	48,07	0,01	1867				
		80	11,32	47,48	0,05	1995	10,02	46,18	0,02	2013	9,03	45,19	0,00	2021	11,90	48,06	0,00	1867				
Molde	Área (cm²)	Soquete	100	11,30	47,46	0,03	1996	10,00	46,16	0,00	2014											
50,00 mm	19,63	Leve	120	11,27	47,43	0,00	1997															
Calibração do Extensômetro : Ha + Ac + La			140																			
13,84 + 50,00 = 63,84			160																			
Massa Compactada (g)			180																			
			200																			
200,00			220																			
Determinação do Teor de Umidade			240																			
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		47,43				46,16				45,19				48,06				49,72			
Cápsula Nº			1033				285				765				112				223			
Massa Úmida+Cápsula (g)			96,14				82,85				93,24				75,59				79,66			
Massa Seca + Cápsula (g)			91,24				78,17				86,94				70,13				72,46			
Massa da Cápsula (g)			26,47				29,30				32,33				29,81				26,15			
Massa de Água (g)			4,90				4,68				6,30				5,46				7,20			
Massa do Solo Seco (g)			64,77				48,87				54,61				40,32				46,31			
Teor de Umidade (%)			**7,6**				**9,6**				**11,5**				**13,5**				**15,5**			

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilo Siltosa, Marrom Avermelhado.

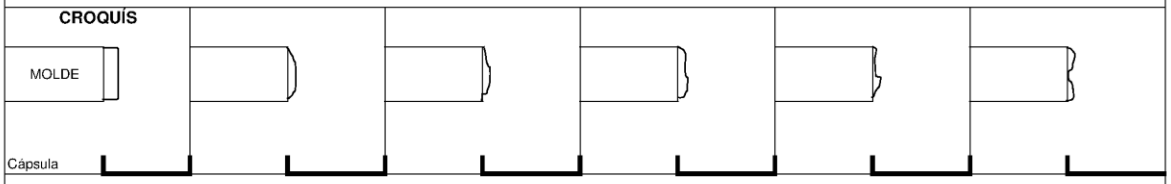
Furo: **ST-BSO2-01**
Código: 08408-06

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+25	500+35	500+45	500+55	500+65
Molde Nº	11	12	13	14	15
Umidade de Compactação (%)	7,6	9,6	11,5	13,5	15,5
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	185,93	182,52	179,31	176,15	173,09
Altura do C.P. (mm)	47,43	46,16	45,19	48,06	49,72

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	99	131	87	3	46
Massa Seca +Cápsula (g)	85,97	74,97	82,03	90,05	86,11
Massa da Cápsula (g)	56,11	44,72	55,23	57,81	56,72
Massa Desprendida (g)	29,86	30,25	26,80	32,24	29,39
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**76,2**	**76,5**	**67,5**	**88,0**	**84,4**

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5889 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

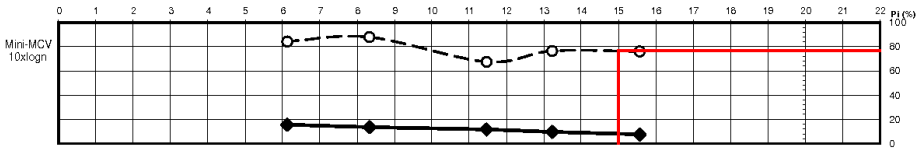
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilo Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **ST-BSO2-01**
Código: 08408-06

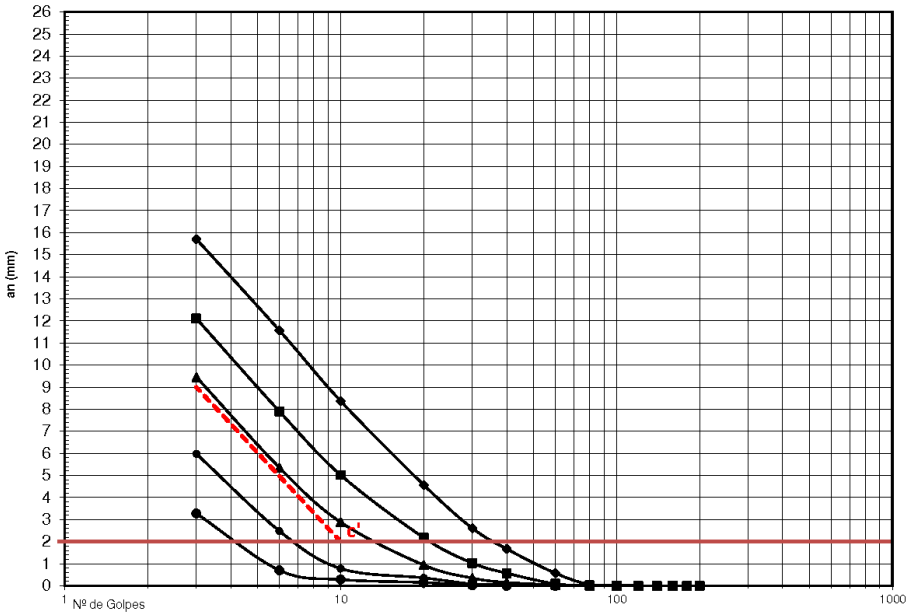
Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

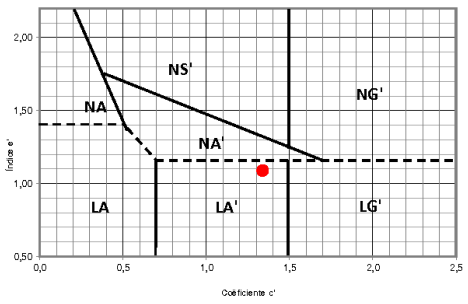


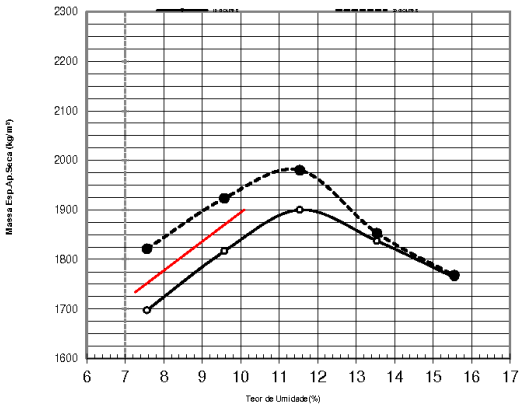
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
15,6	76,2	7,6
13,2	76,5	9,6
11,5	67,5	11,5
8,3	88,0	13,5
6,1	84,4	15,5

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	38,5
c' =	1,34
Pi =	77,0
e' =	1,09
Classif.=	**LA'**





São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engª Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3832-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-08 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

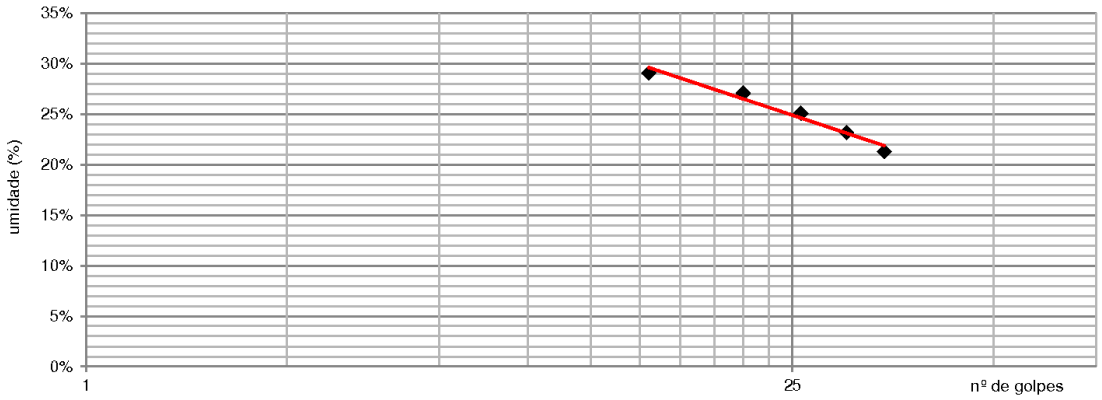
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	525	295	252	37	496
Nº DE GOLPES	38	32	26	20	13
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	21,18	19,17	21,78	21,15	22,25
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	19,71	17,54	20,13	19,33	20,04
PESO DA CÁPSULA (g)	12,82	10,5	13,56	12,61	12,43
PESO DA ÁGUA (g)	1,47	1,63	1,65	1,82	2,21
PESO DO SOLOS SECO (g)	6,89	7,04	6,57	6,72	7,61
TEOR DE UMIDADE (%)	21,30%	23,20%	25,10%	27,10%	29,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	296	410	530	449	417
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	14,67	12,25	15,60	14,77	15,01
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	14,36	12	15,26	14,5	14,69
PESO DA CÁPSULA (g)	12,25	10,31	13,03	12,69	12,51
PESO DA ÁGUA (g)	0,31	0,25	0,34	0,27	0,32
PESO DO SOLOS SECO (g)	2,11	1,69	2,23	1,81	2,18
TEOR DE UMIDADE (%)	14,90%	14,90%	15,10%	15,10%	14,80%
	14,90%	14,90%	15,10%	15,10%	14,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 25 %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 15 %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): 10 %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-08 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	1025	59	1015	1183	1148
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	9610,89	7694,31	9976,15	9478,30	9162,74
PESO DO CILINDRO (g)	5642,80	3485,00	5632,80	5136,20	4911,40
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	3968,09	4209,31	4343,35	4342,10	4251,34
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2069	2092	2069	2075	2103
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,918	2,012	2,099	2,093	2,021
CAPSULA Nº	116	207	50	816	1203	447	167	1471	58	128
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	86,52	89,65	83,86	97,63	89,12	94,03	94,33	111,37	100,50	116,15
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	82,21	84,51	78,26	90,75	82,05	85,36	85,48	100,87	90,02	103,65
PESO DA CÁPSULA (g)	32,06	24,89	25,39	26,41	25,50	17,07	24,85	29,58	26,50	28,64
PESO DA ÁGUA (g)	4,31	5,14	5,60	6,88	7,07	8,67	8,85	10,50	10,48	12,50
PESO DO SOLO SECO (g)	50,15	59,62	52,87	64,34	56,55	68,29	60,63	71,29	63,52	75,01
TEOR DE UMIDADE (%)	8,6	8,6	10,6	10,7	12,5	12,7	14,6	14,7	16,5	16,7
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	8,6	10,7	12,6	14,7	16,6
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,766	1,818	1,864	1,825	1,734

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			114,00		114,70		114,00		114,20		114,70	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,45	0,39	1,37	0,32	1,29	0,25	1,19	0,17	1,09	0,08
17/jul	07:00	48	1,48	0,42	1,38	0,33	1,30	0,26	1,20	0,18	1,10	0,09
18/jul	07:00	72	1,51	0,45	1,41	0,36	1,31	0,27	1,21	0,18	1,11	0,10
19/jul	07:00	96	1,53	0,46	1,43	0,37	1,33	0,29	1,23	0,20	1,13	0,11

PENETRAÇÃO — Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm — área = 19,24 cm²

TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	16,0	0,8	29,0	1,5	47,0	2,4	28,0	1,5	11,0	0,6
1,0	1,27	0,050	22,0	1,1	42,0	2,2	59,0	3,1	39,0	2,0	15,0	0,8
1,5	1,90	0,075	31,0	1,6	55,0	2,9	94,0	4,9	56,0	2,9	21,0	1,1
2,0	**2,54**	**0,100**	39,0	2,0	80,0	4,2	120,0	6,2	66,0	3,4	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	55,0	2,9	111,0	5,8	150,0	7,8	91,0	4,7	38,0	2,0
3,5	4,44	0,175	59,0	3,1	126,0	6,5	170,0	8,8	103,0	5,4	41,0	2,1
4,0	**5,08**	**0,200**	71,0	3,7	142,0	7,4	179,0	9,3	116,0	6,0	51,0	2,7
6,0	7,62	0,300	94,0	4,9	184,0	9,6	266,0	13,8	138,0	7,2	67,0	3,5
8,0	10,16	0,400	108,0	5,6	225,0	11,7	301,0	15,6	183,0	9,5	76,0	3,9
10,0	12,70	0,500	151,0	7,8	253,0	13,1	336,0	17,5	216,0	11,2	90,0	4,7
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			2,9		5,9		8,9		4,9		1,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			3,5		7,0		8,8		5,7		2,5
CBR FINAL (%)			3,5		7,0		8,9		5,7		2,5	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-02** | Amostra: 1

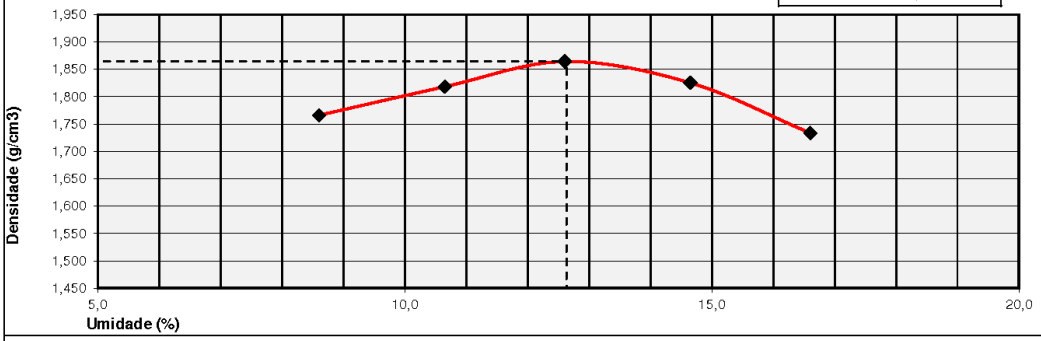
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-08 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

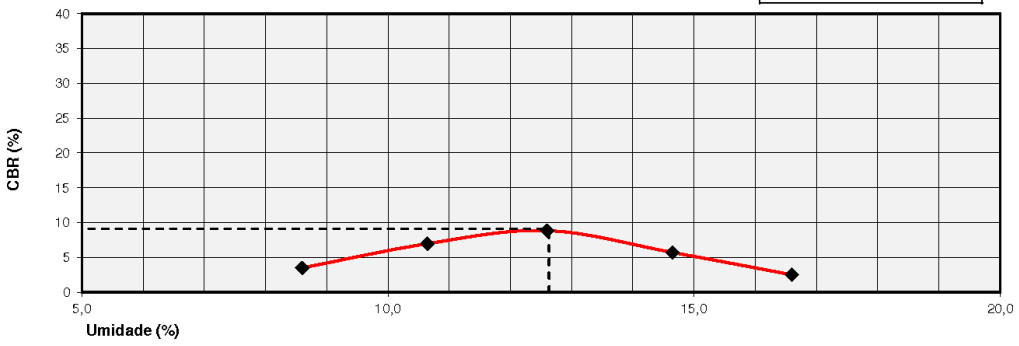
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,865** g/cm³
hot = **12,63** %



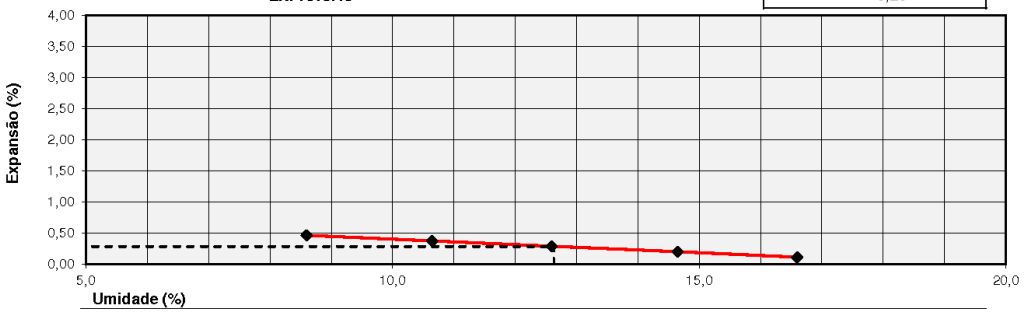
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **9,1** %



EXPANSÃO

EXP = **0,28** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-02** — Amostra: 1
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-08 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2
Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	1587	1475	190
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	96,44	87,60	86,41
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	94,73	86,21	84,92
PESO DA CÁPSULA (g)	25,22	30,02	25,43
PESO DA ÁGUA (g)	1,71	1,39	1,49
PESO DO SOLOS SECO (g)	69,51	56,19	59,49
TEOR DE UMIDADE (%)	2,46%	2,47%	2,50%
TEOR MÉDIO (%)	2,48%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	2089,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	2089,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	2038,46
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	2038,46

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	117,10

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11
Densidade dos Grãos: 2,719 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	2038,46	100,0%
38	1 1/2"	0,00	2038,46	100,0%
25	1"	0,00	2038,46	100,0%
19	3/4"	0,00	2038,46	100,0%
9,5	3/8"	0,00	2038,46	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	2038,46	100,0%
2	Nº 10	0,00	2038,46	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,06	117,04	99,95%	99,9%
0,6	Nº 30	0,31	116,79	99,74%	99,7%
0,42	Nº 40	0,99	116,11	99,15%	99,2%
0,25	Nº 60	14,34	102,76	87,75%	87,8%
0,15	Nº 100	39,06	78,04	66,64%	66,6%
0,075	Nº 200	87,89	29,21	24,94%	24,9%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	21,7	1,0220	-1,0049	0,0171	17,01	0,0750	23,1%
11/jul	1	21,7	1,0200	-1,0049	0,0151	17,38	0,0547	20,4%
11/jul	2	21,7	1,0180	-1,0049	0,0131	17,75	0,0391	17,7%
11/jul	4	21,7	1,0160	-1,0049	0,0111	18,12	0,0279	15,0%
11/jul	8	21,7	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0200	12,3%
11/jul	15	21,7	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0146	12,3%
11/jul	30	21,7	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0103	12,3%
11/jul	60	21,8	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0073	12,3%
11/jul	120	21,8	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0051	12,3%
11/jul	240	21,8	1,0140	-1,0049	0,0091	18,49	0,0036	12,3%
11/jul	480	21,9	1,0130	-1,0049	0,0081	18,67	0,0026	11,0%
12/jul	1440	21,9	1,0120	-1,0049	0,0071	18,85	0,0015	9,6%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda
Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura
Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

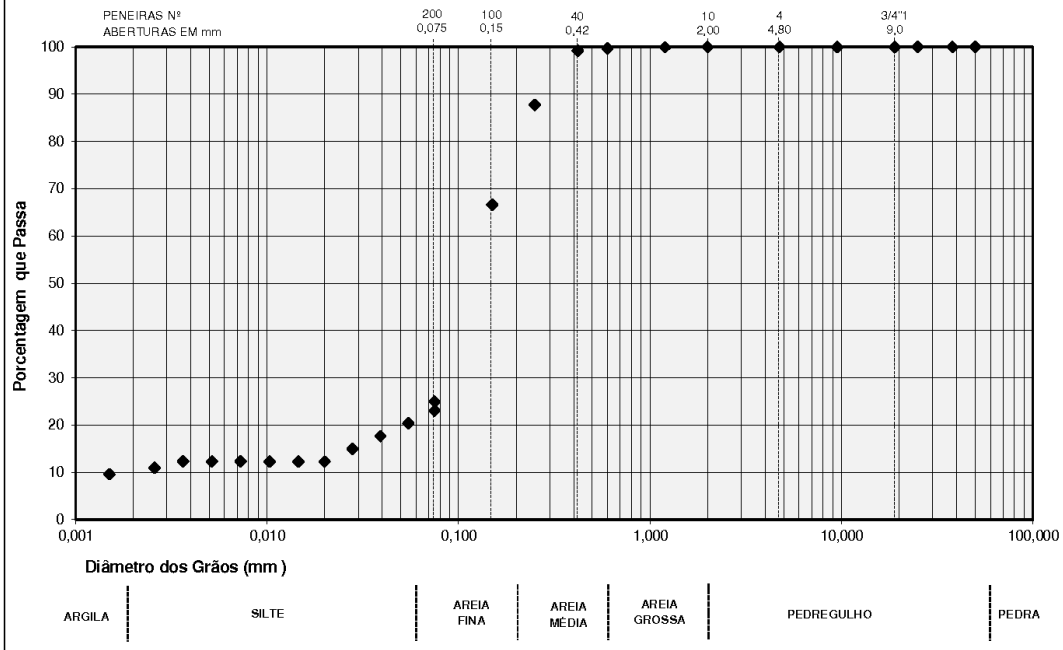
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-08 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
10%	11%	55%	24%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
35 -	747,95	20,7	785,00	58,55	21,50	2,718	2,719
35 -	747,95	20,7	785,02	58,55	21,48	2,720	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 25 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 15 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 10 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 25 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-09 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	56		1043		1082		1089		106	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8230,19		9818,01		9753,24		9594,08		9408,19	
PESO DO CILINDRO (g)	4070,00		5464,40		5225,40		5114,20		5144,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4160,19		4353,61		4527,84		4479,88		4264,19	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2076		2070		2087		2095		2025	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	2,004		2,103		2,170		2,138		2,105	
CAPSULA Nº	198	858	325	1428	1480	1280	703	1314	1267	1283
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	79,68	93,05	81,63	100,42	92,47	102,91	96,06	110,37	99,90	113,03
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	75,97	88,63	76,77	94,44	86,19	95,19	88,06	100,87	90,18	101,43
PESO DA CÁPSULA (g)	25,82	29,01	23,90	30,10	29,64	26,90	27,43	29,58	26,66	26,42
PESO DA ÁGUA (g)	3,71	4,42	4,86	5,98	6,28	7,72	8,00	9,50	9,72	11,60
PESO DO SOLO SECO (g)	50,15	59,62	52,87	64,34	56,55	68,29	60,63	71,29	63,52	75,01
TEOR DE UMIDADE (%)	7,4	7,4	9,2	9,3	11,1	11,3	13,2	13,3	15,3	15,5
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	7,4		9,3		11,2		13,3		15,4	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,866		1,925		1,951		1,888		1,824	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			114,70		114,10		115,00		115,00		113,10	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,24	0,21	1,16	0,14	1,08	0,07	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,27	0,24	1,17	0,15	1,09	0,08	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,30	0,26	1,20	0,18	1,10	0,09	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,32	0,28	1,22	0,19	1,12	0,10	1,02	0,02	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	27,0	1,4	58,0	3,0	82,0	4,3	58,0	3,0	23,0	1,2
1,0	1,27	0,050	40,0	2,1	85,0	4,4	105,0	5,5	81,0	4,2	32,0	1,7
1,5	1,90	0,075	56,0	2,9	112,0	5,8	166,0	8,6	120,0	6,2	46,0	2,4
2,0	**2,54**	**0,100**	72,0	3,7	166,0	8,6	215,0	11,2	143,0	7,4	58,0	3,0
3,0	3,81	0,150	105,0	5,5	220,0	11,4	309,0	16,1	184,0	9,6	75,0	3,9
3,5	4,44	0,175	113,0	5,9	251,0	13,0	352,0	18,3	210,0	10,9	80,0	4,2
4,0	**5,08**	**0,200**	138,0	7,2	274,0	14,2	402,0	20,9	225,0	11,7	91,0	4,7
6,0	7,62	0,300	185,0	9,6	355,0	18,4	601,0	31,2	270,0	14,0	122,0	6,3
8,0	10,16	0,400	212,0	11,0	436,0	22,7	681,0	35,4	358,0	18,6	139,0	7,2
10,0	12,70	0,500	297,0	15,4	490,0	25,5	760,0	39,5	425,0	22,1	166,0	8,6
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			5,3		12,3		15,9		10,6		4,3
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			6,8		13,5		19,8		11,1		4,5
CBR FINAL (%)			6,8		13,5		19,8		11,1		4,5	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

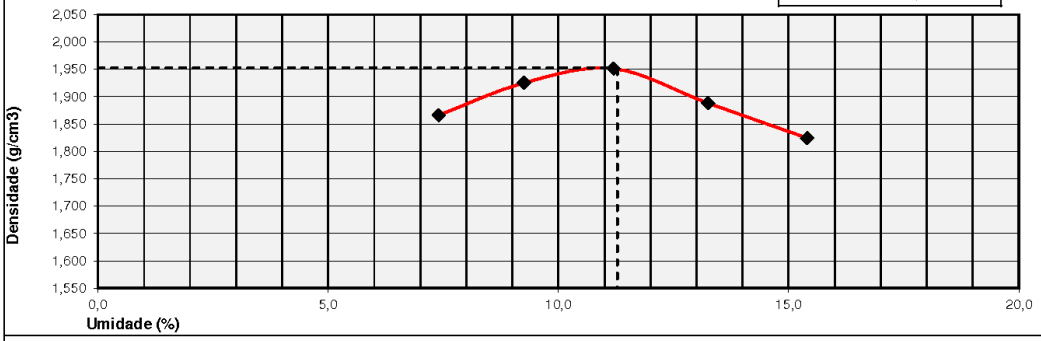
COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Furo: **ST-BSO2-02** Amostra: 1
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Código: 08408-09 Profundidade: 0,25 a 1,5 m
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Folha: 2 / 2
Material:

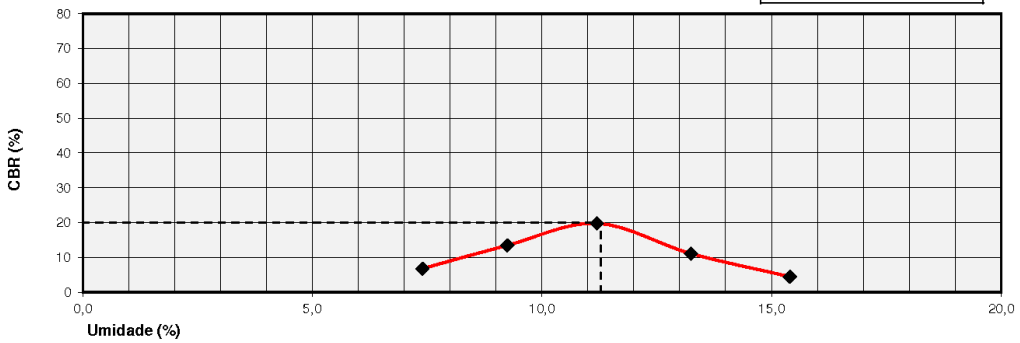
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **1,953** g/cm³
hot = **11,28** %



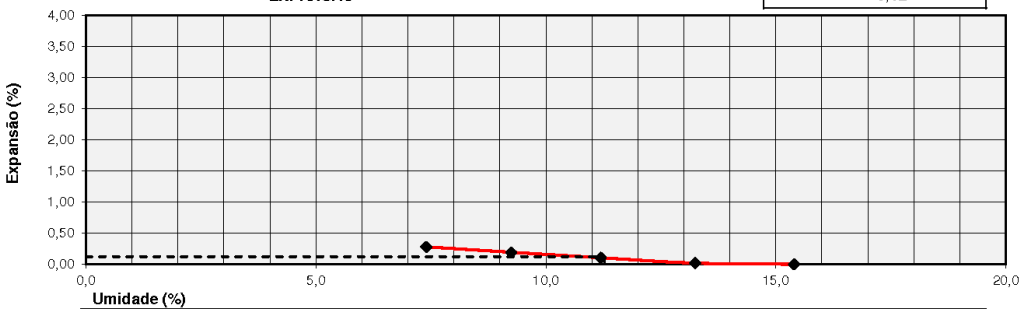
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **20,0** %



EXPANSÃO

EXP = **0,12** %



São Pedro, 17 julho, 2024 Laboratorista: Renan Guerra
Contrato nº: 15053-24 Verificação: Samuel Calura
Revisão: R0

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **ST-BSO2-02**
Código: 08408-09

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+30				500+40				500+50				500+60				500+70			
Molde			6				7				8				9				10			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	53,08	87,82			54,34	89,08			53,30	88,04			50,18	84,92			49,82	84,56		
Massa Úmida (g)	70,71	3	27,00	61,74	15,53	1521	22,84	57,58	11,68	1600	19,66	54,40	8,66	1664	18,94	53,68	5,82	1657	17,57	52,31	3,24	1672
Massa Seca (g)	68,84	6	22,66	57,40	11,19	1636	18,88	53,62	7,72	1719	15,97	50,71	4,97	1785	15,60	50,34	2,48	1767	14,78	49,52	0,45	1766
Umidade Higroscópica (%)	2,72%	10	19,61	54,35	8,14	1727	16,13	50,87	4,97	1812	13,46	48,20	2,46	1878	14,02	48,76	0,90	1824	14,49	49,23	0,16	1777
Fração Retida na # 2 mm		20	15,74	50,48	4,27	1860	13,08	47,82	1,92	1927	11,69	46,43	0,69	1949	13,28	48,02	0,16	1852	14,48	49,22	0,15	1777
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	13,84	48,58	2,37	1933	11,95	46,69	0,79	1974	11,26	46,00	0,26	1967	13,28	48,02	0,16	1852	14,42	49,16	0,09	1779
0,00	0,00	40	12,59	47,33	1,12	1984	11,42	46,16	0,26	1996	11,06	45,80	0,06	1976	13,28	48,02	0,16	1852	14,34	49,08	0,01	1782
Dados dos Equipamentos		60	11,64	46,38	0,17	2024	11,21	45,95	0,05	2006	11,05	45,79	0,05	1976	13,26	48,00	0,14	1853	14,33	49,07	0,00	1782
		80	11,47	46,21	0,00	2032	11,16	45,90	0,00	2008	11,00	45,74	0,00	1979	13,12	47,86	0,00	1859				
Molde: 50,00 mm	Área (cm²): 19,63	Soquete: Leve	100																			
Calibração do Extensômetro: Ha + Ac + La			120																			
15,28 + 50,00 = 65,28			140																			
Massa Compactada (g)			160																			
			180																			
200,00			200																			
			220																			
Determinação do Teor de Umidade			240																			
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		46,21				45,90				45,74				47,86				49,07			
Cápsula Nº			1282				140				410				6				409			
Massa Úmida+Cápsula (g)			73,78				92,96				70,25				96,64				84,59			
Massa Seca + Cápsula (g)			70,04				87,21				64,22				88,21				74,93			
Massa da Cápsula (g)			26,13				32,74				16,30				30,23				16,37			
Massa de Água (g)			3,74				5,75				6,03				8,43				9,66			
Massa do Solo Seco (g)			43,91				54,47				47,92				57,98				58,56			
Teor de Umidade (%)			**8,5**				**10,6**				**12,6**				**14,5**				**16,5**			

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

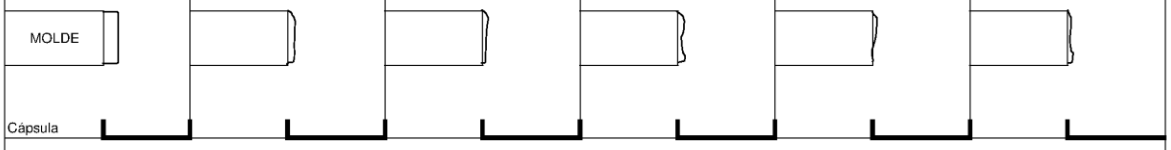
Furo: **ST-BSO2-02**
Código: 08408-09

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+30	500+40	500+50	500+60	500+70
Molde Nº	6	7	8	9	10
Umidade de Compactação (%)	8,5	10,6	12,6	14,5	16,5
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	184,30	180,90	177,65	174,61	171,68
Altura do C.P. (mm)	46,21	45,90	45,74	47,86	49,07

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	25	45	115	26	3
Massa Seca +Cápsula (g)	80,64	85,13	74,61	86,66	85,64
Massa da Cápsula (g)	52,85	54,90	48,16	55,25	57,81
Massa Desprendida (g)	27,79	30,23	26,45	31,41	27,83
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**69,7**	**76,7**	**68,1**	**86,1**	**79,5**

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5889 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

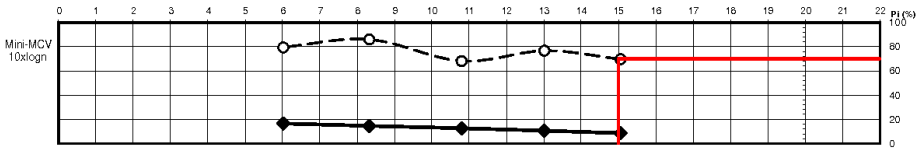
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **ST-BSO2-02**
Código: 08408-09

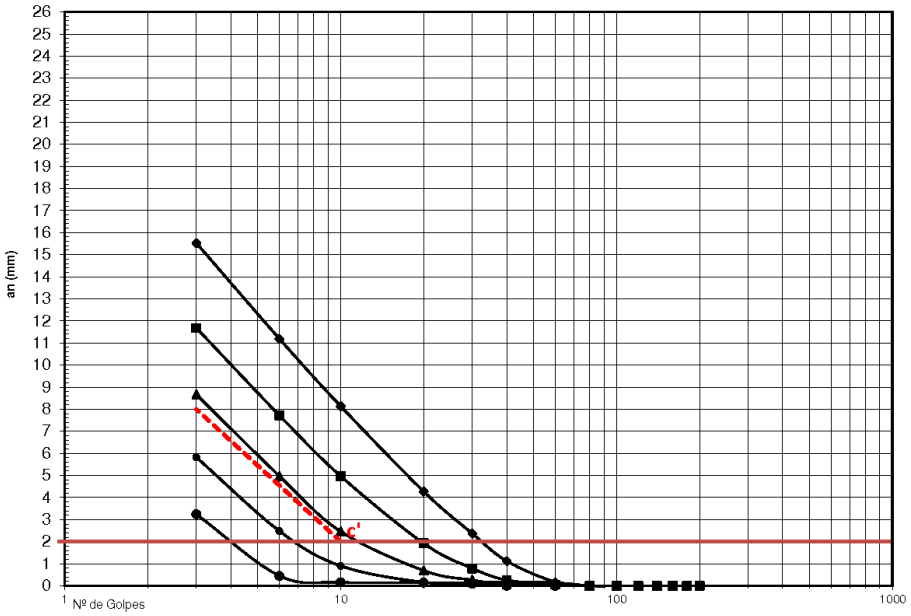
Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

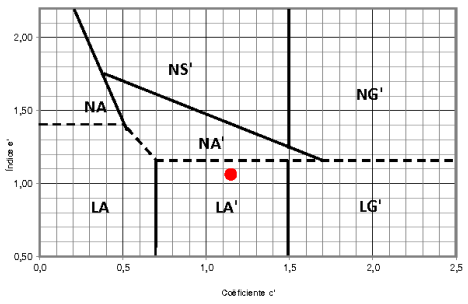


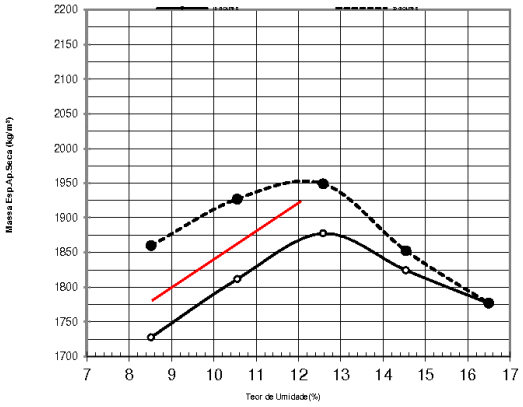
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
15,1	69,7	8,5
13,0	76,7	10,6
10,8	68,1	12,6
8,3	86,1	14,5
6,0	79,5	16,5

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	40,0
c' =	1,15
Pi =	70,0
e' =	1,06
Classif.=	**LA'**





São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-03** — Amostra: 1
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-010 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2
Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	780	774	760
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	128,54	80,86	74,80
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	126,63	79,93	73,88
PESO DA CÁPSULA (g)	28,13	30,09	25,12
PESO DA ÁGUA (g)	1,91	0,93	0,92
PESO DO SOLOS SECO (g)	98,50	49,84	48,76
TEOR DE UMIDADE (%)	1,94%	1,87%	1,89%
TEOR MÉDIO (%)	1,90%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	1849,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	1849,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	1814,57
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	1814,57

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	117,77

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11
Densidade dos Grãos: 2,531 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	1814,57	100,0%
38	1 1/2"	0,00	1814,57	100,0%
25	1"	0,00	1814,57	100,0%
19	3/4"	0,00	1814,57	100,0%
9,5	3/8"	0,00	1814,57	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	1814,57	100,0%
2	Nº 10	0,00	1814,57	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,04	117,73	99,97%	100,0%
0,6	Nº 30	0,25	117,52	99,79%	99,8%
0,42	Nº 40	0,97	116,80	99,18%	99,2%
0,25	Nº 60	14,45	103,32	87,73%	87,7%
0,15	Nº 100	44,13	73,64	62,53%	62,5%
0,075	Nº 200	87,21	30,56	25,95%	25,9%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	22,8	1,0220	-1,0046	0,0174	16,95	0,0750	24,4%
11/jul	1	22,8	1,0210	-1,0046	0,0164	17,14	0,0568	23,0%
11/jul	2	22,8	1,0190	-1,0046	0,0144	17,51	0,0406	20,2%
11/jul	4	22,8	1,0180	-1,0046	0,0134	17,70	0,0289	18,8%
11/jul	8	23,2	1,0170	-1,0045	0,0125	17,86	0,0204	17,5%
11/jul	15	23,7	1,0160	-1,0044	0,0116	18,02	0,0149	16,3%
11/jul	30	24,0	1,0140	-1,0043	0,0097	18,37	0,0106	13,7%
11/jul	60	24,3	1,0130	-1,0042	0,0088	18,54	0,0075	12,4%
11/jul	120	24,6	1,0120	-1,0041	0,0079	18,71	0,0053	11,1%
11/jul	240	24,8	1,0120	-1,0040	0,0080	18,70	0,0037	11,2%
11/jul	480	25,2	1,0110	-1,0039	0,0071	18,86	0,0026	10,0%
12/jul	1440	25,2	1,0100	-1,0039	0,0061	19,04	0,0015	8,6%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda
Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura
Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

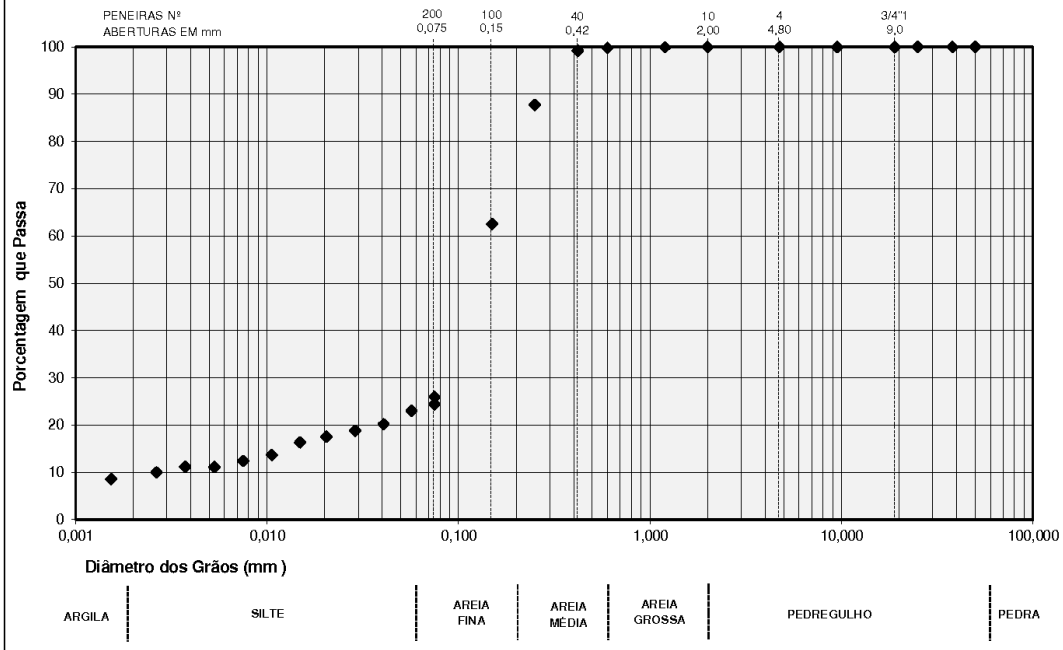
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-03** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-010 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
9%	14%	51%	26%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
36 -	766,36	21,3	802,00	58,88	23,24	2,529	**2,531**
36 -	766,33	21,3	802,02	58,88	23,19	2,533	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 21 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 12 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 9 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 26 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-03** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-010 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

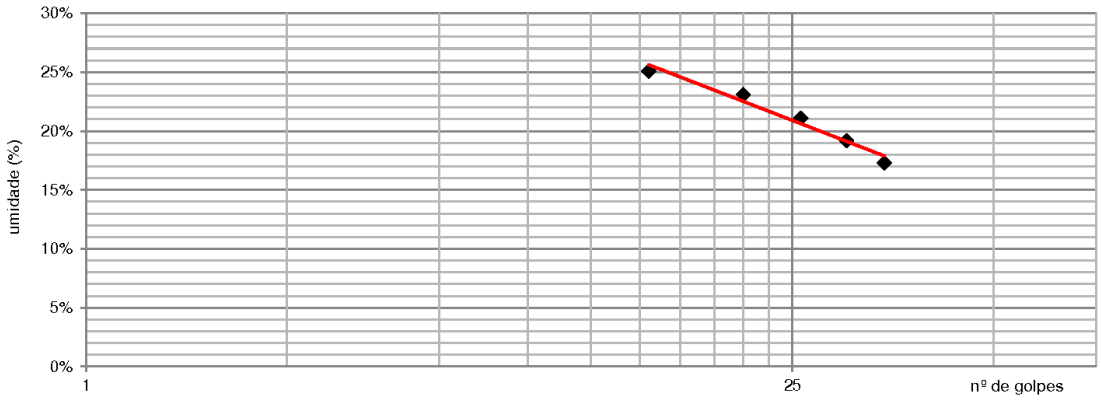
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	22	45	224	505	458
Nº DE GOLPES	38	32	26	20	13
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	21,74	19,48	20,90	21,55	23,09
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	20,35	17,9	19,27	19,73	20,89
PESO DA CÁPSULA (g)	12,29	9,69	11,53	11,84	12,11
PESO DA ÁGUA (g)	1,39	1,58	1,63	1,82	2,20
PESO DO SOLOS SECO (g)	8,06	8,21	7,74	7,89	8,78
TEOR DE UMIDADE (%)	17,30%	19,20%	21,10%	23,10%	25,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	441	447	147	203	53
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	14,88	12,45	14,26	13,90	15,67
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	14,68	12,3	14,04	13,73	15,46
PESO DA CÁPSULA (g)	13	11,04	12,24	12,35	13,71
PESO DA ÁGUA (g)	0,20	0,15	0,22	0,17	0,21
PESO DO SOLOS SECO (g)	1,68	1,26	1,8	1,38	1,75
TEOR DE UMIDADE (%)	11,90%	11,90%	12,10%	12,10%	11,80%
	11,90%	11,90%	12,10%	12,10%	11,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 21 %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 12 %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): 9 %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-03** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-010 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	1229		30		1070		1108		171	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8038,61		7669,28		9423,21		9658,23		9039,52	
PESO DO CILINDRO (g)	3946,00		3438,00		5059,20		5297,80		4820,50	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4092,61		4231,28		4364,01		4360,43		4219,02	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2106		2076		2072		2096		2072	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,943		2,038		2,106		2,081		2,036	
CAPSULA Nº	1218	270	125	751	1447	1393	1290	290	797	1609
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	70,72	81,70	75,89	90,45	81,59	98,12	85,52	96,88	89,35	103,03
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	66,99	76,92	71,09	84,13	75,49	90,15	77,82	87,23	80,09	91,39
PESO DA CÁPSULA (g)	26,84	25,67	28,22	28,16	28,94	30,23	27,19	24,31	26,57	24,75
PESO DA ÁGUA (g)	3,73	4,78	4,80	6,32	6,10	7,97	7,70	9,65	9,26	11,64
PESO DO SOLO SECO (g)	40,15	51,25	42,87	55,97	46,55	59,92	50,63	62,92	53,52	66,64
TEOR DE UMIDADE (%)	9,3	9,3	11,2	11,3	13,1	13,3	15,2	15,3	17,3	17,5
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	9,3		11,3		13,2		15,3		17,4	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,778		1,832		1,860		1,805		1,735	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			115,60		114,10		114,20		115,50		114,86	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,38	0,33	1,30	0,26	1,22	0,19	1,12	0,10	1,02	0,02
17/jul	07:00	48	1,41	0,35	1,31	0,27	1,23	0,20	1,13	0,11	1,03	0,03
18/jul	07:00	72	1,44	0,38	1,34	0,30	1,24	0,21	1,14	0,12	1,04	0,03
19/jul	07:00	96	1,46	0,40	1,36	0,32	1,26	0,23	1,16	0,14	1,06	0,05

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	11,0	0,6	28,0	1,5	46,0	2,4	27,0	1,4	11,0	0,6
1,0	1,27	0,050	15,0	0,8	40,0	2,1	57,0	3,0	38,0	2,0	15,0	0,8
1,5	1,90	0,075	21,0	1,1	52,0	2,7	90,0	4,7	55,0	2,9	21,0	1,1
2,0	**2,54**	**0,100**	26,0	1,4	76,0	3,9	116,0	6,0	65,0	3,4	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	37,0	1,9	106,0	5,5	151,0	7,8	91,0	4,7	34,0	1,8
3,5	4,44	0,175	40,0	2,1	120,0	6,2	172,0	8,9	104,0	5,4	37,0	1,9
4,0	**5,08**	**0,200**	49,0	2,5	136,0	7,1	185,0	9,6	118,0	6,1	43,0	2,2
6,0	7,62	0,300	64,0	3,3	176,0	9,1	275,0	14,3	141,0	7,3	56,0	2,9
8,0	10,16	0,400	73,0	3,8	215,0	11,2	311,0	16,2	186,0	9,7	64,0	3,3
10,0	12,70	0,500	102,0	5,3	242,0	12,6	348,0	18,1	220,0	11,4	75,0	3,9
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			1,9		5,6		8,6		4,8		1,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			2,4		6,7		9,1		5,8		2,1
CBR FINAL (%)				2,4		6,7		9,1		5,8		2,1

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-03** | Amostra: 1

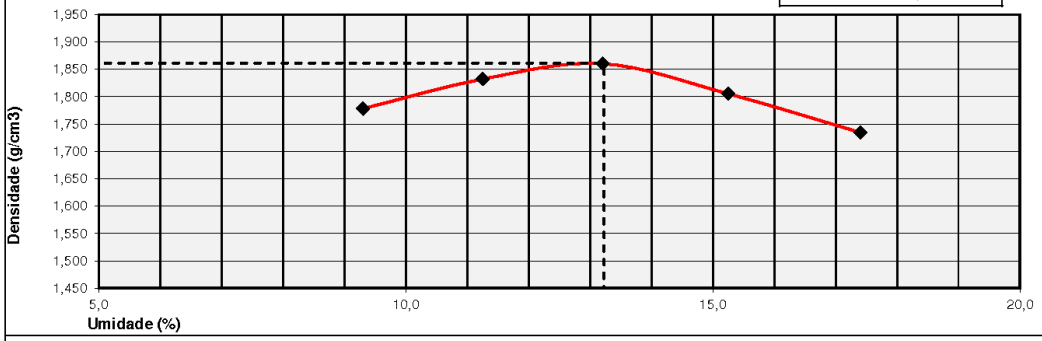
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-010 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

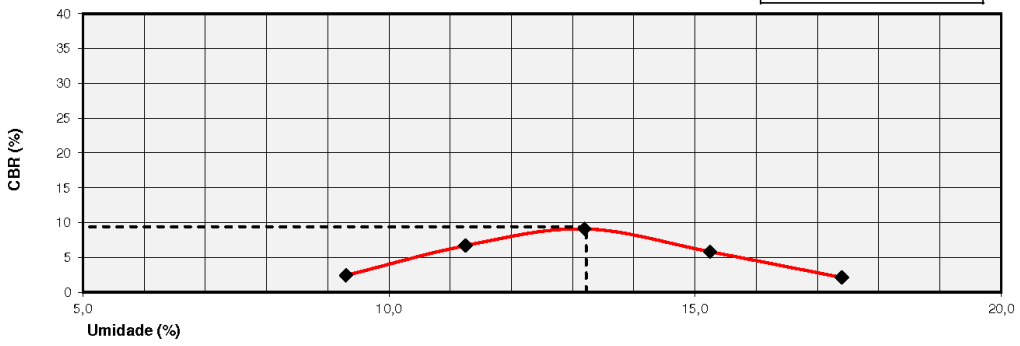
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,861** g/cm³
hot = **13,22** %



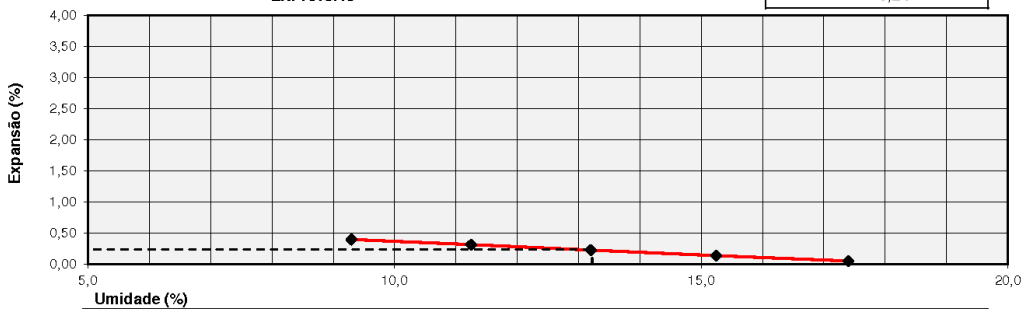
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **9,4** %



EXPANSÃO

EXP = **0,24** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-03** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-011 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	1173		1169		103		1184		1113	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	9419,10		9345,11		9323,71		9853,19		9484,09	
PESO DO CILINDRO (g)	5298,40		4941,60		4806,00		5363,20		5135,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4120,70		4403,51		4517,71		4489,99		4349,09	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2081		2103		2052		2083		2087	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,980		2,094		2,201		2,155		2,084	
CAPSULA Nº	888	1210	1083	1437	21	1320	385	1547	326	1217
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	77,97	92,92	84,27	103,92	86,94	107,07	86,60	111,83	99,38	114,99
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	74,16	88,25	79,24	97,58	80,49	98,95	78,41	101,89	89,59	103,05
PESO DA CÁPSULA (g)	23,97	26,96	26,33	31,57	23,90	28,99	17,74	28,93	26,03	26,37
PESO DA ÁGUA (g)	3,81	4,67	5,03	6,34	6,45	8,12	8,19	9,94	9,79	11,94
PESO DO SOLO SECO (g)	50,19	61,29	52,91	66,01	56,59	69,96	60,67	72,96	63,56	76,68
TEOR DE UMIDADE (%)	7,6	7,6	9,5	9,6	11,4	11,6	13,5	13,6	15,4	15,6
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	7,6		9,6		11,5		13,6		15,5	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,840		1,911		1,974		1,898		1,804	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			114,70		115,00		114,00		114,50		115,00	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,24	0,21	1,16	0,14	1,08	0,07	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,27	0,24	1,17	0,15	1,09	0,08	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,30	0,26	1,20	0,17	1,10	0,09	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,32	0,28	1,22	0,19	1,12	0,11	1,02	0,02	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	37,0	1,9	73,0	3,8	105,0	5,5	75,0	3,9	27,0	1,4
1,0	1,27	0,050	54,0	2,8	108,0	5,6	134,0	7,0	106,0	5,5	40,0	2,1
1,5	1,90	0,075	77,0	4,0	142,0	7,4	214,0	11,1	157,0	8,2	56,0	2,9
2,0	**2,54**	**0,100**	99,0	5,1	211,0	11,0	277,0	14,4	188,0	9,8	72,0	3,7
3,0	3,81	0,150	129,0	6,7	276,0	14,3	350,0	18,2	243,0	12,6	102,0	5,3
3,5	4,44	0,175	139,0	7,2	315,0	16,4	399,0	20,7	278,0	14,4	110,0	5,7
4,0	**5,08**	**0,200**	158,0	8,2	341,0	17,7	422,0	21,9	299,0	15,5	132,0	6,9
6,0	7,62	0,300	212,0	11,0	442,0	23,0	632,0	32,8	357,0	18,6	177,0	9,2
8,0	10,16	0,400	243,0	12,6	544,0	28,3	715,0	37,2	475,0	24,7	202,0	10,5
10,0	12,70	0,500	342,0	17,8	611,0	31,7	799,0	41,5	564,0	29,3	241,0	12,5
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			7,3		15,6		20,5		13,9		5,3
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			7,8		16,8		20,8		14,7		6,5
CBR FINAL (%)			7,8		16,8		20,8		14,7		6,5	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-03** | Amostra: 1

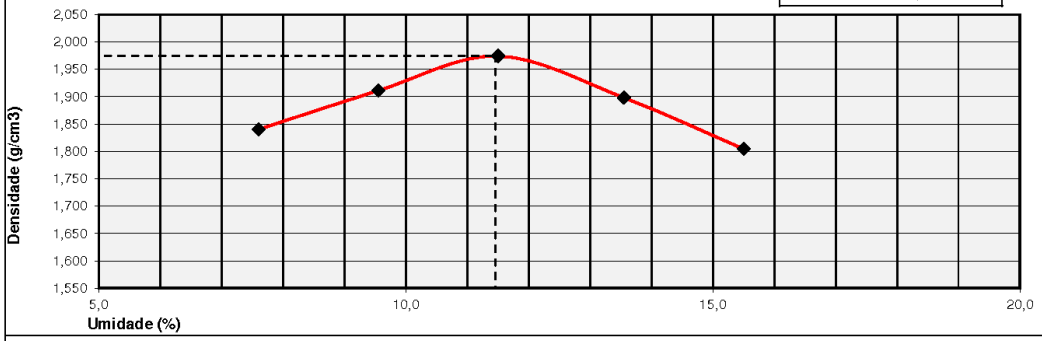
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-011 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

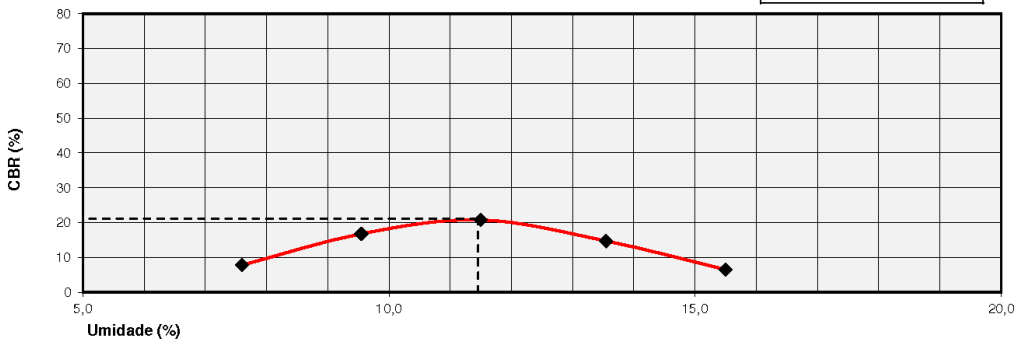
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **1,974** g/cm³
hot = **11,46** %



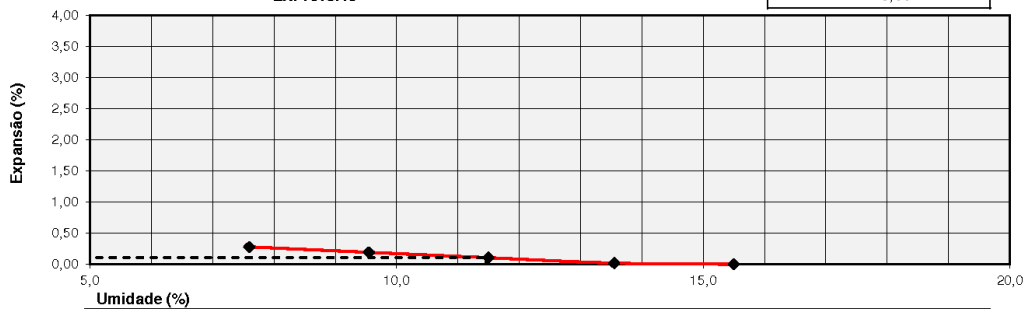
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **21,1** %



EXPANSÃO

EXP = **0,11** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado

Furo: **ST-BSO2-03** Amostra: 1
Código: 08408-011 Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+40				500+50				500+60				500+70				500+80			
Molde			1				2				3				4				5			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	55,78	89,92			52,05	86,19			53,13	87,27			50,85	84,99			48,33	82,47		
Massa Úmida (g)	51,39	3	26,16	60,30	15,82	1549	22,48	56,62	11,86	1621	19,98	54,12	8,47	1666	19,53	53,67	5,63	1650	18,84	52,98	2,94	1643
Massa Seca (g)	50,56	6	22,25	56,39	11,91	1657	18,84	52,98	8,22	1732	16,42	50,56	4,91	1783	16,22	50,36	2,32	1759	16,24	50,38	0,34	1728
Umidade Higroscópica (%)	1,64%	10	19,36	53,50	9,02	1746	16,26	50,40	5,64	1821	14,06	48,20	2,55	1870	14,61	48,75	0,71	1817	16,04	50,18	0,14	1735
Fração Retida na # 2 mm		20	15,56	49,70	5,22	1880	13,18	47,32	2,56	1939	12,26	46,40	0,75	1943	14,07	48,21	0,17	1837	16,00	50,14	0,10	1736
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	13,66	47,80	3,32	1954	11,81	45,95	1,19	1997	11,86	46,00	0,35	1960	14,04	48,18	0,14	1838	15,96	50,10	0,06	1737
0,00	0,00	40	12,53	46,67	2,19	2002	11,06	45,20	0,44	2030	11,53	45,67	0,02	1974	14,04	48,18	0,14	1838	15,94	50,08	0,04	1738
Dados dos Equipamentos		60	11,26	45,40	0,92	2058	10,65	44,79	0,03	2049	11,53	45,67	0,02	1974	13,99	48,13	0,09	1840	15,90	50,04	0,00	1739
		80	10,78	44,92	0,44	2080	10,62	44,76	0,00	2050	11,51	45,65	0,00	1975	13,90	48,04	0,00	1843				
Molde	Área (cm²)	Soquete	100	10,34	44,48	0,00	2100															
50,00 mm	19,63	Leve	120																			
Calibração do Extensômetro : Ka = Ac + La			140																			
15,86 + 50,00 = 65,86			160																			
Massa Compactada (g)			180																			
			200																			
200,00			220																			
Determinação do Teor de Umidade			240																			
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		44,48				44,76				45,65				48,04				50,04			
Cápsula Nº			41				354				102				384				271			
Massa Úmida+Cápsula (g)			83,74				83,65				71,89				92,60				75,72			
Massa Seca + Cápsula (g)			78,94				78,36				66,64				82,74				68,97			
Massa da Cápsula (g)			25,96				30,45				26,35				17,21				29,40			
Massa de Água (g)			4,80				5,29				5,25				9,86				6,75			
Massa do Solo Seco (g)			52,98				47,91				40,29				65,53				39,57			
Teor de Umidade (%)			**9,1**				**11,0**				**13,0**				**15,0**				**17,1**			

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

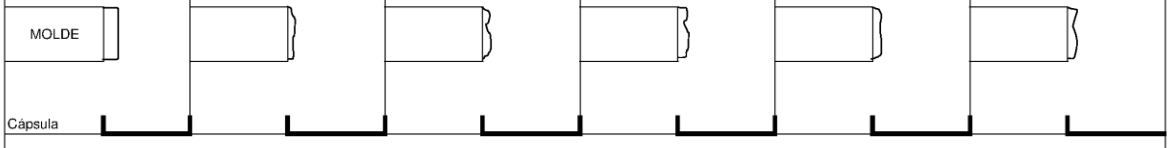
Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado

Furo: **ST-BSO2-03** Amostra: 1
Código: 08408-011 Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+40	500+50	500+60	500+70	500+80
Molde Nº	1	2	3	4	5
Umidade de Compactação (%)	9,1	11,0	13,0	15,0	17,1
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	183,39	180,11	176,94	173,84	170,85
Altura do C.P. (mm)	44,48	44,76	45,65	48,04	50,04

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	6	69	57	88	12
Massa Seca +Cápsula (g)	79,21	67,16	61,60	76,43	77,67
Massa da Cápsula (g)	55,40	46,33	48,45	59,26	59,92
Massa Desprendida (g)	23,81	20,83	13,15	17,17	17,75
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**57,8**	**51,8**	**33,9**	**47,4**	**52,0**

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

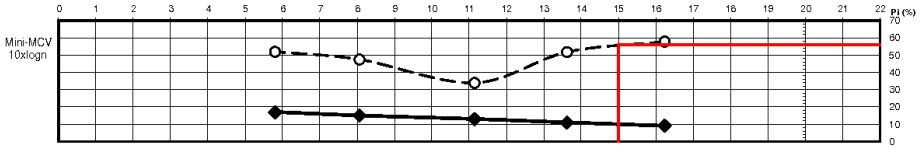
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado

Furo: **ST-BSO2-03**
Código: 08408-011

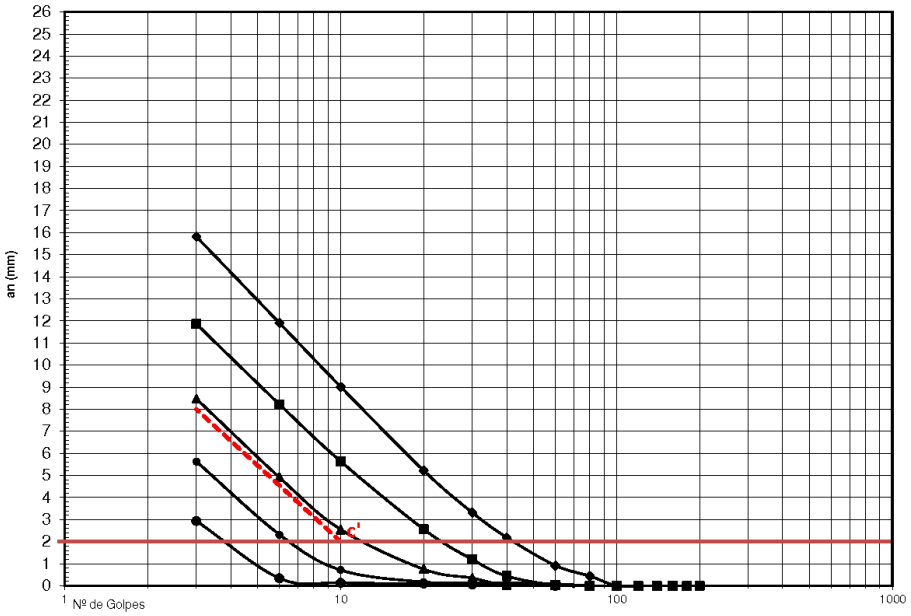
Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

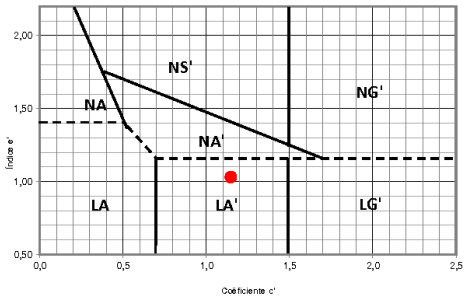


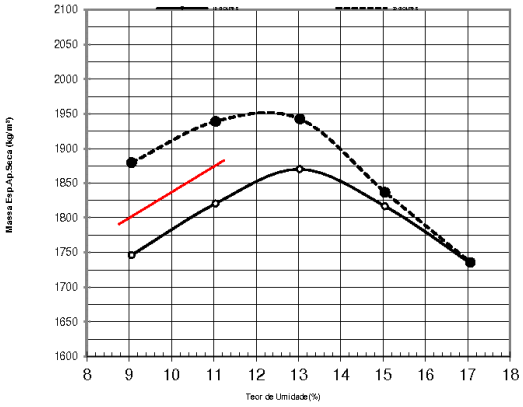
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
16,2	57,8	9,1
13,6	51,8	11,0
11,1	33,9	13,0
8,1	47,4	15,0
5,8	52,0	17,1

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	37,5
c' =	1,15
Pi =	56,0
e' =	1,03
Classif.=	**LA'**





São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3862-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-04** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-012 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	1227	133	330
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	104,14	92,66	93,29
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	101,91	90,75	91,46
PESO DA CÁPSULA (g)	30,15	30,21	24,34
PESO DA ÁGUA (g)	2,23	1,91	1,83
PESO DO SOLOS SECO (g)	71,76	60,54	67,12
TEOR DE UMIDADE (%)	3,11%	3,15%	2,73%
TEOR MÉDIO (%)	3,00%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	2356,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	2356,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	2287,46
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	2287,46

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	116,51

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11

Densidade dos Grãos: 2,797 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	2287,46	100,0%
38	1 1/2"	0,00	2287,46	100,0%
25	1"	0,00	2287,46	100,0%
19	3/4"	0,00	2287,46	100,0%
9,5	3/8"	0,00	2287,46	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	2287,46	100,0%
2	Nº 10	0,00	2287,46	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,04	116,47	99,97%	100,0%
0,6	Nº 30	0,31	116,20	99,73%	99,7%
0,42	Nº 40	1,10	115,41	99,06%	99,1%
0,25	Nº 60	16,36	100,15	85,96%	86,0%
0,15	Nº 100	45,03	71,48	61,35%	61,4%
0,075	Nº 200	85,64	30,87	26,49%	26,5%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	21,7	1,0220	-1,0049	0,0171	17,01	0,0749	22,8%
11/jul	1	21,7	1,0200	-1,0049	0,0151	17,38	0,0535	20,1%
11/jul	2	21,7	1,0190	-1,0049	0,0141	17,57	0,0381	18,8%
11/jul	4	21,7	1,0180	-1,0049	0,0131	17,75	0,0270	17,5%
11/jul	8	21,7	1,0150	-1,0049	0,0101	18,31	0,0194	13,5%
11/jul	15	21,7	1,0130	-1,0049	0,0081	18,68	0,0143	10,8%
11/jul	30	21,8	1,0120	-1,0049	0,0071	18,86	0,0102	9,5%
11/jul	60	21,8	1,0100	-1,0049	0,0051	19,23	0,0073	6,8%
11/jul	120	21,9	1,0090	-1,0049	0,0041	19,41	0,0052	5,5%
11/jul	240	21,9	1,0080	-1,0049	0,0031	19,60	0,0037	4,2%
11/jul	480	22,0	1,0070	-1,0048	0,0022	19,78	0,0026	2,9%
12/jul	1440	22,0	1,0060	-1,0048	0,0012	19,96	0,0015	1,5%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

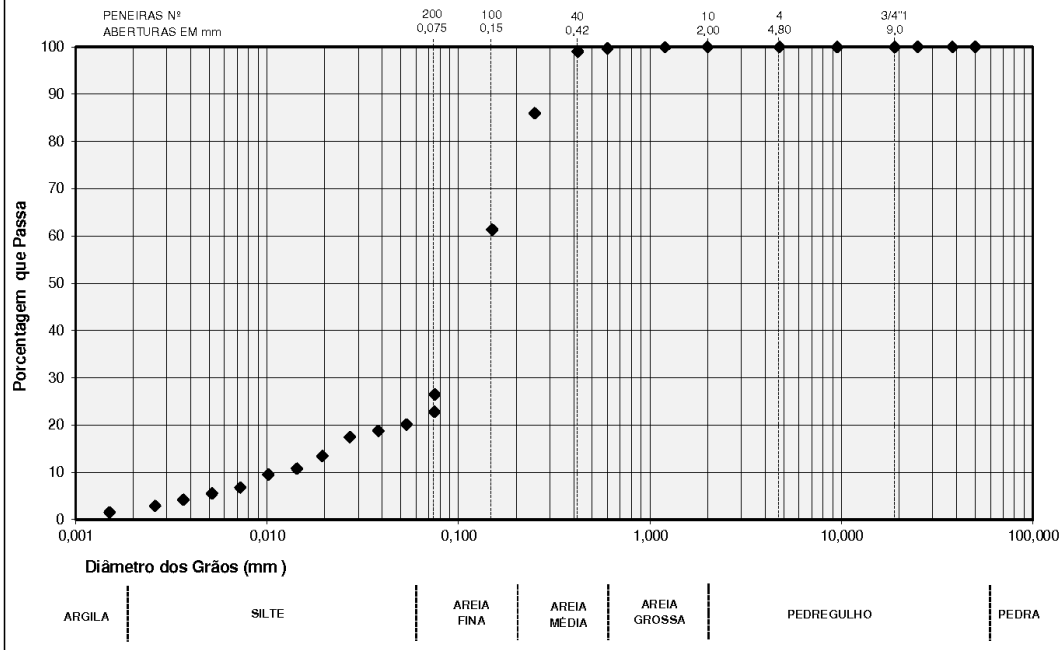
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-04** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-012 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
2%	19%	51%	27%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
30 -	652,14	20,5	689,60	58,25	20,80	2,796	2,797
30 -	652,14	20,5	689,62	58,25	20,78	2,798	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = NL %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = NP %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = NP %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 26 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-04** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-012 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

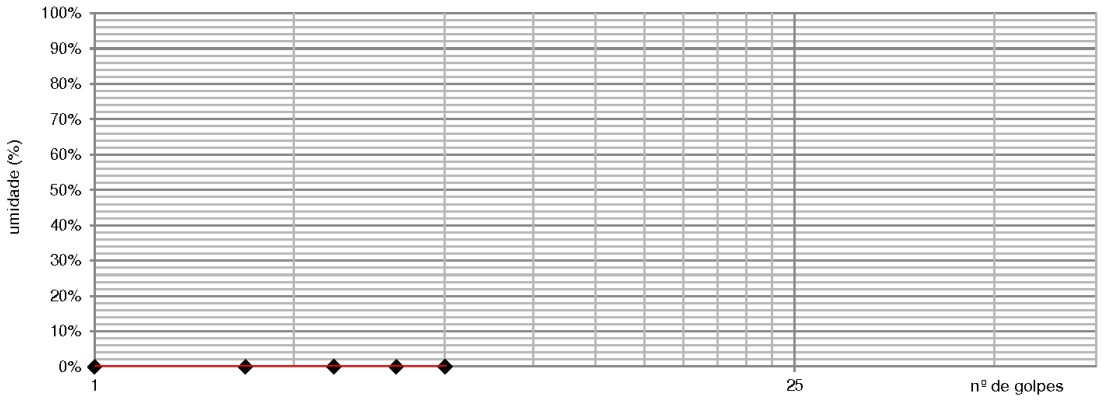
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº					
Nº DE GOLPES					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): NL %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): NP %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): NP %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-04** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-012 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	1230		613		98		1215		1214	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	7610,62		8946,93		9085,04		7728,38		7808,51	
PESO DO CILINDRO (g)	3598,00		4771,60		4942,00		3376,00		3574,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4012,62		4175,33		4143,04		4352,38		4234,51	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2092		2060		1974		2095		2095	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,918		2,027		2,099		2,078		2,021	
CAPSULA Nº	1197	698	19	651	1193	1173	1815	923	884	176
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	70,39	81,52	73,59	85,04	79,92	91,57	84,66	96,80	89,39	107,31
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	66,94	77,24	69,05	79,23	74,10	84,17	77,27	87,77	80,56	96,47
PESO DA CÁPSULA (g)	26,79	27,62	26,18	24,89	27,55	25,88	26,64	26,48	27,04	31,46
PESO DA ÁGUA (g)	3,45	4,28	4,54	5,81	5,82	7,40	7,39	9,03	8,83	10,84
PESO DO SOLO SECO (g)	40,15	49,62	42,87	54,34	46,55	58,29	50,63	61,29	53,52	65,01
TEOR DE UMIDADE (%)	8,6	8,6	10,6	10,7	12,5	12,7	14,6	14,7	16,5	16,7
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	8,6		10,7		12,6		14,7		16,6	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,766		1,832		1,864		1,812		1,734	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			115,30		113,50		110,50		115,90		115,30	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,21	0,18	1,13	0,11	1,05	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,24	0,21	1,14	0,12	1,06	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,27	0,23	1,17	0,15	1,07	0,06	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,29	0,25	1,19	0,17	1,09	0,08	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO — Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm — área = 19,24 cm²

TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	16,0	0,8	35,0	1,8	47,0	2,4	33,0	1,7	11,0	0,6
1,0	1,27	0,050	22,0	1,1	50,0	2,6	59,0	3,1	46,0	2,4	15,0	0,8
1,5	1,90	0,075	31,0	1,6	65,0	3,4	94,0	4,9	67,0	3,5	21,0	1,1
2,0	**2,54**	**0,100**	39,0	2,0	96,0	5,0	120,0	6,2	80,0	4,2	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	61,0	3,2	126,0	6,5	160,0	8,3	109,0	5,7	34,0	1,8
3,5	4,44	0,175	66,0	3,4	144,0	7,5	182,0	9,5	124,0	6,4	37,0	1,9
4,0	**5,08**	**0,200**	83,0	4,3	156,0	8,1	199,0	10,3	138,0	7,2	43,0	2,2
6,0	7,62	0,300	111,0	5,8	202,0	10,5	297,0	15,4	165,0	8,6	56,0	2,9
8,0	10,16	0,400	127,0	6,6	248,0	12,9	336,0	17,5	219,0	11,4	64,0	3,3
10,0	12,70	0,500	177,0	9,2	278,0	14,4	375,0	19,5	259,0	13,5	75,0	3,9
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			2,9		7,1		8,9		5,9		1,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			4,1		7,7		9,8		6,8		2,1
CBR FINAL (%)			4,1		7,7		9,8		6,8		2,1	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-04** | Amostra: 1

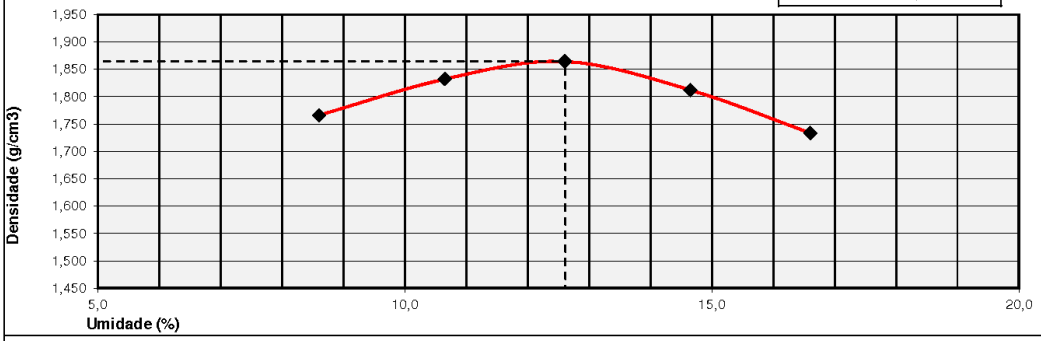
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-012 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

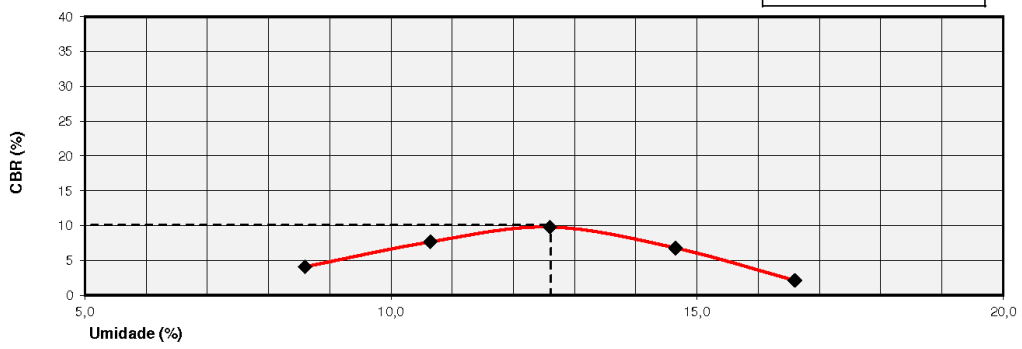
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,865** g/cm³
hot = **12,61** %



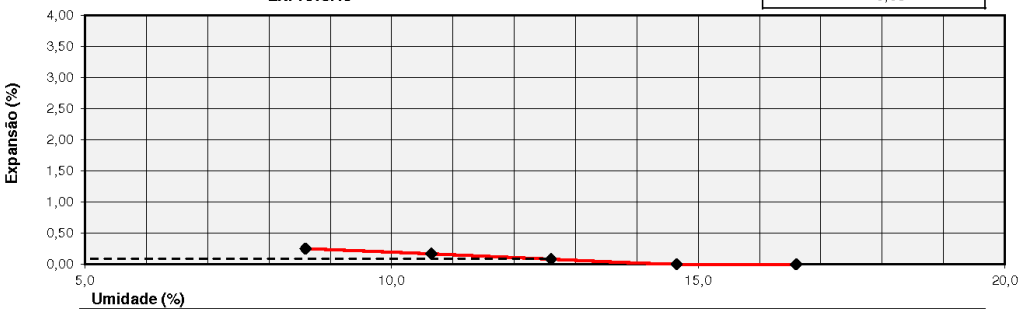
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **10,1** %



EXPANSÃO

EXP = **0,09** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **ST-BSO2-04** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-013 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	604	603	1041	191	1162
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	9024,65	9397,46	10084,26	9459,85	9619,33
PESO DO CILINDRO (g)	4831,40	4986,60	5462,00	4915,20	5244,00
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4193,25	4410,86	4622,26	4544,65	4375,33
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2087	2066	2083	2076	2079
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	2,009	2,135	2,219	2,189	2,104
CAPSULA Nº	719	217	1553	65	1001	159	68	1346	1055	179
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	78,08	90,32	83,90	100,18	87,80	102,06	85,38	111,27	100,23	114,23
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	74,74	86,26	79,31	94,43	81,87	94,64	77,74	102,05	90,89	102,89
PESO DA CÁPSULA (g)	24,12	24,90	25,97	28,35	24,85	24,61	16,64	29,02	26,90	26,14
PESO DA ÁGUA (g)	3,34	4,06	4,59	5,75	5,93	7,42	7,64	9,22	9,34	11,34
PESO DO SOLO SECO (g)	50,62	61,36	53,34	66,08	57,02	70,03	61,10	73,03	63,99	76,75
TEOR DE UMIDADE (%)	6,6	6,6	8,6	8,7	10,4	10,6	12,5	12,6	14,6	14,8
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	6,6	8,7	10,5	12,6	14,7
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,885	1,965	2,008	1,945	1,834

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			114,70		114,00		114,80		114,10		114,90	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,15	0,13	1,07	0,06	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,18	0,16	1,08	0,07	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,21	0,18	1,11	0,10	1,01	0,01	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,23	0,20	1,13	0,11	1,03	0,03	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	30,0	1,6	52,0	2,7	82,0	4,3	49,0	2,5	21,0	1,1
1,0	1,27	0,050	44,0	2,3	76,0	3,9	105,0	5,5	69,0	3,6	30,0	1,6
1,5	1,90	0,075	62,0	3,2	100,0	5,2	166,0	8,6	101,0	5,2	41,0	2,1
2,0	**2,54**	**0,100**	80,0	4,2	147,0	7,6	215,0	11,2	120,0	6,2	53,0	2,8
3,0	3,81	0,150	109,0	5,7	197,0	10,2	305,0	15,8	163,0	8,5	68,0	3,5
3,5	4,44	0,175	117,0	6,1	224,0	11,6	348,0	18,1	185,0	9,6	73,0	3,8
4,0	**5,08**	**0,200**	138,0	7,2	246,0	12,8	394,0	20,5	205,0	10,7	83,0	4,3
6,0	7,62	0,300	185,0	9,6	318,0	16,5	589,0	30,6	245,0	12,7	111,0	5,8
8,0	10,16	0,400	212,0	11,0	391,0	20,3	667,0	34,7	326,0	16,9	127,0	6,6
10,0	12,70	0,500	297,0	15,4	439,0	22,8	745,0	38,7	386,0	20,1	151,0	7,8
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			5,9		10,9		15,9		8,9		3,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			6,8		12,1		19,4		10,1		4,1
CBR FINAL (%)			6,8		12,1		19,4		10,1		4,1	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **ST-BSO2-04** | Amostra: 1

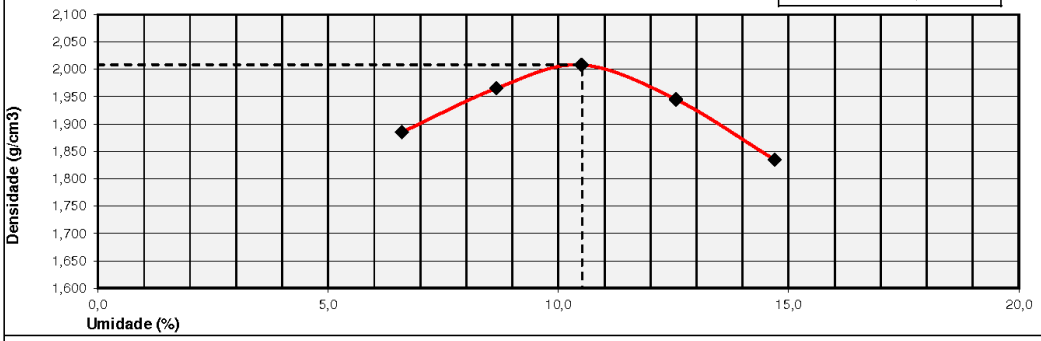
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-013 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

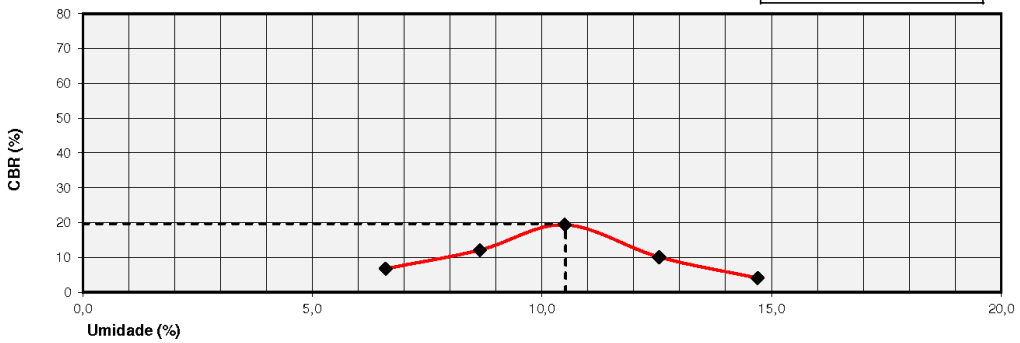
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **2,008** g/cm³
hot = **10,52** %



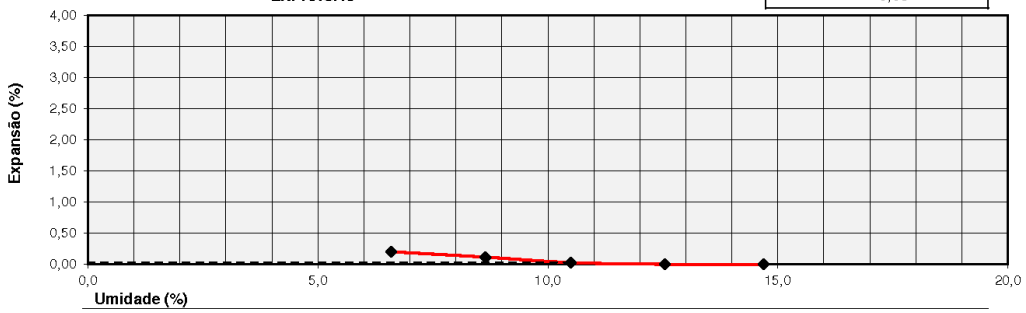
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **19,7** %



EXPANSÃO

EXP = **0,03** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-03 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-153 - km 028,000
Material: Areia (Fina A Média) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhada

Furo: **ST-BSO2-04**
Código: 08408-013

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 2,00 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+25				500+35				500+45				500+55				500+65			
Molde			16				17				18				19				20			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		Nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	54,00	88,38			55,03	89,41			51,87	86,25			51,16	85,54			45,61	79,99		
Massa Úmida (g)	57,21	3	25,19	59,57	10,03	1582	21,37	55,75	7,61	1659	18,23	52,61	5,55	1727	18,55	52,93	3,98	1686	18,44	52,82	2,52	1661
Massa Seca (g)	55,47	6	22,84	57,22	7,68	1647	19,19	53,57	5,43	1727	16,34	50,72	3,66	1791	16,46	50,84	1,89	1755	16,56	50,94	0,64	1722
Umidade Higroscópica (%)	3,14%	10	20,97	55,35	5,81	1702	17,62	52,00	3,86	1779	14,89	49,27	2,21	1844	15,51	49,89	0,94	1789	16,08	50,46	0,16	1739
Fração Retida na # 2 mm		20	19,16	53,54	4,00	1760	15,88	50,26	2,12	1841	13,26	47,64	0,58	1907	14,77	49,15	0,20	1816	16,05	50,43	0,13	1740
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	18,21	52,59	3,05	1792	15,04	49,42	1,28	1872	12,85	47,23	0,17	1923	14,69	49,07	0,12	1819	15,97	50,35	0,05	1743
0,00	0,00	40	17,52	51,90	2,36	1815	14,51	48,89	0,75	1892	12,81	47,19	0,13	1925	14,63	49,01	0,06	1821	15,92	50,30	0,00	1744
Dados dos Equipamentos		60	16,46	50,84	1,30	1853	14,01	48,39	0,25	1912	12,80	47,18	0,12	1925	14,60	48,98	0,03	1822				
		80	15,88	50,26	0,72	1875	13,76	48,14	0,00	1922	12,68	47,06	0,00	1930	14,57	48,95	0,00	1823				
Molde	Área (cm²)	Soquete	100	15,26	49,64	0,10	1898															
50,00 mm	19,83	Leve	120	15,16	49,54	0,00	1902															
Calibração do Extensômetro : Ha = Ac + Le			140																			
15,82 + 50,00 = 65,82			160																			
Massa Compactada (g)			180																			
			200																			
200,00			220																			
Determinação do Teor de Umidade			240																			
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		49,54				48,14				47,06				48,95				50,30			
Cápsula Nº			471				128				133				65				1064			
Massa Úmida+Cápsula (g)			90,56				93,20				87,92				83,90				88,00			
Massa Seca + Cápsula (g)			86,26				87,24				81,64				76,74				79,27			
Massa da Cápsula (g)			33,40				28,46				29,98				26,20				25,12			
Massa de Água (g)			4,30				5,96				6,28				7,16				8,73			
Massa do Solo Seco (g)			52,86				58,78				51,66				50,54				54,15			
Teor de Umidade (%)			**8,1**				**10,1**				**12,2**				**14,2**				**16,1**			

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-03 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-153 - km 028,000
Material: Areia (Fina A Média) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhada

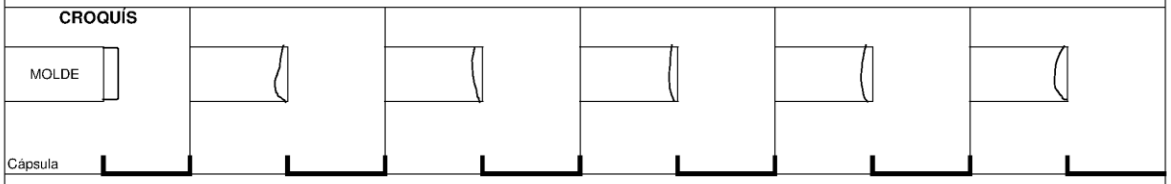
Furo: **ST-BSO2-04**
Código: 08408-013

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 2,00 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+25	500+35	500+45	500+55	500+65
Molde Nº	16	17	18	19	20
Umidade de Compactação (%)	8,1	10,1	12,2	14,2	16,1
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	184,95	181,59	178,32	175,18	172,23
Altura do C.P. (mm)	49,54	48,14	47,06	48,95	50,30

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	106	15	150	34	2
Massa Seca +Cápsula (g)	100,41	102,64	86,97	99,94	106,12
Massa da Cápsula (g)	50,83	57,30	43,96	55,93	59,14
Massa Desprendida (g)	49,58	45,34	43,01	44,01	46,98
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**132,8**	**120,2**	**113,5**	**123,0**	**137,2**

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5889 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

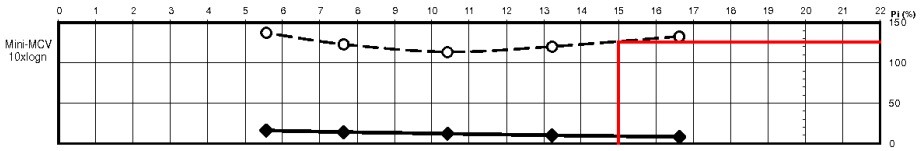
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-03 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-153 - km 028,000
Material: Areia (Fina A Média) Argilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhada

Furo: **ST-BSO2-04**
Código: 08408-013

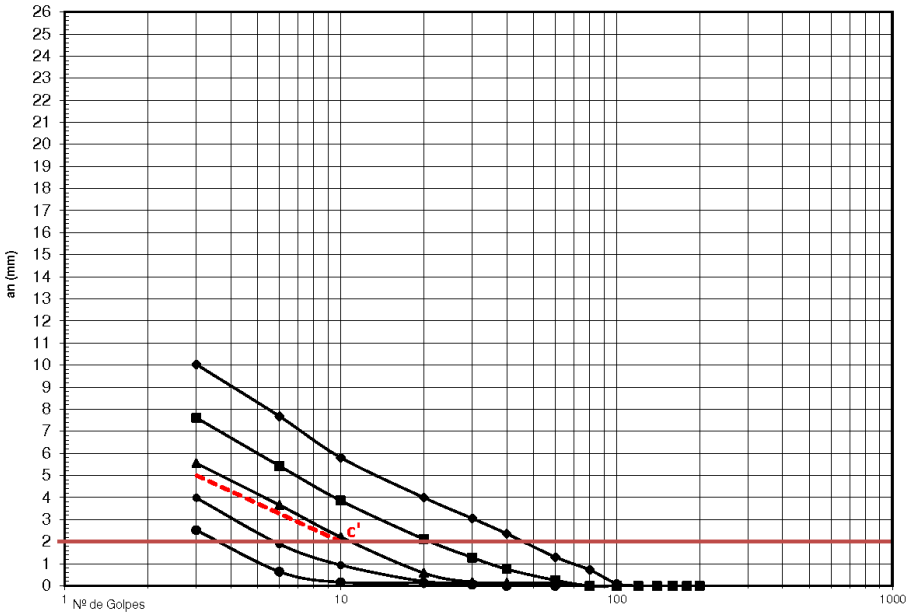
Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 2,00 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

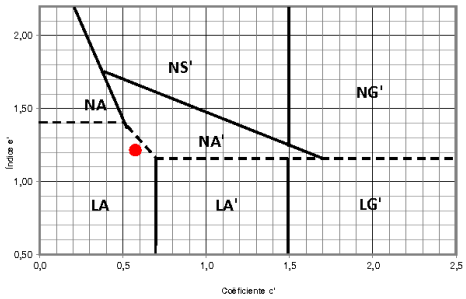


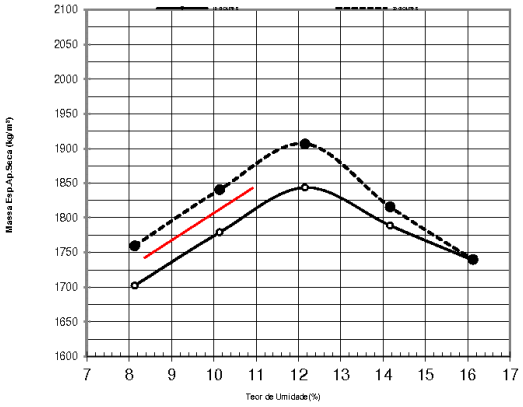
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
16,6	132,8	8,1
13,2	120,2	10,1
10,4	113,5	12,2
7,6	123,0	14,2
5,6	137,2	16,1

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	37,5
c' =	0,57
Pi =	126,0
e' =	1,21
Classif.=	**LA**





São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-01** — Amostra: 1
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-01 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2
Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	1096	683	112
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	80,38	96,68	91,31
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	78,38	93,93	88,73
PESO DA CÁPSULA (g)	30,73	28,03	27,56
PESO DA ÁGUA (g)	2,00	2,75	2,58
PESO DO SOLOS SECO (g)	47,65	65,90	61,17
TEOR DE UMIDADE (%)	4,20%	4,17%	4,22%
TEOR MÉDIO (%)	4,20%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	2225,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	2225,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	2135,40
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	2135,40

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	115,17

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11
Densidade dos Grãos: 2,622 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	2135,40	100,0%
38	1 1/2"	0,00	2135,40	100,0%
25	1"	0,00	2135,40	100,0%
19	3/4"	0,00	2135,40	100,0%
9,5	3/8"	0,00	2135,40	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	2135,40	100,0%
2	Nº 10	0,00	2135,40	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,02	115,15	99,98%	100,0%
0,6	Nº 30	0,36	114,81	99,69%	99,7%
0,42	Nº 40	1,23	113,94	98,93%	98,9%
0,25	Nº 60	16,74	98,43	85,46%	85,5%
0,15	Nº 100	48,13	67,04	58,21%	58,2%
0,075	Nº 200	84,47	30,70	26,65%	26,7%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	23,4	1,0220	-1,0044	0,0176	16,92	0,0750	24,6%
11/jul	1	23,4	1,0200	-1,0044	0,0156	17,29	0,0550	21,8%
11/jul	2	23,4	1,0180	-1,0044	0,0136	17,66	0,0393	19,0%
11/jul	4	23,4	1,0160	-1,0044	0,0116	18,03	0,0281	16,2%
11/jul	8	23,7	1,0140	-1,0044	0,0096	18,39	0,0200	13,5%
11/jul	15	24,0	1,0140	-1,0043	0,0097	18,37	0,0145	13,7%
11/jul	30	24,3	1,0140	-1,0042	0,0098	18,35	0,0102	13,8%
11/jul	60	24,5	1,0130	-1,0041	0,0089	18,53	0,0073	12,5%
11/jul	120	24,7	1,0130	-1,0041	0,0089	18,52	0,0051	12,6%
11/jul	240	24,9	1,0130	-1,0040	0,0090	18,51	0,0036	12,6%
11/jul	480	25,2	1,0130	-1,0039	0,0091	18,49	0,0025	12,8%
12/jul	1440	25,2	1,0120	-1,0039	0,0081	18,67	0,0015	11,4%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda
Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura
Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

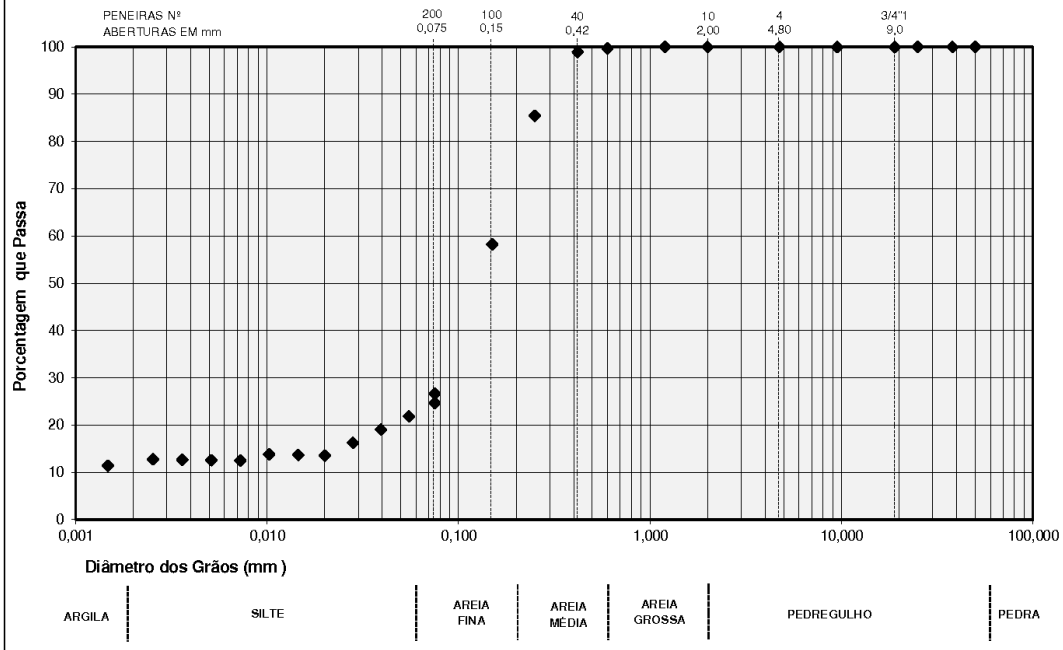
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **PI-BSO2-01** | Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-01 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
12%	10%	48%	29%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
36 -	766,36	21,3	802,00	57,58	21,94	2,619	2,622
36 -	766,33	21,3	802,02	57,58	21,90	2,624	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 23 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 13 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 10 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 27 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-01 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

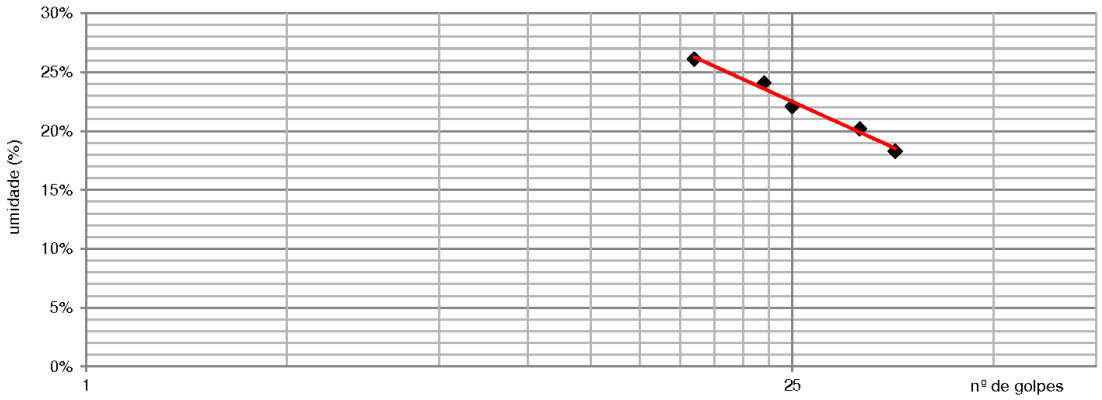
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	487	34	451	407	236
Nº DE GOLPES	40	34	25	22	16
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	22,18	21,21	22,57	22,58	23,97
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	20,6	19,44	20,74	20,54	21,53
PESO DA CÁPSULA (g)	11,98	10,67	12,44	12,09	12,19
PESO DA ÁGUA (g)	1,58	1,77	1,83	2,04	2,44
PESO DO SOLOS SECO (g)	8,62	8,77	8,3	8,45	9,34
TEOR DE UMIDADE (%)	18,30%	20,20%	22,10%	24,10%	26,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	539	324	214	454	44
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	14,31	14,54	14,12	14,20	13,91
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	14,04	14,32	13,83	13,96	13,63
PESO DA CÁPSULA (g)	11,93	12,63	11,6	12,15	11,45
PESO DA ÁGUA (g)	0,27	0,22	0,29	0,24	0,28
PESO DO SOLOS SECO (g)	2,11	1,69	2,23	1,81	2,18
TEOR DE UMIDADE (%)	12,90%	12,90%	13,10%	13,10%	12,80%
	12,90%	12,90%	13,10%	13,10%	12,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 23 %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 13 %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): 10 %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-01 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	1076		1102		1024		120		117	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	9171,46		9438,36		9755,71		9120,46		8833,93	
PESO DO CILINDRO (g)	5260,20		5312,00		5447,60		4924,00		4840,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	3911,26		4126,36		4308,11		4196,46		3993,93	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2068		2069		2078		2055		2012	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,892		1,995		2,073		2,042		1,985	
CAPSULA Nº	746	1439	519	785	563	49	1029	1311	75	1207
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	70,65	84,00	79,70	91,41	85,91	93,99	85,85	99,89	93,47	102,58
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	66,80	79,23	74,77	85,11	79,58	85,95	78,00	90,31	84,05	91,03
PESO DA CÁPSULA (g)	26,65	29,61	31,90	30,77	33,03	27,66	27,37	29,02	30,53	26,02
PESO DA ÁGUA (g)	3,85	4,77	4,93	6,30	6,33	8,04	7,85	9,58	9,42	11,55
PESO DO SOLO SECO (g)	40,15	49,62	42,87	54,34	46,55	58,29	50,63	61,29	53,52	65,01
TEOR DE UMIDADE (%)	9,6	9,6	11,5	11,6	13,6	13,8	15,5	15,6	17,6	17,8
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	9,6		11,6		13,7		15,6		17,7	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,726		1,788		1,823		1,767		1,687	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):

DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	115,00 Leitura (mm)	115,00 Expansão (%)	114,00 Leitura (mm)	114,00 Expansão (%)	114,50 Leitura (mm)	114,50 Expansão (%)	113,40 Leitura (mm)	113,40 Expansão (%)	112,50 Leitura (mm)	112,50 Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,51	0,44	1,43	0,38	1,35	0,31	1,25	0,22	1,15	0,13
17/jul	07:00	48	1,54	0,47	1,44	0,39	1,36	0,31	1,26	0,23	1,16	0,14
18/jul	07:00	72	1,57	0,50	1,47	0,41	1,37	0,32	1,27	0,24	1,17	0,15
19/jul	07:00	96	1,59	0,51	1,49	0,43	1,39	0,34	1,29	0,26	1,19	0,17

PENETRAÇÃO — Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm — área = 19,24 cm²

TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	115,00 Carga (kgf)	115,00 Pressão (kgf/cm²)	114,00 Carga (kgf)	114,00 Pressão (kgf/cm²)	114,50 Carga (kgf)	114,50 Pressão (kgf/cm²)	113,40 Carga (kgf)	113,40 Pressão (kgf/cm²)	112,50 Carga (kgf)	112,50 Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	11,0	0,6	29,0	1,5	47,0	2,4	27,0	1,4	10,0	0,5
1,0	1,27	0,050	15,0	0,8	42,0	2,2	59,0	3,1	38,0	2,0	13,0	0,7
1,5	1,90	0,075	21,0	1,1	55,0	2,9	92,0	4,8	55,0	2,9	16,0	0,8
2,0	**2,54**	**0,100**	26,0	1,4	80,0	4,2	119,0	6,2	65,0	3,4	20,0	1,0
3,0	3,81	0,150	34,0	1,8	106,0	5,5	151,0	7,8	87,0	4,5	26,0	1,4
3,5	4,44	0,175	37,0	1,9	120,0	6,2	172,0	8,9	99,0	5,1	28,0	1,5
4,0	**5,08**	**0,200**	43,0	2,2	132,0	6,9	183,0	9,5	110,0	5,7	32,0	1,7
6,0	7,62	0,300	56,0	2,9	170,0	8,8	272,0	14,1	131,0	6,8	42,0	2,2
8,0	10,16	0,400	64,0	3,3	209,0	10,9	308,0	16,0	173,0	9,0	48,0	2,5
10,0	12,70	0,500	88,0	4,6	234,0	12,2	344,0	17,9	205,0	10,7	57,0	3,0

INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	115,00 Pressão Corrigida	115,00 CBR (%)	114,00 Pressão Corrigida	114,00 CBR (%)	114,50 Pressão Corrigida	114,50 CBR (%)	113,40 Pressão Corrigida	113,40 CBR (%)	112,50 Pressão Corrigida	112,50 CBR (%)
CBR 0,1" 70,36 kgf/cm²		1,9		5,9		8,8		4,8		1,5
CBR 0,2" 105,54 kgf/cm²		2,1		6,5		9,0		5,4		1,6
CBR FINAL (%)		2,1		6,5		9,0		5,4		1,6

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **PI-BSO2-01** | Amostra: 1

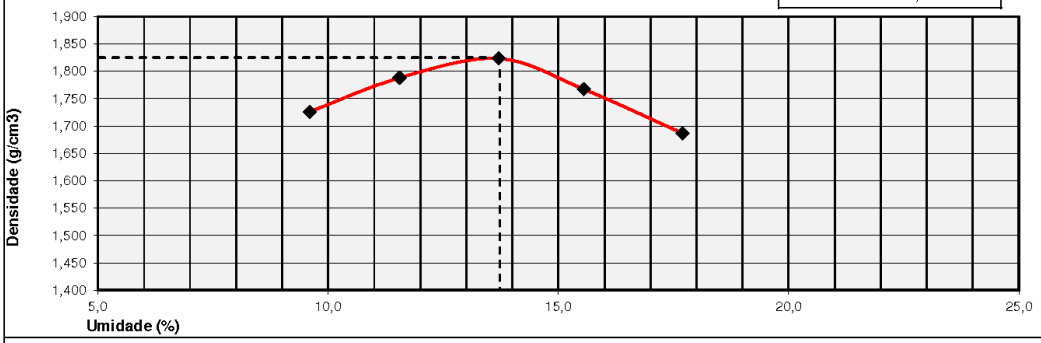
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-01 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

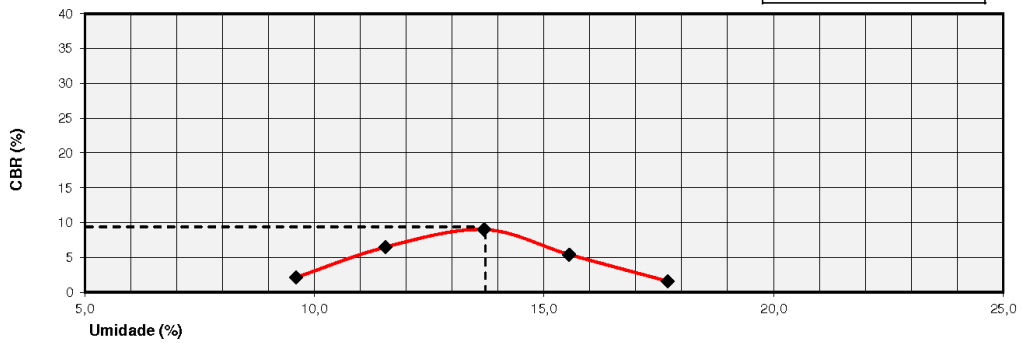
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,825** g/cm³
hot = **13,73** %



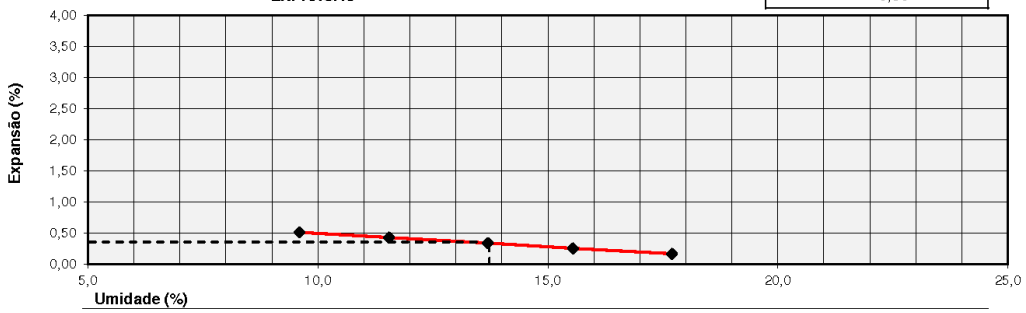
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **9,4** %



EXPANSÃO

EXP = **0,36** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-01** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-04 — Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	152	180	3	1048	1047
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	9145,78	9466,23	8600,88	9930,42	9835,88
PESO DO CILINDRO (g)	5044,00	5091,20	4008,00	5451,60	5467,80
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4101,78	4375,03	4592,88	4478,82	4368,08
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2066	2077	2099	2078	2078
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,985	2,107	2,188	2,155	2,102
CAPSULA Nº	332	229	350	126	649	708	188	62	789	731
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	71,29	80,31	81,07	87,78	84,93	96,50	88,06	101,96	94,71	105,91
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	67,74	75,94	76,39	81,82	78,97	88,95	80,48	92,73	85,54	94,68
PESO DA CÁPSULA (g)	24,48	22,72	30,41	23,88	29,31	27,06	26,74	27,84	28,91	26,07
PESO DA ÁGUA (g)	3,55	4,37	4,68	5,96	5,96	7,55	7,58	9,23	9,17	11,23
PESO DO SOLO SECO (g)	43,26	53,22	45,98	57,94	49,66	61,89	53,74	64,89	56,63	68,61
TEOR DE UMIDADE (%)	8,2	8,2	10,2	10,3	12,0	12,2	14,1	14,2	16,2	16,4
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	8,2	10,3	12,1	14,2	16,3
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,835	1,911	1,952	1,888	1,807

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			113,70		114,60		115,20		114,50		114,50	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,18	0,16	1,10	0,09	1,02	0,02	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,21	0,18	1,11	0,10	1,03	0,03	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,24	0,21	1,14	0,12	1,04	0,03	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,26	0,23	1,16	0,14	1,06	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO — Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm — área = 19,24 cm²

TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	37,0	1,9	59,0	3,1	86,0	4,5	59,0	3,1	16,0	0,8
1,0	1,27	0,050	54,0	2,8	87,0	4,5	109,0	5,7	84,0	4,4	22,0	1,1
1,5	1,90	0,075	77,0	4,0	115,0	6,0	174,0	9,0	124,0	6,4	31,0	1,6
2,0	**2,54**	**0,100**	99,0	5,1	170,0	8,8	225,0	11,7	147,0	7,6	39,0	2,0
3,0	3,81	0,150	128,0	6,7	214,0	11,1	288,0	15,0	196,0	10,2	58,0	3,0
3,5	4,44	0,175	138,0	7,2	244,0	12,7	329,0	17,1	223,0	11,6	63,0	3,3
4,0	**5,08**	**0,200**	156,0	8,1	258,0	13,4	351,0	18,2	244,0	12,7	77,0	4,0
6,0	7,62	0,300	210,0	10,9	334,0	17,4	525,0	27,3	292,0	15,2	103,0	5,4
8,0	10,16	0,400	240,0	12,5	410,0	21,3	594,0	30,9	388,0	20,2	117,0	6,1
10,0	12,70	0,500	337,0	17,5	461,0	24,0	664,0	34,5	459,0	23,9	139,0	7,2
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			7,3		12,6		16,6		10,9		2,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			7,7		12,7		17,3		12,0		3,8
CBR FINAL (%)			7,7		12,7		17,3		12,0		3,8	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **PI-BSO2-01** | Amostra: 1

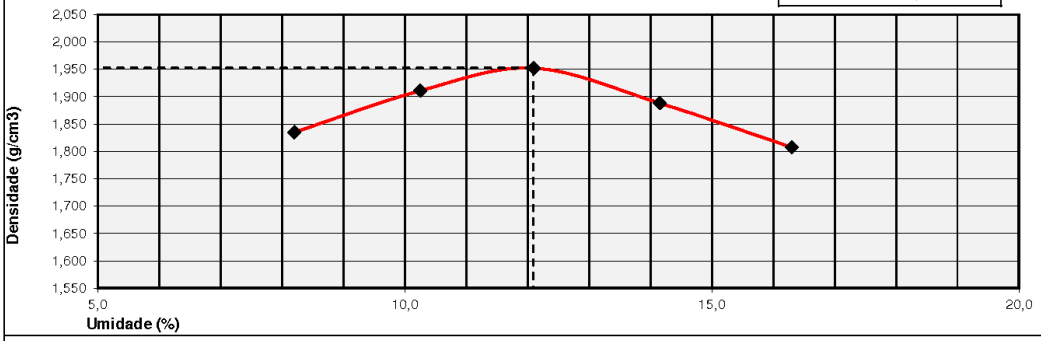
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-04 | Profundidade: 0,25 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

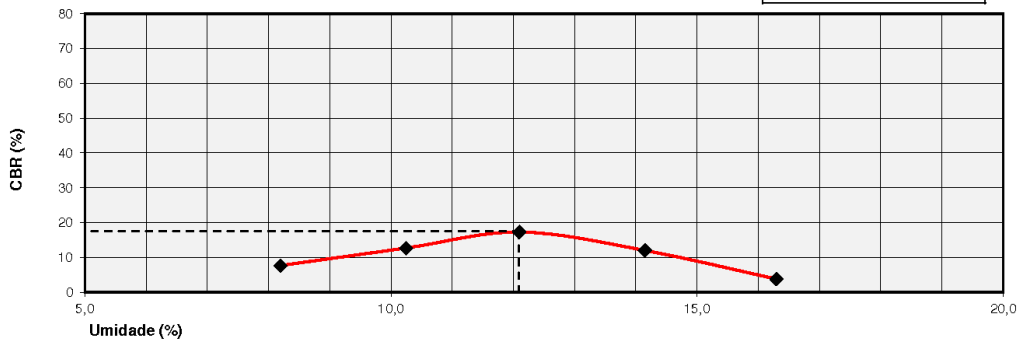
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **1,952** g/cm³
hot = **12,09** %



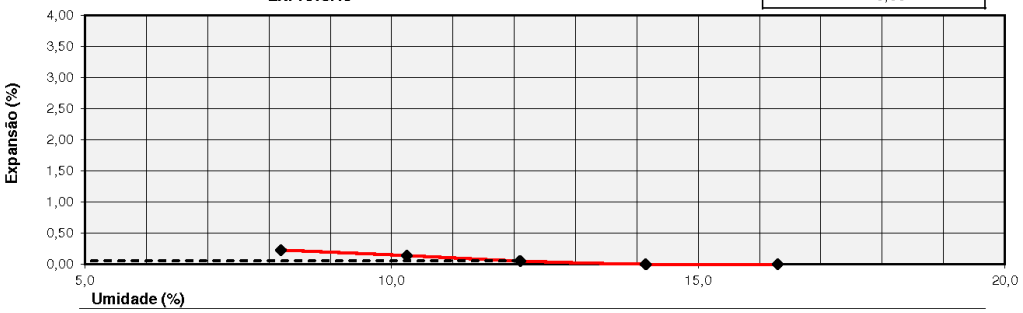
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **17,6** %



EXPANSÃO

EXP = **0,06** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia Argilosa Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **PI-BSO2-01**
Código: 4

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+25				500+35				500+45				500+55				500+65			
Molde			16				17				18				19				20			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Apar.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Apar.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Apar.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Apar.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (ant) (mm)	Dens.Máx Apar.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	52,15	77,28			50,84	75,97			47,95	73,08			46,75	71,88			42,22	67,35		
Massa Úmida (g)	57,30	3	39,64	64,77	16,52	1440	36,20	61,33	13,70	1493	33,00	58,13	10,56	1547	31,97	57,10	7,15	1549	32,20	57,33	4,20	1516
Massa Seca (g)	54,82	6	34,32	59,45	11,20	1569	30,68	55,81	8,18	1641	27,82	52,95	5,38	1699	27,64	52,77	2,82	1676	28,94	54,07	0,94	1607
Umidade Higroscópica (%)	4,52%	10	30,68	55,81	7,56	1671	26,89	52,02	4,39	1760	24,15	49,28	1,71	1825	25,67	50,80	0,85	1741	28,30	53,43	0,30	1627
Fração Retida na # 2 mm		20	27,04	52,17	3,92	1788	23,68	48,81	1,18	1876	22,44	47,57	0,00	1891	24,83	49,96	0,01	1770	28,19	53,32	0,19	1630
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	25,37	50,50	2,25	1847	22,97	48,10	0,47	1904	22,44	47,57	0,00	1891	24,83	49,96	0,01	1770	28,14	53,27	0,14	1632
0,00	0,00	40	24,55	49,68	1,43	1877	22,84	47,97	0,34	1909	22,44	47,57	0,00	1891	24,82	49,95	0,00	1770	28,00	53,13	0,00	1636
Dados dos Equipamentos		60	23,48	48,61	0,36	1919	22,71	47,84	0,21	1914	22,44	47,57	0,00	1891								
		80	23,12	48,25	0,00	1933	22,50	47,63	0,00	1922												
Molde	Área (cm²)	Soquete 100																				
50,00 mm	19,63	Leve 120																				
Calibração do Extensômetro : Ka + Ac + La		140																				
24,87 + 50,00 = 74,87		160																				
Massa Compactada (g)		180																				
		200																				
200,00		220																				
Determinação do Teor de Umidade		240																				
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		48,25				47,63				47,57				49,95				53,13			
Cápsula Nº			1021				842				316				839				289			
Massa Úmida+Cápsula (g)			108,94				107,59				76,70				105,69				116,00			
Massa Seca + Cápsula (g)			101,77				99,42				71,26				95,39				103,26			
Massa da Cápsula (g)			24,11				26,97				30,30				27,72				29,30			
Massa de Água (g)			7,17				8,17				5,44				10,30				12,74			
Massa do Solo Seco (g)			77,66				72,45				40,96				67,67				73,96			
Teor de Umidade (%)			**9,2**				**11,3**				**13,3**				**15,2**				**17,2**			

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia Argilosa Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

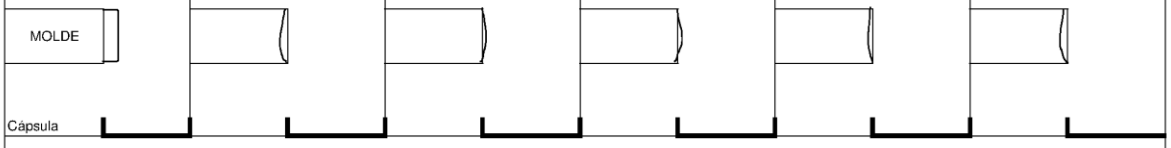
Furo: **PI-BSO2-01**
Código: 4

Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+25	500+35	500+45	500+55	500+65
Molde Nº	16	17	18	19	20
Umidade de Compactação (%)	9,2	11,3	13,3	15,2	17,2
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	183,10	179,73	176,55	173,58	170,61
Altura do C.P. (mm)	48,25	47,63	47,57	49,95	53,13

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	84	12	89	160	96
Massa Seca +Cápsula (g)	98,28	96,79	90,31	80,31	94,61
Massa da Cápsula (g)	54,13	59,92	56,74	43,17	52,92
Massa Desprendida (g)	44,15	36,87	33,57	37,14	41,69
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**116,3**	**97,7**	**90,5**	**106,9**	**129,8**

São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5889 | (11) 3803-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

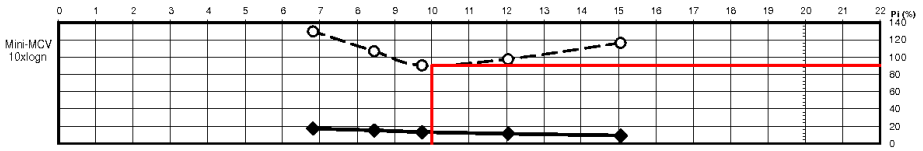
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNIT 258/2023-ME

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia Argilosa Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **PI-BSO2-01**
Código: 4

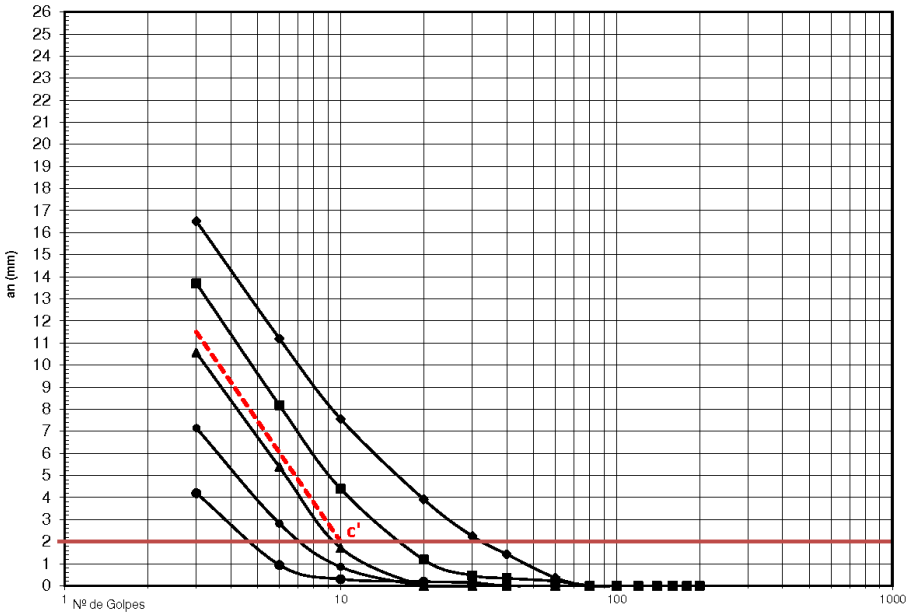
Amostra: 1
Profundidade: 0,25 a 1,50 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

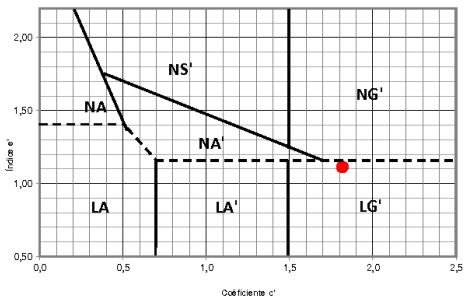


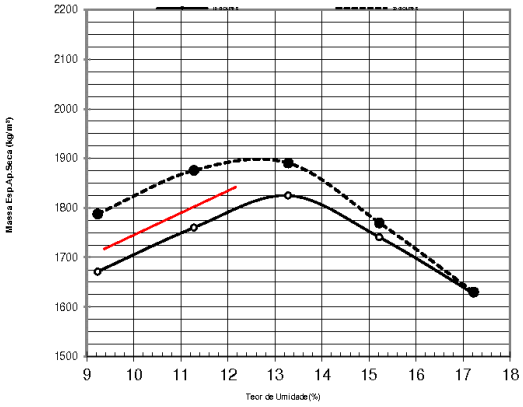
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
15,1	116,3	9,2
12,0	97,7	11,3
9,7	90,5	13,3
8,5	106,9	15,2
6,8	129,8	17,2

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	41,7
c' =	1,82
Pi =	90,0
e' =	1,11
Classif.=	**LG'**





São Paulo, 18 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3862-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO
PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-02 — Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	738	348	1597
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	102,73	77,27	87,07
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	101,37	76,41	86,08
PESO DA CÁPSULA (g)	27,45	24,30	30,95
PESO DA ÁGUA (g)	1,36	0,86	0,99
PESO DO SOLOS SECO (g)	73,92	52,11	55,13
TEOR DE UMIDADE (%)	1,84%	1,65%	1,80%
TEOR MÉDIO (%)	1,76%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	1857,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	1857,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	1824,85
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	1824,85

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	120,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	117,92

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11

Densidade dos Grãos: 2,536 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	1824,85	100,0%
38	1 1/2"	0,00	1824,85	100,0%
25	1"	0,00	1824,85	100,0%
19	3/4"	0,00	1824,85	100,0%
9,5	3/8"	0,00	1824,85	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	1824,85	100,0%
2	Nº 10	0,00	1824,85	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,02	117,90	99,98%	100,0%
0,6	Nº 30	0,26	117,66	99,78%	99,8%
0,42	Nº 40	0,96	116,96	99,19%	99,2%
0,25	Nº 60	16,83	101,09	85,73%	85,7%
0,15	Nº 100	50,93	66,99	56,81%	56,8%
0,075	Nº 200	93,27	24,65	20,91%	20,9%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
11/jul	0,5	23,2	1,0180	-1,0045	0,0135	17,67	0,0750	18,9%
11/jul	1	23,2	1,0160	-1,0045	0,0115	18,04	0,0579	16,1%
11/jul	2	23,2	1,0140	-1,0045	0,0095	18,42	0,0414	13,3%
11/jul	4	23,2	1,0120	-1,0045	0,0075	18,79	0,0295	10,5%
11/jul	8	23,6	1,0120	-1,0044	0,0076	18,76	0,0208	10,7%
11/jul	15	23,8	1,0110	-1,0043	0,0067	18,94	0,0152	9,3%
11/jul	30	24,2	1,0110	-1,0042	0,0068	18,92	0,0107	9,5%
11/jul	60	24,5	1,0110	-1,0041	0,0069	18,90	0,0075	9,6%
11/jul	120	24,7	1,0110	-1,0041	0,0069	18,89	0,0053	9,7%
11/jul	240	24,9	1,0100	-1,0040	0,0060	19,06	0,0038	8,4%
11/jul	480	25,2	1,0090	-1,0039	0,0051	19,23	0,0027	7,1%
12/jul	1440	25,2	1,0080	-1,0039	0,0041	19,42	0,0015	5,7%

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

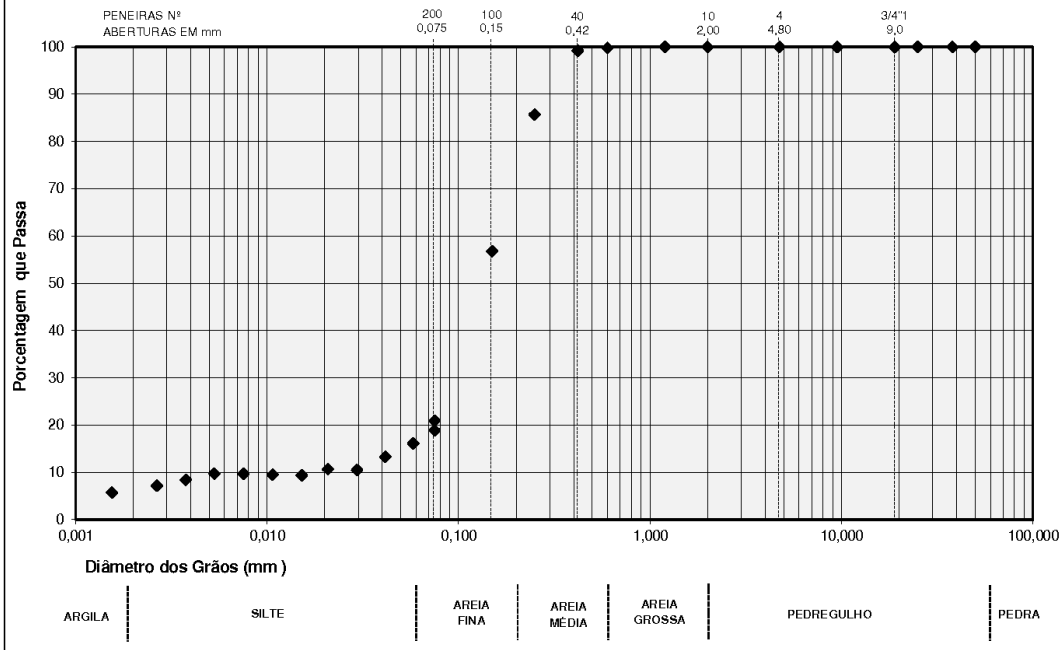
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: PI-BSO2-02 | Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-02 | Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
6%	10%	53%	30%	0%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
36 -	766,26	21,7	802,00	58,96	23,22	2,534	2,536
36 -	766,23	21,7	802,02	58,96	23,18	2,538	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = NL %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = NP %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = NP %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 99 %
Nº 200 (0,075 mm) = 21 %

HRB-AASHTO (IG)

A-2-4 (0,0)

São Pedro, 17 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: PI-BSO2-02 — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-02 — Profundidade: 0,38 a 1,5 m

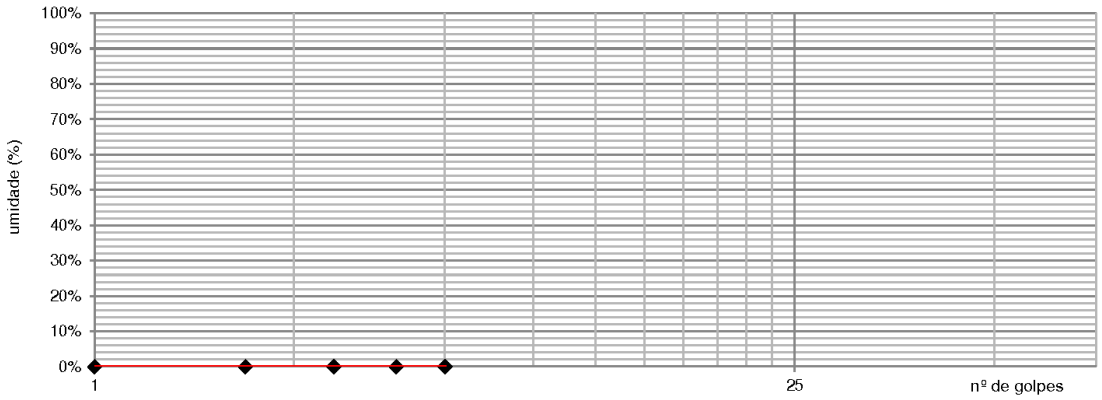
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 1

Material:

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº					
Nº DE GOLPES					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia — [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº					
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)					
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)					
PESO DA CÁPSULA (g)					
PESO DA ÁGUA (g)					
PESO DO SOLOS SECO (g)					
TEOR DE UMIDADE (%)					

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): NL %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): NP %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): NP %

São Pedro, 17 julho, 2024 — Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-02 — Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

CILINDRO Nº	61		600		1110		1029		1107	
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	8723,84		9228,34		9639,42		9801,31		9258,57	
PESO DO CILINDRO (g)	4846,00		5054,40		5191,20		5466,00		4984,00	
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	3877,84		4173,94		4448,22		4335,31		4274,57	
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2011		2069		2095		2100		2103	
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,929		2,018		2,123		2,064		2,032	
CAPSULA Nº	375	812	1356	1438	540	7	1524	792	889	1256
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	79,93	91,67	88,38	100,85	96,75	102,85	98,93	108,12	98,22	113,13
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	75,61	86,53	82,82	94,03	89,72	94,25	90,12	97,69	87,66	100,55
PESO DA CÁPSULA (g)	25,35	26,91	29,84	29,69	33,06	25,96	29,38	26,40	24,03	25,54
PESO DA ÁGUA (g)	4,32	5,14	5,56	6,82	7,03	8,60	8,81	10,43	10,56	12,58
PESO DO SOLO SECO (g)	50,26	59,62	52,98	64,34	56,66	68,29	60,74	71,29	63,63	75,01
TEOR DE UMIDADE (%)	8,6	8,6	10,5	10,6	12,4	12,6	14,5	14,6	16,6	16,8
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	8,6		10,6		12,5		14,6		16,7	
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,776		1,825		1,887		1,802		1,742	

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			110,80		114,00		115,00		115,00		115,00	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,21	0,19	1,13	0,11	1,05	0,04	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,24	0,22	1,14	0,12	1,06	0,05	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,27	0,24	1,17	0,15	1,07	0,06	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,29	0,26	1,19	0,17	1,09	0,08	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO — Dimensões do Pistão: diâmetro = 4,95 cm — área = 19,24 cm²

TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	16,0	0,8	29,0	1,5	43,0	2,2	27,0	1,4	11,0	0,6
1,0	1,27	0,050	22,0	1,1	42,0	2,2	54,0	2,8	38,0	2,0	15,0	0,8
1,5	1,90	0,075	31,0	1,6	55,0	2,9	85,0	4,4	55,0	2,9	21,0	1,1
2,0	**2,54**	**0,100**	39,0	2,0	80,0	4,2	110,0	5,7	65,0	3,4	26,0	1,4
3,0	3,81	0,150	51,0	2,7	106,0	5,5	151,0	7,8	91,0	4,7	34,0	1,8
3,5	4,44	0,175	55,0	2,9	120,0	6,2	172,0	8,9	104,0	5,4	37,0	1,9
4,0	**5,08**	**0,200**	63,0	3,3	132,0	6,9	193,0	10,0	118,0	6,1	43,0	2,2
6,0	7,62	0,300	84,0	4,4	170,0	8,8	287,0	14,9	141,0	7,3	56,0	2,9
8,0	10,16	0,400	95,0	4,9	209,0	10,9	325,0	16,9	186,0	9,7	64,0	3,3
10,0	12,70	0,500	133,0	6,9	234,0	12,2	363,0	18,9	220,0	11,4	75,0	3,9
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			2,9		5,9		8,1		4,8		1,9
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			3,1		6,5		9,5		5,8		2,1
CBR FINAL (%)			3,1		6,5		9,5		5,8		2,1	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **PI-BSO2-02** | Amostra: 1

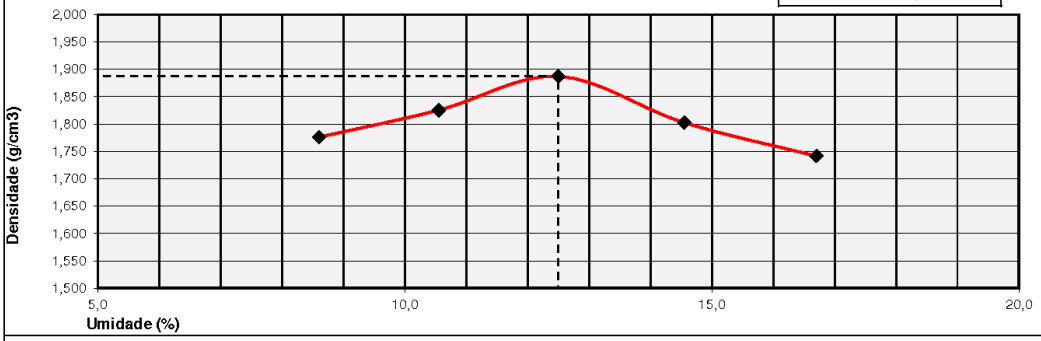
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-02 | Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

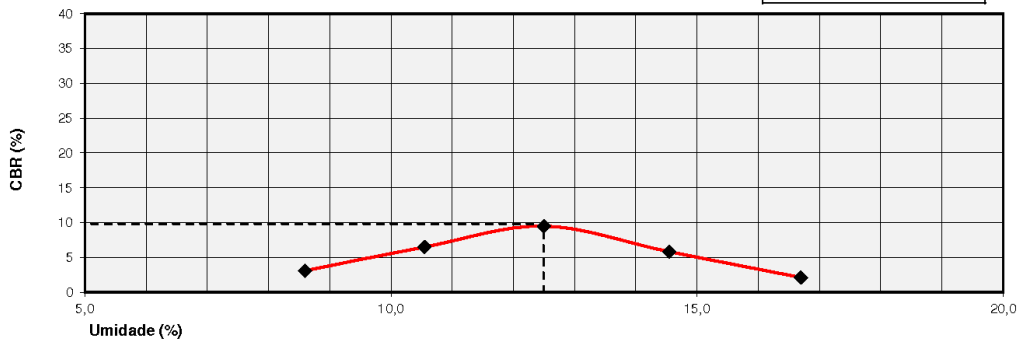
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR NORMAL

γs máx = **1,888** g/cm³
hot = **12,49** %



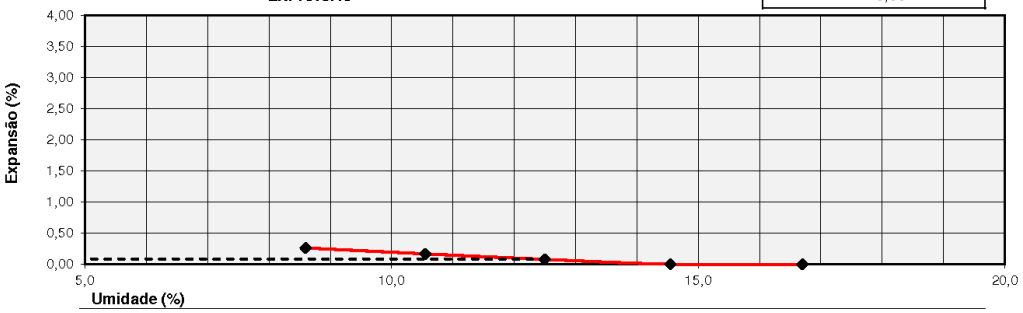
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **9,8** %



EXPANSÃO

EXP = **0,08** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNER-ME 258/94 e DNER-ME 256/94

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Agilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **PI-BSO2-02**
Código: 08408-03

Amostra: 1
Profundidade: 0,38 a 1,50 m
Folha: 1/3

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

MASSA ÚMIDA(g)			500+35				500+45				500+55				500+65				500+75			
Molde			1				2				3				4				5			
Dados da Preparação da Amostra (Amostragem de 5000g)		nº de Golpes	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (an) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (an) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (an) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (an) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)	LEITURA (mm)	Alt. C.P.(mm)	Diferença de Altura (an) (mm)	Dens.Máx Aparc.Seca (kg/m³)
Fração Passada na # 2 mm		0	56,30	84,76			55,80	84,26			52,20	80,66			47,50	75,96			43,43	71,89		
Massa Úmida (g)	82,93	3	34,46	62,92	16,86	1495	30,00	58,46	12,88	1581	26,50	54,96	9,48	1652	25,96	54,42	6,20	1639	24,11	52,57	3,36	1667
Massa Seca (g)	82,17	6	29,90	58,36	12,30	1612	25,70	54,16	8,58	1706	22,47	50,93	5,45	1782	22,36	50,82	2,60	1755	21,24	49,70	0,49	1763
Umidade Higroscópica (%)	1,22%	10	26,80	55,26	9,20	1703	22,80	51,26	5,68	1803	19,84	48,30	2,82	1879	20,17	48,63	0,41	1834	20,99	49,45	0,24	1772
Fração Retida na # 2 mm		20	23,10	51,56	5,50	1825	19,64	48,10	2,52	1921	17,72	46,18	0,70	1966	19,95	48,41	0,19	1843	20,91	49,37	0,16	1775
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30	21,10	49,56	3,50	1898	18,16	46,62	1,04	1982	17,06	45,52	0,04	1994	19,90	48,36	0,14	1845	20,90	49,36	0,15	1776
0,00	0,00	40	19,80	48,26	2,20	1950	17,49	45,95	0,37	2011	17,04	45,50	0,02	1995	19,76	48,22	0,00	1850	20,75	49,21	0,00	1781
Dados dos Equipamentos		60	18,34	46,80	0,74	2010	17,12	45,58	0,00	2028	17,02	45,48	0,00	1996								
		80	17,60	46,06	0,00	2043																
Molde	Área (cm²)	Soquete	100																			
50,00 mm	19,63	Leve	120																			
Calibração do Extensômetro : Ka + Ac + La			140																			
21,54 + 50,00 = 71,54			160																			
Massa Compactada (g)			180																			
			200																			
200,00			220																			
Determinação do Teor de Umidade			240																			
Fração Passada na # 2 mm	Alt. FINAL (mm)		46,06				45,58				45,48				48,22				49,21			
Cápsula Nº			1013				791				1011				737				121			
Massa Úmida+Cápsula (g)			105,80				89,84				104,92				86,45				92,15			
Massa Seca + Cápsula (g)			99,75				84,21				96,47				79,41				83,11			
Massa da Cápsula (g)			26,75				29,27				27,42				29,89				27,47			
Massa de Água (g)			6,05				5,63				8,45				7,04				9,04			
Massa do Solo Seco (g)			73,00				54,94				69,05				49,52				55,64			
Teor de Umidade (%)			**8,3**				**10,2**				**12,2**				**14,2**				**16,2**			

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT

DNER-CLA 259/96, DNER-ME 258/94 e DNER-ME 256/94

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Agilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

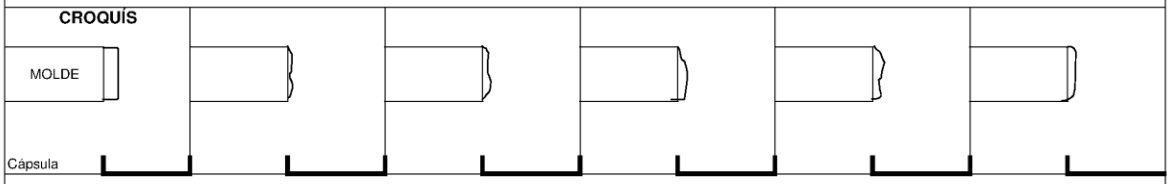
Furo: **PI-BSO2-02**
Código: 08408-03

Amostra: 1
Profundidade: 0,38 a 1,50 m
Folha: 2/3

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO EM MINIATURA

Condição de Compactação	500+35	500+45	500+55	500+65	500+75
Molde Nº	1	2	3	4	5
Umidade de Compactação (%)	8,3	10,2	12,2	14,2	16,2
Massa Úmida do C.P. (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca do C.P. (g)	184,69	181,41	178,19	175,11	172,05
Altura do C.P. (mm)	46,06	45,58	45,48	48,22	49,21

CROQUIS



DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA

Cápsula Nº	69	26	11	105	100
Massa Seca +Cápsula (g)	79,02	80,70	80,02	82,48	79,97
Massa da Cápsula (g)	46,33	55,25	57,48	57,65	60,59
Massa Desprendida (g)	32,69	25,45	22,54	24,83	19,38
Fator de Redução	-	-	-	-	-
Perda de peso por Imersão (%)	**81,5**	**63,9**	**57,5**	**68,4**	**55,4**

São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

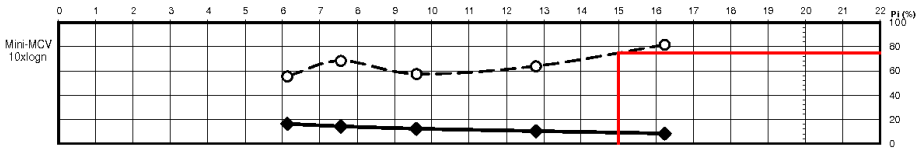
RELATÓRIO DE ENSAIO
CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS - MCT
DNER-CLA 259/96, DNER-ME 258/94 e DNER-ME 256/94

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI)
Local: Rodovia PR-369 - km 018,000
Material: Areia (Fina) Agilosa, Pouco Siltosa, Marrom Avermelhado.

Furo: **PI-BSO2-02**
Código: 08408-03

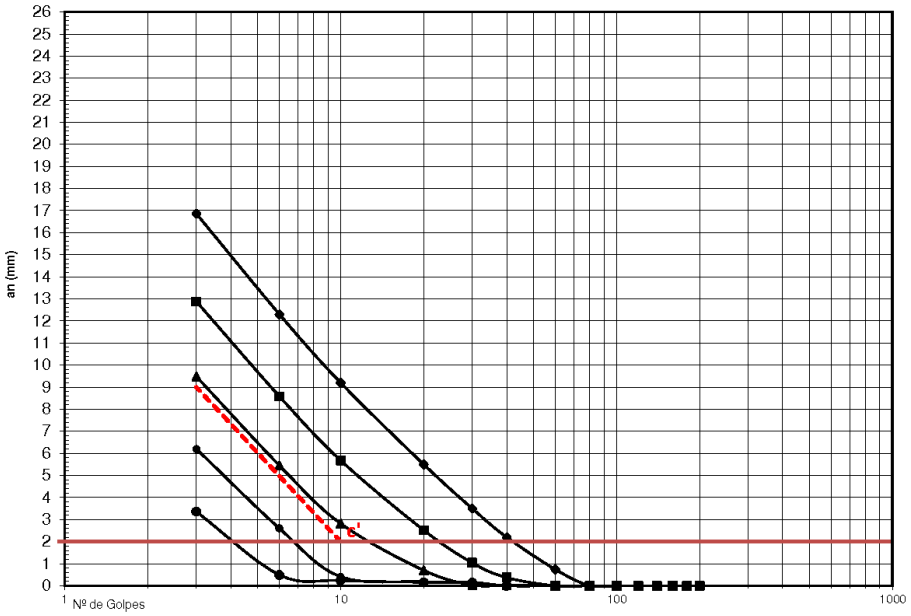
Amostra: 1
Profundidade: 0,38 a 1,50 m
Folha: 3/ 3

ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR - SÉRIE SIMPLIFICADA

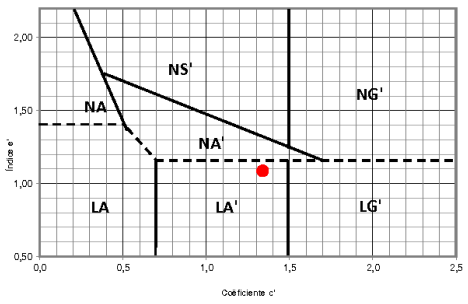


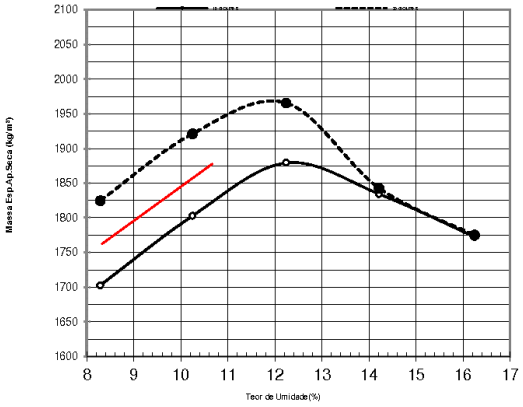
mcv	Pi (%)	Umid.(%)
16,2	81,5	8,3
12,8	63,9	10,2
9,6	57,5	12,2
7,6	68,4	14,2
6,1	55,4	16,2

Pi (%)
Umid.(%)



d'' =	37,5
c' =	1,34
Pi =	75,0
e' =	1,09
Classif.=	**LA'**





São Paulo, 19 julho, 2024
Contrato nº: 15053-24
Revisão: R0

Laboratorista: Samuel Calura
Verificação: Samuel Calura
Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Rua Ibiquara, 386 - Lapa - São Paulo/SP - Tel: (11) 2373-5689 | (11) 3832-8578
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda — Furo: **PI-BSO2-02** — Amostra: 1

Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) — Código: 08408-03 — Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 — Folha: 1 / 2

Material:

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO (ABNT NBR 7182:2016) - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

CILINDRO Nº	60	7	1158	55	39
CILINDRO + SOLO ÚMIDO (g)	7994,53	7947,03	9814,50	8077,80	7866,81
PESO DO CILINDRO (g)	3926,00	3614,00	5172,40	3545,00	3538,00
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	4068,53	4333,03	4642,10	4532,80	4328,81
VOLUME DO CILINDRO (cm³)	2074	2066	2095	2116	2090
DENSIDADE APARENTE ÚMIDA (g/cm³)	1,962	2,097	2,216	2,142	2,072
CAPSULA Nº	1167	38	885	1378	1234	1111	582	155	1523	492
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	69,40	78,55	77,67	90,00	78,70	93,53	90,32	95,60	90,09	110,12
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	66,63	75,01	73,85	84,98	73,63	86,89	83,84	87,48	82,12	100,10
PESO DA CÁPSULA (g)	26,48	23,90	30,98	29,15	27,08	27,11	33,21	24,70	28,60	33,60
PESO DA ÁGUA (g)	2,77	3,54	3,82	5,02	5,07	6,64	6,48	8,12	7,97	10,02
PESO DO SOLO SECO (g)	40,15	51,11	42,87	55,83	46,55	59,78	50,63	62,78	53,52	66,50
TEOR DE UMIDADE (%)	6,9	6,9	8,9	9,0	10,9	11,1	12,8	12,9	14,9	15,1
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	6,9	9,0	11,0	12,9	15,0
DENSIDADE APARENTE SECA (g/cm³)	1,835	1,925	1,996	1,898	1,801

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR (ABNT NBR 9895:2016)

EXPANSÃO — Altura do CP (mm):			114,00		114,30		115,00		115,70		114,70	
DATA	HORA	TEMPO DECORRIDO (h)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)	Leitura (mm)	Expansão (%)
15/jul	07:00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00	-
16/jul	07:00	24	1,15	0,13	1,07	0,06	0,99	-0,01	1,00	0,00	1,00	0,00
17/jul	07:00	48	1,18	0,16	1,08	0,07	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
18/jul	07:00	72	1,21	0,18	1,11	0,10	1,01	0,01	1,00	0,00	1,00	0,00
19/jul	07:00	96	1,23	0,20	1,13	0,11	1,03	0,03	1,00	0,00	1,00	0,00

PENETRAÇÃO			Dimensões do Pistão:		diâmetro = 4,95 cm				área = 19,24 cm²			
TEMPO (min)	PENETRAÇÃO (mm)	PENETRAÇÃO (pol)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)	Carga (kgf)	Pressão (kgf/cm²)
0,5	0,63	0,025	37,0	1,9	61,0	3,2	81,0	4,2	61,0	3,2	27,0	1,4
1,0	1,27	0,050	54,0	2,8	89,0	4,6	103,0	5,4	86,0	4,5	40,0	2,1
1,5	1,90	0,075	77,0	4,0	118,0	6,1	163,0	8,5	127,0	6,6	56,0	2,9
2,0	**2,54**	**0,100**	99,0	5,1	175,0	9,1	211,0	11,0	152,0	7,9	72,0	3,7
3,0	3,81	0,150	128,0	6,7	227,0	11,8	295,0	15,3	188,0	9,8	95,0	4,9
3,5	4,44	0,175	138,0	7,2	259,0	13,5	337,0	17,5	215,0	11,2	102,0	5,3
4,0	**5,08**	**0,200**	156,0	8,1	280,0	14,5	380,0	19,7	225,0	11,7	118,0	6,1
6,0	7,62	0,300	210,0	10,9	363,0	18,9	568,0	29,5	270,0	14,0	158,0	8,2
8,0	10,16	0,400	240,0	12,5	446,0	23,2	643,0	33,4	358,0	18,6	180,0	9,4
10,0	12,70	0,500	337,0	17,5	501,0	26,0	718,0	37,3	425,0	22,1	214,0	11,1
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA			Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)	Pressão Corrigida	CBR (%)
CBR 0,1"	70,36 kgf/cm²			7,3		12,9		15,6		11,2		5,3
CBR 0,2"	105,54 kgf/cm²			7,7		13,8		18,7		11,1		5,8
CBR FINAL (%)			7,7		13,8		18,7		11,2		5,8	

São Pedro 17 julho, 2024 — Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 — Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

COMPACTAÇÃO e ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

NBR-7182/16 e NBR-9895/16

Cliente: Egis Engenharia e Consultoria Ltda | Furo: **PI-BSO2-02** | Amostra: 1

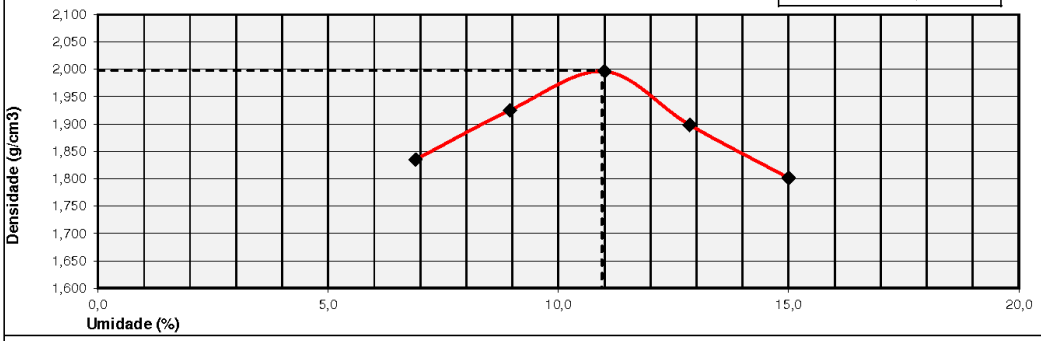
Obra: Implantação da BSO-02 (ST e PI) | Código: 08408-03 | Profundidade: 0,38 a 1,5 m

Local: Rodovia PR-369 - km 018,000 | Folha: 2 / 2

Material:

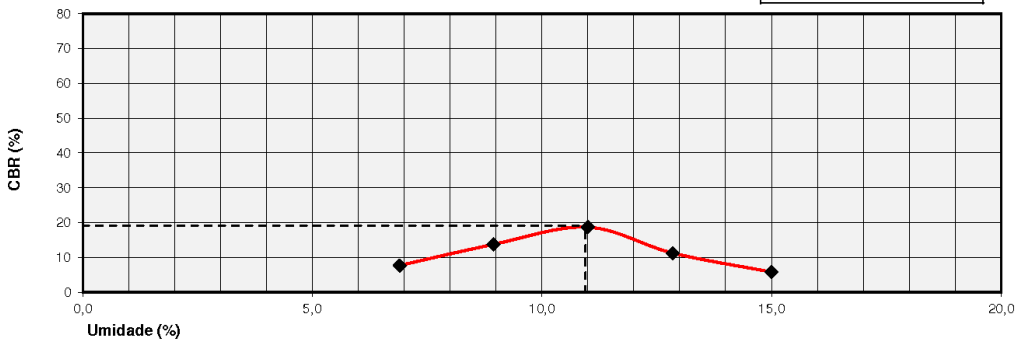
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

γs máx = **1,998** g/cm³
hot = **10,95** %



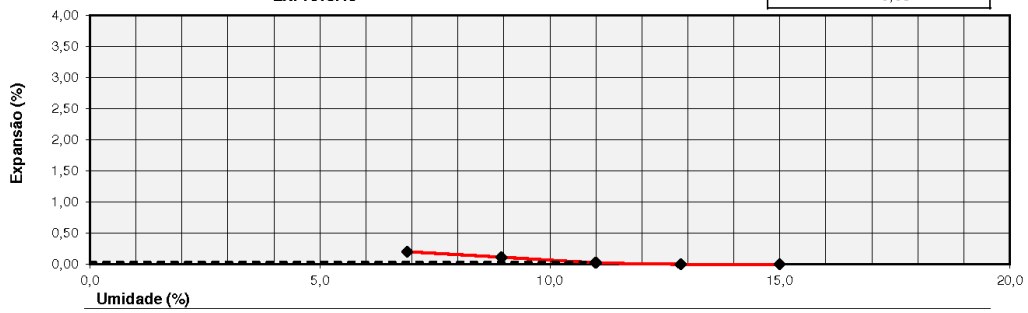
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)

CBR = **19,2** %



EXPANSÃO

EXP = **0,03** %



São Pedro, 17 julho, 2024 | Laboratorista: Renan Guerra

Contrato nº: 15053-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-201** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-07 | Profundidade: 1 a 1,3 m

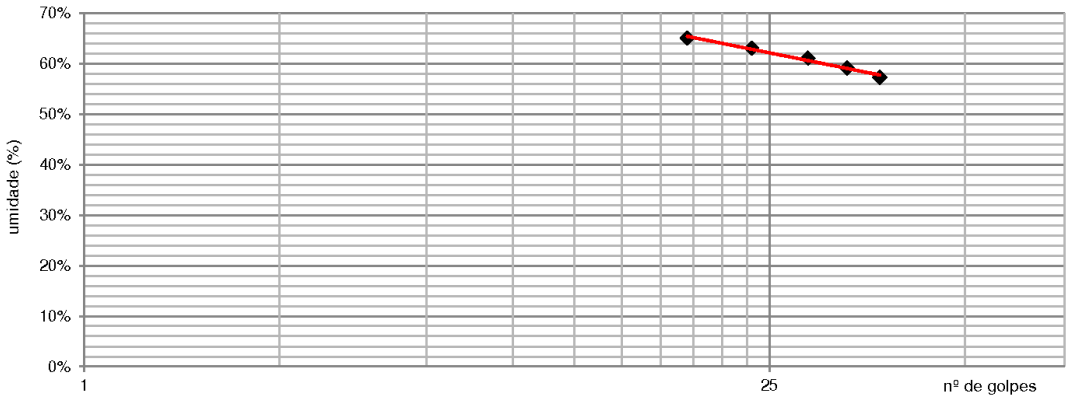
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 1 / 1

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia | [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	278	308	76	335	562
Nº DE GOLPES	42	36	30	23	17
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	22,55	23,59	23,27	22,88	26,02
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	18,51	19,33	19,16	18,54	20,96
PESO DA CÁPSULA (g)	11,46	12,13	12,43	11,66	13,19
PESO DA ÁGUA (g)	4,04	4,26	4,11	4,34	5,06
PESO DO SOLOS SECO (g)	7,05	7,2	6,73	6,88	7,77
TEOR DE UMIDADE (%)	57,30%	59,20%	61,10%	63,10%	65,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia | [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	525	559	72	468	500
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	14,47	14,22	13,24	11,34	12,85
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	13,97	13,9	12,68	10,97	12,32
PESO DA CÁPSULA (g)	12,82	13,17	11,41	10,12	11,1
PESO DA ÁGUA (g)	0,50	0,32	0,56	0,37	0,53
PESO DO SOLOS SECO (g)	1,15	0,73	1,27	0,85	1,22
TEOR DE UMIDADE (%)	43,90%	43,90%	44,10%	44,10%	43,80%
	43,90%	43,90%	44,10%	44,10%	43,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 62 %

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 44 %

INDICE DE PLASTICIDADE (IP): 18 %

São Pedro, 10 setembro, 2024 | Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15121-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-201** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-07 | Profundidade: 1 a 1,3 m

Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 1 / 2

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	35	878	123
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	38,87	41,12	40,87
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	38,65	40,89	40,66
PESO DA CÁPSULA (g)	24,93	26,01	26,60
PESO DA ÁGUA (g)	0,22	0,23	0,21
PESO DO SOLOS SECO (g)	13,72	14,88	14,06
TEOR DE UMIDADE (%)	1,57%	1,55%	1,52%
TEOR MÉDIO (%)	1,55%		

AMOSTRA TOTAL SECA

AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	206,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	206,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	202,87
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	202,87

AMOSTRA PARCIAL

AMOSTRA ÚMIDA (g)	70,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	68,93

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11

Densidade dos Grãos: 2,608 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	202,87	100,0%
38	1 1/2"	0,00	202,87	100,0%
25	1"	0,00	202,87	100,0%
19	3/4"	0,00	202,87	100,0%
9,5	3/8"	0,00	202,87	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	202,87	100,0%
2	Nº 10	0,00	202,87	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,44	68,49	99,36%	99,4%
0,6	Nº 30	1,34	67,59	98,06%	98,1%
0,42	Nº 40	1,71	67,22	97,52%	97,5%
0,25	Nº 60	2,35	66,58	96,59%	96,6%
0,15	Nº 100	3,21	65,72	95,34%	95,3%
0,075	Nº 200	4,21	64,72	93,89%	93,9%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
02/set	0,5	25,3	1,0430	-1,0039	0,0391	12,92	0,0661	92,1%
02/set	1	25,3	1,0420	-1,0039	0,0381	13,11	0,0471	89,7%
02/set	2	25,3	1,0410	-1,0039	0,0371	13,29	0,0335	87,4%
02/set	4	25,3	1,0400	-1,0039	0,0361	13,48	0,0239	85,0%
02/set	8	25,5	1,0390	-1,0038	0,0352	13,65	0,0169	82,8%
02/set	15	25,7	1,0380	-1,0037	0,0343	13,83	0,0124	80,6%
02/set	30	25,9	1,0370	-1,0037	0,0333	14,00	0,0088	78,4%
02/set	60	25,8	1,0350	-1,0037	0,0313	14,38	0,0063	73,6%
02/set	120	25,7	1,0340	-1,0037	0,0303	14,57	0,0045	71,2%
02/set	240	25,7	1,0330	-1,0037	0,0293	14,75	0,0032	68,8%
02/set	480	25,6	1,0320	-1,0038	0,0282	14,94	0,0023	66,4%
03/set	1440	25,6	1,0310	-1,0038	0,0272	15,13	0,0013	64,1%

São Pedro, 10 setembro, 2024 Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15121-24 Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

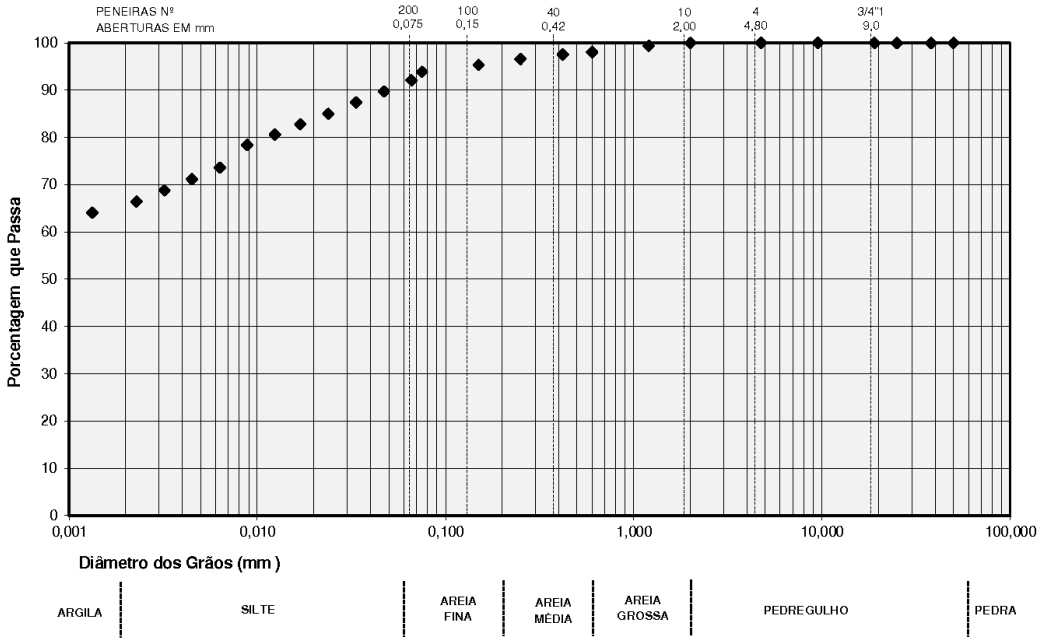
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-201** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-07 | Profundidade: 1 a 1,3 m

Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 2 / 2

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
66%	26%	5%	2%	2%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
36 -	765,89	23,1	796,28	49,24	18,84	2,606	**2,608**
35 -	747,20	23,1	777,62	49,24	18,82	2,609	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 62 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 44 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 18 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 98 %
Nº 200 (0,075 mm) = 94 %

HRB-AASHTO (IG)

A-7-5 (15,2)

São Pedro, 10 setembro, 2024
Contrato nº: 15121-24
Revisão: R0

Laboratorista: Regina Lacerda
Verificação: Samuel Calura

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) e LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

NBR-6459/16 e NBR-7180/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-203** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-05 | Profundidade: 1 a 1,3 m

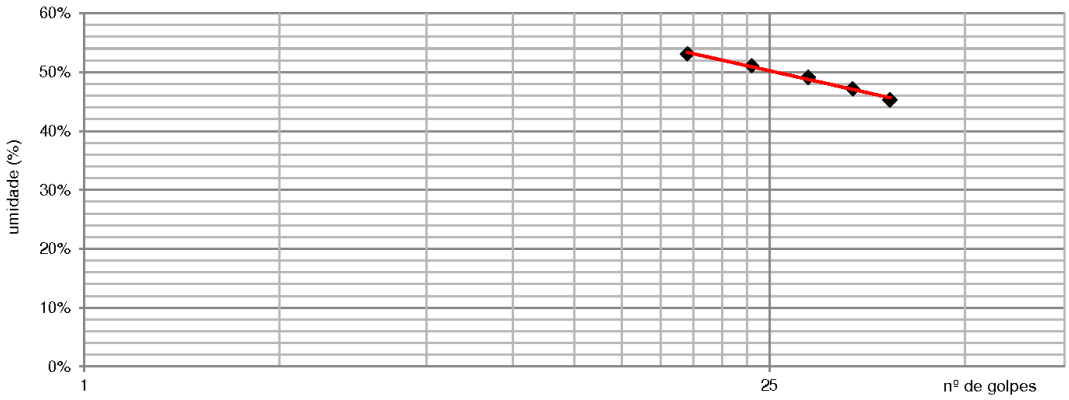
Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 1 / 1

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ (ABNT NBR 6459:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia | [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	330	375	288	65	488
Nº DE GOLPES	44	37	30	23	17
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	21,07	21,11	20,02	20,91	21,62
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	18,23	18,08	17,1	17,80	17,91
PESO DA CÁPSULA (g)	11,97	11,67	11,16	11,71	10,93
PESO DA ÁGUA (g)	2,84	3,03	2,92	3,11	3,71
PESO DO SOLOS SECO (g)	6,26	6,41	5,94	6,09	6,98
TEOR DE UMIDADE (%)	45,30%	47,20%	49,10%	51,10%	53,10%



DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE (ABNT NBR 7180:2016)

[X] com secagem prévia [ ] sem secagem prévia | [X] 105/110° C [ ] 60/65° C

CAPSULA Nº	133	460	110	331	384
PESO DA CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	13,87	14,37	15,10	13,94	14,17
PESO DA CÁPSULA + SOLO SECO (g)	13,38	14,02	14,57	13,55	13,66
PESO DA CÁPSULA (g)	11,94	13	13,01	12,41	12,15
PESO DA ÁGUA (g)	0,49	0,35	0,53	0,39	0,51
PESO DO SOLOS SECO (g)	1,44	1,02	1,56	1,14	1,51
TEOR DE UMIDADE (%)	33,90%	33,90%	34,10%	34,10%	33,80%
	33,90%	33,90%	34,10%	34,10%	33,80%

RESULTADOS FINAIS

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL):	50 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP):	34 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP):	16 %

São Pedro, 10 setembro, 2024 | Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15121-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

SUPORTE - SONDAGENS E INVESTIGAÇÕES
Av. Camélia Borges Narciso, 582 - SEDE São Pedro/SP
http://www.suportesolos.com.br
contato@suportesolos.com.br

Suporte

RELATÓRIO DE ENSAIO

PREPARAÇÃO DO MATERIAL e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

NBR-6457/16 e NBR-7181/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-203** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-05 | Profundidade: 1 a 1,3 m

Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 1 / 2

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura

PREPARAÇÃO DO MATERIAL (ABNT NBR 6457:2016)

CAPSULA Nº	841	1592	199
CÁPSULA + SOLO ÚMIDO (g)	33,06	38,62	41,48
CÁPSULA + SOLO SECO (g)	32,91	38,35	41,14
PESO DA CÁPSULA (g)	27,25	26,85	25,93
PESO DA ÁGUA (g)	0,15	0,27	0,34
PESO DO SOLOS SECO (g)	5,66	11,50	15,21
TEOR DE UMIDADE (%)	2,65%	2,35%	2,24%
TEOR MÉDIO (%)	2,41%		

AMOSTRA TOTAL SECA	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	292,00
RETIDO NA PENEIRA (2mm) Nº 10 (g)	0,00
PESO DO SOLO MIÚDO ÚMIDO (g)	292,00
PESO DO SOLO MIÚDO SECO (g)	285,13
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	285,13

AMOSTRA PARCIAL	
AMOSTRA ÚMIDA (g)	70,00
PESO DA AMOSTRA SECA (g)	68,35

SEDIMENTAÇÃO (ABNT NBR 7181:2016)

Densimetro Nº: INCOTERM - 21817/11

Densidade dos Grãos: 2,586 g/cm³

PENEIRAMENTO GROSSO (# 10 - 2,00 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA
50	2"	0,00	285,13	100,0%
38	1 1/2"	0,00	285,13	100,0%
25	1"	0,00	285,13	100,0%
19	3/4"	0,00	285,13	100,0%
9,5	3/8"	0,00	285,13	100,0%
4,75	Nº 4	0,00	285,13	100,0%
2	Nº 10	0,00	285,13	100,0%

PENEIRAMENTO FINO (# 200 - 0,075 mm) (ABNT NBR 7181:2016)

PENEIRA (mm)	DIÂMETRO	PESO RETIDO (g)	PESO QUE PASSA (g)	% QUE PASSA DA AMOSTRA PARCIAL	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
1,2	Nº 16	0,29	68,06	99,58%	99,6%
0,6	Nº 30	1,04	67,31	98,48%	98,5%
0,42	Nº 40	1,34	67,01	98,04%	98,0%
0,25	Nº 60	2,01	66,34	97,06%	97,1%
0,15	Nº 100	2,68	65,67	96,08%	96,1%
0,075	Nº 200	3,79	64,56	94,46%	94,5%

DATA	TEMPO DECORRIDO (min)	TEMPERATURA (Celsius)	LEITURA DENSIMETRO (g/cm³)	CORREÇÃO (g/cm³)	LEITURA CORRIGIDA (g/cm³)	ALTURA DE QUEDA (cm)	DIÂMETRO PARTICULAS (mm)	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
02/set	0,5	25,9	1,0420	-1,0037	0,0383	13,07	0,0664	91,4%
02/set	1	25,9	1,0410	-1,0037	0,0373	13,26	0,0473	89,0%
02/set	2	25,9	1,0400	-1,0037	0,0363	13,44	0,0337	86,6%
02/set	4	25,9	1,0400	-1,0037	0,0363	13,44	0,0238	86,6%
02/set	8	26,0	1,0390	-1,0036	0,0354	13,62	0,0169	84,3%
02/set	15	26,0	1,0380	-1,0036	0,0344	13,81	0,0125	82,0%
02/set	30	26,1	1,0370	-1,0036	0,0334	13,99	0,0089	79,6%
02/set	60	26,2	1,0360	-1,0036	0,0324	14,17	0,0063	77,3%
02/set	120	26,4	1,0350	-1,0035	0,0315	14,34	0,0045	75,1%
02/set	240	26,5	1,0340	-1,0035	0,0305	14,52	0,0032	72,8%
02/set	480	26,5	1,0330	-1,0035	0,0295	14,71	0,0023	70,4%
03/set	1440	26,5	1,0320	-1,0035	0,0285	14,89	0,0013	68,0%

São Pedro, 10 setembro, 2024 Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15121-24 Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Suporte

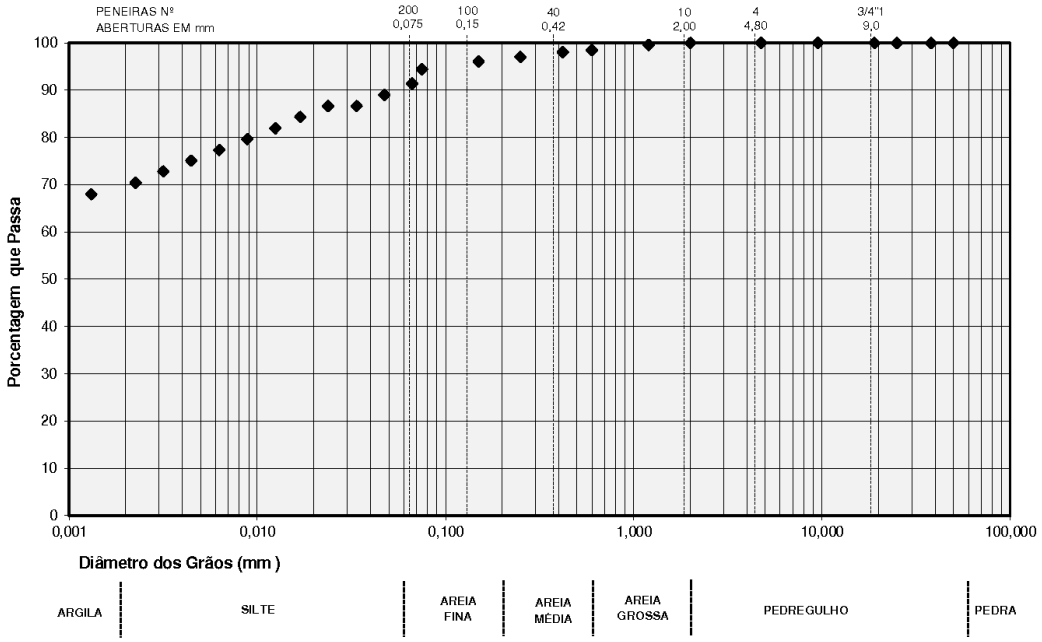
RELATÓRIO DE ENSAIO
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA e MASSA ESPECÍFICA
NBR-7181/16 e NBR-6458/16

Cliente: Egis | Furo: **SP-203** | Amostra: 1

Obra: Implantação de BSOs | Código: 08482-05 | Profundidade: 1 a 1,3 m

Local: BR-369, km 14,8 (BSO 02) | Folha: 2 / 2

Material (táctil-visual) : Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura



FAIXA GRANULOMÉTRICA (ABNT NBR 6502:95)

ARGILA	SILTE	AREIA			PEDREGULHO
		AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	
70%	21%	6%	2%	2%	0%

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA - Dens. Real dos Grãos < # 4,8 mm (ABNT NBR 6458:2016)

PICNÔMETRO Nº / SERIE	PICNÔMETRO + ÁGUA (g)	TEMPERATURA (CELSIUS)	PICNÔMETRO + SOLO + ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	ÁGUA DESLOC. (g)	ρ (g/cm³)	ρ MÉDIO
35 -	747,26	23	777,24	48,82	18,85	2,584	**2,586**
36 -	765,89	23,0	795,89	48,82	18,82	2,588	

CLASSIFICAÇÃO HRB (Highway Research Board)

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) = 50 %
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) = 34 %
INDICE DE PLASTICIDADE (IP) = 16 %

GRANULOMETRIA % QUE PASSA

Nº 4 (4,8 mm)= 100 %
Nº 10 (2,0 mm)= 100 %
Nº40 (0,42 mm)= 98 %
Nº 200 (0,075 mm) = 94 %

HRB-AASHTO (IG)

A-7-5 (12,4)

São Pedro, 10 setembro, 2024 | Laboratorista: Regina Lacerda

Contrato nº: 15121-24 | Verificação: Samuel Calura

Revisão: R0

NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra, após aprovação prévia e por escrito da empresa.

Resp. Técnico: Engº Maurício Malanconi - CREA: 5063078630

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-L4-001	Rev. 00
	Emissão: 28/10/2024	Folha: 1 / 14
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 - km 014+800		Verificado:
Objeto: Projeto de Geotecnia – Memória de Cálculo dos Muros a Flexão		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D4-001 – RELATÓRIO DE SONDAGENS
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-D1-001 – ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS – PLANTA E PERFIL
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D1-001 – RELATÓRIO DE ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

Documentos Resultantes:

egis

00a	28/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5
2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 6
3 GEOLOGIA LOCAL 7
4 CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE MUROS DE ARRIMO 8
4.1 Segurança Contra o Tombamento 8
4.2 Segurança Contra o Deslizamento pela Base 8
4.3 Segurança Contra a Ruptura do Terreno de Fundação 8
4.4 Seção do Muro e Características do Terreno 9
5 VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO 10
5.1 Segurança Contra o Tombamento 10
5.2 Segurança Contra o Deslizamento pela Base 11
5.3 Segurança Contra a Ruptura do Terreno de Fundação 11
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 13
7 REFERÊNCIAS 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Mapa de Localização com Imageamento Aéreo 5

Figura 2 – Seção do Arrimo à Flexão 9

Figura 3 – Esquema Simplificado de Atuação das Forças 10

Figura 4 – Esquema Simplificado de Atuação das Forças 11

Figura 5 – Cálculo da Capacidade de Carga da Fundação 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Localização das Sondagens.....7

Tabela 2: Descrição do Material das Sondagens BSO-02. 7

1 APRESENTAÇÃO

A **EGIS Engenharia e Consultoria Ltda** apresenta à **Concessionária EPR**, neste documento, as verificações de cálculo para os muros de arrimo a flexão necessários à implantação das edificações desta BSO 02 localizada no km 14,800 da rodovia BR-369/PR no município de Cambará, com o intuito de promover as rampas e desníveis máximos normativos a fim de garantir acessibilidade às edificações.

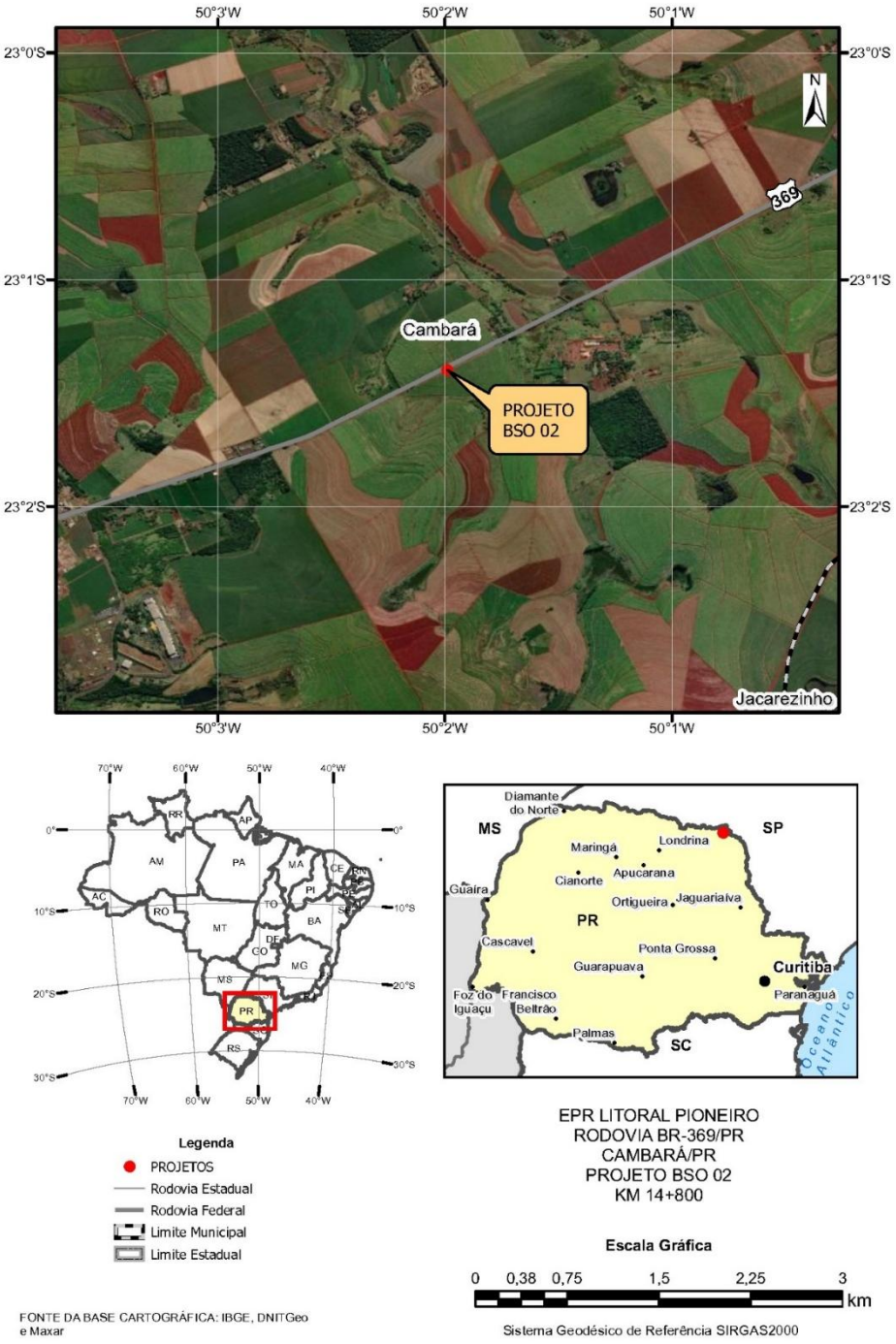


Figura 1– Mapa de Localização com Imageamento Aéreo
Fonte: EGIS, 2024

2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

Foram utilizadas as seguintes normas, especificações e diretrizes para as análises apresentadas neste relatório:

ABNT NBR 8044/2018: Projeto Geotécnico.

ABNT NBR 6484/2020: Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT- Método de Ensaio.

ABNT NBR 11682/2009: Estabilidade de Encostas.

DNIT 106/2009: Terraplenagem – Cortes - Especificação de Serviço.

DNIT 108/2009: Terraplenagem – Aterros - Especificação de Serviço.

DNIT 381/2022: Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias – Procedimento.

DNIT 441/2023-ES: Camada granular para fundação de aterros sobre solos moles – Especificação de serviço.

Diretrizes para Elaboração de Estudos de Projetos ANTT (2019).

3 GEOLOGIA LOCAL

Com objetivo de caracterizar as condições geológicas e geotécnicas dos locais a serem implantadas essas fundações, foram executadas 05 sondagens percussivas (SP-201 a SP-205), que foram utilizadas para caracterização do subsolo na região das edificações. A locação dessas sondagens está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 1: Localização das Sondagens
Fonte: EGIS, 2024

Furo	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Prof. (m)	NA (m)
SP-201	599.099,25	7.453.628,87	13,15	SECO
SP-202	599.104,06	7.453.639,94	13,10	SECO
SP-203	599.121,13	7.453.644,71	13,12	SECO
SP-204	599.149,32	7.453.663,73	13,50	SECO
SP-205	599.146,18	7.453.669,65	11,45	SECO

Para a área das edificações, as sondagens não indicaram nível d'água. Os horizontes detalhados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição do Material das Sondagens BSO-02.

Furo	Prof (m)	NA (m)	Início (m)	Final (m)	Geol.	Descrição
SP-201	13,15	NFE	0,00	6,72	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			6,72	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			12,00	13,15	SR	Argila arenosa, cinza e vermelha
SP-202	13,10	NFE	0,00	9,85	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			9,85	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom escura
			12,00	13,10	SR	Silte arenoso, marrom
SP-203	13,12	NFE	0,00	7,76	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			7,76	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom escura
			12,00	13,12	SR	Argila arenosa, cinza e vermelha
SP-204	13,50	NFE	0,00	2,00	SR	Argila arenosa, marrom
			2,00	6,00	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			6,00	10,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			10,00	13,50	SR	Silte argiloso, pouco arenoso, marrom
SP-205	11,45	NFE	0,00	4,00	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			4,00	11,45	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada

4 CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE MUROS DE ARRIMO

No projeto de muros de arrimo devem ser verificadas: a segurança contra o tombamento, a segurança conta o deslizamento e a segurança contra a ruptura do terreno de fundação.

4.1 Segurança Contra o Tombamento

$$Ft = \frac{\sum Mres\ a}{\sum Msol\ a} \geq 1{,}5$$

Onde:

ΣMres a – Somatória dos momentos resistentes no ponto a.

ΣMres a – Somatória dos momentos solicitantes no ponto a.

4.2 Segurança Contra o Deslizamento pela Base

$$Ft = \frac{R}{E} \geq 1{,}5$$

Onde:

R – Força resistente ao deslizamento.

E – Somatória das forças horizontais que tendem a provocar o deslizamento do muro.

A força resistente é dada por R = sb . A, onde A é a base do muro e sb a resistência ao cisalhamento do contato, resultado da tensão vertical pelo ângulo de atrito do contato solo-muro. Para efeito de cálculo, adota-se 2/3 do ângulo de atrito efetivo do solo na base do muro.

4.3 Segurança Contra a Ruptura do Terreno de Fundação

$$\sigma_{max/min} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

Onde:

W é o módulo de resistência: W = ba²/6, sendo “a” a direção do muro na qual ocorre a excentricidade.

Para garantir a segurança contra a ruptura do terreno, impõe-se: σmax ≤ σadm e σmin ≥ 0 (sem tração na base).

Neste caso específico, dada a baixa magnitude do arrimo (ordem de 0,4m), não foi necessário realizar análise global da estabilidade do talude.

Deve-se prever, a fim de garantia da vida útil do elemento, evitando-se processos não desejados, garantir a efetiva drenagem a tardoz do muro.

4.4 Seção do Muro e Características do Terreno

Após a análise da geometria, propõe-se a seguinte seção para os muros à flexão:

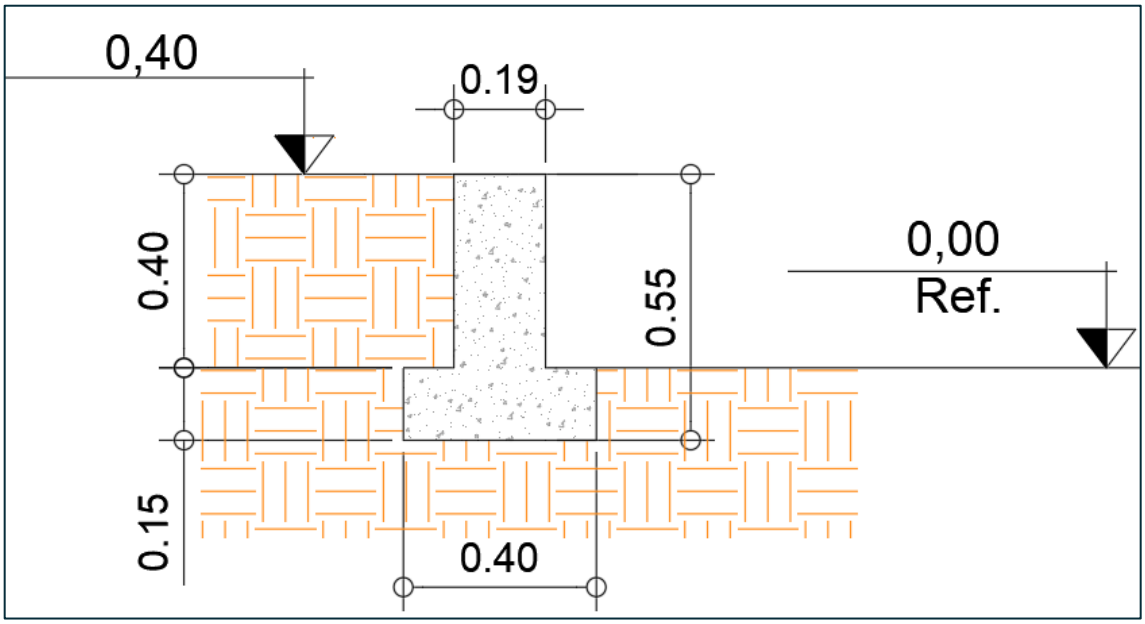


Figura 2 – Seção do Arrimo à Flexão
Fonte: EGIS, 2024

Para os parâmetros do solo e cálculo da capacidade de carga do terreno, considerou-se que a base do muro será executada superficialmente, sobre solo compactado, ou seja, sobre o terreno que foi revolvido/alterado para implantação da base, portanto, obteve-se parâmetro estimado com base no trabalho de Pozzebon (2017), no qual são compilados e destacados os pares de parâmetros de resistência ao cisalhamento (intercepto coesivo e ângulo de atrito) obtidos para diferentes litologias por diversos autores para solo de aterro.

Desse modo, os parâmetros geotécnicos adotados estão apresentados abaixo, de modo que, em obra, deve-se garantir a boa compactação do terreno de base do muro obtendo-se tais parâmetros.

Coesão efetiva : 14 kPa

Ângulo de atrito : 28°

5 VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

5.1 Segurança Contra o Tombamento

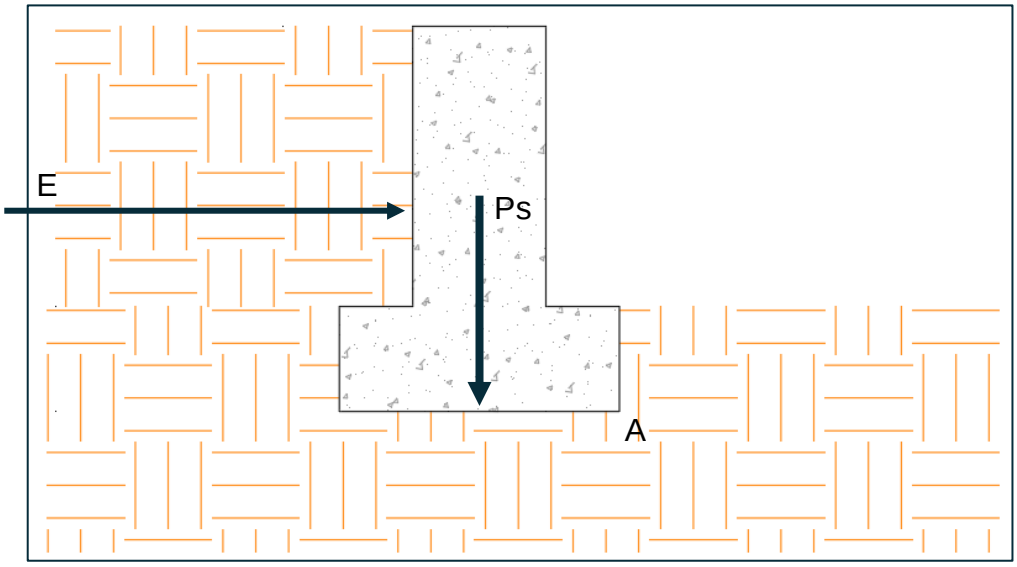


Figura 3 – Esquema Simplificado de Atuação das Forças
Fonte: EGIS, 2024

Os empuxos geostáticos foram calculados com base na formulação de Rankine conforme equações a seguir, sem a parcela coesiva, portanto, a favor da segurança.

$$Ea = \gamma \cdot H \cdot ka$$

Sendo:

Ea é a pressão horizontal ativa aplicada pelo solo;

γ é o peso específico do solo = 18 kN/m³;

H é a altura do muro = 0,4m;

Ka é o coeficiente de empuxo ativo do solo = $\frac{1-sen\varphi}{1+sen\varphi} = \frac{1-sen\ 28}{1+sen\ 28} = 0{,}36$;

Ea = 0,36 x 18 x 0,4 = 2,6 kN/m²;

E = Ea * A = 2,6 * 0,4/2 = 0,52 kN/m.

Ps é o peso da base: 0,136 * 25 = 3,4 kN/m

$$Ft = \frac{3{,}4 * 0{,}2}{0{,}52 * \left(\frac{0{,}4}{3}\right)} = \frac{0{,}68}{0{,}07} = 9{,}7 \geq 1{,}5\ \textbf{\textit{Ok}!}$$

5.2 Segurança Contra o Deslizamento pela Base

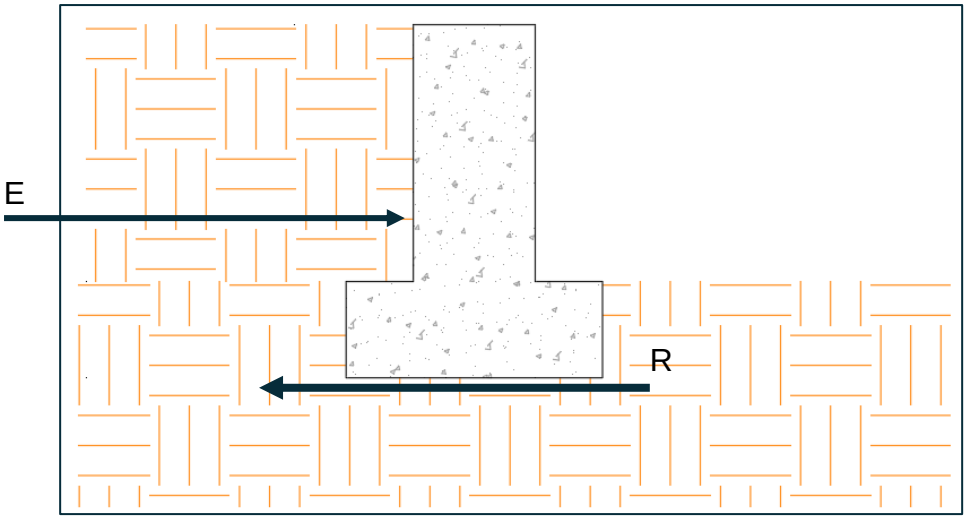


Figura 4 – Esquema Simplificado de Atuação das Forças
Fonte: EGIS, 2024

$$Ft = \frac{R}{E} \geq 1{,}5$$

R = N * tgφ

Sendo φ = 2/3 do ângulo de atrito do solo

R = Pc * tgφ = 3,4 * tg (2/3*28) = 1,15 kN/m

Onde Pc é o peso da base em concreto do muro

E = 0,52 kN/m

$$Ft = \frac{1{,}15}{0{,}52} = 2{,}21 \geq 1{,}5 \; \boldsymbol{ok!}$$

5.3 Segurança Contra a Ruptura do Terreno de Fundação

Calculando-se a capacidade do terreno pelo método geral de Terzaghi, conforme apresentado na figura abaixo, tem-se σadm = 111 kPa.

Para tal cálculo, utilizou-se 50% da coesão a favor da segurança.

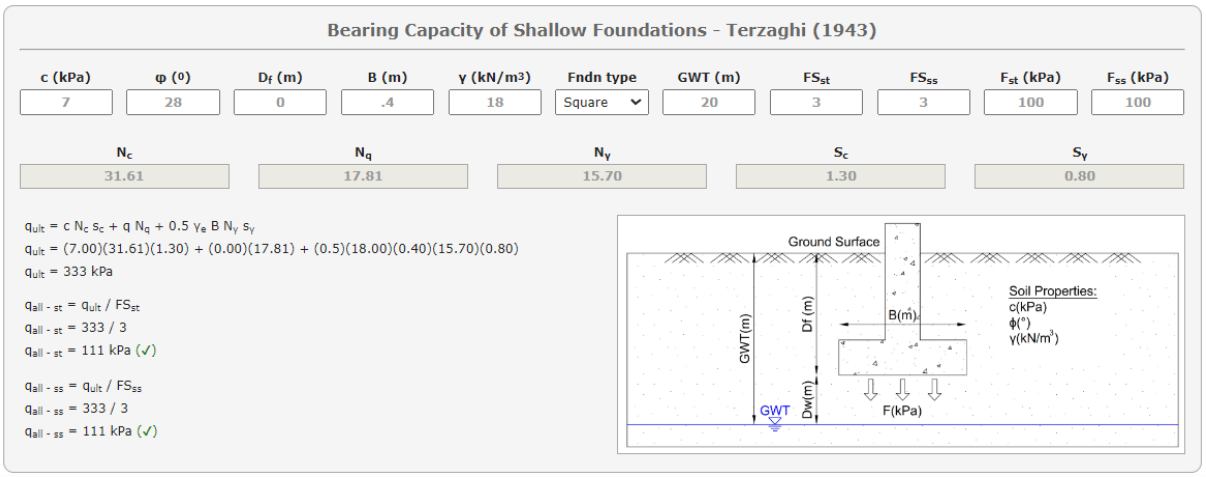


Figura 5 – Cálculo da Capacidade de Carga da Fundação
Fonte: EGIS, 2024

$$\sigma_{max/min} = \frac{N}{A} \mp \frac{M}{W}$$

W = 1 * 0,4²/6 = 0,027 m³;

N = (Pc) = 3,4 kN;

A = 0,4 m²;

M = 0,52 * 0,4/3 = 0,07 kN.m.

Calculando-se as tensões máximas e mínimas, tem-se:

$$\sigma_{max} = \frac{3,4}{0,4} + \frac{0,07}{0,027} = 11,1\ kPa < 122\ \boldsymbol{ok}!$$

$$\sigma_{min} = \frac{3,4}{0,4} - \frac{0,07}{0,027} = 5,9\ kPa > 0\ \boldsymbol{ok}!$$

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se, no decorrer do texto, as informações utilizadas e as premissas adotadas para as verificações de cálculo dos muros de arrimo à flexão de altura máxima igual a 0,4m aplicáveis à implantação dos desníveis necessários para conformação dos platôs das edificações componentes da BSO-02.

A baixa altura dos muros não demanda verificações de estabilidade, constando neste relatório apenas as verificações quanto ao desempenho como corpo rígido do arrimo proposto.

Os parâmetros e hipóteses utilizados constam indicados e colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que venham a se fazer necessários e/ou convenientes.

7 REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 8044: Projeto Geotécnico - Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

PINTO, C. SOUSA (2002). **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. Oficina de Textos, 2000.

POZZEBON, Beatriz Herter. (2017) **Parâmetros de solos residuais compactados da Região Metropolitana de São Paulo: comparação com dados de outras localidades no Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

2.6. Hidrologia

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-H1-001	Rev.: 00
	Emissão: 18/09/2024	Folha: 1 / 28
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR 369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Estudo Hidrológico – BSO's		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-H1-001.

Documentos Resultantes:

egis

00b	04/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS 7

3 COLETA DE DADOS 8

3.1 Dados Básicos 8

3.2 Caracterização Climática 8

3.3 Hidrografia 8

3.4 Pluviometria 9

3.5 Equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) 13

4 CÁLCULO DAS DESCARGAS DE PROJETO 15

4.1 Metodologia de Cálculo 15

4.1.1 Método Racional 15

4.1.2 Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) 15

4.1.3 Tempo de Recorrência 18

4.1.4 Tempo de Concentração 18

4.1.5 Coeficiente de Deflúvio 19

4.1.6 Bacias de Contribuição 21

4.2 Obras de Arte Correntes 21

4.2.1 Bueiros Tubulares em Concreto Operando como Canal 21

4.2.2 Bueiros Tubulares Metálicos Operando como Canal 22

4.2.3 Bueiros Celulares Operando como Canal 24

4.2.4 Dimensionamento de Bueiros Operando com Carga Hidráulica 25

5 CONCLUSÃO 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 6

Figura 2 – Totais Pluviométricos Mensais. 10

Figura 3 – Máximas Precipitações Diárias. 11

Figura 4 – Quantidade Mensal de Dias de Chuva. 12

Figura 5 – Gráfico Intensidade, Duração e Frequência. 14

Figura 6 – Gráfico Altura, Duração, Frequência. 14

Figura 9 – Hidrograma Unitário Triangular SCS 16

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Posto Pluviométrico Analisado. 9

Tabela 2 – Máximas Alturas de Chuvas. 13

Tabela 3 – Máximas Alturas de Chuvas. 13

Tabela 4 – Métodos Utilizados Conforme Situação Específica 15

Tabela 5 – Formulação SCS 16

Tabela 6 – Tempos de Recorrência Mínimos 18

Tabela 7 – Valores do Coeficiente de Deflúvio – C 20

Tabela 8 – Valores do Coeficiente de Deflúvio “C” Conforme o Tipo de Superfície 20

Tabela 9 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Tubulares em Concreto Operando como Canal 22

Tabela 10 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Tubulares Metálicos Operando como Canal 23

Tabela 11 – Espessuras para Bueiros Metálicos tipo Tunnel Liner 23

Tabela 12 – Dimensionamento de Bueiros Celulares 24

Tabela 13 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Celulares Operando como Canal 25

Tabela 14 – Equações de Hw e H 26

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório de Estudos Hidrológicos referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km014+800

O presente estudo tem por objetivo a apresentação dos Estudos Hidrológicos e Hidráulicos, onde constam as seguintes informações:

a) Caracterização do regime pluviométrico da área de influência direta do projeto;

b) Avaliação do escoamento superficial de regime permanente ou intermitente, definindo as vazões de contribuição, essenciais ao dimensionamento hidráulico das diferentes estruturas, componentes do sistema de drenagem, do segmento rodoviário em projeto, com base nas características litográficas, morfológicas e topográficas das bacias hidrográficas contribuintes;

c) Estabelecer os parâmetros definidores do clima regional, subsídios valiosos para o adequado planejamento do processo de implantação das obras projetadas.

Estes estudos foram baseados em plantas, mapas, observações efetuadas em campo e em recentes levantamentos topográficos.

A seguir, destacamos a localização da área de interesse desse estudo.

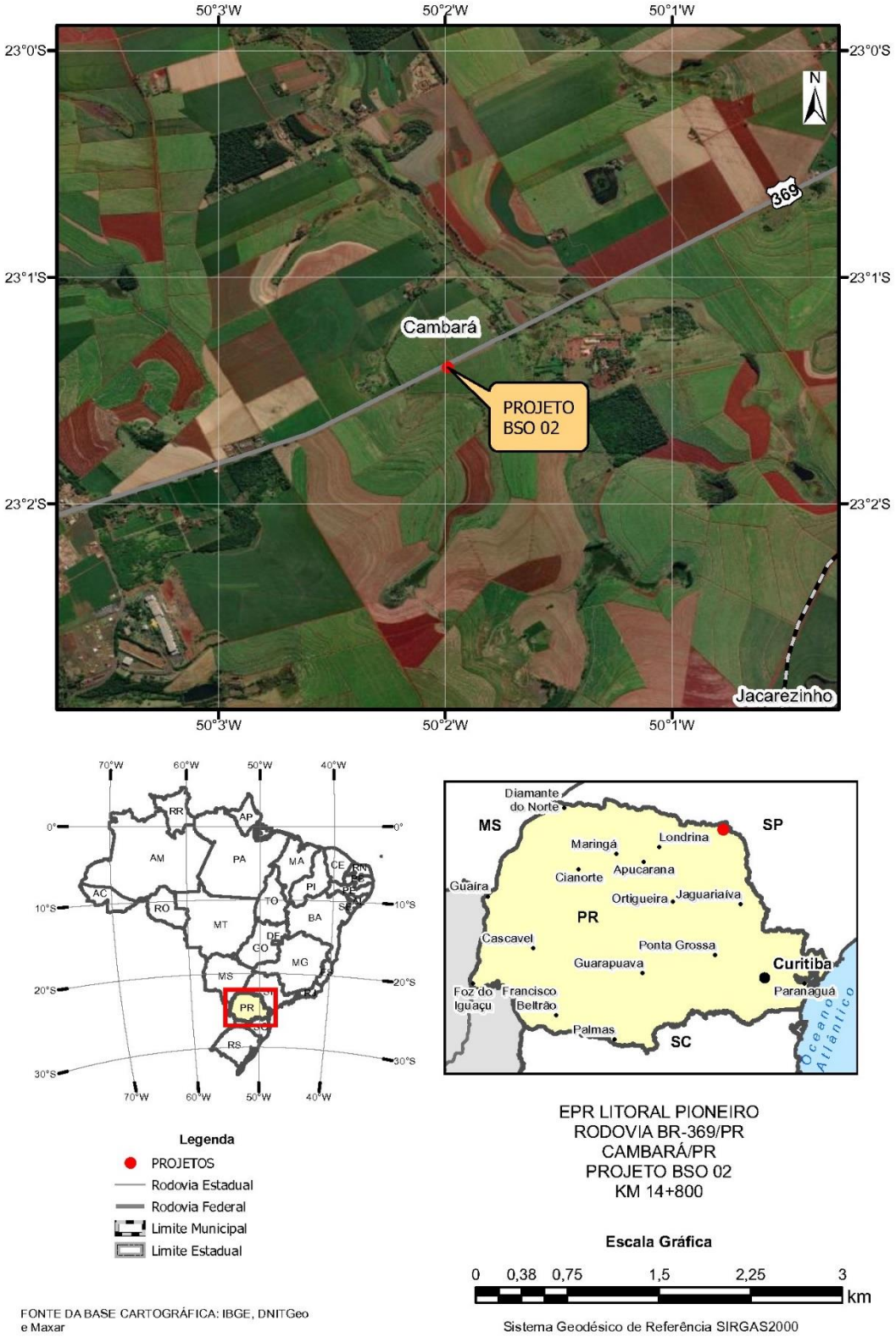


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico: Agência responsável, em esfera federal, por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres: Agência responsável por regular as atividades de exploração da infraestrutura rodoviária federal e fiscaliza a execução dos contratos de concessão das rodovias federais entregues a iniciativa privada.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica: autarquia do governo do estado de São Paulo, sendo responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: É uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Infraestrutura, criada pela lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 e tem por objetivo implementar a política de infraestrutura de transportes terrestres e aquaviários, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

IDF – Intensidade, Duração e Frequência: que é uma relação utilizada para estimar a intensidade da precipitação pluvial em determinado local, levando em consideração a duração da chuva e a frequência com que eventos de determinada intensidade ocorrem ao longo do tempo.

SRTM – Missão Topográfica Radar Shuttle: O propósito da missão SRTM foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários na elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais. Os dados foram produzidos para a região do planeta posicionada entre os paralelos 56ºS e 60ºN.

TR – Período de Retorno: O período de retorno é o tempo médio em que um determinado evento natural é igualado ou superado. No caso da drenagem, intensidade e duração de uma chuva.

3 COLETA DE DADOS

3.1 Dados Básicos

Os diversos elementos necessários à execução dos estudos hidrológicos foram coletados em vários órgãos e consultados estudos e publicações julgadas de interesse ao projeto. Os dados utilizados foram:

a) Classificação Climática de Wladimir Köppen;

b) Dados pluviométricos de estações localizadas nas proximidades do eixo de projeto e disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA);

c) Imagens de satélite obtidas a partir do Google Earth;

d) Curvas de Nível obtidas a partir do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission);

e) Cartas topográficas:

PALMITAL-SF-22-Z-A-V-4-50.000_UTM_F22, em escala 1:100.000

3.2 Caracterização Climática

Segundo a classificação internacional de Köeppen, 1918, o estado do Paraná encontra-se no tipo Cfa e Cfb, clima subtropical, com regime pluviométrico sempre úmido, sem estação seca bem definida, apresentando verão quente e ameno. No que se refere às características climáticas, o local apresenta uma temperatura média anual em torno de 20 °C. O total anual médio de precipitação é em torno de 1.300 mm.

3.3 Hidrografia

A hidrologia do Paraná é formada por 12 unidades hidrográficas principais, em maioria vinculadas à bacia do Rio Paraná. O ponto de análise deste projeto encontra-se na bacia Litorânea ou do Atlântico-Sul, segundo a ANA (Agência Nacional de Águas). Dentro desta unidade hidrográfica, o ponto de projeto está próximo ao Rio Paranapanema.

3.4 Pluviometria

Para se determinar qual Posto Pluviométrico melhor representa o regime pluviométrico da área de implantação do projeto, foram analisadas as estações disponíveis na ANA (Agência Nacional de Águas) para a região de estudo, sendo elas apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 1 - Posto Pluviométrico Analisado.

Código	Posto	Município	Estado
2250034	RIO DAS ANTAS	Cambará	PR
2250035	FAZENDA FLORA	Cambará	PR
2250011	CAMBARÁ	Cambará	PR
2350017	CAMBARÁ (EST. EXPERIMENTAL)	Cambará	PR

O posto CAMBARÁ (EST. EXPERIMENTAL) (2350017) foi definido como posto de projeto por apresentar uma série de dados extensa e consistente, como também boa proximidade com a obra em questão. Os histogramas com as normais mensais de precipitação e o número de dias de chuva do posto escolhido são apresentados a seguir.

Figura 2 – Totais Pluviométricos Mensais.

Totais Pluviométricos Mensais

Posto	:	**CAMBARÁ (EST. EXPERIMENTAL)**		Código:	**2350017**
Município	:	**CAMBARÁ**		Fonte :	ANA
Estado	:	**PARANÁ**			
Isozona	:	**D**		**Período Observado**	
Latitude	:	**-23°00'00"**	Altitude (m)	De :	**1957**
Longitude	:	**-50°01'59.16"**	**450**	Até :	**2012**

Meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
Máximas	542,7	429,0	321,9	197,1	244,1	221,1	280,1	192,0	211,5	321,3	358,5	367,0	307,2
Média	197,4	175,0	149,8	82,0	79,4	66,1	53,4	46,4	79,8	137,4	137,0	176,6	115,0
Mínima	42,3	3,6	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	22,7	22,7	42,8	13,1

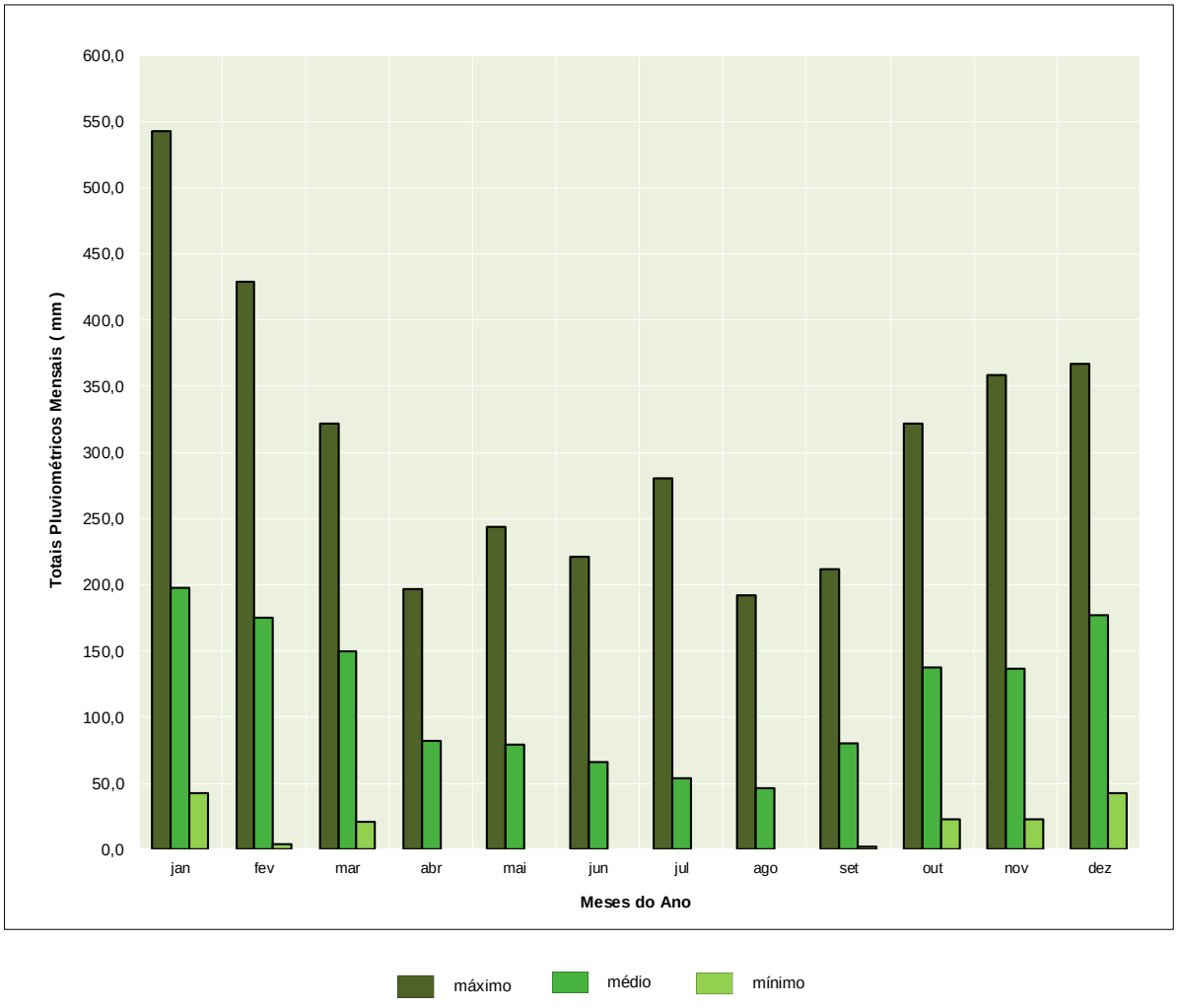


Figura 3 – Máximas Precipitações Diárias.

Máximas Precipitações Diárias

Posto	:	**CAMBARÁ (EST. EXPERIMENTAL)**		Código:	**2350017**
Município	:	**CAMBARÁ**		Fonte :	ANA
Estado	:	**PARANÁ**			
Isozona	:	**D**		**Período Observado**	
Latitude	:	**-23°00'00"**	Altitude (m)	De :	**1957**
Longitude	:	**-50°01'59.16"**	**450**	Até :	**2012**

Meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
Máximas	147,6	110,0	105,8	95,3	104,2	95,0	77,7	69,0	60,5	102,8	128,6	110,6	100,6
Média	49,0	48,2	47,8	36,7	33,6	28,1	22,3	19,8	27,3	42,3	45,1	46,0	37,2
Mínima	15,0	1,8	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	9,6	11,6	13,5	5,1

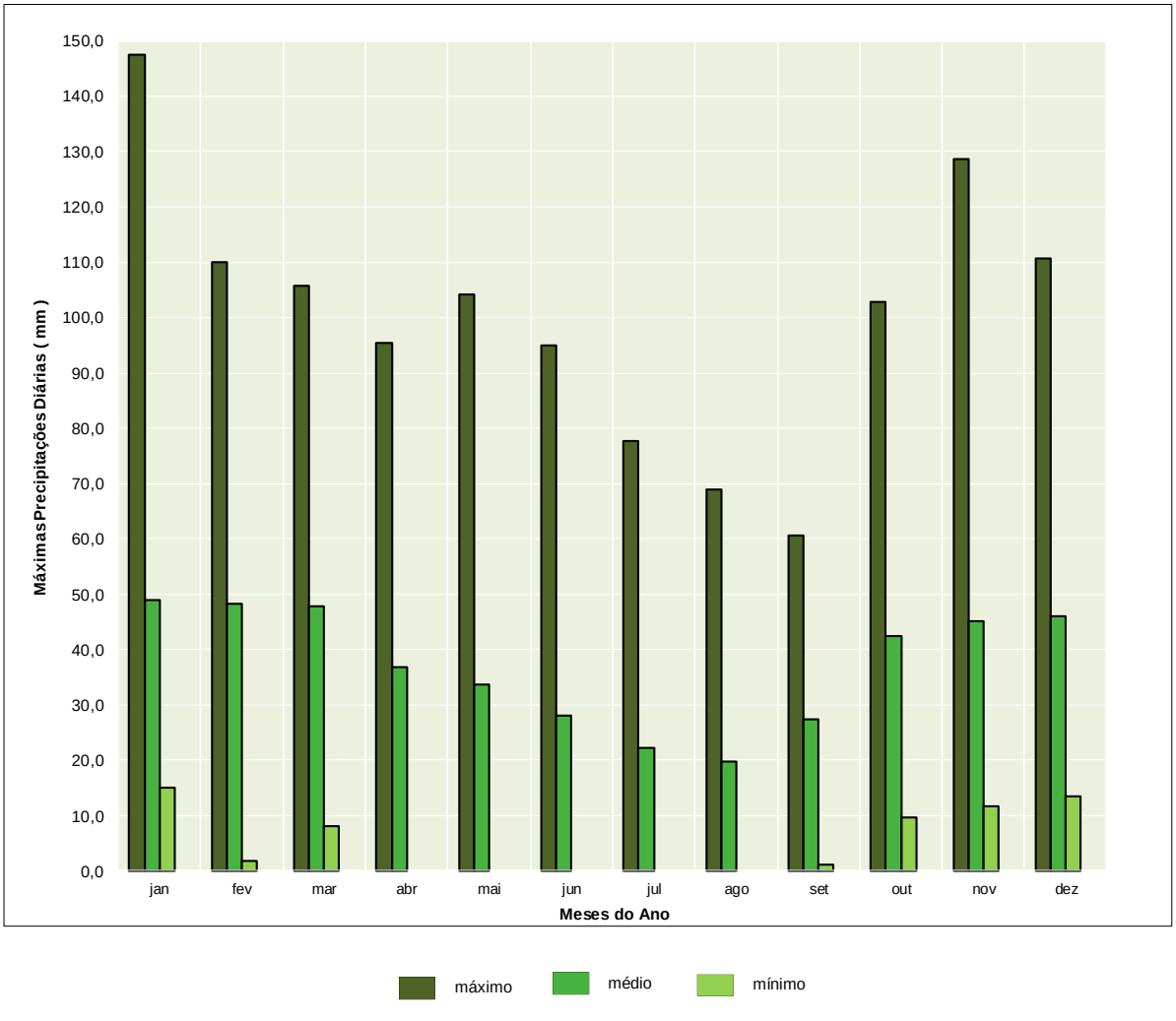
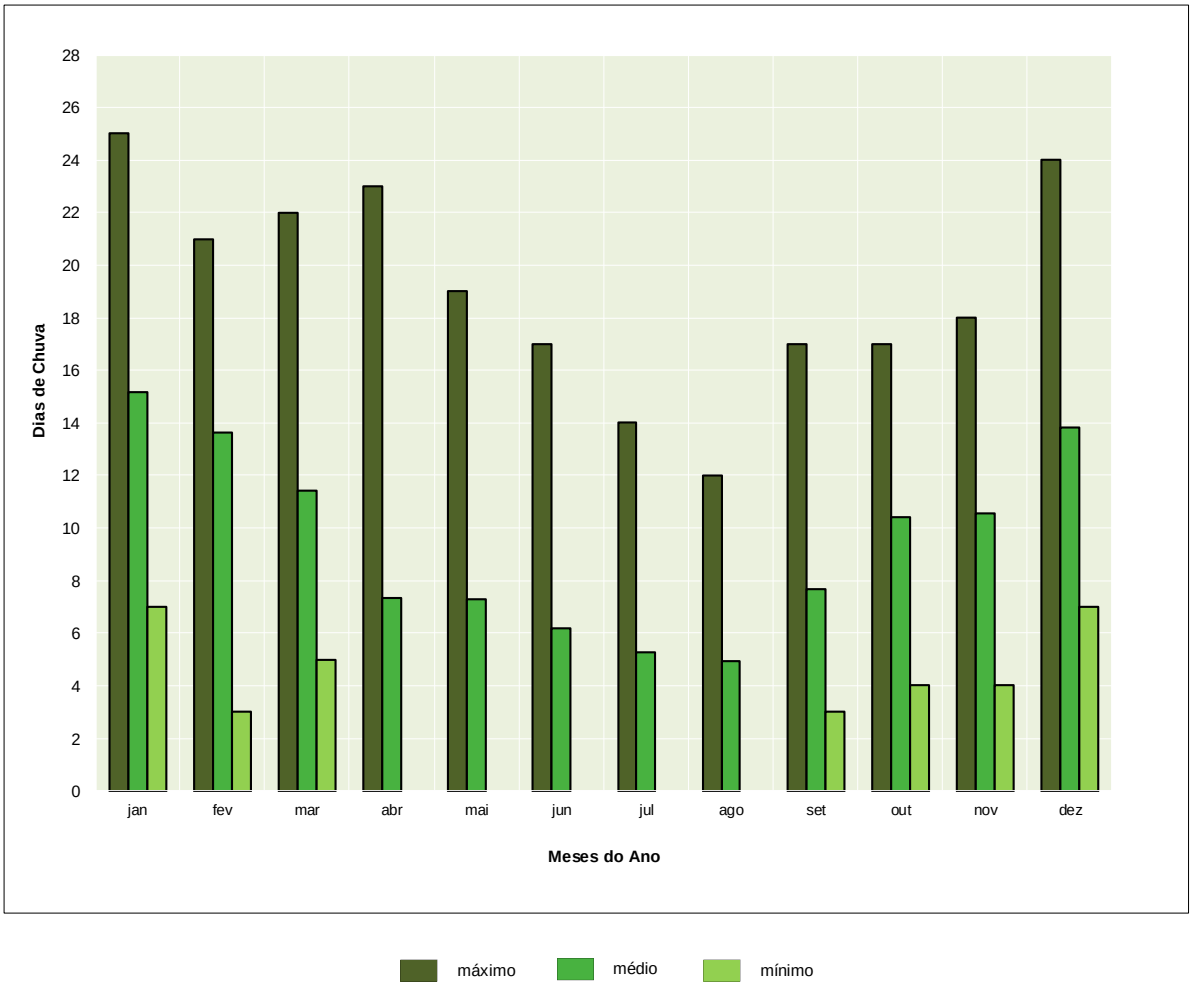


Figura 4 – Quantidade Mensal de Dias de Chuva.

Número Mensal de Dias de Chuva

Posto	:	**CAMBARÁ (EST. EXPERIMENTAL)**		Código:	**2350017**
Município	:	**CAMBARÁ**		Fonte :	ANA
Estado	:	**PARANÁ**			
Isozona	:	**D**		**Período Observado**	
Latitude	:	**-23°00'00"**	Altitude (m)	De :	**1957**
Longitude	:	**-50°01'59.16"**	**450**	Até :	**2012**

Meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
Máximas	25,0	21,0	22,0	23,0	19,0	17,0	14,0	12,0	17,0	17,0	18,0	24,0	19,1
Média	15,2	13,6	11,4	7,3	7,3	6,2	5,3	4,9	7,7	10,4	10,5	13,8	9,5
Mínima	7,0	3,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0	4,0	7,0	2,8



3.5 Equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF)

Para o cálculo das vazões de projeto está sendo utilizada a equação para a cidade de Cambará - PR, obtido do manual de Projetos de Saneamento (Sanepar, 2018), descrita abaixo.

$$i = \frac{1772{,}96\ T^{0{,}126}}{(t+17)^{0{,}867}}$$

Onde:
i = Intensidade pluviométrica (mm/h);
T = tempo de recorrência (anos);
t = tempo de concentração (min).

A seguir são apresentadas as tabelas com as intensidades calculadas a partir da equação adotada, bem como as alturas de chuva. Os gráficos que ilustram estes resultados são também apresentados.

Tabela 2 – Máximas Alturas de Chuvas.

Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h						
t (min)	Período de retorno T (anos)					
	5	10	15	25	50	100
10	124,7	**136,1**	143,2	**152,7**	**166,6**	181,8
20	94,9	103,5	109,0	116,2	126,8	138,4
30	77,1	84,1	88,5	94,4	103,1	112,5
60	50,3	54,8	57,7	61,6	67,2	73,3
120	30,5	33,3	35,0	37,4	40,8	44,5
180	22,3	24,3	25,6	27,3	29,7	32,5
360	12,7	13,8	14,6	15,5	16,9	18,5
720	7,1	7,7	8,1	8,7	9,5	10,3
1080	5,0	5,5	5,8	6,2	6,7	7,3
1440	3,9	4,3	4,5	4,8	5,2	5,7

Tabela 3 – Máximas Alturas de Chuvas.

Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm						
t (min)	Período de retorno T (anos)					
	5	10	15	25	50	100
10	20,8	22,7	23,9	25,5	27,8	30,3
20	31,6	34,5	36,3	38,7	42,3	46,1
30	38,6	42,1	44,3	47,2	51,5	56,2
60	50,3	54,8	57,7	61,6	67,2	73,3
120	61,0	66,6	70,0	74,7	81,5	89,0
180	66,8	72,9	76,7	81,8	89,2	97,4
360	76,1	83,0	87,4	93,2	101,7	111,0
720	85,1	92,9	97,7	104,2	113,7	124,1
1080	90,4	98,7	103,8	110,7	120,8	131,9
1440	94,2	102,8	108,2	115,4	126,0	137,5

Figura 5 – Gráfico Intensidade, Duração e Frequência.

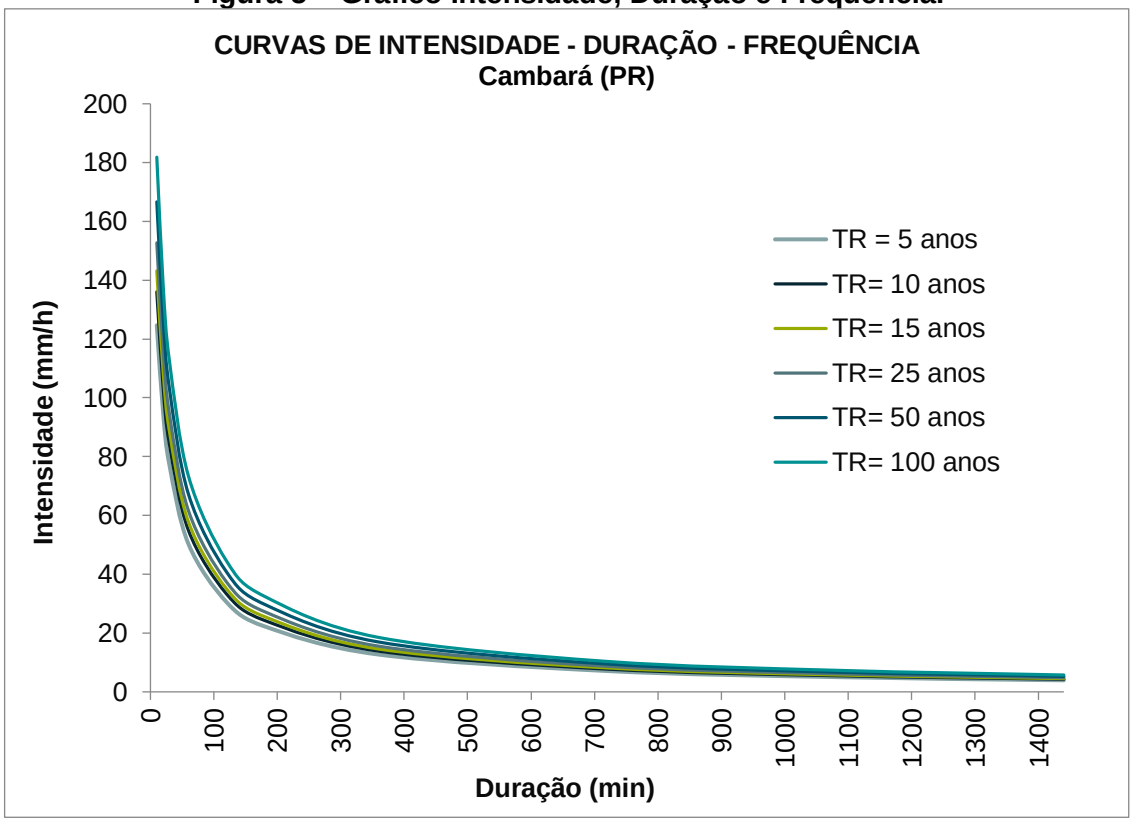
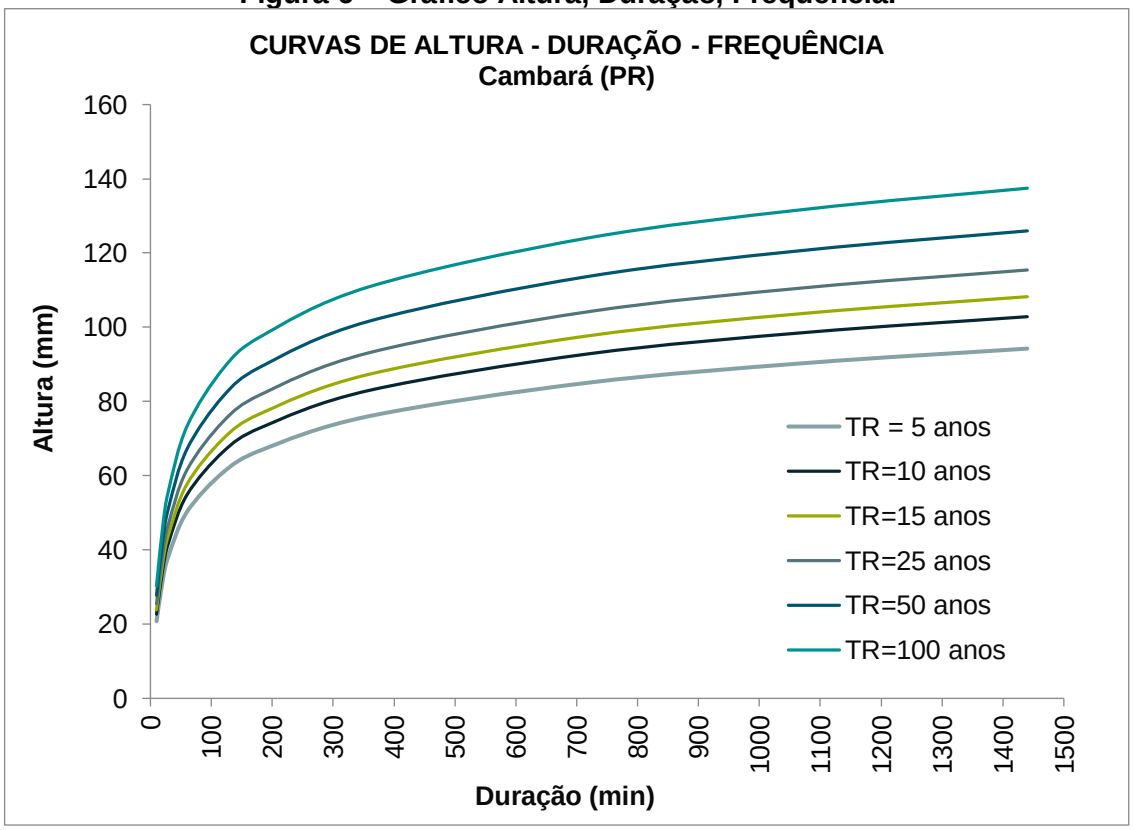


Figura 6 – Gráfico Altura, Duração, Frequência.



4 CÁLCULO DAS DESCARGAS DE PROJETO

As vazões necessárias para o dimensionamento hidráulico das diferentes estruturas que compõem o sistema de drenagem podem, segundo o fim a que se destinam, ser classificadas em:

a) Vazões para Obras de Arte Especiais

b) Vazões para Obras de Arte Correntes

c) Vazões para Obras de Drenagem Superficial

4.1 Metodologia de Cálculo

A metodologia adotada para a determinação das vazões de projeto varia de acordo com a área de contribuição.

Tabela 4 – Métodos Utilizados Conforme Situação Específica

Área da Bacia	Método de Cálculo
Bacias com área até 10,0 km^2	Racional
Bacias com área superior a 10,0 km^2	Hidrograma Unitário Triangular
Com dados fluviométricos de 10 a 15 anos	Estatísticos

4.1.1 Método Racional

É o método mais comumente utilizado, as vazões de contribuição são obtidas através da seguinte expressão:

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A \qquad (1)$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

0,278 = fator de conversão de unidades (adimensional);

C = coeficiente de escoamento superficial, classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal, da declividade média da bacia, do uso do solo etc. (adimensional);

i = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia contribuinte (km²).

4.1.2 Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

a) Parâmetros do Hidrograma

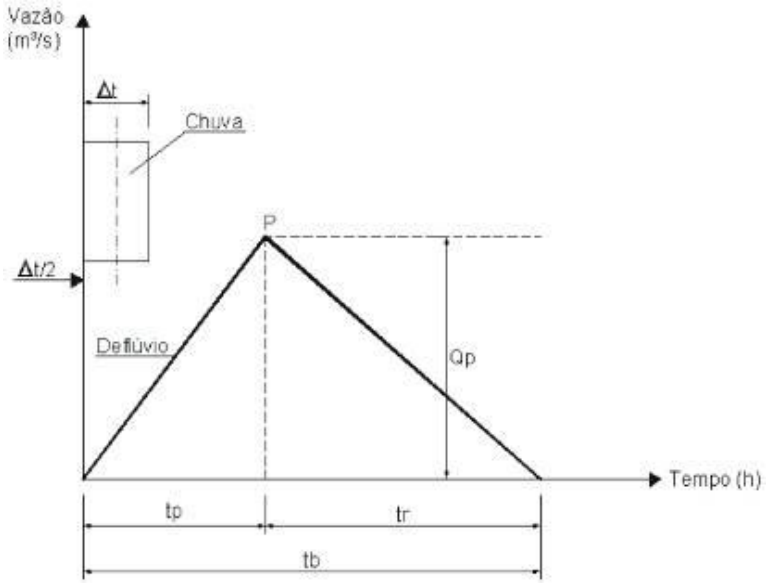


Figura 7 – Hidrograma Unitário Triangular SCS

O método desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service (SCS, 1985), compreende a previsão de uma chuva de projeto, associada a uma dada probabilidade de ocorrência e a aplicação de um modelo de simulação chuva-vazão com os parâmetros correspondentes às condições de um determinado cenário de ocupação da bacia. A formulação consiste basicamente no seguinte:

Tabela 5 – Formulação SCS

Variável a ser obtida	Fórmulas	Variáveis Intermediárias
Qp = vazão máxima do Hidrograma Unitário (m³/s)	$Q_p = \frac{2{,}08.A}{t_p}$	A = área da bacia contribuinte (km²) tp = tempo de pico (horas)
tp = tempo de pico (horas)	$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0{,}6.t_c$	Δt = tempo unitário (horas) tc = tempo de concentração (horas)
Δt = tempo unitário (tu) (horas)	$\Delta t = \frac{tc}{4{,}0}$	tc = tempo de concentração, tc < 24 horas
tr = tempo de recessão (horas)	$tr = 1{,}67tp$	tp = tempo de pico (horas)
tb = tempo base (horas)	$tb = 2{,}67tp$	tp = tempo de pico (horas)

b) Precipitação Efetiva

A avaliação da precipitação efetiva (Pe), a partir da precipitação total (P), deve ser feita em função das características do solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrológicas, escolhendo-se um número de curva (CN) que as caracterize.

Para o cálculo da precipitação efetiva (SCS, 1985; DNIT, 2005), as seguintes relações são utilizadas:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \qquad (2)$$

$$Pe = \frac{(P'-0{,}2\times S)^2}{(P'+0{,}8\times S)} \quad (3)$$

Onde:

S = parâmetro da bacia determinado pelo uso do solo, dependente da retenção e infiltração da bacia;

CN = número da curva representativa do complexo solo/vegetação/utilização da área;

Pe = precipitação efetiva (pol);

P' = precipitação total corrigida (pol).

A precipitação total é retirada das relações de altura/duração/recorrência, para períodos de tempo unitário (Δt). Quando a área da bacia hidrográfica for maior que 25 km², a precipitação deverá ser corrigida, utilizando-se a seguinte expressão (SCS, 1985; DNIT, 2005):

$$P' = P \times \left(1 - 0{,}10 \times log\frac{A}{25}\right) \quad (4)$$

Onde:

P' = precipitação total corrigida (cm);

P = precipitação total real (cm);

A = área da bacia hidrográfica (km2).

Cálculo das Ordenadas do Hidrograma (qi)

Para o cálculo das ordenadas do Hidrograma Unitário, utilizaram-se as seguintes equações (SCS, 1985; Collischonn e Dornelles, 2013):

Para tu ≤ tp:

$$q_i = \frac{Q_p \times t_u}{t_p} \quad (5)$$

E, para tu > tp:

$$q_i = Q_p \times \frac{(t_b - t_u)}{t_r} \quad (6)$$

Onde:

qi = vazões unitárias (m³/s);

tu = tempo unitário, o qual representa a duração da precipitação (horas);

Qp = vazão máxima do Hidrograma Unitário (m3/s);

tp = tempo de pico (horas);

tb = tempo base (horas);

tr = tempo de recessão (horas).

c) Hidrograma de Projeto

Conhecidas as precipitações efetivas para cada duração, procede-se ao cálculo das vazões de projeto através da "Álgebra dos Hidrogramas", ou seja, multiplicando-se as precipitações efetivas pelas ordenadas do Hidrograma Unitário, retiradas a intervalos de tempo iguais ao intervalo unitário considerado.

Os valores das descargas do hidrograma de projeto serão dados pela equação (Colischonn e Dornelles, 2013) a seguir:

$$Q_i = P_{e1} \times q_i + P_{e2} \times q_{i-1} + \cdots + P_{en} \times q_{i-(n-1)} \qquad (7)$$

4.1.3 Tempo de Recorrência

Os tempos de recorrência, entendendo-se como tal a frequência com que se repete uma precipitação pluvial de determinada intensidade e tempo de duração, são definidos em função do tipo e grau de importância da obra a ser hidraulicamente dimensionada ou verificada.

No presente caso, serão adotados os tempos de recorrência mínimos estipulados na instrução de serviço 203 – Estudos hidrológicos do DNIT, descritos a seguir:

Tabela 6 – Tempos de Recorrência Mínimos
Fonte: DER-SP, 2005

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Ponte	100

4.1.4 Tempo de Concentração

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula de KIRPICH, publicada no "California Culverts Practice" conforme preconizado na publicação IPR – 715 - Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem em 2005:

$$Tc = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \qquad (8)$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração em minutos;

L = Comprimento do talvegue em km; e

H = Desnível calculado por: L × I_{eq} (declividade média do Talvegue), em metros.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 5 minutos para a drenagem superficial, e 10 minutos para valetas de proteção que recebe contribuição externa.

O período de retorno adotado foi de 10 anos para a drenagem superficial.

4.1.5 Coeficiente de Deflúvio

Além da delimitação das bacias hidrográficas e suas características geométricas, é preciso caracterizá-las de acordo com a sua cobertura vegetal, para em seguida definir o coeficiente de escoamento superficial ou de deflúvio (run-off) de cada bacia.

A definição dos coeficientes de escoamento superficial será determinada levando-se em consideração todos os fatores que podem influenciar no escoamento difuso nas vertentes, notadamente no que concerne à:

a) Características geotopográficas;

b) Declividade e recobrimento vegetal;

c) Forma e dimensões dos talvegues;

d) Porosidade e permeabilidade dos solos;

e) Utilização pretendida para áreas de montante.

A definição dos coeficientes de escoamento superficial é feita de acordo com a metodologia de cálculo de vazões que está sendo empregada:

a) Coeficiente “C”, aplicável quando da utilização do Método Racional;

b) Coeficiente “CN”, número da curva definidora do complexo solo-vegetal, utilizado no método do hidrograma unitário.

Para a definição do coeficiente de deflúvio (C), foram utilizados os valores estabelecidos pelo Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, Publicação IPR - 715, apresentados a seguir:

Tabela 7 – Valores do Coeficiente de Deflúvio – C
Fonte: DNIT, 2005

Descrição das Áreas das Bacias Tributárias	Coeficiente de Deflúvio "C"
Comércio:	
Áreas centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial:	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial:	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Área densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

Tabela 8 – Valores do Coeficiente de Deflúvio "C" Conforme o Tipo de Superfície
Fonte: DNIT, 2005

Tipo de Superfície	Coeficiente de Deflúvio "C"
Ruas:	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos:	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto:	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

4.1.6 Bacias de Contribuição

Retratam a área em que o volume d´água precipitado irá incidir no segmento em estudo.

Para o traçado das linhas de delimitação das áreas das Bacias Hidrográficas e de seus índices de forma, área, comprimento do talvegue principal e desnível, tomou-se como referência o modelo de elevação gerado pela Missão Topográfica Radar (SRTM), liderada pela Agência Nacional Norte Americana (NASA). Para as grandes bacias, as informações pertinentes foram complementadas através da utilização das cartas do IBGE desta região, já citadas neste texto, na escala 1:100.000.

4.2 Obras de Arte Correntes

As obras de arte correntes foram verificadas considerando dois regimes de escoamento, como canal e como orifício, de acordo com os tempos de recorrência já apresentados neste texto.

4.2.1 Bueiros Tubulares em Concreto Operando como Canal

Os bueiros circulares em concreto foram dimensionados admitindo-se que a altura representativa da energia específica do fluxo crítico seja igual ao diâmetro do bueiro, isto é:

EC = D, resultando:

$$Qc = 1{,}538 \times D^{2,5} \quad (9)$$

$$Vc = 2{,}56 \times D^{1/2} \quad (10)$$

$$Ic = 32{,}82 \times \frac{n^2}{D^{\frac{1}{3}}} \quad (11)$$

onde,

Qc = vazão crítica (m³/s);

Vc = velocidade crítica (m/s);

Ic = declividade crítica (m/m);

D = diâmetro do bueiro (m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional), para obras em concreto n=0,015.

A partir das expressões anteriores, foi elaborada a tabela a seguir que apresenta os valores de vazão, velocidade e declividade críticas consideradas para fixação das dimensões mínimas das obras de arte correntes tubulares em concreto.

Tabela 9 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Tubulares em Concreto Operando como Canal
Adaptado de: DNIT, 2006

Tipo	Diâmetro (m)	Vazão Crítica (m³/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade crítica (%)
BSTC	0,60	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	1,54	2,56	0,74
BSTC	1,20	2,43	2,80	0,69
BDTC	1,00	3,08	2,56	0,74
BDTC	1,20	4,85	2,80	0,69
BDTC	1,50	8,48	3,14	0,65
BTTC	1,00	4,61	2,56	0,74
BTTC	1,20	7,28	2,80	0,69

4.2.2 Bueiros Tubulares Metálicos Operando como Canal

Para os bueiros metálicos, foram utilizadas as expressões de dimensionamento relativas ao regime crítico, transcritas a seguir:

EC = D, resultando:

$$Qc = 1{,}7398 \times D^{5/2} \quad (12)$$

$$Vc = 2{,}215 \times D^{1/2} \quad (13)$$

$$Ic = 31{,}15 \times \frac{n^2}{D^{\frac{1}{3}}} \quad (14)$$

onde,

Qc = vazão crítica (m³/s);

Vc = velocidade crítica (m/s);

Ic = declividade crítica (m/m);

D = diâmetro do bueiro (m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional), para obras metálicas n=0,024.

Tabela 10 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Tubulares Metálicos Operando como Canal
Adaptado de: DNIT, 2006

Tipo	Diâmetro (m)	Vazão crítica (m³/s)	Velocidade crítica (m/s)	Declividade crítica (%)
BSTM	1,20	2,74	2,43	1,69
BSTM	1,60	5,63	2,8	1,53
BSTM	1,80	7,56	2,97	1,47
BSTM	2,00	9,84	3,13	1,42
BSTM	2,20	12,49	3,29	1,38
BSTM	2,40	15,52	3,43	1,34
BSTM	2,60	18,96	3,57	1,30
BSTM	2,80	22,82	3,71	1,27
BSTM	3,00	27,12	3,84	1,24
BSTM	3,80	48,97	4,32	1,15

A determinação da espessura da chapa do bueiro metálico a ser especificada depende da altura de aterro incidente sobre a obra. Deve-se atentar, também, para as espessuras mínimas de aterro exigidas para a implantação desse tipo de dispositivo.

Tabela 11 – Espessuras para Bueiros Metálicos tipo Tunnel Liner
Fonte: Armco Staco, 2024

			Altura de Aterro										
Diâmetro (m)	Área (m^2)	Perímetro (m)	Mínima	Máxima									
				Rodovia						Ferrovia			
			Rodovia	Espessura (mm)						Espessura (mm)			
			Ferrovia	2.2	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5
1.20	1.13	3.77	1.20	9.00	12.90	15.50	22.10	26.50	41.30	12.90	15.50	22.10	26.50	41.00
1.40	1.54	4.40	1.20	7.70	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40
1.60	2.01	5.03	1.20	6.70	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00
1.80	2.54	5.65	1.50	6.00	8.60	10.30	14.70	17.70	27.50	8.00	10.30	14.70	17.70	27.50
2.00	3.14	6.28	1.50	5.40	7.70	9.30	13.20	15.90	24.80	6.90	9.00	13.20	15.90	24.80
2.20	3.80	6.91	1.80	4.90	7.00	8.40	12.00	14.50	22.50		7.90	12.00	14.50	22.50
2.40	4.52	7.54	1.90	4.50	6.40	7.70	11.00	13.20	20.60		7.00	11.00	13.20	20.60
2.60	5.31	8.17	2.10	4.10	5.90	7.10	10.20	12.20	19.00		6.40	10.20	12.20	19.00
2.80	6.16	8.80	2.20	3.80	5.50	6.60	9.40	11.30	17.70		5.50	9.20	11.30	17.70
3.00	7.07	9.42	2.30	3.60	5.10	6.20	8.80	10.60	16.50		4.70	8.30	10.60	16.50
3.20	8.04	10.05	2.40		4.80	5.80	8.30	9.90	15.40		4.00	7.80	9.90	15.40
3.40	9.08	10.68	2.50		4.50	5.40	7.80	9.30	14.60			7.00	9.10	14.60
3.60	10.18	11.31	2.60		4.30	5.10	7.30	8.80	13.70			6.60	8.30	13.70
3.80	11.34	11.94	2.70		4.00	4.90	6.90	8.30	13.00			6.20	7.80	13.00
4.00	13.85	12.57	2.80		3.10	4.60	6.60	7.90	12.40			5.10	7.20	12.40
4.20	15.21	13.19	2.90			4.40	6.30	7.50	11.80			4.80	6.80	11.80
4.40	16.62	13.82	3.00			4.20	6.00	7.20	11.20			4.20	6.40	11.20
4.60	18.10	14.45	3.10			4.00	5.70	6.90	10.70			4.00	6.10	10.70
4.80	19.63	15.08	3.20				5.50	6.60	10.30				5.10	10.30
5.00	12.57	15.71	3.30				5.30	6.30	9.90				4.80	9.90

4.2.3 Bueiros Celulares Operando como Canal

Os bueiros celulares foram dimensionados, admitindo-se que altura representativa da energia específica do fluxo crítico seja igual à altura do bueiro.

Ec = H, resultando:

Tabela 12 – Dimensionamento de Bueiros Celulares
Adaptado de: DNIT, 2006

Quadrados	Retangulares
$Qc = 1{,}705 \cdot L^{2,5}$ (m³/s)	$Qc = 1{,}705 \cdot B \cdot L^{1,5}$ (m³/s)
$I_c = 34{,}75 \cdot \frac{n^2}{L^{1/3}}$ (m/m)	$I_c = 2{,}60 \cdot \frac{n^2}{H^{1/3}} \cdot \left(3 + \frac{4H}{B}\right)^{4/3}$ (m/m)
$Vc = 2{,}56 \cdot L^{1/2}$ (m/s)	$Vc = 2{,}56 \cdot H^{1/2}$ (m/s)

onde,

L = representa um lado da célula, em m;

B = representa a base da célula, em m;

H = representa a altura da célula, em m;

n = coeficiente de rugosidade (adimensional), para obras em concreto n=0,015.

A partir das expressões anteriores, foi elaborada a tabela a seguir que apresenta os valores de vazão, velocidade e declividade críticas consideradas para fixação das dimensões mínimas das obras de arte correntes celulares.

Tabela 13 – Vazões, Velocidades e Declividades Críticas de Bueiros Celulares Operando como Canal
Fonte: DNIT, 2006

Tipo	Dimensões			Vazão Crítica (m³/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade crítica (%)
BSCC	1,50	x	1,50	4,70	3,14	0,17
BSCC	2,00	x	1,50	6,26	3,14	0,39
BSCC	2,00	x	2,00	9,64	3,62	0,13
BSCC	2,00	x	2,50	13,48	4,05	1,65
BSCC	2,00	x	3,00	17,72	4,43	2,83
BSCC	2,50	x	2,50	16,85	4,05	0,10
BSCC	3,00	x	2,00	14,47	3,62	0,19
BSCC	3,00	x	2,50	20,22	4,05	0,34
BSCC	3,00	x	3,00	26,58	4,43	0,09
BSCC	3,00	x	3,50	33,49	4,79	0,90
BSCC	3,50	x	3,50	39,07	4,79	0,07
BDCC	1,50	x	1,50	9,40	3,14	0,17
BDCC	2,00	x	1,50	12,53	3,14	0,39
BDCC	2,00	x	2,00	19,29	3,62	0,13
BDCC	2,00	x	2,50	26,96	4,05	1,65
BDCC	2,00	x	3,00	35,44	4,43	2,83
BDCC	2,50	x	2,50	33,70	4,05	0,10
BDCC	3,00	x	2,00	28,93	3,62	0,19
BDCC	3,00	x	2,50	40,44	4,05	0,34
BDCC	3,00	x	3,00	53,16	4,43	0,09
BDCC	3,00	x	3,50	66,99	4,79	0,90
BDCC	3,50	x	3,50	78,15	4,79	0,07
BTCC	2,00	x	2,00	28,93	3,62	0,13
BTCC	2,00	x	2,50	40,44	4,05	1,65
BTCC	2,50	x	2,50	50,55	4,05	0,10
BTCC	3,00	x	2,00	43,40	3,62	0,19
BTCC	3,00	x	2,50	60,66	4,05	0,34
BTCC	3,00	x	3,50	100,48	4,79	0,90
BTCC	3,50	x	3,50	117,22	4,79	0,07

4.2.4 Dimensionamento de Bueiros Operando com Carga Hidráulica

Conforme a tabela de tempos de recorrência admitiu-se que bueiros tubulares possam trabalhar com carga hidráulica para períodos de 25 anos e bueiros celulares, 50 anos. A altura mínima de aterro necessária para evitar o sobre passe da pista é calculada através da seguinte metodologia:

$$Q = C \times A \times (2 \times g \times Hw)^{1/2} \text{ (Fórmula do Orifício)} \quad (15)$$

Onde:

Q = vazão escoada, em m3/s;

C = coeficiente, adimensional;

A = área da seção transversal, em m²;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

Hw = carga hidráulica sobre o centro do tubo, em m.

Tomando-se C=0,60, g=9,81 m/s² e denominando-se de H a altura requerida para o aterro, tem-se:

Bueiros tubulares

$$Hw = \frac{(Q_{25})^2}{4{,}3573 \times D^4} \quad (16)$$

$$H = Hw - \frac{D}{2} \quad (17)$$

Onde:

Q25 = vazão de projeto para TR = 25 anos;

D = diâmetro do bueiro, em m;

Hw = carga hidráulica, em m;

H = altura mínima de aterro, em m.

Tabela 14 – Equações de Hw e H
Adaptado de: DNIT, 2006

Quadrados	Retangulares
$H_W = \frac{(Q_{50})^2}{7{,}0632 \,.L^4}$	$H_W = \frac{(Q_{50})^2}{7{,}0632 \,.B^2.A^2}$
$H = H_W - \frac{L}{2}$	$H = H_W - \frac{A}{2}$

Onde:

Q50 = vazão de projeto para TR = 50 anos;

L = lado da célula, em m;

B = base da célula, em m;

A = altura da célula, em m.

A decisão quanto à suficiência hidráulica das obras existentes levou em consideração os seguintes limites para a carga hidráulica:

$$Hw \leq 1{,}2D$$

$$Hw \leq 1{,}2H$$

Sendo D o diâmetro e H a altura do bueiro.

5 CONCLUSÃO

O presente projeto não teve intervenções nas regiões de travessias de talvegue passíveis de modificação. Sendo assim, estes estudos hidrológicos servem somente como subsídio para o desenvolvimento do projeto de drenagem superficial.

2.7. Drenagem e Obras de Arte Correntes (OAC)

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-H2-001	Rev.: 00
	Emissão: 26/08/2024	Folha: 1 / 22
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Drenagem		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-H2-001 À 002 – PROJETO DE DRENAGEM – PLANTA E PERFIL
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-H2-201 À 203 – PROJETO DE DRENAGEM – DETALHES

Documentos Resultantes:

egis

00a	26/08/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS 7

3 PROJETO DE DRENAGEM 8

4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO 9

4.1 Equação de Chuvas Intensas 11

4.1.1 Tempo de Recorrência 13

4.1.2 Tempo de Concentração 13

5 PROJETO DE DRENAGEM 14

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 21

7 REFERÊNCIAS 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de Satélite 6

Figura 2 – Curva de Intensidade-Duração-Frequência.....12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente de Rugosidade n em Concreto 9

Tabela 2 – Coeficiente de Rugosidade n em Grama.....10

Tabela 3 – Coeficiente de Rugosidade n em Outros Revestimentos 10

Tabela 4 – Velocidade Máxima dos Dispositivos 10

Tabela 5 – Intensidade de chuva 12

Tabela 6 – Alturas de Chuva.....13

1 APRESENTAÇÃO

A Egis Engenharia e Consultoria Ltda apresenta à Concessionária EPR, neste documento, o Relatório do Projeto de Drenagem referente ao desenvolvimento do projeto executivo de implantação de BSO 02, no km 14,800 da rodovia BR-369/PR, município de Cambará.

Este relatório se propõe a apresentar não apenas a análise do sistema de drenagem atual, mas também a concepção de um novo sistema que atenda aos requisitos técnicos e econômicos necessários para uma solução vantajosa. Com base nos dados obtidos a partir dos levantamentos topográficos, restituições aerofotogramétricas e visitas presenciais, o projeto executivo foi desenvolvido visando aprimorar o desempenho e a sustentabilidade do sistema de drenagem no local em questão.

Ao final do volume, são também apresentadas as planilhas de cálculo do dimensionamento da drenagem superficial.

A seguir, destacamos a localização da área de interesse desse estudo.

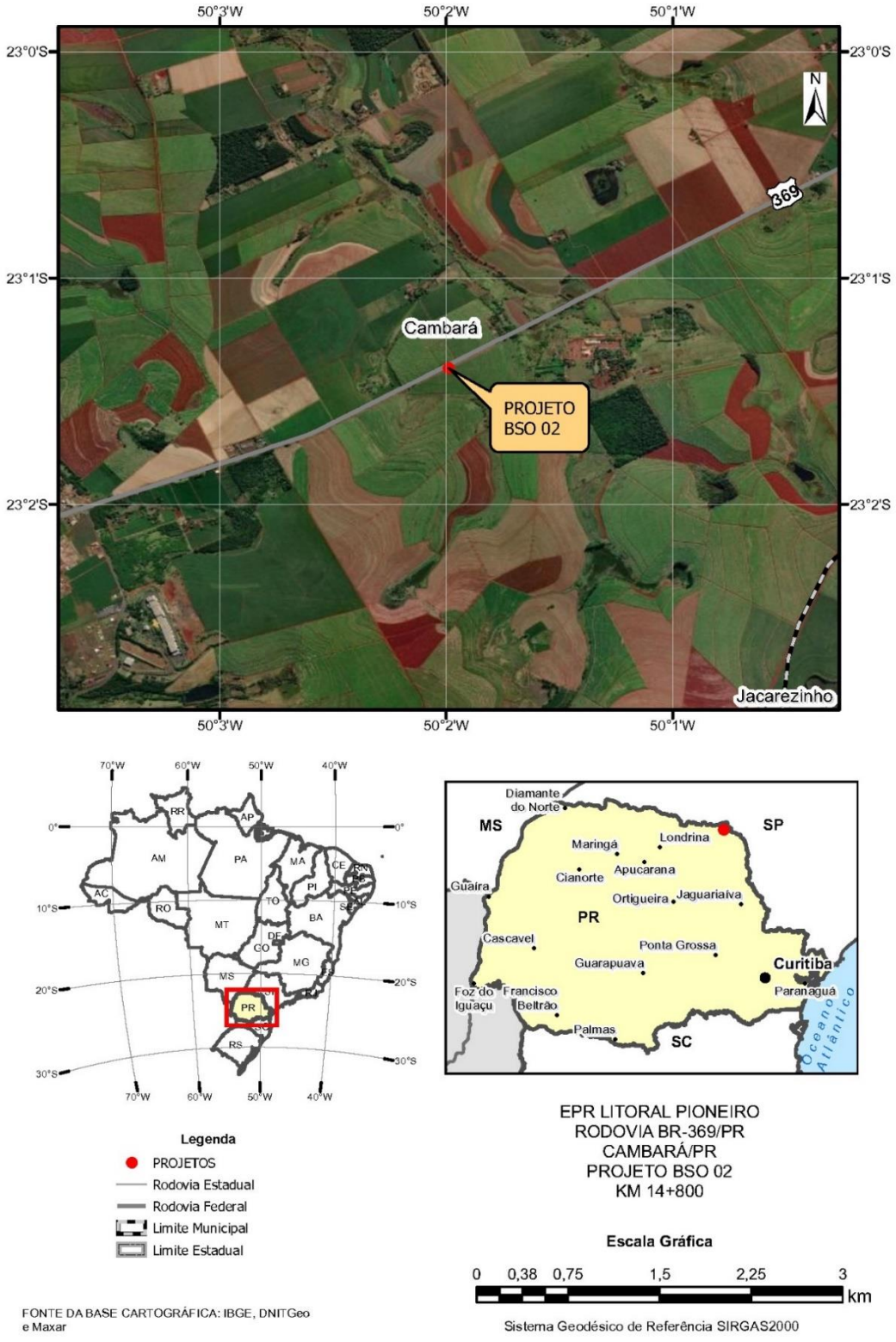


Figura 1 – Imagem de Satélite
Fonte: Egis, 2024

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres: Agência responsável por regular as atividades de exploração da infraestrutura rodoviária federal e fiscaliza a execução dos contratos de concessão das rodovias federais entregues a iniciativa privada.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica: autarquia do governo do estado de São Paulo, sendo responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: É uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Infraestrutura, criada pela lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 e tem por objetivo implementar a política de infraestrutura de transportes terrestres e aquaviários, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país.

IDF – Intensidade, Duração e Frequência: que é uma relação utilizada para estimar a intensidade da precipitação pluvial em determinado local, levando em consideração a duração da chuva e a frequência com que eventos de determinada intensidade ocorrem ao longo do tempo.

3 PROJETO DE DRENAGEM

O sistema de drenagem superficial foi projetado com a finalidade de interceptar e conduzir as águas precipitadas que atingem a plataforma das pistas, através de dispositivos que basicamente são os seguintes: sarjetas de corte, sarjetas de borda de plataforma de aterro, valetas de canteiro central, caixas coletoras, caixa de passagem e condutos de ligação.

A seguir serão descritos, de forma sucinta, os dispositivos acima relacionados.

a) Sarjeta de Pé de Corte

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das sarjetas foram estabelecidos em função das declividades longitudinais, alturas e velocidades máximas de escoamento. No dimensionamento desses dispositivos, foram aplicadas as equações de Manning e da continuidade, sendo que os coeficientes de rugosidade e os valores limites para a velocidade média de escoamento foram os mesmos já apresentados no item anterior.

b) Sarjeta de Borda de Plataforma de Aterro

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das sarjetas de borda de plataforma de aterro foram os mesmos estabelecidos para as sarjetas de pé de corte revestidas de concreto, porém com altura de escoamento constante.

c) Valetas de Proteção

As valetas de proteção de crista de corte ou de pé de aterro foram projetadas com a finalidade de interceptar as águas superficiais que poderiam atingir o corpo estradal e conduzi-las para locais de deságue seguros e bem determinados.

O dimensionamento desse dispositivo também foi feito através das equações básicas (equação de Manning, associada à equação da continuidade), sendo que os coeficientes de rugosidade e os valores limites para a velocidade média de escoamento foram os mesmos já apresentados no item anterior.

d) Dispositivos de Amortecimento

Dispositivos de amortecimento, como o nome indica, são dispositivos destinados a amortecer o impacto e dissipar a energia cinética do fluxo d'água, reduzindo consequentemente a sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das canaletas retangulares com grelha foram os mesmos estabelecidos para as sarjetas de pé de corte.

4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o dimensionamento dos dispositivos da rede de drenagem, utilizou-se basicamente a equação de Manning, aliada à equação da continuidade (AZEVEDO NETTO, 2015).

Equação de Manning

$$V = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{1/2}}{n} \quad (1)$$

Onde:

V = velocidade média (m/s);

Rh = raio hidráulico (m);

I = declividade longitudinal (m/m);

n = coeficiente de rugosidade (m-1/3. s).

Equação da Continuidade

$$Q = V \times A \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão de escoamento (m3/s);

V = velocidade de escoamento (m/s);

A = área da seção molhada (m2);

Os valores dos coeficientes de rugosidade n utilizados foram os seguintes:

Tabela 1 – Coeficiente de Rugosidade n em Concreto
Fonte: DNIT,2006

Dispositivo	Rugosidade (n)
Valetas, sarjetas, canais em concreto	0,016
Bueiros em concreto	0,015
Bueiros metálicos	0,024

No caso das valetas e sarjetas, mesmo para projetos do DNIT são usados os coeficientes de manning definidos pelo DER-SP pois são a favor da segurança por considerar a inclinação de cada elemento.

Tabela 2 – Coeficiente de Rugosidade n em Grama
Fonte: DER, 2006

Revestimento em Grama		
Dispositivo	**Inclinação**	**Rugosidade (n)**
Sarjetas de corte	I < 2 %	0,049
	2 % ≤ I < 4 %	0,047
	I ≥ 4 %	0,055
Valetas de canteiro central	I < 2 %	0,065
	2 % ≤ I < 4 %	0,062
	I ≥ 4 %	0,068
Valetas trapezoidais	I < 1 %	0,065
	1 % ≤ I < 2 %	0,046
	2 % ≤ I < 3 %	0,041
	3 % ≤ I < 4 %	0,038
	I ≥ 5 %	0,035

Tabela 3 – Coeficiente de Rugosidade n em Outros Revestimentos
Fonte: DER, 2006

Outros Revestimentos	
Dispositivo	**Rugosidade (n)**
Canais revestidos de pedra argamassada	0,025
Canais revestidos com gabião tipo colchão	0,027
Canais revestidos com gabião tipo caixa	0,029
Canais sem revestimento	0,030

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento vegetal ou naqueles sem revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme abaixo relacionadas:

Tabela 4 – Velocidade Máxima dos Dispositivos
Fonte: DER, 2006

Dispositivo	Velocidade limite (m/s)
Canais sem revestimento	1,20 m/s
Sarjetas, valetas e canais revestidos de grama	1,60 m/s
Canais revestidos de concreto ou pedra e bueiros de concreto	4,50 m/s
Bueiros de greide, sarjetas e valetas revestidas de concreto	6,00 m/s

As vazões de contribuição dos dispositivos foram determinadas através do Método Racional, adotando-se um período de recorrência de 10 anos e tempo de concentração mínimo de 5 minutos.

Método Racional

$$Q_c = \frac{C.i.A}{6} \quad (3)$$

Onde:

Qc = vazão de contribuição (m³/s);

C = coeficiente de escoamento superficial;

A = área de contribuição (ha);

i = intensidade pluviométrica (mm/min).

Os valores dos coeficientes de escoamento superficial (C) utilizados para determinação das vazões de contribuição dos dispositivos da drenagem superficial foram:

a) Área de taludes: $\bar{c}$ = 0,70;

b) Área da plataforma sem revestimento ou revestido com grama: $\bar{c}$ = 0,35;

c) Área pavimentada ou impermeabilizada: $\bar{c}$ = 0,90.

4.1 Equação de Chuvas Intensas

Para o cálculo das vazões de projeto está sendo utilizada a equação para a cidade de Cambará - PR, obtido do manual de Projetos de Saneamento (Sanepar, 2018), descrita abaixo.

$$i = \frac{1077{,}21\ T^{0{,}157}}{(t+10)^{0{,}781}} \quad (4)$$

Onde:

I = Intensidade pluviométrica (mm/h);

T = tempo de recorrência (anos);

t = tempo de concentração (min).

A seguir são apresentadas as tabelas com as intensidades calculadas a partir da equação adotada, bem como as alturas de chuva. Os gráficos que ilustram estes resultados são também apresentados.

Tabela 5 – Intensidade de chuva
Fonte: Egis, 2024

Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h						
t (min)	Período de retorno T (anos)					
	5	10	15	25	50	100
10	124,7	136,1	143,2	152,7	166,6	181,8
20	94,9	103,5	109,0	116,2	126,8	138,4
30	77,1	84,1	88,5	94,4	103,1	112,5
60	50,3	54,8	57,7	61,6	67,2	73,3
120	30,5	33,3	35,0	37,4	40,8	44,5
180	22,3	24,3	25,6	27,3	29,7	32,5
360	12,7	13,8	14,6	15,5	16,9	18,5
720	7,1	7,7	8,1	8,7	9,5	10,3
1080	5,0	5,5	5,8	6,2	6,7	7,3
1440	3,9	4,3	4,5	4,8	5,2	5,7

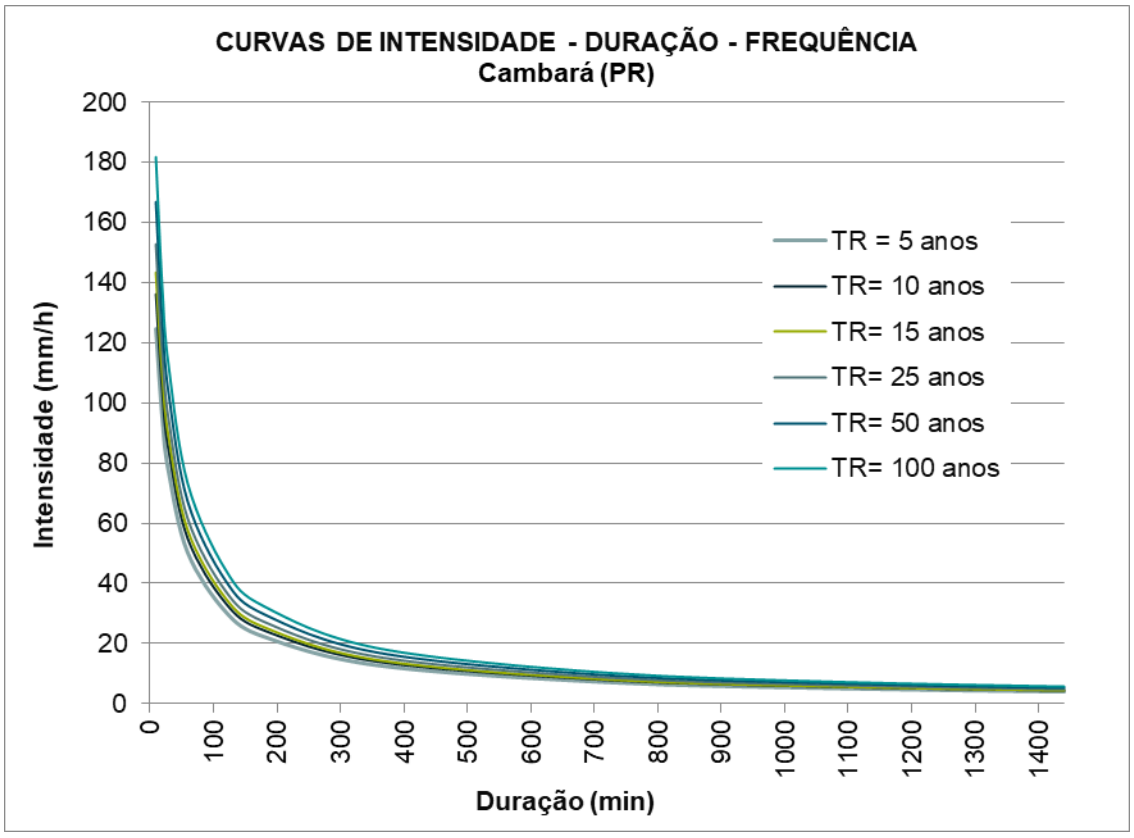


Figura 2 – Curva de Intensidade-Duração-Frequência
Fonte: Egis, 2024

Tabela 6 – Alturas de Chuva
Fonte: Egis, 2024

Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm						
t (min)	Período de retorno T (anos)					
	5	10	15	25	50	100
10	20,8	22,7	23,9	25,5	27,8	30,3
20	31,6	34,5	36,3	38,7	42,3	46,1
30	38,6	42,1	44,3	47,2	51,5	56,2
60	50,3	54,8	57,7	61,6	67,2	73,3
120	61,0	66,6	70,0	74,7	81,5	89,0
180	66,8	72,9	76,7	81,8	89,2	97,4
360	76,1	83,0	87,4	93,2	101,7	111,0
720	85,1	92,9	97,7	104,2	113,7	124,1
1080	90,4	98,7	103,8	110,7	120,8	131,9
1440	94,2	102,8	108,2	115,4	126,0	137,5

4.1.1 Tempo de Recorrência

Os tempos de recorrência, entendendo-se como tal a frequência com que se repete uma precipitação pluvial de determinada intensidade e tempo de duração, são definidos em função do tipo e grau de importância da obra a ser hidraulicamente dimensionada ou verificada. O Tempo de retorno adotado para a drenagem superficial foi de 10 anos.

4.1.2 Tempo de Concentração

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula de KIRPICH, publicada no “California Culverts Practice” conforme preconizado na publicação IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem em 2005:

$$Tc = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \qquad (5)$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração em minutos;

L = Comprimento do talvegue em km; e

H = Desnível calculado por: L × Ieq (declividade média do Talvegue), em metros.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 5 minutos.

5 PROJETO DE DRENAGEM

Neste capítulo estão apresentadas as planilhas de cálculo dos dispositivos de drenagem, executados conforme metodologia e critérios preconizados neste documento.

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

LOCALIZAÇÃO		PARÂMETROS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO							SEÇÃO CAUDAL					DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO					OBS.
INICIAL	FINAL	A ha	C	(A*C)	(A*C) Acum.	Tc (min.)	i mm/min	Q m^3/s	TIPO	D	B	TAL (H:V)	RUG.	L m	j m/m	Y m	Y/D	V m/s	
DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DA PLATAFORMA-VALETAS DE ESCOAMENTO																			
21 +10,000	30 +6,000	0,65	0,35	0,23	0,23	5,00	2,708	0,103	TZ	0,30	1,20	1:1/1:1	0,016	175,00	0,025	0,10	0,33	1,74	VPCG 120-30
30 +6,000	34 +13,510	0,00	0,35	0,23	0,23	5,00	2,708	0,103	TZ	0,30	1,20	1:1/1:1	0,016	94,00	0,111	0,06	0,20	2,84	VPCC 120-30
11 +16,000	0 +0,000	0,46	0,35	0,16	0,16	5,00	2,708	0,073	TZ	0,30	1,2	1:1/1:1	0,035	342,00	0,050	0,10	0,35	1,16	VPCG 120-30

LEGENDA:

Parâmetros da Área de Contribuição
- A - área de drenagem
- C - coef. de escoamento superficial
- Tc - tempo de concentração
- i - intensidade da chuva de projeto
- Q - vazão de projeto

Seção Caudal
- D - altura do dispositivo
- B - largura interna
- TAL - taludes laterais
- RUG. - coeficiente de rugosidade

Dimensionamento da Seção
- L - comprimento do dispositivo
- j - declividade de fundo
- Y - lâmina de água
- Y/D - relação da lâmina com a altura
- V - velocidade do escoamento

TIPO:
- RT - retangular
- TG - triangular
- TZ - trapezoidal

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

LOCALIZAÇÃO		PARÂMETROS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO							SEÇÃO CAUDAL					DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO					OBS.
INICIAL	FINAL	A ha	C	(A*C)	(A*C) Acum.	Tc (min.)	i mm/min	Q m^3/s	TIPO	D	B	TAL (H:V)	RUG.	L m	j m/m	Y m	Y/D	V m/s	
DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DA PLATAFORMA-SARJETAS DE CORTE E ATERRO																			
21 +2,600	19 +6,000	0,19	0,54	0,10	0,10	5,00	2,708	0,047	TG	0,25	1,25	4:1/1:1	0,016	36,60	0,015	0,13	0,51	1,14	STC 125-25
19 +6,000	13 +13,000	0,28	0,77	0,22	0,32	5,00	2,708	0,144	TG	0,25	1,25	4:1/1:1	0,016	123,00	0,038	0,16	0,65	2,16	STC 125-25
13 +13,000	12 +14,000	0,07	0,89	0,06	0,38	5,00	2,708	0,170	TG	0,25	1,25	4:1/1:1	0,016	19,00	0,038	0,17	0,70	2,25	STC 125-25
12 +14,000	7 +14,000	0,11	0,71	0,08	0,46	5,00	2,708	0,207	TG	0,25	1,25	4:1/1:1	0,016	109,00	0,038	0,19	0,75	2,36	STC 125-25
7 +14,000	0 +0,000	0,23	0,84	0,20	0,82	5,00	2,708	0,369	TG	0,30	1,50	4:1/1:1	0,016	146,00	0,038	0,23	0,78	2,73	STC 150-30
Sarjeta +0,000	Sarjeta +0,000	0,00	0,00	0,00	0,82	5,00	2,708	0,369	TG	0,30	1,06	2,53:1/1:1	0,016	0,00	0,043	0,26	0,88	3,02	STC EXIST
11 +16,000	10 +14,000	0,05	0,90	0,04	0,07	5,00	2,708	0,030	TG	0,05	0,90	10:1	0,016	22,00	0,038	0,05	1,17	1,08	DR-8
21 +2,600	34 +13,500	0,50	0,81	0,40	0,40	5,00	2,708	0,183	TG	0,25	1,25	4:1/1:1	0,016	274,00	0,032	0,19	0,74	2,13	STC 125-25
14 +15,000	14 +0,000	0,02	0,90	0,02	0,02	5,00	2,708	0,009	TG	0,05	0,45	1:10/0	0,016	15,00	0,005	0,07	1,50	0,43	MFS-02
14 +0,000	13 +13,000	0,01	0,90	0,01	0,03	5,00	2,708	0,014	TG	0,05	0,45	1:10/0	0,016	17,00	0,005	0,08	1,71	0,47	MFS-02
12 +14,000	11 +16,000	0,03	0,90	0,02	0,02	5,00	2,708	0,011	TG	0,05	0,45	1:10/0	0,016	18,00	0,038	0,05	1,08	0,96	MFS-02
10 +14,000	7 +14,000	0,11	0,90	0,10	0,16	5,00	2,708	0,074	TG	0,05	0,45	1:10/0	0,016	60,00	0,038	0,10	2,18	1,54	MFS-02

LEGENDA:

Parâmetros da Área de Contribuição
- A - área de drenagem
- C - coef. de escoamento superficial
- Tc - tempo de concentração
- i - intensidade da chuva de projeto
- Q - vazão de projeto

Seção Caudal
- D - altura do dispositivo
- B - largura interna
- TAL - taludes laterais
- RUG. - coeficiente de rugosidade

Dimensionamento da Seção
- L - comprimento do dispositivo
- j - declividade de fundo
- Y - lâmina de água
- Y/D - relação da lâmina com a altura
- V - velocidade do escoamento

TIPO:
- RT - retangular
- TG - triangular
- TZ - trapezoidal

PLANILHA DE CÁLCULO – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE VIAS												
LOCALIZAÇÃO		ÁREA (ha)	C	TEMPO DE CONCENT. tc (min)	INTENSIDADE PLUVIOM. i (mm/min)	VAZÃO Q (m^3/s)	DECLIVID. LONGITUD. (m/m)	LARGURA ALAGAMENTO (m)	DECLIVIDADE TRANSV. (m/m)	y (m)	VELOCIDADE (m/s)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL											
14 +15,000	14 +0,000	0,02	0,90	5,00	2,708	0,009	0,0050	1,43	0,02	0,04	0,30	MFS-02
14 +0,000	13 +13,000	0,01	0,90	5,00	2,708	0,014	0,0050	1,68	0,02	0,04	0,33	MFS-02
12 +14,000	11 +16,000	0,03	0,90	5,00	2,708	0,011	0,0384	1,04	0,02	0,03	0,67	MFS-02
10 +14,000	7 +14,000	0,11	0,90	5,00	2,708	0,074	0,0384	2,10	0,02	0,05	1,07	MFS-02
11 +16,000	10 +14,000	0,05	0,90	5,00	2,708	0,030	0,0384	11,5	0,02	0,02	0,57	DR-8

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL								
LOCALIZAÇÃO		DECLIVIDADE %	VALETA TIPO	DIMENSÕES m		REVESTIMENTO	COMPRIMENTO m	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL			b	h			
QUADRO RESUMO - VALETAS DE PROTEÇÃO								
21 +10,000	30 +6,000	2,50	VPCG 120-30	1,20	0,30	Grama	175,00	DISPOSITIVO NOVO
30 +6,000	34 +13,510	11,11	VPCC 120-30	1,20	0,30	Concreto	94,00	DISPOSITIVO NOVO
11 +16,000	0 +0,000	5,00	VPCG 120-30	1,20	0,30	Grama	342,00	DISPOSITIVO NOVO

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL								
LOCALIZAÇÃO		DECLIVIDADE %	SARJETA TIPO	DIMENSÕES m		REVESTIMENTO	COMPRIMENTO m	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL			b	h			
QUADRO RESUMO - SARJETAS DE CORTE								
21 +2,600	19 +6,000	1,49	STC 125-25	1,25	0,25	Concreto	36,60	DISPOSITIVO NOVO
13 +13,000	12 +14,000	3,84	STC 125-25	1,25	0,25	Concreto	19,00	DISPOSITIVO NOVO
12 +14,000	7 +14,000	3,84	STC 125-25	1,25	0,25	Concreto	109,00	DISPOSITIVO NOVO
7 +14,000	0 +0,000	3,84	STC 150-30	1,50	0,30	Concreto	146,00	DISPOSITIVO NOVO
Sarjeta Existente	Sarjeta Existente	4,30	STC EXIST	1,06	0,30	Concreto	0,00	DISPOSITIVO EXISTENTE
Sarjeta Existente	Sarjeta Existente	4,30	STC EXIST	1,06	0,30	Concreto	0,00	DISPOSITIVO EXISTENTE
11 +16,000	10 +14,000	3,84	DR-8	0,90	0,05	Concreto	22,00	DISPOSITIVO NOVO
21 +2,600	34 +13,500	3,19	STC 125-25	1,25	0,25	Concreto	274,00	DISPOSITIVO NOVO

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL					
LOCALIZAÇÃO		DECLIVIDADE %	REVESTIMENTO	COMPRIMENTO m	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL				
QUADRO RESUMO - SARJETA DE ATERRO					
14 +18,000	13 +16,000	0,50	Concreto	31,00	MFS-02
12 +14,000	11 +16,000	3,84	Concreto	18,00	MFS-02
10 +14,000	7 +14,000	3,84	Concreto	60,00	MFS-02

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório demonstrou que as soluções de projeto propostas não representam exceções ou particularidades específicas preconizadas na bibliografia técnica de referência.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 8890 – Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário – Requisitos e métodos de ensaios.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2020, 35p.

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA. **Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas.** Agência Nacional das Águas. Disponível: http://hidroweb.ana.gov.br.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. **Manual de Hidráulica. 9. Ed**. São Paulo, 2015, 632p.

CETESB. **Drenagem urbana: manual de projeto.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 1986, 452p.

DER. **Estudos Hidrológicos – IP-DE-H00/001.** Departamento de Estradas de Rodagem. São Paulo, 2005, 16p.

DNIT. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem – IPR 715.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2005, 133p.

DNIT. **Manual de drenagem de rodovias – IPR 724.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2006, 333p.

DNIT. **Diretrizes Básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – IPR 726.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2006, 484p.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil.** Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível: https://portal.inmet.gov.br/normais.

Ven Te Chow. **Handbook of Applied Hydrology: A Compendium of Water Resources Technology**. 1964, 1468p.

2.8. Interferências

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-M1-001	Rev. 00
	Emissão: 04/09/2024	Folha: 1 / 7
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Interferências		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-M1-001.

Documentos Resultantes:

egis

00	04/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

1.1 LOCALIZAÇÃO 5

2 PROJETO DE INTERFERÊNCIAS 7

2.1 LEVANTAMENTO 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 6

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Árvores.....7

Tabela 2 – Mata a remover 7

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório de Interferências referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km014+800

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

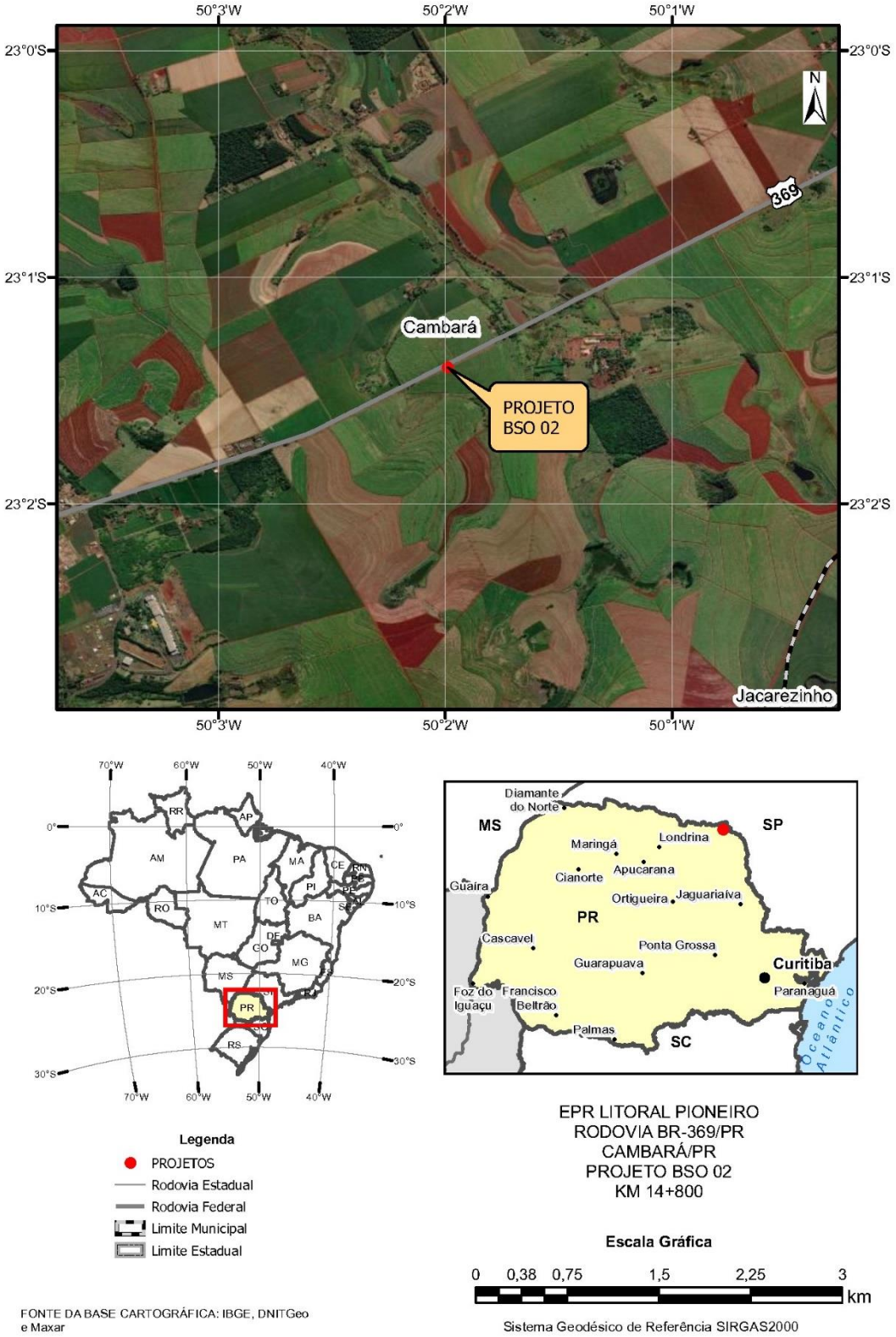


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 PROJETO DE INTERFERÊNCIAS

O cadastro de interferências foi desenvolvido com o objetivo de identificar e quantificar todos os elementos físicos localizados na área de abrangência do projeto, tanto superficiais quanto subterrâneos.

As interferências foram cadastradas com base no levantamento topográfico da faixa de domínio da rodovia e em consulta aos projetos e cadastros da concessionária identificada no trecho.

2.1 LEVANTAMENTO

Foram identificadas e cadastradas as seguintes interferências ao projeto:

2.1.1. Árvores

Identificadas as árvores de grande porte (Ø≥30cm) a serem removidas, conforme levantamento planialtimétrico cadastral.

Tabela 1 - Árvores

ÁRVORE	EIXO/ RAMO	ESTACA	LADO	DISTÂNCIA DO EIXO	COORDENADA
A-01	EIXO BSO-02	12+19,00	D	14,78	599.111,539 7.453.639,963
A-02	EIXO BSO-02	13+0,00	D	11,95	599.111,536 7.453.636,754

2.1.2. Área de Mata a Remover

Abaixo segue as áreas com mata a remover.

Tabela 2 – Mata a remover

AREA DE MATA A REMOVER		
INÍCIO	FIM	ÁREA
18+14,00	27+18,432	1.325,67

2.9. Estudos Socioambientais

	Cód. Interno: **-**
	Cód. ANTT: **ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-N1-001**

Emitente: **CONCESSIONARIA EPR – LITORAL PIONEIRO**	Data de Emissão Inicial: 09/08/2024
Rodovia: **RODOVIA BR-369**	Projetista: Econatur

Trecho: Implantação de Base de Serviços Operacionais de Cambará - km 014+200 - Paraná

Objeto: Estudos Socioambientais

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observações:

Responsável Técnico: Eduardo Augusto Rocha Campos Visto 98751

Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D

	.				
	-	-			
0	09/08/2024	Emissão inicial	Econatur		
Revisão	Data	Descrição	Projetista	EPR – Litoral Pioneiro	ANTT

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3

2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS 4

3. MARCO LEGAL 4

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 41

4.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AID 43

4.2. MEIO FÍSICO 44

4.2.1. Clima 44
4.2.2. Geologia e Geotecnia 46
4.2.3. Geomorfologia 48
4.2.4. Hidrologia e Hidrogeologia 50
4.2.5. Solos 53
4.2.6. Cavidades Naturais Subterrâneas 54
4.2.7. Mineração 56
4.2.8. Qualidade do Ar 57
4.2.9. Qualidade da Água 57
4.2.10. Ruído e Vibração 57

4.3. MEIO BIÓTICO 58

4.3.1. Unidades de Conservação 58
4.3.2. Corredores Ecológicos 60
4.3.3. Vegetação 61
4.3.4. Fauna 66

4.4. MEIO SOCIOECONÔMICO 69

4.4.1. Síntese do Município 69
4.4.2. Planos Diretores e/ou Planos de Uso e Ocupação do Solo 74
4.4.3. Terras Indígenas 74
4.4.4. Comunidades Quilombolas 76
4.4.5. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico 78
4.4.6. Comunidades Tradicionais 79
4.4.7. Assentamentos de Reforma Agrária. 80
4.4.8. Uso e Ocupação do Solo 81

5. INVENTÁRIO DE PASSIVOS AMBIENTAIS 83

6. IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS COM RELAÇÃO A ACIDENTES ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS 83

7. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS 83

7.1. ATIVIDADES IMPACTANTES (AI) 83

7.1.1. Obras 83
7.1.2. Operação 86

7.2. ASPECTOS AMBIENTAIS (AA) 86

7.2.1. Meio Físico (AA.1.) 86
7.2.2. Meio Biótico (AA.2.) 87
7.2.3. Meio Socioeconômico (AA.3.) 87

7.3. MATRIZ DE INTERAÇÃO - IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS POTENCIAIS (IP) 88

8. PROCEDIMENTO PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL 97

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS 107

10. ANEXO 108

1. OBJETIVO

O presente relatório visa apresentar as informações socioambientais pertinentes a Implantação da Base de Serviços Operacionais (BSO) no município de Cambará na altura do km 014+200 da rodovia BR-369, estado do Paraná.

A caracterização ambiental apresentada por este documento reúne informações obtidas com base em dados secundários para os meios físico, biótico e socioeconômico. No decorrer deste estudo é apresentada uma breve descrição dos componentes socioambientais relevantes sob interferência do empreendimento.

2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS

Na sequência é apresentada a relação dos principais documentos e bibliografias consideradas no desenvolvimento destes estudos hidrológicos:

- ANA - Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível: http://www.snirh.gov.br/hidroweb;
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível: http://www.cprm.gov.br;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretrizes Básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – IPR 726. 3. ed. 484p. Rio de Janeiro, 2006;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias – IPR 724. 2. ed. 333p. Rio de Janeiro, 2006;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem – IPR 715. 2. ed. 133p. Rio de Janeiro, 2005;
- EMBRAPA. Mapa de solos do Brasil. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011 – Escala 1:5.000.000;
- Embrapa. 2006 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos;
- Google Earth. Disponível: http:// http://www.google.com/earth;
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010;
- Rubel, F., and M. Kottek, 2010: Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. Meteorol. Z., 19, 135-141. Disponível: http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/shifts.htm;
- Sartori, A. Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos. Campinas, 2004.;
- BESSER, M.L., BRUMATTI, M., SPISILA, A.L. – 2021 – Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná, CPRM.; e
- GUIMARÃES, G.B., MELO, M.S., GIANNINI, P.C.F., MELEK, P.R. – 2007 – Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná, Ponta Grossa, Editora UEPG, Capítulo 2, p. 23-32.

3. MARCO LEGAL

De maneira preliminar, foram levantadas as legislações aplicáveis nos âmbitos federal, estadual, distrital e municipal, sendo estas apresentadas na **Tabela 1** .

Tabela 1: Legislações aplicáveis ao empreendimento nas esferas federal, estadual e municipal.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Resolução CONAMA nº 428/10	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC)	estabelece diretrizes e critérios para a proteção de áreas de interesse especial, como unidades de conservação e áreas legalmente protegidas, em relação a empreendimentos e atividades que possam causar impacto ambiental significativo.
Federal	Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012	dispõe sobre a proteção da vegetação nativa	estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, define as áreas de preservação permanente, as áreas de reserva legal, e dispõe sobre a exploração florestal, a supressão de vegetação, e o uso sustentável dos recursos naturais.
Estadual	Decreto Estadual nº 9.957 de 23 de janeiro de 2014	dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências.	estabelece diretrizes para a gestão e a proteção dos recursos hídricos no estado
Estadual	Resolução SEMA nº 03/04	Integração dos procedimentos da Política Estadual de Recursos Hídricos e da Política Estadual de Meio Ambiente e define procedimentos para a emissão de outorgas e licenciamento ambiental.	estabelece os procedimentos a serem adotados para emissão de Outorga de Uso de Recursos Hídricos, com a finalidade de integrá-los ao procedimento de Licenciamento Ambiental entre os órgãos do Sistema SEMA
Estadual	Resolução CEMA nº 65/08	dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências	estabelece diretrizes e procedimentos para a gestão e controle de atividades potencialmente poluidoras no estado
Federal	Lei Nº 6.938/81 e alterações	Depreende-se desta lei que todo dano ambiental é vetado, salvo, por exceção, por meio do regime de licenciamento. Desta forma, as licenças ambientais constituem provas de adequação dos empreendimentos dentro do regime de exceção pelo qual se admite a realização de atividades impactantes, desde que de forma controlada e/ou compensada.	Depreende-se desta lei que todo dano ambiental é vetado, salvo, por exceção, por meio do regime de licenciamento. Desta forma, as licenças ambientais constituem provas de adequação dos empreendimentos dentro do regime de exceção pelo qual se admite a realização de atividades impactantes, desde que de forma controlada e/ou compensada
Federal	Lei Complementar Nº 140/11	Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.	Estabelece as normas para os instrumentos de cooperação institucional entre os diferentes entes da federação, dentre as quais estão o licenciamento ambiental, que pode ser atribuição dos órgãos ambientais estaduais e municipais.
Federal	Portaria Interministerial Nº 60/15	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação da Fundação Nacional do Índio-FUNAI, da Fundação Cultural Palmares-	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação da Fundação Nacional do Índio-FUNAI, da Fundação Cultural Palmares-FCP, do Instituto do

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
		FCP, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional-IPHAN e do Ministério da Saúde nos processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA.	Patrimônio Histórico e Artístico Nacional-IPHAN e do Ministério da Saúde nos processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA.
Federal	Instrução Normativa nº 07/14	Estabelece procedimentos do ICMBio nos processos de licenciamento ambiental.	Os procedimentos estabelecidos nessa instrução devem ser observados no processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades que afetem as unidades de conservação federais ou suas zonas de amortecimento
Federal	Instrução Normativa nº 01/15	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.	Os procedimentos estabelecidos nessa instrução devem ser observados em razão da existência de intervenção na Área de Influência Direta - AID do empreendimento em bens culturais acautelados em âmbito federal.
Federal	Instrução Normativa nº 02/15	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela FUNAI, quando instada a se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal.	Os procedimentos estabelecidos nessa instrução devem ser observados em razão da existência de impactos socioambientais e culturais aos povos e terras indígenas decorrentes da atividade ou empreendimento objeto do licenciamento. Após início do processo de licenciamento, a Funai emitirá um Termo de Referência específico em conformidade com os povos e terras indígenas envolvidos, a região e a tipologia do empreendimento, para elaboração de estudo específico para subsidiar a sua manifestação. A Funai também pode ser instada para se manifestar na fase de licença de instalação, em que analisará os programas previstos no Plano Básico Ambiental ou documento equivalente, de forma avaliar a relação de causa e efeito entre os impactos apontados e as medidas propostas.
Federal	Instrução Normativa nº 01/18	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Cultural Palmares nos processos de licenciamento.	Os procedimentos estabelecidos nessa instrução devem ser observados nos processos de licenciamento ambiental de obras, atividades ou empreendimentos que impactem comunidades quilombolas.
Federal	Resolução CONAMA Nº 06/86	Aprova os modelos de publicação de licenciamento para consulta pública, em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão	Os requerimentos de licenças ambientais deverão ser publicados de acordo com os modelos em anexo à essa Resolução.
Federal	Lei N° 9.433/97 e alterações	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.	
Federal	Resolução N° 16/01	Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.	Esclarece que a outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo. Cabe mencionar que a outorga não implica alienação total ou parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de uso, e que confere o direito de uso de recursos hídricos condicionado à disponibilidade hídrica e ao regime de racionamento, sujeitando o outorgado à suspensão da outorga (Art. 1º, § 1º e 2º). Assim como as outorgas para uso de recursos hídricos, as outorgas para lançamento de efluentes também estão condicionadas à existência de vazões mínimas que garantam essa capacidade de autodepuração do corpo receptor (Art. 15º)
Federal	Resolução nº 1.938/17 e alterações	Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos.	As solicitações de outorga encaminhados à ANA devem observar os requisitos e a tramitação previstos nessa resolução, que inclui os prazos de validade atribuído a cada tipo de outorga.
Federal	Lei nº 12.651/12 (Novo Código Florestal) e alterações	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.	De acordo com essa lei, as medidas de caráter compensatório relacionados a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP, consistirão na efetiva recuperação ou recomposição das APP, e deverão se localizar na mesma sub-bacia hidrográfica, prioritariamente na área de influência do empreendimento ou nas cabeceiras dos rios. Segundo o art. 6º, independerá de autorização do poder público o plantio de espécies nativas com a finalidade de recuperação de APP. Nas áreas passíveis de uso alternativo do solo, a supressão de vegetação que abrigue espécies da flora ou da fauna ameaçada de extinção, segundo lista oficial publicada pelos órgãos federal ou estadual ou municipal do SISNAMA, ou espécies migratórias, também dependerá da adoção de medidas compensatórias e mitigadoras que assegurem a conservação da espécie (Art. 27).
Federal	Decreto nº 5.975/06 e alterações	Obrigada à reposição florestal a pessoa física ou jurídica que I - Utiliza matéria-prima florestal oriunda de supressão de vegetação natural e II - Detenha a autorização de supressão de vegetação natural.	A Instrução Normativa MMA n° 06/06 e o Decreto Federal n° 5.975/06 definem, dentre outros aspectos, a necessidade de reposição florestal para a pessoa física ou jurídica que detenha autorização de supressão da vegetação natural.
Federal	Instrução Normativa n° 06/06	Dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências.	
Federal	Lei nº 11.428/06 e alterações,	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.	Especificamente para o Bioma Mata Atlântica, o art. 17º da Lei nº 11.428/06 estabelece que o corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
	regulamentada parcialmente pelo Decreto nº 6.660/08		estágios médio ou avançado de regeneração, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos artigos 30 e 31 (regiões metropolitanas e áreas urbanas), em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana. O Art. 26 do Decreto Federal Nº 6.660/2008 possibilita também a destinação, mediante doação ao Poder Público, de área equivalente no interior de unidade de conservação de domínio público pendente de regularização fundiária, localizada na mesma bacia hidrográfica, no mesmo estado e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica
Federal	Resolução CONAMA Nº 369/06	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.	Além da compensação pela supressão de vegetação de Mata Atlântica, o Art. 5º da Resolução CONAMA Nº 369/2006 exige também a compensação de área equivalente pela intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP). Segundo o disposto nesse artigo, as medidas de caráter compensatório consistem na efetiva recuperação ou recomposição de APP e deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica, e prioritariamente: I - Na área de influência do empreendimento, ou II - Nas cabeceiras dos rios
Federal	Decreto 6.640/08	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existente no território nacional, e dá outras providências	Estabelece que nos casos em que ocorram impactos negativos irreversíveis em cavidades naturais subterrâneas pelo empreendimento, a compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, deverá ser prioritariamente destinada à criação e implementação de unidade de conservação em área de interesse espeleológico, sempre que possível na região do empreendimento.
Federal	Instrução Normativa ICMBio nº 01/17 e alterações	Estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, conforme previsto no art. 4º, § 3º do Decreto nº 99.556/90.	Estabelece procedimentos administrativos e técnicos para a execução da compensação espeleológica de que trata o art. 4º, § 3º, do Decreto nº 99.556/90, com redação dada pelo Decreto nº 6.640/08. Tais procedimentos aplicam-se aos empreendimentos que ocasionarem impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, e que não possuam na sua área, conforme análise do órgão licenciador, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Estadual	Lei Nº 10.066/92	Cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA, a entidade autárquica Instituto Ambiental do Paraná - IAP e adota outras providências.	Cria o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, como entidade autárquica, com personalidade jurídica de direito público e autonomia administrativa, financeira e patrimonial, vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA). Cabe ao IAP a responsabilidade pelo processo de licenciamento quando esse é executado no âmbito estadual.
Estadual	Resolução CEMA nº 105/19	Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades	Define os tipos de licenças (atos administrativos) que podem ser expedidos pelo IAP nos processos de licenciamento realizados no âmbito estadual, bem como seus prazos de validade. Estabelece também todos os procedimentos administrativos que deverão ser seguidos pelo empreendedor e pelo órgão ambiental nos processos de licenciamento.
Estadual	Resolução CEMA Nº 46/15	Estabelecer requisitos, definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos referentes ao Licenciamento Ambiental e Regularização Ambiental de empreendimentos viários terrestres, públicos e privados, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná, na forma da presente Resolução.	Principal documento a ser considerado no processo de licenciamento ambiental de rodovias. Define os procedimentos administrativos para obtenção dos vários tipos de licenças ambientais. Corrobora com a Resolução Nº 051/2009, definido quais atividades são passíveis de dispensa de licenciamento e quais os procedimentos que devem ser realizados para obtenção dessa dispensa junto ao IAP. Dispõe também sobre o processo de regularização do licenciamento ambiental de empreendimento já existentes. Segundo previsto em seu Art. 19, todas as rodovias em operação até a data de emissão dessa resolução, que não possuam licenciamento ambiental e nem tenham sido objeto de regularização ambiental, devem iniciar o processo de regularização ambiental num prazo máximo de 02 anos, a contar da publicação da presente Resolução, mediante assinatura de Termo de Compromisso junto ao IAP, nos termos do Anexo 6 desta Resolução, ou por meio de Requerimento da Regularização da Licença de Operação conforme Art. 20. O Termo de Compromisso mencionado no parágrafo anterior deve contemplar os seguintes prazos para Requerimento da Regularização da Licença de Operação: I - Para empreendimentos viários terrestres sob administração de entes privados até o ano de 2018; II - Para empreendimentos viários terrestres sob jurisdição do Estado, deverá requerer a regularização de 1/3 (um terço) do total da malha estadual, a cada 4 anos, a partir do ano de 2020.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			Em relação aos novos processos de licenciamento, importante mencionar que segundo o Art. 27, as atividades relacionadas à execução de empreendimentos viários terrestres, que sejam potencialmente degradadoras do meio ambiente, tais como: áreas de empréstimo, aproveitamento de jazidas, bota-foras, corte de vegetação, acampamento, planta de britagem, usina de asfalto, desde que conhecidas as suas características (localização, porte, dimensão, metodologia adotada), deverão compor processo único de licenciamento. Caso contrário, a empreiteira contratada para a execução da obra deverá providenciar o licenciamento ou autorização ambiental perante o IAP, antes do início das referidas atividades. Nos casos de licenciamento no âmbito estadual, essa instrução é fundamental para a elaboração das diretrizes e cronograma de licenciamento para estruturação da Concessão do Lote em estudo.
Estadual	Resolução SEMA Nº 51/09	Dispensa de Licenciamento e/ou Autorização Ambiental Estadual de empreendimentos e atividades de pequeno porte e baixo impacto ambiental.	Dispensa do processo de licenciamento as atividades e operações de conservação, manutenção, restauração e melhorias permanentes das Rodovias Estaduais e vias Municipais pavimentadas já existentes; as instalações de apoio nas rodovias, tais como praças de pedágio, serviços de apoio ao usuário, garagem de ambulância, torres de transmissão de rádio, dentre outras; e a pavimentação, recapeamento asfáltico e drenagem de águas pluviais. Nesses casos, o empreendedor deverá solicitar a Declaração de Dispensa de Licenciamento Ambiental - DLAE por meio de requerimento dirigido ao Diretor Presidente do IAP, podendo ser protocolado nos Escritórios Regionais do IAP ou via on-line, através do site
Estadual	Portaria IAP Nº 158/09	Aprova a Matriz de Impactos Ambientais Provocáveis por Empreendimentos / Atividades potencial ou efetivamente impactantes, respectivos Termos de Referência Padrão e dá outras providências.	A finalidade da Matriz de Impactos Ambientais instituída por essa Portaria é servir de parâmetro para avaliação do grau de impacto ambiental e, dessa forma, subsidiar as análises prévias, diagnósticos e prognósticos nas etapas preliminares que antecedem eventual licenciamento/autorização ambiental
Estadual	Decreto nº 9.957/14	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências.	Define os procedimentos administrativos para solicitação de outorga junto ao Instituto das Águas do Paraná (Águas Paraná), criado por meio da Lei Estadual nº 16.242/2009. Conforme disposto no art. 6º do Decreto 9.957/14, estão sujeitos a outorga os seguintes usos ou interferências em recursos hídricos: I - Derivações ou captação de parcela de água existente em um corpo hídrico, para

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; III - lançamento em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; IV - Usos de recursos hídricos para aproveitamento de potenciais hidrelétricos; V - Intervenções de macrodrenagem urbana para retificação, canalização, barramento e obras similares que visem ao controle de cheias; VI - Outros usos e ações e execução de obras ou serviços necessários à implantação de qualquer intervenção ou empreendimento, inclusive as intervenções visando o controle de erosão e a proteção sanitária, que demandem a utilização de recursos hídricos, ou que impliquem em alteração, mesmo que temporária, do regime, da quantidade ou da qualidade da água, superficial ou subterrânea, ou, ainda, que modifiquem o leito e margens dos corpos de água. Importante mencionar que segundo esse Decreto (art. 13º), a outorga de direitos de uso de recursos hídricos deverá ser antes do início da operação do empreendo e, caso necessária, a transferência de titularidade de uma outorga, total ou parcial, deverá ser requerida ao Poder Público Outorgante.
Estadual	Norma de Outorga Nº 01/10	Instrução Documental para Requerimentos de Outorga - Captação.	Define os documentos necessários para abertura de processos administrativos de outorga de captação de água superficial e subterrânea.
Estadual	Norma de Outorga Nº 02/10	Instrução Documental para Requerimentos de Outorga - Lançamento de Efluentes.	Define os documentos necessários para abertura de processos administrativos de Outorga de Lançamento de Efluentes.
Estadual	RESOLUÇÃO SEMA Nº 52/09	Estabelece parâmetros quantitativos para qualificação como insignificantes os usos de recursos hídricos referentes ao lançamento concentrado de águas pluviais em cursos de água.	Dispensa de outorga os lançamentos concentrados de águas pluviais realizados por meio de: I. Microdrenagens urbanas que escoem para Macrodrenagens ou Emissários com outorga de direito de uso de recursos hídricos vigente emitidas pelo Poder Público Outorgante. II. Redes de drenagem de águas pluviais com diâmetro de até 0,80 metro e cujo lançamento final em corpo de água se faça com uma vazão de até 1,5m³/s.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Estadual	Resolução Conjunta SEMA / IAP Nº 01/10	Altera a metodologia para a gradação de impacto ambiental visando estabelecer critérios de valoração da compensação referente a unidades de proteção integral em licenciamentos ambientais e os procedimentos para a sua aplicação.	estabelece, em seu anexo, a metodologia que deve ser utilizada para definição do valor da compensação ambiental devida por empreendimentos de significativo impacto ambiental para a implantação e manutenção de unidades de conservação do grupo de proteção integral. O valor calculado com base nessa metodologia deve incidir sobre os custos totais da implantação do empreendimento, no que se refere à obrigatoriedade de implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral, independente de outras medidas mitigadoras e compensatórias que devam ser cumpridas pelo empreendedor de acordo com as condicionantes da Licença Ambiental.
Estadual	Resolução Conjunta IBAMA/ SEMA/ IAP Nº 07/08	Regulamenta a exploração eventual de espécies arbóreas nativas em remanescentes de vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, em ambientes agropastoril e em áreas urbanas.	Alinhada a Lei Federal nº 11.428/06, essa resolução também define que o corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, autorizados pela Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos parágrafos primeiro e segundo deste artigo, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana (art. 10º).
Estadual	Resolução SEMA Nº 03/19	Procedimentos para compensação ambiental em supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica.	Condiciona a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração à compensação ambiental. Determina que a compensação deve priorizar a restauração de áreas degradadas mediante apresentação de Projeto de Recuperação Florestal. Em seu art. 6º, estabelece os documentos necessários para instauração, pelo empreendedor, do processo de compensação ambiental, bem como os tópicos que devem ser considerados na elaboração do Projeto Técnico de Compensação Ambiental.
Federal	Decreto Federal Nº 7.404/10	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.	Em agosto de 2010, com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e sua regulamentação, foram estabelecidas as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos que devem ser observadas pelo empreendedor. Dentre os instrumentos, estabelecidos no Art. 8º, constam os planos de resíduos sólidos; os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos; o monitoramento e a fiscalização ambiental e sanitária; o

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			tratamento de resíduos e a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos etc. Destaca-se, que o artigo 20º menciona os empreendimentos que estão sujeitos à elaboração do PGRS, entre eles estão os geradores de resíduos industriais (gerados nos processos produtivos e nas instalações industriais) e de resíduos de saúde; os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviço que gerem resíduos perigosos; e as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA.
Federal	Resolução CONAMA Nº 313/02	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.	De acordo com a Resolução CONAMA Nº 313/02, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, as empresas que se enquadram nas tipologias de atividades econômicas listadas no Art. 4º estão obrigadas a apresentarem, aos órgãos estaduais de meio ambiente, informações sobre geração, As rodovias não foram citadas no referido artigo, no entanto, essa resolução define que, por meio de regulamentação estadual, deverá ser estabelecido quais tipos de atividades industriais deverão cumprir essa exigência. Sendo assim, a obrigatoriedade para apresentação do inventário dependerá da legislação estadual e/ou das exigências feitas no processo de licenciamento ambiental. características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos, de acordo com os anexos de I a III dessa Resolução.
Federal	Resolução CONAMA N° 307/2002 e alterações	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.	A Resolução CONAMA Nº 307/02 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Classifica os resíduos em quatro categorias (A, B, C e D). O objetivo é a redução do volume de resíduos da construção civil, o estímulo à reciclagem e a disposição adequada dos resíduos para os quais não se dispõe ainda de tecnologias de reciclagem aplicável ou economicamente viável. De acordo com essa resolução, os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, áreas de “bota-fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos ou áreas protegidas por lei (Art. 4º, § 1º). Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental deverão ser analisados dentro do processo de licenciamento, junto aos órgãos ambientais competentes (Art. 4º, § 2º), e deverão contemplar as etapas descritas no Art. 9º, quais sejam: (i) caracterização: identificação e quantificação da geração de resíduos; (ii) triagem: preferencialmente,

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			na origem, ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no Art. 3º da Resolução; (iii) acondicionamento: confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem; (iv) transporte: em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos; e (v) destinação: de acordo com as formas descritas no Art. 10 da Resolução.
Federal	Resolução CONAMA Nº 450/12	Estabelece novas diretrizes para o recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado.	Essa resolução e suas alterações posteriores determinam que todo o óleo lubrificante usado ou contaminado deve ser recolhido, coletado e destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino, de modo a não afetar negativamente o meio ambiente e a propiciar a máxima recuperação dos constituintes nele contidos (Art. 1o a 3o). O produtor, o importador e o revendedor de óleo lubrificante acabado, bem como o gerador de óleo lubrificante usado, são responsáveis pelo recolhimento do óleo lubrificante usado ou contaminado, podendo, para tanto, habilitar-se como empresa coletora ou terceirizar o serviço (Art. 5o e 6o). Na definição do Art. 2o, inciso I, coletor é a pessoa jurídica devidamente autorizada pelo órgão regulador da indústria do petróleo (ANP) e licenciada pelo órgão ambiental competente para realizar atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado. Constitui obrigação do coletor, entre outras, emitir, para o gerador ou revendedor, Certificado de Coleta a cada aquisição de óleo lubrificante usado ou contaminado (Art. 19); cabe ao rerrefinador, por sua vez, receber todo o óleo lubrificante usado ou contaminado exclusivamente do coletor credenciado, e emitir o respectivo Certificado de Recebimento (Art. 20).
Federal	Resolução CONAMA Nº 358/05	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.	Conforme disposto nessa resolução, que trata dos resíduos de serviços de saúde (RSS), os geradores desse tipo de resíduo são os responsáveis legais pelo seu gerenciamento, desde a geração até a disposição final. Para tanto, devem elaborar e implantar Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS, de acordo com a legislação vigente, especialmente as normas da vigilância sanitária (Art. 4o). De acordo com os Art. 7o e 8o, as formas de acondicionamento dos RSS e os veículos utilizados para coleta e transporte externo dos mesmos devem atender às exigências legais referentes ao meio ambiente, à saúde e à limpeza urbana, e às normas da

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			ABNT, ou, na sua ausência, às normas e critérios internacionalmente aceitos (Art. 7o).
Federal	Resolução CONAMA nº 416/09	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.	Veta a disposição final de pneus no meio ambiente, tais como o abandono ou lançamento em corpos de água, terrenos baldios ou alagadiços, a disposição em aterros sanitários e a queima a céu aberto.
Federal	NBR 10.004/04	Resíduos sólidos - Classificação	A NBR Nº 10.004/04 estabelece três classes para enquadramento dos resíduos: Classe I – resíduos perigosos; Classe II - resíduos não perigosos, não inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB). Na Classe I, estão enquadrados os resíduos sólidos com características inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas e patogênicas; na Classe II, os resíduos com propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, e os resíduos insolúveis.
Federal	NBR 11.174/90	Armazenamento de Resíduos Classe II Não Inertes e III Inertes – Procedimento	Essa norma fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. Embora ainda considere a classificação antiga de resíduos inertes (atualmente é classe II-B), a norma ainda se encontra em vigor.
Federal	NBR 12.235/92	Fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.	A NBR 12.235/92 fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
Federal	NBR 13.221/17	Transporte terrestre de resíduos.	Fixa as regras para o transporte de resíduos em todo o território nacional.
Federal	Decreto N° 24.643/34 e alterações	Institui o Código das Águas	Estabelece as diretrizes para uso das águas no Brasil.
Federal	Resolução CONAMA N° 357/05 e alterações	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências	Segundo o Art. 4º da Resolução CONAMA Nº 357/05, as águas doces são classificadas em: Classe especial; Classe 1; Classe 2; Classe 3 e Classe 4. Os padrões e condições de qualidade da água, conforme a classe, estão listados nos artigos 14 a 17. Nessa resolução os corpos de águas superficiais são enquadrados em classes de qualidade, que são definidas de acordo com os usos mais importantes do recurso hídrico. As águas doces, salinas e salobras são consideradas separadamente, cada uma

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			apresentando as suas respectivas classes de qualidade (artigos 4º, 5º e 6º da resolução).
Federal	Resolução CONAMA N° 430/11	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA	Em termos de descarga de efluentes líquidos, deve ser cumprido o que está disposto na Resolução CONAMA Nº 430/11, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Para a concessão de outorgas, tanto para captação, quanto para lançamento de efluentes, devem ser observados os usos permitidos para os recursos em questão, no entanto, esse tema já foi abordado no início da tabela (licenciamento ambiental).
Federal	Resolução CONAMA N° 396/08	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.	A Resolução CONAMA Nº 396/08 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, estabelecendo a lista de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas, seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis para aplicação da resolução.
Federal	Resolução CONAMA Nº 05/89 e alterações	Institui o Programa Nacional da Qualidade do Ar – PRONAR	A Resolução CONAMA Nº 05/89 instituiu o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – PRONAR como um dos instrumentos básicos de gestão ambiental, e definiu critérios para a classificação do território nacional em três tipos de zona (Classes I, II e III), em função do grau de contaminação atmosférica tolerável. Essa resolução define como “limite máximo de emissão” a quantidade de poluentes passível de ser lançada por fontes poluidoras para a atmosfera. São diferenciados os limites em função da classificação de usos pretendidos para as diversas áreas, que são mais rígidos para as fontes novas de poluição.
Federal	Resolução CONAMA Nº 491/18	Estabelece os padrões de qualidade do ar	Define os padrões de qualidade do ar em substituição a Resolução CONAMA 03/90, subsidiando o monitoramento da qualidade do ar por parte dos governos estaduais (conforme estabelecido pelo PRONAR), e a elaboração de Planos Regionais de Controle de Poluição do Ar.
Federal	Resolução CONAMA Nº 08/90	Estabelece, em nível nacional, limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW (setenta megawatts) e superiores.	No que se refere especificamente ao controle de emissões atmosféricas de fontes fixas, a Resolução CONAMA no 08/90 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW e superiores, enquanto a Resolução

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Resolução CONAMA Nº 382/06	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.	CONAMA nº 382/06 fixa, em seus anexos, os limites de emissões por poluente para diferentes tipos de fonte estacionária. A Resolução CONAMA no 436/11 complementa estas normas, regulamentando os padrões de emissões admissíveis no caso de fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação antes de 02 de janeiro de 2007.
Federal	Resolução CONAMA Nº 436/11	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.	
Federal	Resolução CONAMA Nº 18/86 e alterações	Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE	Estabelece os padrões de emissão a serem atendidos por veículos automotores.
Federal	Resolução CONAMA N° 418/09 e alterações	Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso	Determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso.
Federal	Resolução CONAMA Nº 08/93 e alterações (complementada pela Resolução Nº 16/95)		Estabelece os Limites Máximos de Emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos.
Federal	Lei Nº 12.187/09	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).	De acordo com o artigo 5º, são diretrizes da PNMC o estímulo e o apoio à manutenção e à promoção de práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases de efeito estufa e de padrões sustentáveis de produção e consumo. A Política ainda prevê que planos setoriais sejam estabelecidos visando a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, na geração e distribuição de energia elétrica, no transporte público urbano e nos sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros.
Federal	Resolução CONAMA N° 01/90	Estabelece as diretrizes para a controle da emissão de ruído	O Art. 1º determina que “a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as da propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde e do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução”. O diploma menciona que deverão ser obedecidos os níveis estabelecidos pelas Normas NBR 10.151 e 10.152.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	NBR 10.151	Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.	Os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, conforme estabelecido na Norma NBR 10.151, o período noturno não pode começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.
Federal	NBR 10.152/17	Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.	A NBR 10.152 também define níveis de ruído interno aceitáveis, segundo alguns tipos de uso ou atividade. Não inclui áreas de produção industrial, mas inclui restaurantes (refeitório), escritórios e usos residenciais
Federal	Resolução Nº 460/13	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.	Estabelece que os responsáveis pela contaminação da área devem submeter ao órgão ambiental competente proposta para a ação de intervenção a ser executada sob sua responsabilidade Determina, também, que os empreendimentos que desenvolvem atividades com potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas devem, a critério do órgão ambiental competente: I - Implantar programa de monitoramento de qualidade do solo e das águas subterrâneas na área do empreendimento e, quando necessário, na sua área de influência direta e nas águas superficiais; e II - Apresentar relatório técnico conclusivo sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas, a cada solicitação de renovação de licença e previamente ao encerramento das atividades. As normas técnicas da ABNT deverão ser objeto de consulta e utilização quando da investigação de contaminação na área do empreendimento (NBR 15.515-1/11; NBR 15.515-2/11; NBR 16.210/13; NBR 15.799/11; NBR 15.495-1/07; NBR 15.495-2/08; e NBR 15.847/10).
Federal	Decreto nº 96.044/88 e alterações	Aprova regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, e dá outras providências.	A legislação federal estabelece os requisitos e cuidados necessários para o transporte terrestre rodoviário de produtos perigosos. Esse tema é regulamentado e fiscalizado de acordo com as disposições constantes no Decreto nº 96.044/88, e nas Resoluções ANTT nº 3.665/11 e nº 5.232/16. Em complementação ao definido nesses documentos, diversas normas técnicas da ABNT detalham especificações técnicas que devem ser consideradas no transporte de produtos perigosos. Essas especificações são estabelecidas, principalmente, por meios das Normas NBR 7500, 7501, 7502, 7503, 9735, 14604 e 14619. Ressalta-se também, que os procedimentos para atendimento às emergências envolvendo acidentes com produtos perigosos estão especificados nas normas NBR 14.064:2003, 9.735:2005 e 15.480:2007.
Federal	Resolução ANTT nº 5.848/19.	Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos	
Federal	Resolução nº 5.232/16 e alterações	Aprova as instruções complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.	

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			Em relação ao armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de produtos inflamáveis e líquidos combustíveis, a norma NBR 17.505 – Partes 1 a 7 e a NR 20, estabelecem requisitos mínimos que devem ser seguidos pelo empreendedor. Durante o armazenamento e o manuseio desse tipo de substância deve-se também observar as informações sobre segurança, saúde e meio ambiente mencionadas na Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), conforme NBR 14725-4:2012.
Federal	Decreto nº 10.030/19	Aprova o Regulamento de Produtos Controlados	Dispõe sobre os princípios, as classificações, as definições e as normas para a fiscalização de produtos controlados pelo Comando do Exército, observado o disposto na Lei nº 10.826/03. Para uso de explosivos, é necessário o certificado de registro de uso de produtos controlados, expedido de acordo com as normas do referido decreto. O transporte e o armazenamento desses produtos também devem ser feitos de acordo com as normas estabelecidas nesse documento.
Federal	Portaria MJSP nº 240/19	Estabelece procedimentos para o controle e a fiscalização de produtos químicos e define os produtos químicos sujeitos a controle pela Polícia Federal	Os produtos químicos relacionados nas Listas do Anexo I, nos quais se incluem o etanol, a gasolina e óleo diesel, estão sujeitos a controle e fiscalização em sua fabricação, produção, armazenamento, transformação, embalagem, compra, venda, comercialização, aquisição, posse, doação, empréstimo, permuta, remessa, transporte, distribuição, importação, exportação, reexportação, cessão, reaproveitamento, reciclagem, transferência e utilização.
Estadual	Lei Nº 13.806/2002	Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme especifica e adota outras providências.	Estabelece as diretrizes gerais para gestão da qualidade do ar no Estado do Paraná, incluindo como instrumentos facilitadores dessa gestão: a) O inventário de fontes; b) O monitoramento da qualidade do ar; c) O relatório de qualidade do ar; d) O licenciamento ambiental; e) A prevenção de deterioração significativa da qualidade do ar; f) O programa de emergência para episódios críticos de poluição do ar.
Estadual	Resolução SEMA Nº 16/14	Definir critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado do Paraná de forma ambientalmente segura.	Estabelece os padrões de qualidade do ar e padrões de emissão para fontes industriais, comerciais e de serviços. Os limites e padrões de emissões estabelecidos por atividade e por poluente constam, respectivamente, nas Seções II e III do Capítulo III. Essa resolução também estabelece a necessidade de apresentação do Programa de Automonitoramento e do Relatório de Automonitoramento para as atividades que específica, o que não inclui a implantação e operação de rodovias, no entanto, deixa aberto que o órgão licenciador poderá fazer essa exigência no processo de licenciamento quando julgar necessário.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Estadual	Decreto Nº 9.085/13	Institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima	Estabelece que a adesão ao Registro Público Estadual de Emissões de Gases de Efeito Estufa ocorrerá de forma voluntária e por meio da apresentação de Declaração de Emissões à Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo/SEDEST.
Estadual	Resolução SEDEST nº 47/19	Dispõe sobre o registro público estadual de emissões de gases de efeito estufa.	
Estadual	Lei Nº 12.493/99	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências.	Responsabiliza as atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas. Define os critérios para gestão dos resíduos sólidos gerados por empreendimento localizados no Estado do Paraná.
Estadual	Lei 16.075/09	Proíbe o descarte de pilhas, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham mercúrio metálico em lixo doméstico ou comercial, conforme especifica e adota outras providências.	Estabelece que as pilhas, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham mercúrio metálico, deverão ser separados e acondicionados em recipientes adequados para destinação específica, ficando proibida a disposição em depósitos públicos de resíduos sólidos e a sua incineração.
Estadual	Portaria IAP Nº 212/19	Estabelece procedimentos e critérios para exigência e emissão de Autorizações Ambientais para as Atividades de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.	Sujeita à Autorização Ambiental, os procedimentos de transbordo, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos
Estadual	Resolução SEMA Nº 28/10	Dispõe sobre a coleta, armazenamento e destinação de embalagens plásticas de óleo lubrificante pós-consumo no Estado do Paraná.	Obriga os geradores de embalagens plásticas usadas de óleo lubrificante a entregá-las ao revendedor, coletor, ou à central de recebimento exigindo: a) a apresentação pelo coletor transportador ou pela central de recebimento, da Licença de Operação válida emitida pelo IAP para a atividade de coleta; b) a emissão do respectivo certificado de coleta.
Estadual	Decreto Nº 5.316/74	Dispõe sobre a Proteção dos Recursos Hídricos Contra Agentes Poluidores e dá outras providências.	Tal como a legislação federal sobre esse tema, essa lei classifica as águas situadas no território do Estado do Paraná segundo seus usos preponderantes Estabelece também, os padrões para lançamento de efluentes dependendo da classificação prevista no parágrafo anterior
Estadual	Instrução Normativa (DIRAM) Nº 02/06	Estabelece o Sistema de Automonitoramento de Efluentes das atividades poluidoras no Paraná	Define que as atividades ou empreendimentos com vazão do efluente final inferior a 5 m3/dia ou Carga Poluidora inferior a 0,75 kgDBO5/dia, ficam dispensadas da realização do Automonitoramento e da apresentação da Declaração da Carga Poluidora.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Estadual	Resolução CEMA Nº 81/10	Dispõe sobre Critérios e Padrões de ecotoxicidade para o Controle de Efluentes Líquidos lançados em águas superficiais no Estado do Paraná.	Fixar critérios e padrões de emissão relativos a ecotoxicidade de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas doces, salinas e salobras no estado do Paraná, para fins de licenciamento e automonitoramento exigido pelo órgão ambiental competente e Instituto das Águas do Paraná na outorga e cobrança sobre o lançamento de efluentes.
Federal	Portaria MMA Nº 148/22	Atualiza a lista nacional de espécies da flora e fauna brasileira terrestre e aquática ameaçadas de extinção.	A Portaria substitui os Anexos das Portarias MMA nº 443,444 e 445 de 2014 e atualiza as listas de flora nativa, fauna terrestre nativa e fauna aquática nativa ameaçadas de extinção.
Federal	Lei Federal Nº 5.197/67	Dispõe sobre a Proteção da Fauna e dá outras providências.	Com a instituição da Lei Nº 5.197/67, a fauna brasileira passa a ser objeto de proteção especial. Como instrumento de proteção, a União e Estados divulgam lista das espécies ameaçadas de extinção que devem ser protegidas.
Federal	Instrução Normativa MMA nº 02/15	Dispõe sobre a supressão de vegetação e a captura, o transporte, o armazenamento, a guarda e o manejo de espécimes da fauna que envolvam espécies constantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção.	A IN MMA n° 02/15 trata da autorização de captura, transporte, armazenamento, guarda e manejo de exemplares das espécies da fauna ameaçadas de extinção segundo a Portaria MMA n° 444/14. Conforme o art. 3º, o órgão ambiental licenciador poderá, no âmbito do licenciamento ambiental, autorizar essas ações relacionadas às espécies ameaçadas, para fins de desenvolvimento de estudos ambientais, levantamento, monitoramento, resgate e conservação. Essas autorizações, segundo o art. 5º da IN, deverão ser condicionadas à adoção de medidas de mitigação e compensação que assegurem a conservação das espécies.
Federal	Portaria MMA nº 12/18	Torna pública a lista das espécies migratórias de animais silvestres incluídas nos Anexos I e II da Convenção sobre Espécies Migratórias CMS, promulgada pelo Decreto nº 9.080/17	A lista oficial apresentada nessa portaria serve de parâmetro para a avaliação de impacto frente ao diagnóstico ambiental.
Federal	Instrução Normativa IBAMA Nº 146/07	Estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre.	coleta de material zoológico relacionada às atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental do empreendimento está sujeita a autorização específica nos termos da Instrução Normativa IBAMA Nº 146/2007. Esta instrução estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei Nº 6.938/81 e pelas Resoluções CONAMA Nº 01/86 e N° 237/97. Os levantamentos faunísticos na área de influência do

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			empreendimento, na etapa de licenciamento prévio, precedem qualquer outra atividade relacionada à fauna silvestre no processo de licenciamento ambiental, portanto, junto ao Plano de Trabalho de Fauna, a empresa deverá requerer Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Fauna Silvestre prevista nessa instrução.
Federal	Instrução Normativa IBAMA Nº 08/17	Estabelecer os procedimentos para a solicitação e emissão de Autorização para Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (Abio) no âmbito dos processos de licenciamento ambiental federal.	De acordo com o artigo 5º dessa Instrução, a emissão da ABIO deve ser acompanhada dos seguintes documentos: (I) requerimento de Licença/Autorização realizado através do Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA); (II) Plano de Trabalho ou Programa Ambiental observando a itemização e respectivos conteúdos mínimos definidos pela Instituição, conforme o tipo de atividade a ser executada; (III) outros documentos pertinentes. Ainda segundo a Instrução, nos casos de licenciamento de empreendimentos rodoviários, ou seja, obras de melhoria e ampliações de capacidade a serem previstas para a Concessão do Lote em estudo, os Planos de Trabalho e Programas Ambientais deverão seguir o disposto na IN Nº 13/2013 e IN Nº 146/07.
Federal	Instrução Normativa IBAMA Nº 13/13	Estabelecer os procedimentos para padronização metodológica dos planos de amostragem de fauna exigidos nos estudos ambientais necessários para o licenciamento ambiental de rodovias e ferrovias.	Para os empreendimentos onde exista tráfego de veículos deverão ser efetuadas amostragens mensais de atropelamento de fauna, de acordo com o Artigo 16º.
Federal	Resolução CONAMA nº 09/96	Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna.	Segundo essa resolução, o corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes. A largura dos corredores será fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total, sendo que a largura mínima será de 100 metros
Federal	Lei Federal Nº 12.651/12 e alterações	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa - Novo Código Florestal	O Novo Código Florestal considera como área de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo de qualquer curso d'água, desde a borda da calha do leito regular, em faixa marginal cuja largura mínima será: (i) de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura; (ii) de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; (iii) de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; (iv) de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; e (v) de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			600 metros. De acordo Art. 8º da referida lei, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente fica autorizada nos casos de utilidade pública (Art. 8º). O Capítulo V do Código Florestal também trata da supressão de vegetação para uso alternativo do solo. De acordo com o Art. 26, a supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá do cadastramento do imóvel no CAR, "e de prévia autorização do órgão estadual competente do SISNAMA". O Art. 26, em seu § 4o, estabelece o conteúdo do requerimento de autorização de supressão, o qual deverá informar, no mínimo: (i) a localização do imóvel, das APP, da RL e das áreas de uso restrito, por coordenada geográfica, com pelo menos um ponto de amarração do perímetro do imóvel; (ii) a reposição ou compensação florestal, nos termos do § 4o do art. 33; (iii) a utilização efetiva e sustentável das áreas já convertidas; e (iv) o uso alternativo da área a ser desmatada.
Federal	Instrução Normativa MMA nº 06/06	Dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências.	Obrigada à reposição florestal a pessoa física ou jurídica que: I - Utiliza matéria-prima florestal oriunda de supressão de vegetação natural; II - Detenha a autorização de supressão de vegetação natural.
Federal	Resolução CONAMA Nº 369/06	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP	A Resolução CONAMA Nº 369/06 prevê que em casos especiais, como de interesse público e social ou ações de baixo impacto ambiental, seja permitida a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente - APP. Por exemplo, obras essenciais de infraestrutura destinada a serviços públicos de saneamento, transporte e energia, consideradas de interesse público
Federal	Resolução CONAMA Nº 429/11	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das áreas de preservação permanente - APP	A recuperação das APPs deverá observar a metodologia definida na Resolução CONAMA Nº 429/11. Os métodos adotados podem ser os seguintes: condução da regeneração natural de espécies nativas, plantio de espécies nativas e plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.
Federal	Resolução CONAMA Nº 02/94		Define vegetação primária e secundária a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná.
Federal	Resolução CONAMA nº 417/09	Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências.	Define, em seu artigo 3º, os parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Resolução CONAMA Nº 447/11		Aprova a lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado do Paraná, de acordo com a Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009.
Federal	Instrução Normativa ICMBio nº 01/18	Anuência para Autorização para Supressão de Vegetação no interior de unidades de conservação	Estabelece os procedimentos para a concessão de Anuência para Autorização para Supressão de Vegetação no interior de unidades de conservação federais para atividades sujeitas ao licenciamento ambiental e para a concessão de Autorização para Supressão de Vegetação no interior de unidades de conservação federais para atividades não sujeitas ao licenciamento ambiental.
Federal	Portaria MMA Nº 443/14	Dispõe sobre a lista nacional de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção	Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes no Anexo a essa Portaria. Quando houver a necessidade de supressão de vegetação em formações florestais que abrigam espécies da flora em perigo de extinção, a legislação determina que a lista das espécies ameaçada de extinção deverá ser avaliada e respeitada.
Federal	Resolução CONAMA n° 278/01	Dispõe sobre o corte e a exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica.	Ainda em relação a espécies ameaçadas de extinção, a Resolução CONAMA n° 278/01 proíbe a autorização para corte e exploração dessas espécies em perigo em populações naturais no bioma Mata Atlântica. A Resolução CONAMA n° 300/02, que altera e complementa a CONAMA n° 278/01, no entanto, define alguns casos em que essa autorização é possível, entre eles os casos de utilidade pública (item IV do art. 2º). Ementa do Legis: "Determina ao IBAMA, a suspensão das autorizações concedidas por ato próprio ou por delegação aos demais órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, para corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção, constantes da lista oficial daquele órgão, em populações naturais no bioma Mata Atlântica, até que sejam estabelecidos critérios técnicos, cientificamente embasados, que garantam a sustentabilidade da exploração e a conservação genética das populações exploráveis".
Federal	Resolução CONAMA nº 300/02	Complementa os casos passíveis de autorização de corte previstos no art. 2º da Resolução nº 278/01.	
Federal	Instrução Normativa MMA nº 02/15	Dispõe sobre a supressão de vegetação e a captura, o transporte, o armazenamento, a guarda e o manejo de espécimes da fauna que envolvam espécies constantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção.	A IN MMA n° 02/15, que também trata da supressão de vegetação em área de ocorrência de espécies da flora ameaçadas de extinção, estabelece que, para autorização, o órgão ambiental licenciador deverá avaliar os seguintes critérios, na etapa de viabilidade ambiental: I – Alternativas locacionais do empreendimento ou atividade; e II – Relevância da área, objeto do processo de licenciamento ambiental, para a conservação das espécies ameaçadas, considerando-se o risco de extinção de cada espécie.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Lei Federal Nº 11.428/06 e alterações	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.	A lei em questão assume a conservação, a proteção, a regeneração e a utilização do Bioma Mata Atlântica, enquanto patrimônio nacional. Nesse sentido têm por objetivo a salvaguarda da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, estéticos e turísticos, do regime hídrico e da estabilidade social, sendo observados os princípios da equidade intergeracional, da prevenção, da precaução, do usuário-pagador, da transparência das informações e atos. Excepcionalmente, a supressão de vegetação primária ou em estágio avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica poderá ser autorizada, mediante decisão motivada do órgão estadual competente, com anuência prévia do IBAMA, quando necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, mediante aprovação de estudo e relatório de impacto ambiental.
Federal	Decreto Federal Nº 6.660/08	Regulamenta dispositivos da Lei Nº 11.428/06, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.	O decreto estabelece que o uso e conservação referem-se somente aos remanescentes de vegetação nativa primária e vegetação nativa secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração na área de abrangência do mapa do IBGE, não interferindo em áreas já ocupadas com agricultura, cidades, pastagens e florestas plantadas ou outras áreas desprovidas de vegetação nativa.
Federal	Resolução CONAMA n° 388/07	Dispõe sobre a convalidação das resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4o § 1o da Lei no 11.428/06.	No caso da remoção da vegetação remanescente de Mata Atlântica, as Resoluções definidas na Resolução CONAMA n° 388/07, entre elas a CONAMA nº 10/93, traz a regulamentação complementar da Lei Federal nº 11.428/06, definindo os parâmetros para enquadramento da vegetação de Mata Atlântica segundo estágios de regeneração (inicial, médio e avançado).
Federal	Resolução CONAMA nº 10/93	Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica.	
Federal	Instrução Normativa IBAMA nº 09/19	Estabelece critérios e procedimentos para as análises dos pedidos e concessões de anuências prévias para a supressão de vegetação de Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração.	A documentação necessária para instruir os pedidos de anuências prévias para a supressão de vegetação de Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração e os critérios de análise dos mesmos pelos órgãos responsáveis são dados por essa instrução
Federal	Decreto nº 7.830/12	Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural e estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei no 12.651/12.	A legislação florestal federal não especifica exatamente como proceder nos casos em que houver necessidade de supressão de trechos de Reserva Legal, nos imóveis afetados, para fins de implantação de faixa de servidão administrativa de obra de

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Instrução Normativa MMA nº 02/14	Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural-CAR.	utilidade pública, como é o caso do empreendimento. Considerando-se as disposições já analisadas, se a RL do imóvel afetado já estiverem em situação regular, seja averbada à margem da matrícula do imóvel, seja registrada junto ao CAR, ou se a área ainda estiver em processo de regularização, o entendimento é de que o empreendedor deve auxiliar o proprietário ou possuidor do imóvel a proceder à realocação da área de RL suprimida pela instituição da servidão e a conduzir o processo de regularização ambiental do imóvel no âmbito do SICAR competente, obedecendo às disposições do Código Florestal, do Decreto no 7.830/12 e da Instrução Normativa MMA nº 02/14, assim como as disposições complementares da legislação estadual aplicável.
Estadual	Decreto nº 1.940/96	Dispõe sobre a Lei Florestal do Estado.	Institui o IAP como autoridade florestal no Estado do Paraná, responsável pela implantação do Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória -SERFLOR. Entre os instrumentos de controle das atividades de reposição florestal no Estado do Paraná, importante mencionar a "Autorização de Corte", que deverá ser solicitada pelo empreendimento quando da necessidade de supressão de vegetação, conforme instruções do IAP. Define que autorização para exploração dos remanescentes de floresta nativa do Estado somente será permitida por meio de técnicas de manejo.
Estadual	Resolução Conjunta IBAMA/ SEMA/ IAP Nº 07/08	Regulamenta a exploração eventual de espécies arbóreas nativas em remanescentes de vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, em ambientes agropastoril e em áreas urbanas.	Estabelece que nos perímetros urbanos aprovados até a data de início de vigência da Lei nº 11.428/06, a supressão de vegetação secundária em estágio médio de regeneração somente será admitida, para fins de loteamento ou edificação, no caso de empreendimentos que garantam a preservação de vegetação nativa em estágio médio de regeneração em no mínimo 30% (trinta por cento) da área total coberta por esta vegetação.
Estadual	Lei 16.790/11	Dispõe sobre a recuperação e o manejo sustentável das áreas de reserva legal no Estado do Paraná, instituindo a Reserva Legal Sustentável – RLS.	Veda o corte raso nas áreas de reserva legal bem como a utilização de espécies exóticas invasoras (estabelecidas pela lista oficial do estado do Paraná) nestas áreas.
Estadual	Resolução SEMA Nº 31/98	estabelece requisitos, critérios e procedimentos administrativos referentes a licenciamento ambiental, autorizações florestais e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná.	Estabelece, em seu Art. 201, que a explotação seletiva de determinadas espécies nativas nas áreas cobertas por vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração, respeitadas as áreas de preservação permanente, poderá ser efetuada desde que observados os seguintes requisitos: I - Não promova a supressão de espécies distintas das autorizadas; II - Elaboração de Plano de Manejo Florestal em Regime de Rendimento Sustentado ou de projeto, fundamentados entre outros

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			aspectos, em estudos prévios técnico-científicos de estoques e de garantia de capacidade de manutenção da espécie; III - Estabelecimento de área e de retiradas máximas; IV - Prévia autorização do IAP, de acordo com as diretrizes e critérios técnicos por ele estabelecidos. Segundo o Art. 203, as espécies florestais nativas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná (anexo 2 desta Resolução), serão proibidas ou limitadas para o corte de acordo com a modalidade de autorização florestal solicitada, a critério do IAP, independente da categoria de extinção verificada (rara, vulnerável ou em perigo de extinção). Por fim, importante mencionar que o Art. 204 define que as atividades de exploração florestal, quaisquer que sejam, sujeitar-se-ão ao respectivo processo de autorização florestal, em consonância com a legislação vigente, os preceitos desta Resolução e mediante apresentação, no mínimo, dos documentos elencados no referido artigo.
Estadual	Decreto 10.266/14	Define critérios e estabelece as condições necessárias para a inclusão de áreas úmidas como áreas de preservação permanente e para sua utilização.	Considera como áreas de preservação permanente, as áreas úmidas cobertas com vegetação e declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo Estadual ou Municipal.
Estadual	Lei Nº 15.422/07	Dispõe sobre a proibição, em todo o território do Estado do Paraná, da capina química nas áreas que relaciona.	Proíbe a capina química, ou seja, a utilização de método de eliminação de plantas invasoras, por meio de uso de defensivos agrícolas, em áreas de faixa de domínio de rodovias em todo o território do Estado do Paraná
Estadual	Decreto nº 8.680/13	Institui o Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado do Paraná - SICAR-PR e adota demais providências.	Aprova os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao SISLEG – Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente.
Estadual	Lei Nº 11.067/1995	Dispõe que ficam proibidas, no Estado do Paraná, a utilização, perseguição, destruição, caça, apanha, coleta ou captura de exemplares da fauna ameaçada de extinção, bem como a remoção, comércio de espécies, produtos e objetos que impliquem nas atividades proibidas, conforme especifica.	Considera fauna ameaçada de extinção animais nativos originários do país que, por meio de levantamentos realizados pela comunidade científica, apresentam número reduzido a níveis críticos. Cita quais espécies foram enquadradas nessa categoria. Essa lista foi atualizada pelo Decreto Nº 3.148/04. Proíbe a coleta ou captura de exemplares da fauna ameaçada de extinção, bem como a remoção, comércio de espécies, produtos e objetos que impliquem nas atividades proibidas
Estadual	Lei Nº 14.037/03	Institui o Código Estadual de Proteção aos Animais	

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Estadual	Decreto Nº 7.264/10	Reconhece e atualiza Lista de Espécies de Mamíferos pertencentes à Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná.	Atualiza a Lista Vermelha dos Mamíferos Ameaçados de Extinção no Estado do Paraná, de acordo com o Anexo desse Decreto
Estadual	Decreto Nº 11.797/18	Reconhece e atualiza Lista de Espécies de Aves pertencentes à Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná.	Atualiza a Lista Vermelha das Aves Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná, de acordo com o Anexo desse Decreto
Estadual	Portaria IAP Nº 97/12	Dispõe sobre conceito, documentação necessária e instrução para procedimentos administrativos de Autorizações Ambientais para Manejo de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental.	Estabelece os critérios para procedimentos relativos ao Manejo de Fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ao licenciamento ambiental. O Art. 2º considera que o Manejo de Fauna Silvestre, engloba: I. Levantamento de Fauna; II. Monitoramento de fauna; III. Salvamento, resgate e destinação de fauna. Estabelece, conforme disposto no Art. 4º, que para os procedimentos de captura e manejo da fauna silvestre, necessários para obtenção de dados primários, a fim de confeccionar os diagnósticos para Licenciamento Prévio de determinados empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras e/ou degradadoras do meio ambiente, deverá ser solicitada Autorização Ambiental específica ao IAP, a qual terá validade de um ano e não é passível de renovação. Para o resgate e destinação da fauna, o Art. 5º também estabelece a necessidade de solicitação da Autorização Ambiental específica ao IAP, a qual terá validade máxima de um ano, não sendo passível de renovação. Os requerimentos de Autorização Ambiental para Manejo de Fauna deverão incluir: a) Requerimento de Licenciamento Ambiental; b) Cadastro de Obras Diversas; c) Plano de Trabalho conforme diretrizes em anexo; d) Comprovante de recolhimento da Taxa Ambiental (Ficha de Compensação Bancária) de acordo com o estabelecido na Lei Estadual nº 10.233/92. Essa Portaria também menciona que para o procedimento de monitoramento de fauna, não é necessário solicitar Autorização Ambiental específica ao IAP, pois o mesmo constará como condicionante da respectiva licença ambiental a ser emitida (Licença Ambiental Simplificada - LAS, Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI ou Licença de Operação - LO), tendo como base os Estudos Ambientais apresentados (EIA/RIMA, PBA, RAS, RDPA, PCA entre outros), sendo que o Programa de Monitoramento de Fauna deverá ser apresentado de acordo com Diretrizes constantes do Anexo III. Por

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			fim, ressalta-se que o Art. 8º define que não é necessária autorização para captura, coleta e transporte de fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos para os procedimentos de estudos de fauna realizados somente por meio de observação direta, registro fotográfico e/ou gravação de som.
Estadual	Portaria IAT Nº 22/20	Estabelece procedimentos para a padronização metodológica ao diagnóstico e monitoramento de atropelamentos de animais silvestres, e definir diretrizes de mitigação e compensação de danos causados aos animais silvestres em estradas, rodovias e ferrovias no Estado do Paraná.	Define os requisitos mínimos a serem considerados no diagnóstico de atropelamento de animais silvestres em estradas e rodovias do Estado do Paraná. Em relação ao monitoramento de atropelamento de animais silvestres propriamente dito, define que esse deverá ocorrer em toda a extensão do empreendimento. Importante mencionar que o monitoramento de atropelamentos deverá ser acompanhado do monitoramento das estruturas indicadas como de passagens de fauna, quando existentes, a fim de averiguar a efetividade dessas estruturas.
Estadual	Lei Nº 19.939/19	Dispõe sobre a obrigação das empresas concessionárias de rodovias em atividade no Estado do Paraná de realizar o resgate e a assistência veterinária de emergência de animais acidentados nas rodovias e estradas por elas administradas, e dá outras providências.	Obriga as empresas concessionárias de rodovias em atividade no Estado do Paraná a providenciar o resgate e a assistência veterinária de emergência aos animais domésticos e silvestres que sofrerem acidentes nos trechos de estradas e rodovias estaduais por elas administrados. Estabelece, ainda, as medidas redutoras do número de acidentes com animais domésticos e silvestres que deverão ser adotadas nas estradas e rodovias estaduais do Paraná que estejam sob concessão.
Federal	Lei Federal Nº 10.257/01 e alterações	Regulamenta os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana	Conhecida como Estatuto da Cidade, essa Lei estabelece as diretrizes gerais da política urbana. O planejamento municipal é um dos instrumentos dessa lei que, compreende, entre outros aspetos, o plano diretor; o disciplinamento do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; e o zoneamento ambiental. Qualquer empreendimento deve, portanto, estar de acordo com o uso do solo (e o Plano Diretor, caso haja) do município no qual pretende se instalar. Vale mencionar, que em seu Art. 41, a referida Lei torna obrigatório o estabelecimento do plano diretor para cidades com mais de 20 mil habitantes, ou inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional. Nesses casos, o Estatuto obriga o empreendedor a incluir, entre as medidas de compensação a serem apresentadas no EIA, os recursos técnicos e financeiros para a elaboração dos planos diretores dos municípios afetados. A Resolução Recomendada nº 22/06, do Conselho das Cidades, emite orientações quanto a esta exigência.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Decreto Federal Nº 4.297/02 e alterações	Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE.	O ZEE, enquanto instrumento de organização do território, deve ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas. Leva em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, a relocalização de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais. Estabelece medidas e padrões de proteção ambientais destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos, do solo e da conservação da biodiversidade.
Estadual	Lei Nº 6.766/79 e alterações	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências	Lei No 6.766/79, alterada pela Lei No 13.913/2019, é o marco pioneiro de política urbana no país, definindo os requisitos a serem atendidos pelos projetos de parcelamento do solo urbano. Além disso, deve-se destacar que o Capítulo II (artigo 4º), estabelece que ao longo das faixas de domínio das rodovias será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, que poderá ser reduzida por lei municipal ou distrital que aprovar o instrumento do planejamento territorial, até o limite mínimo de 5 (cinco) metros de cada lado. Sendo assim, será importante a futura Concessionária considerar essa faixa para fins de gestão de eventuais conflitos junto aos municípios lindeiros à rodovia.
Estadual	Decreto nº 1.483/07.	Dispõe sobre normas para execução do sistema das diretrizes e bases do planejamento e desenvolvimento estadual, nos termos do art. 141, da Constituição Estadual	Estabelece que a condução do processo do planejamento e desenvolvimento deverá se pautar na sustentabilidade ambiental, tendo como referenciais as bacias, sub-bacia e microbacias hidrográficas e em conformidade com os ditames da Agenda 21 e do Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do Estado do Paraná.
Estadual	Lei Nº 12.248/98	Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC.	Essa Lei traz capítulo específico (IV) relacionado ao uso e ocupação do solo nas áreas de proteção, onde define as Áreas de Restrição à Ocupação, são elas: I - As faixas de drenagem dos corpos d'água conforme definidas em legislação própria; II - As áreas cobertas por matas; III - As áreas com declividade superior a 30%; IV - As áreas do entorno dos reservatórios; V - As áreas sujeitas à inundação. Nessas áreas somente serão permitidos usos e atividades que atendam aos requisitos mínimos necessários à manutenção da qualidade da água, mediante autorização do órgão competente.
Estadual	Resolução Conjunta SEMA/IAP Nº 05/09	Estabelece e define o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Estado do Paraná e dá outras providências.	Determina, em seu anexo, as áreas consideradas prioritárias e estratégicas para a conservação da biodiversidade no Estado do Paraná. Além das áreas constantes no mapeamento anexo, são considerados prioritários e estratégicos para a conservação

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			da biodiversidade todos os remanescentes de vegetação nativa em estágio primário e nos estágios secundário médio e avançado de regeneração.
Federal	Constituição Federal de 1988		Conforme Art. 216 da constituição, constitui patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à maioria dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem: (...) Parágrafo V – os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.
Federal	Decreto-Lei Nº 25/37	Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.	O Decreto-Lei Nº 25/37, em seu art. 1º, define o patrimônio histórico e artístico nacional como “o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico”. Entretanto, tais bens somente serão considerados parte integrante do patrimônio histórico e artístico nacional depois de inscritos, separados ou agrupados, num dos quatro Livros do Tombo, de que trata o art. 4º do Decreto-Lei Nº 25/37. Em seus capítulos II e III, este diploma detalha o instrumento do tombamento e seus efeitos legais sobre o usufruto dos bens tombados. São também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou pela indústria humana
Federal	Decreto-Lei Nº 4.146/42	Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos.	Em seu artigo 1º dispõe que os depósitos fossilíferos são propriedade da nação e sua extração depende de autorização prévia do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.
Federal	Lei Nº 3.924/61	Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.	Além de definir alguns conceitos básicos a respeito da práxis da disciplina (tipos de registros arqueológicos, por exemplo), delineou as competências institucionais relativas à pesquisa de sítios arqueológicos, introduzindo vários procedimentos administrativos (autorizações, comunicações prévias e permissões) a serem exarados exclusivamente pelo órgão federal competente, hoje o IPHAN. Importante mencionar, que essa lei proíbe em todo território nacional o aproveitamento econômico, a destruição ou mutilação, para qualquer fim, das jazidas arqueológicas ou pré-históricas conhecidas, bem como sítios, inscrições e objetos enumerados no documento.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Decreto Nº 3.551/00	Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências.	Estabelece os procedimentos para registro dos Bens Culturais de Natureza Imaterial, que poderá ser realizado em um dos seguintes livros: I - Livro de Registro dos Saberes, onde serão inscritos conhecimentos e modos de fazer enraizados no cotidiano das comunidades; II - Livro de Registro das Celebrações, onde serão inscritos rituais e festas que marcam a vivência coletiva do trabalho, da religiosidade, do entretenimento e de outras práticas da vida social; III - Livro de Registro das Formas de Expressão, onde serão inscritas manifestações literárias, musicais, plásticas, cênicas e lúdicas; IV - Livro de Registro dos Lugares, onde serão inscritos mercados, feiras, santuários, praças e demais espaços onde se concentram e reproduzem práticas culturais coletivas. Essa inscrição num dos livros de registro terá sempre como referência a continuidade histórica do bem e sua relevância nacional para a memória, a identidade e a formação da sociedade brasileira. Vale comentar que outros livros de registro poderão ser abertos para a inscrição de bens culturais de natureza imaterial que constituam patrimônio cultural brasileiro e não se enquadrem nos livros definidos no parágrafo primeiro deste artigo. As propostas para registro, acompanhadas de sua documentação técnica, devem ser dirigidas ao IPHAN, que as submeterá ao Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural. Em caso de decisão favorável do Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural, o bem será inscrito no livro correspondente e receberá o título de "Patrimônio Cultural do Brasil".
Federal	Portaria nº 375/18	Institui a Política de Patrimônio Cultural Material do Iphan e dá outras providências	Essa portaria define as diretrizes, ações e atividades relacionadas com a preservação do patrimônio cultural material, organizando-as a partir dos seguintes processos institucionais: I. Educação Patrimonial; II. Identificação; III. Reconhecimento; IV. Proteção; V. Normatização; VI. Autorização; VII. Avaliação de Impacto; VIII. Fiscalização; IX. Conservação; e X. Interpretação, Promoção e Difusão.
Federal	Portaria IPHAN Nº 07/88	Regulamenta os pedidos de permissão para desenvolvimento de pesquisas de campo e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos.	Em razão da evolução dos conceitos da ciência e da prática arqueológica, e em função da necessidade de regulamentar os pedidos de permissão e autorização, e a comunicação prévia para pesquisas de campo e escavações arqueológicas, estabelecidos na Lei Nº 3.924/61, foram editadas a Portaria SPHAN nº 7/88 e a Portarias IPHAN nº 01/15. A primeira norma estabelece os procedimentos necessários para os pedidos, constituindo plano de trabalho obrigatório aos profissionais acadêmicos e liberais que trabalham com arqueologia. A outra define

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			os procedimentos de arqueologia no âmbito dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades
Federal	Portaria IPHAN Nº 137/16	Estabelece diretrizes de Educação Patrimonial no âmbito do IPHAN e das Casas do Patrimônio	Institui um conjunto de marcos referenciais para a Educação Patrimonial - EP enquanto prática transversal aos processos de preservação e valorização do patrimônio cultural no âmbito do Iphan.
Federal	Portaria IPHAN Nº 195/16	Dispõe sobre Procedimentos para Solicitação de Movimentação de Bens Arqueológicos em Território Nacional.	Aprova, em seu anexo 1, o termo de referência para Solicitação de Movimentação de Bens Arqueológicos em Território Nacional
Federal	Portaria IPHAN Nº 196/16	Dispõe sobre a Conservação de Bens Arqueológicos Móveis, cria o Cadastro Nacional de Instituições de Guarda e Pesquisa, o Termo de Recebimento de Coleções Arqueológicas e a Ficha de Cadastro de Bem Arqueológico Móvel.	Aprova, por meio do seu Anexo 1, as Recomendações para a Conservação de Bens Arqueológicos Móveis, que disciplinam os procedimentos a serem adotados pelo Iphan, pesquisadores, Instituição de Guarda e Pesquisa, e demais agentes envolvidos na gestão dos bens móveis arqueológicos. Estabelece que as Instituições interessadas em salvaguardar bens arqueológicos deverão solicitar o seu cadastramento (Cadastro Nacional das Instituições de Guarda e Pesquisa – CNIGP) à Superintendência do Iphan no seu Estado. Em seu Anexo 2, traz o modelo de Ficha para Cadastro de Bem Arqueológico Móvel. Segundo o parágrafo único, do Art. 3º, o conjunto dessas fichas compõe o inventário de bens arqueológicos móveis conforme previsto no Inciso III do Art. 12 da 07/88 e na Instrução Normativa Iphan n.º 01/2015. Por fim, o Anexo 3, define o Termo de Recebimento de Coleções Arqueológica.
Federal	Decreto no 99.556/90 e alterações	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.	O Art. 1º desse decreto, com redação dada pelo Decreto nº 6.640/08, dá a definição para cavidade natural subterrânea. Já nos §§ 4º a 8º do Art. 2º são listados os atributos para classificação de cada grau de relevância. Define a necessidade de adoção de medidas e ações para assegurar a preservação em cavidades dependendo do seu grau de relevância Segundo o Art. 5ºA, no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimento considerado efetiva ou potencialmente poluidor ou degradador de cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência, o órgão ambiental competente definirá o grau de relevância das cavidades afetadas observando os critérios metodológicos estabelecidos na Instrução Normativa MMA no 02/09 e os levantamentos e estudos espeleológicos apresentados pelo empreendedor no EIA, com a finalidade de verificar o potencial espeleológico da área de estudo e subsidiar a avaliação dos impactos potenciais sobre este componente.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Portaria IBAMA nº 887/90	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas e do patrimônio espeleológico.	Esta Portaria limita o uso das cavidades naturais subterrâneas a estudos de ordem técnico-científica e atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo (Art. 3º), e submete as atividades ou pesquisas que possam ser lesivas às cavernas, ou que impliquem em coleta de vegetais, captura de animais e/ou coleta de material natural das mesmas, à prévia autorização do IBAMA ou de instituição por ele credenciada (Art. 3º). As ações e empreendimentos de qualquer natureza, previstos em áreas de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas ou de potencial espeleológico, ficam, por sua vez, submetidos a Estudo de Impacto Ambiental (Art. 4º), proibindo-se os desmatamentos, as queimadas, o uso do solo e subsolo ou ações de qualquer natureza que coloquem em risco as cavidades naturais subterrâneas e sua área de influência (Art. 5º). Até que se efetivem estudos técnicos caso a caso, fica estabelecida provisoriamente, como área de influência genérica de cavidade subterrânea, a faixa de largura de 250 metros na projeção horizontal dos limites da caverna (Art. 6º). As disposições e definições da Portaria IBAMA no 887/90 acabaram sendo incorporadas ao Decreto no 99.556/90 e à Resolução CONAMA nº 347/04, e posteriormente detalhadas pelo Decreto no 6.640/08 (que alterou o Decreto 99.556/90) e pela Instrução Normativa MMA no 02/17.
Federal	Resolução CONAMA nº 347/04 e alterações	Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional.	Institui o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), e estabelece, para fins de proteção ambiental das cavidades naturais subterrâneas, os procedimentos de uso e exploração do patrimônio espeleológico nacional. De forma similar ao Decreto 99.556, essa resolução também estabelece (Art. 4º) que, a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente, nos termos da legislação vigente. Determina que a área de influência sobre o patrimônio espeleológico será definida pelo órgão ambiental competente, que poderá, para tanto, exigir estudos específicos, às expensas do empreendedor, e confirma, até que se efetivem tais estudos, a área de influência de 250 metros, em forma de poligonal convexa, tal como já estipulado pela Portaria do IBAMA. Na análise do grau de impacto, o órgão licenciador deverá considerar, entre outros aspectos, a intensidade, a temporalidade, a reversibilidade e a sinergia dos referidos impactos,

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			e os demais aspectos descritos no Parágrafo Único do Art. 5º. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades considerados efetiva ou potencialmente causadores de significativa alteração e degradação do patrimônio espeleológico, para os quais se exija EIA-RIMA, o Art. 8º da Resolução CONAMA nº 347/04 obriga o empreendedor a apoiar a implantação e a manutenção de unidade de conservação, de acordo com o previsto no Art. 36 da Lei No 9.985/00 (SNUC).
Federal	Portaria MMA nº 358/09	Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico.	Em 2009, o MMA institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, por meio dessa portaria, definindo diretrizes, critérios e normas para permitir o uso sustentável das cavidades naturais subterrâneas, por meio do manejo espeleológico, gerenciamento e o monitoramento de outras atividades. O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) foi instituído em junho de 1997, então com a denominação de "Centro Especializado voltado ao Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas", enquadrado na categoria de Unidade Descentralizada do IBAMA. Em 2007, com a criação do Instituto Chico Mendes (ICMBio) e a definição de suas competências e finalidades, a maioria dos Centros Especializados do IBAMA foi incorporada à estrutura organizacional do ICMBio, dentre eles o CECAV.
Federal	Instrução Normativa MMA nº 02/17	Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto nº 99.556/90.	Define, em seus Anexos, os critérios para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrânea, que poderá ser considerado máximo, alto, médio ou baixo.
Estadual	Lei nº 1.211/53	Dispõe sobre o Patrimônio Histórico, Artístico e Natural do Estado do Paraná.	Estabelece o procedimento para tombamento dos bens móveis e imóveis existentes no Estado e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Paraná, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico, assim como os monumentos naturais, os sítios e conservar e proteger pela feição notável com que tenha sido dotado pela natureza ou agenciados pela indústria humana. paisagens que importa
Federal	Decreto Lei Nº 5.452/43 e alterações	Aprova a Consolidação das Leis de Trabalho.	A legislação estipula normas que regem contratos de trabalho por prazo determinado e as relações de trabalho individuais e coletivas, tanto no setor industrial como no setor agrícola.
Federal	Constituição Federal de 1988	Assegura os direitos sociais e individuais dos cidadãos brasileiros.	Além dos direitos do trabalhador estabelecidos pela CLT, a Constituição Federal Brasileira assegura aos trabalhadores outros direitos como: Um bônus anual e compulsório (décimo terceiro), equivalente a um mês de salário e pago até

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			Dezembro; Indenização compulsória no caso de dispensa sem justa causa (seguro desemprego); Seguro contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador; Proibição de diferença de salários, de exercício de funções e de critério de admissão por motivo de sexo, idade, cor ou estado civil; Proibição de qualquer discriminação no tocante a salário e critérios de admissão do trabalhador portador de deficiência; Igualdade de direitos entre o trabalhador com vínculo empregatício permanente e o trabalhador avulso.
Federal	Lei Federal Nº 7.176/89 e alterações	Define os crimes resultantes de preconceito de raça ou de cor.	O Brasil é signatário de vários Tratados e Convenções Internacionais sobre Direitos Humanos. Esses tratados asseguram as mesmas condições garantidas pela Constituição federal de 1988 e pela Lei Federal nº 7.176/89, alterada pela Lei Federal nº 9.459/97, que determinam as punições por crimes resultantes de discriminação de indivíduos por preconceito contra raça, etnia, religião ou nacionalidade. A todos os brasileiros e aos estrangeiros residentes em solo brasileiro, é garantida a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade.
Federal	Lei Federal Nº 8.069/90	Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente.	Os direitos da criança e do adolescente estão assegurados pelo art. 7, item XXXIII da Constituição Brasileira, pelo art. 405 da CLT e pelo art. 67 do Estatuto da Criança e do Adolescente, bem como pelas convenções 138 e 182 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e pela Convenção da ONU pelos Direitos da Criança. Crianças e adolescentes com menos de 16 anos estão proibidos de trabalhar, a não ser como aprendizes. Um adolescente de 14 anos ou mais pode trabalhar como aprendiz, mediante contrato CLT por tempo determinado (art. 428).
Federal	Lei Federal Nº 8.213/91	Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social.	O artigo 93 da Lei N°8.213 estabelece que empresas com mais de 1.000 empregados deve ocupar 5% de seus cargos com pessoas portadoras de deficiência habilitadas.
Federal	Lei Federal N°. 9.601/98	Dispõe sobre o contrato de trabalho por prazo determinado.	Os acordos de trabalho poderão instituir contrato de trabalho por prazo determinado em qualquer atividade desenvolvida pela empresa para admissões que representem acréscimo no número de empregados (Lei N° 9.601 e artigo 443 da CLT).
Federal	Instrução Normativa MTE Nº 76/09	Dispõe sobre procedimentos para a fiscalização do trabalho rural.	As ações fiscais para o combate ao trabalho análogo ao de escravo e procedimentos de recrutamento de trabalhadores que são contratados para trabalhar em localidade diversa da sua origem estão descritos nessa instrução normativa.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Instrução Normativa MTE Nº 102/13	Dispõe sobre a fiscalização do trabalho infantil e proteção ao adolescente trabalhador.	Dentre as atividades dos Auditores Fiscais de Trabalho inclui verificar o cumprimento dos requisitos dos institutos jurídicos referentes ao trabalho educativo, nos termos do artigo 68 do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA); ao estágio de estudantes, nos termos da Lei N° 11.788 de 25/09/08; e a aprendizagem, nos termos do artigo 428 e seguintes da CLT.
Federal	Portaria MTE Nº 3.214/78 e alterações	Aprova as Normas Regulamentadoras (NRs) do Capítulo V, Título II da CLT.	Nas Normas Regulamentadoras (NRs) encontram-se as principais disposições gerais e específicas aplicáveis ao empreendimento, em suas fases de implantação e operação. Dentre as normas, destacam-se: NR-02 – Inspeção prévia; NR-04 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho; NR-05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes; NR-06 – Equipamentos de proteção individual; NR-09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais; NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade; NR-11 – Transporte, movimentação, armazenamento e manuseio de materiais; NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos; NR-15 – Atividades e operações insalubres; NR-17 – Ergonomia; NR-18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil; NR-20 – Líquidos combustíveis e inflamáveis; NR-23 - Proteção Contra Incêndios; NR-26 – Sinalização de segurança; NR-35 – Trabalho em altura; entre outros.
Federal	Decreto Federal Nº 3.048/99	Aprova o Regulamento da Previdência Social.	De acordo com a legislação brasileira vigente, a comunicação de acidente de trabalho pela empresa ao Ministério da Previdência Social é obrigatória, e deverá ser feita até o primeiro dia útil seguinte ao da ocorrência, e, em caso de morte, de imediato, sob pena de multa variável entre o limite mínimo e o teto máximo do salário de contribuição.
Federal	Decreto-Lei Nº 3.365/41 e alterações	Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública.	Dois aspetos fundamentais do processo de desapropriação são os procedimentos de desapropriação, incluindo a avaliação de glebas e imóveis urbanos, e a legislação trabalhista, aplicada aos casos de perda de emprego em decorrência da desapropriação de atividades econômicas. O Decreto de Utilidade Pública deverá descrever claramente as áreas sujeitas ao mesmo, justificando as razões de referida promulgação, de acordo com os dispositivos estabelecidos no artigo 5° da Lei Nº 3365/41, que contempla os casos de interesse público em sua Seção I.

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
Federal	Lei Federal Nº 13.867/19		Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, para possibilitar a opção pela mediação ou pela via arbitral para a definição dos valores de indenização nas desapropriações por utilidade pública
Federal	Lei Nº 4.132/62	Define casos de desapropriação por interesse social e dispõe sua aplicação	Segundo definido nessa Lei, a desapropriação por interesse social será decretada para promover a justa distribuição da propriedade ou condicionar o seu uso ao bem-estar social, na forma do art. 147 da Constituição Federal. Inclui, como interesse social, entre outros: VI - as terras e águas suscetíveis de valorização extraordinária, pela conclusão de obras e serviços públicos, notadamente de saneamento, portos, transporte, eletrificação, armazenamento de água e irrigação, no caso em que não sejam ditas áreas socialmente aproveitadas.
Federal	NBR 14653 - Partes 1 a 7	Avaliação de bens.	A fim de se conhecer o valor da indenização deve ser elaborado um Laudo Geral de Avaliação em conformidade as normas de avaliações – NBR 14653 – partes 1 a 7.
Federal	Decreto Federal Nº 6.040/07	Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais	O Decreto Federal Nº 6.040/07 instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. De acordo com suas disposições, durante os estudos para o diagnóstico ambiental, investiga-se a existência de terras indígenas e quilombolas e de populações tradicionais na área de influência do empreendimento, inclusive junto aos órgãos oficiais competentes pela proteção a essas áreas.
Federal	Portaria Interministerial nº 60/2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA	A Portaria considera a atuação da Fundação Nacional do Índio nos processos de licenciamento ambiental, conforme já mencionado em “Licenciamento”, como já informado no tema “licenciamento”. Além disso, estabelece que o empreendedor deverá apresentar informações sobre possíveis intervenções em terra indígena, quando a atividade ou o empreendimento submetido ao licenciamento ambiental se localizar em terra indígena ou apresentar elementos que possam ocasionar impacto socioambiental direto na terra indígena, respeitados o limite de 10 km, no caso de rodovias.
Federal	Decreto nº 5051/2004	Promulga a Convenção no 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais	Institui a adoção, de medidas especiais que sejam necessárias para salvaguardar as pessoas, instituições, os bens, as culturas e o meio ambiente dos povos interessados. De acordo com a Convenção, as terras indígenas devem ser concebidas como a integralidade do meio ambiente das áreas ocupadas ou usadas pelos povos indígenas abarcando, portanto, aspectos de natureza coletiva e de direitos econômicos, sociais

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			e culturais além dos direitos civis. Os Artigos 14 e 15 da Convenção enfatizam o direito de consulta e participação dos povos indígenas no uso, gestão (inclusive controle de acesso) e conservação de seus territórios. Além disso, prevê o direito à indenização por danos e proteção contra despejos e remoções de suas terras tradicionais.
Federal	Decreto nº. 7.747/2012	Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas/PNGATI	O Decreto tem por objetivo garantir e promover a proteção, a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, assegurando a integridade do patrimônio indígena, a melhoria da qualidade de vida e as condições plenas de reprodução física e cultural das atuais e futuras gerações dos povos indígenas, respeitando sua autonomia sociocultural, nos termos da legislação vigente. Dentre as Diretrizes da Política listadas no Art. 3º, destacam-se: (VI) proteção territorial, ambiental e melhoria da qualidade de vida nas áreas reservadas a povos indígenas e nas terras indígenas; (VII) proteção territorial e ambiental das terras ocupadas por povos indígenas isolados e de recente contato; (X) reconhecimento, valorização e desenvolvimento da gestão ambiental como instrumento de proteção dos territórios e das condições ambientais necessárias à reprodução física, cultural e ao bem-estar dos povos e comunidades indígenas; e (XI) garantia do direito à consulta dos povos indígenas, nos termos da Convenção no 169 da Organização Internacional do Trabalho – OIT.
Federal	Decreto Nº 4887/2003	Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.	O Decreto estabelece que para a medição e demarcação das terras, serão levados em consideração critérios de territorialidade indicados pelos remanescentes das comunidades dos quilombos, sendo facultado à comunidade interessada apresentar as peças técnicas para a instrução procedimental.
Estadual	Lei Nº 14.453/04	Dispõe sobre a Política Estadual de Apoio às Comunidades Indígenas do Estado do Paraná, conforme especifica e adota outras providências.	O objetivo dessa política é assegurar as comunidades indígenas o direito à assistência especial nas ações de saúde, educação e de apoio às atividades produtivas, em observância ao reconhecimento da sua cultura e organização social diferenciadas, estabelecendo as diretrizes e instrumentos para sua implementação. Estabelece que a implantação dessa política deve ser formulada e executada com a participação direta dos povos, comunidades e organizações indígenas, assegurando o direito de participação em todas as instâncias governamentais com participação da sociedade civil que tratem de questões pertinentes a esta Lei. Cabe mencionar, que segundo o disposto nesse documento, é vedada a concessão de incentivos do Poder Público a

Esfera	Diploma Legal	Definição	Aplicabilidade
			atividades que interfiram ou causem impacto negativo sobre os povos e as comunidades indígenas, tais como a construção de estradas, hidrovias e hidrelétricas.
Estadual	Lei Nº 15.673/07	Dispõe que o Estado do Paraná reconhece os Faxinais e sua territorialidade, conforme especifica.	Estabelece que as práticas sociais tradicionais e acordos comunitários produzidos pelos grupos faxinalenses deverão ser preservados como patrimônio cultural imaterial do Estado, sendo, para isso, adotadas todas as medidas que se fizerem necessárias. Entende-se por identidade faxinalense a manifestação consciente de grupos sociais pela sua condição de existência, caracterizada pelo seu modo de viver, que se dá pelo uso comum das terras tradicionalmente ocupadas, conciliando as atividades agrossilvopastoris com a conservação ambiental, segundo suas práticas sociais tradicionais, visando a manutenção de sua reprodução física, social e cultural. Em seu art. 3º, define que será reconhecida a identidade faxinalense pela autodefinição, mediante Declaração de Autorreconhecimento Faxinalense, que será atestado pelo órgão estadual que trata de assuntos fundiários, sendo outorgada Certidão de Autorreconhecimento.

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O presente relatório visa apresentar as informações socioambientais pertinentes a Implantação da Base de Serviços Operacionais, na altura do km 014+200 da rodovia BR-369 em Cambará/PR.

A caracterização ambiental apresentada por este documento reúne informações obtidas com base em dados secundários para os meios físico, biótico e socioeconômico. A seguir será apresentada uma breve descrição dos componentes socioambientais relevantes sob interferência do empreendimento. A localização do empreendimento pode ser observada na **Figura** 1 a seguir.

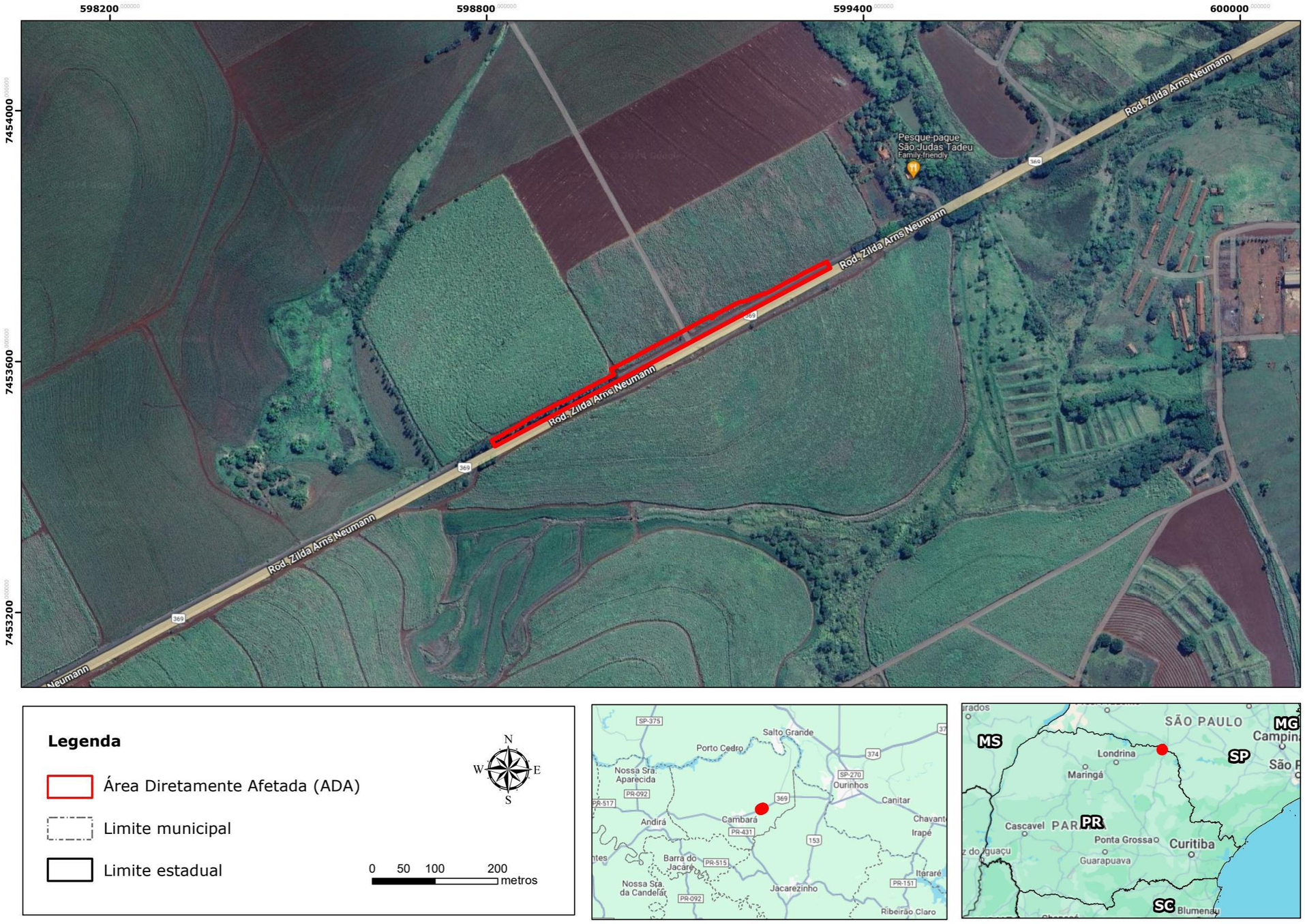


Figura 1: Localização da área diretamente afetada pelas obras de implantação da Base de Serviços Operacionais de Cambará, no km 014+200 da BR-369.

4.1. Área de Influência Direta - AID

Entende-se que a Área de Influência Direta – AID do empreendimento em questão corresponde ao entorno direto dos trechos das obras previstas para a Implantação da Base de Serviços Operacionais na altura do km 014+200 da rodovia BR-369, em Cambará/PR.

Assim, a Caracterização Ambiental apresentada no item que segue, reúne informações do diagnóstico realizado, em uma faixa que compreende 250 metros do entorno do empreendimento.

4.2. Meio Físico

Este item apresenta as principais características relacionadas ao meio físico do empreendimento em questão.

4.2.1. *Clima*

Em 1979, Nimer apresentou uma nova metodologia para a classificação climática, matriz contendo um conjunto estatístico de uma série histórica específica, contendo índices relativos à temperatura, precipitação e umidade da área.

A partir desta metodologia, o IBGE sistematizou a divisão macroclimática do Brasil, através da elaboração do Mapa de Clima do Brasil, em escala 1:5.000.000, atualizado em 2002.

Conforme esta classificação, a área de estudo está inserida no Tropical Brasil Central, subquente, com média entre 15° a 18° C em pelo menos um mês, super-úmido e sem períodos de seca.

A **Figura 2** apresenta o mapa contendo a classificação climática da área objeto deste estudo.

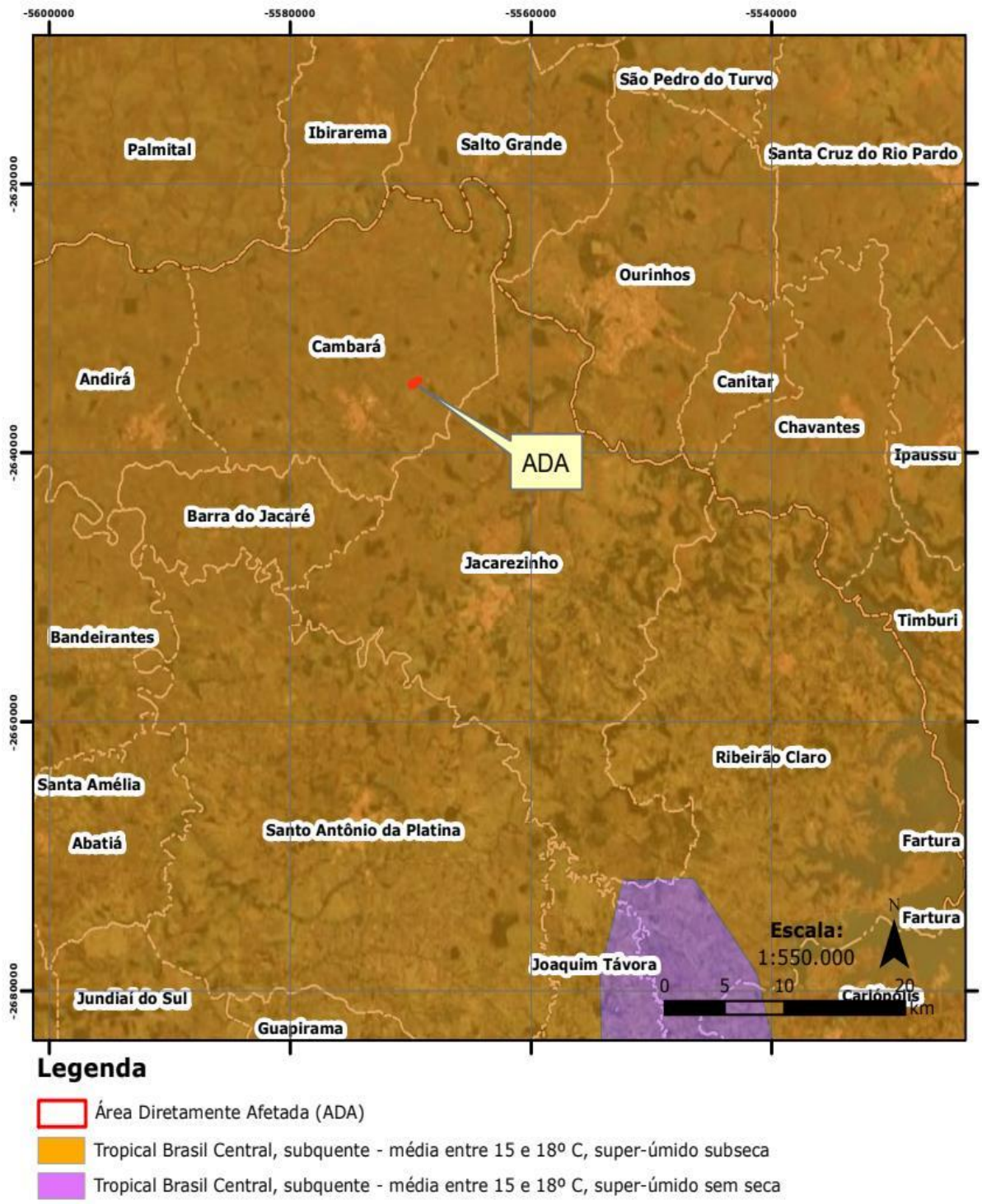


Figura 2: Mapa de clima do Brasil. (Fonte: IBGE, 2002).

4.2.2. *Geologia e Geotecnia*

A formação geológica em que o empreendimento está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, especificamente o Grupo São Bento, consituído pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (IPT, 1981). Na localidade estão presentes arenitos predominantemente avermelhados.

Geotecnicamente, a área está inserida em rochas sedimentares, as quais são mais suscetíveis a erosões lineares (sulco, ravinas e voçoroca) e laminares, tais fatores podem ser potencializados de acordo com as condições locais do relevo.

A **Figura 3** a seguir, ilustra a localização no contexto geológico da região do empreendimento.

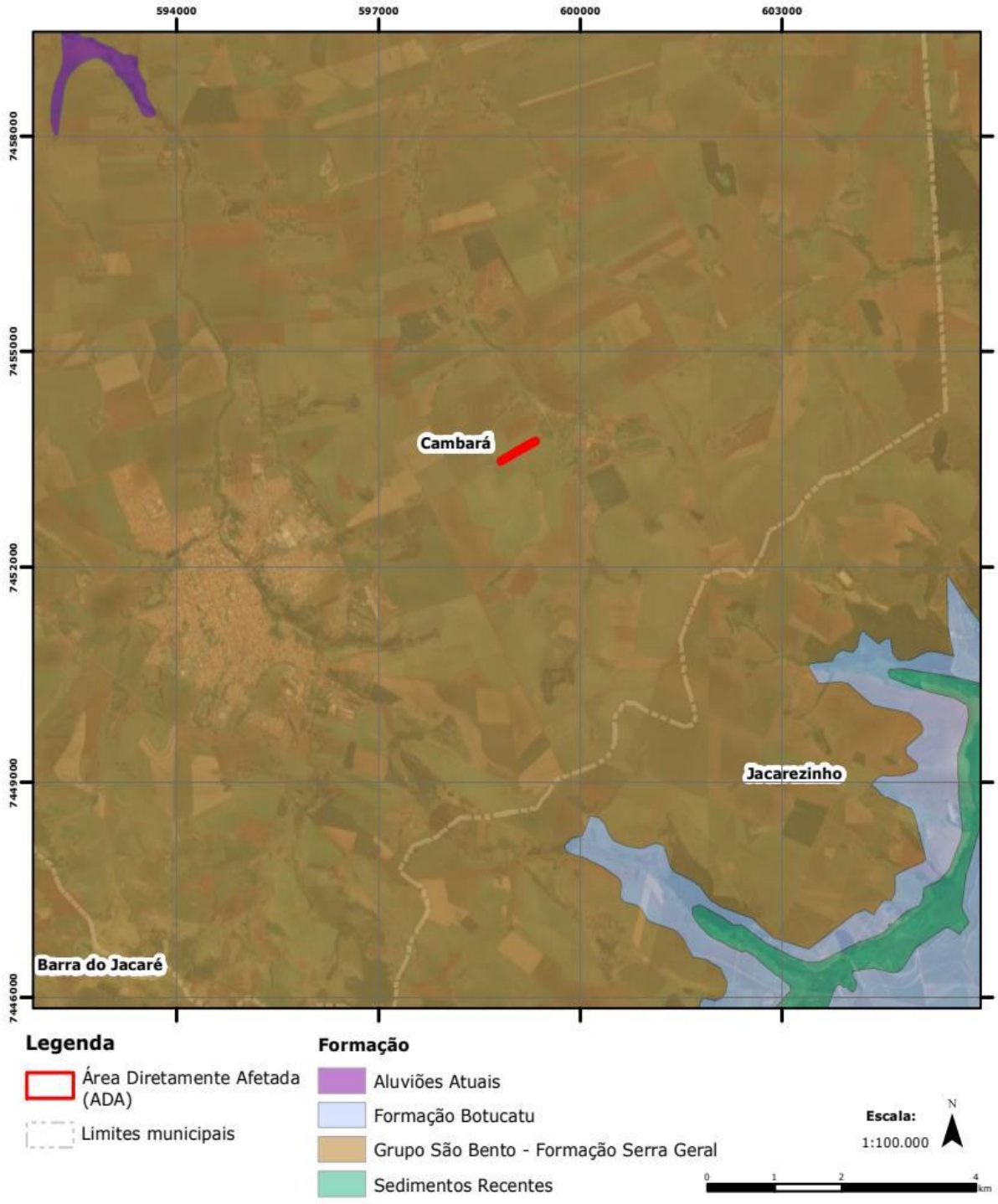


Figura 3: Área do empreendimento em relação a formação geológica do local.

4.2.3. *Geomorfologia*

O empreendimento encontra-se inserido na Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, especificamente na unidade Morfoescultural do Terceiro Planalto Paranaense, dentro da subunidade Planalto do Médio Paranapanema, conforme informações do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE, 2024). A área apresenta dissecação baixa, com topos aplainados, vales em "V" e vertentes convexas, com amplitude variando de 340 metros aos 600 metros.

A **Figura 4**: Mapa de Unidades de Relevo do Brasil. (Fonte: IBGE, 2006). apresenta a localização do empreendimento em relação ao Mapa de Unidades Geomorfológicas.

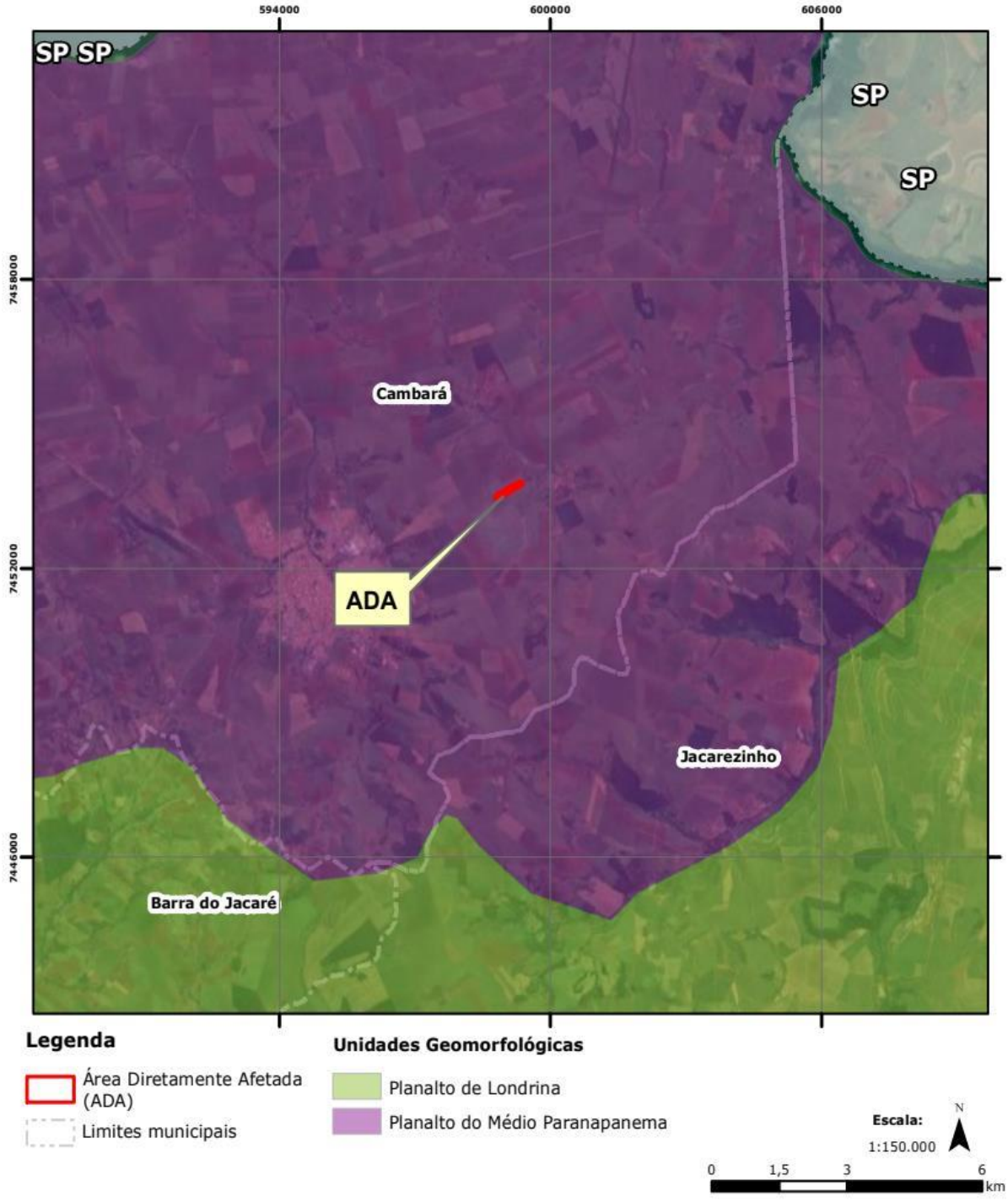


Figura 4: Mapa de Unidades de Relevo do Brasil. (Fonte: IBGE, 2006).

4.2.4. *Hidrologia e Hidrogeologia*

De acordo com o Zoneamento Ecológico Economico (ZEE – PR) o empreendimento encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Paranapanema.

Em relação aos cursos hídricos, a ADA não intercepta nenhum curso d'água, porém na AID observam-se dois cursos d'água, o Rio Água do Bugue e seu afluente, também denominado Água do Bugre. A Figura 6 **Figura 5** apresenta a localização do empreendimento em relação aos cursos hídricos do entorno.

A área do empreendimento está situada sob a Formação da Serra Geral, sendo esta uma unidade fraturada de produtividade moderada, constituída por basaltos, dacitos e quartzos arenitos. A **Figura 6** apresenta a localização do empreendimento em relação ao Mapa de Hidrogeologia.

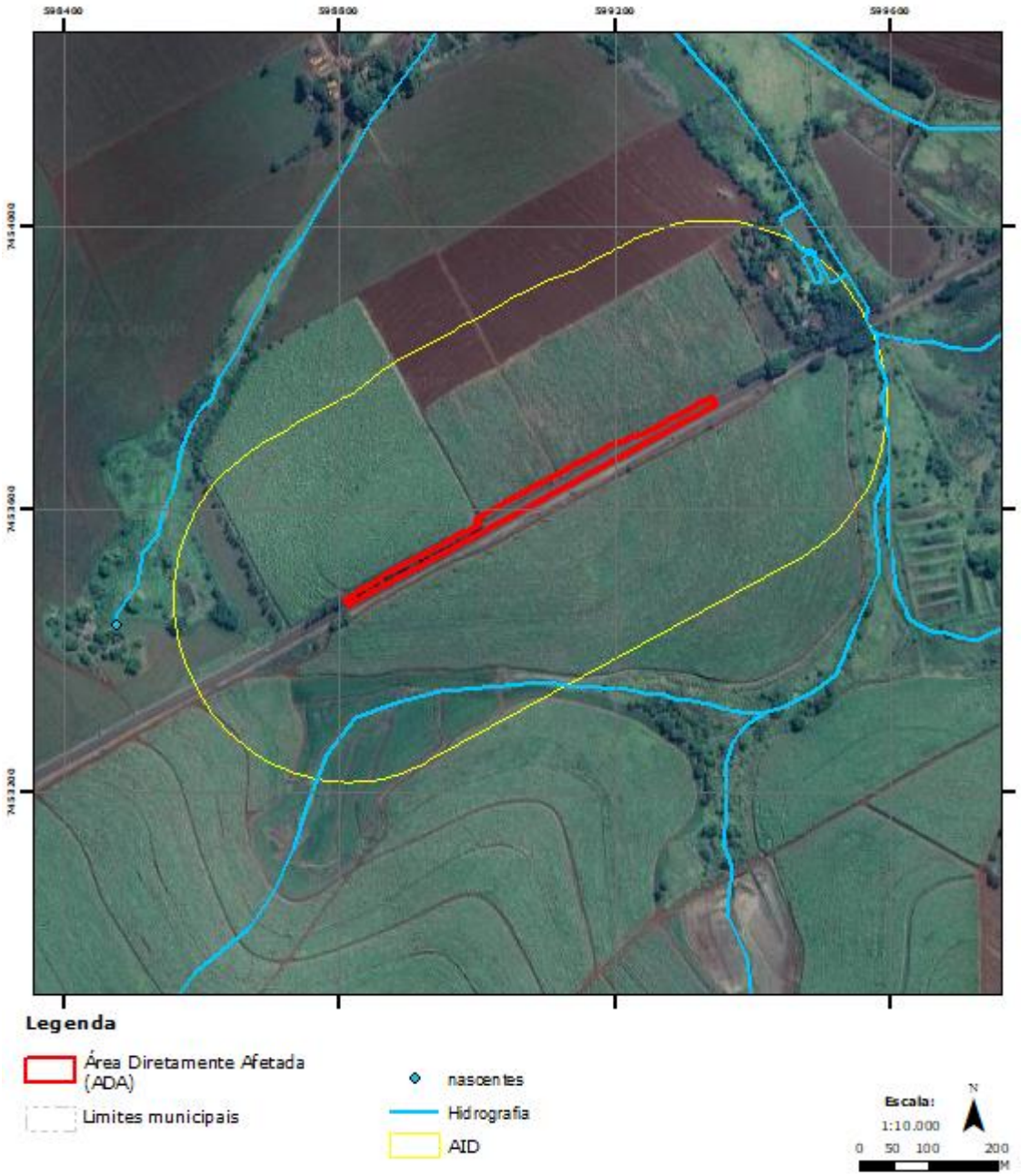


Figura 5: Localização do empreendimento em relação a hidrografia.

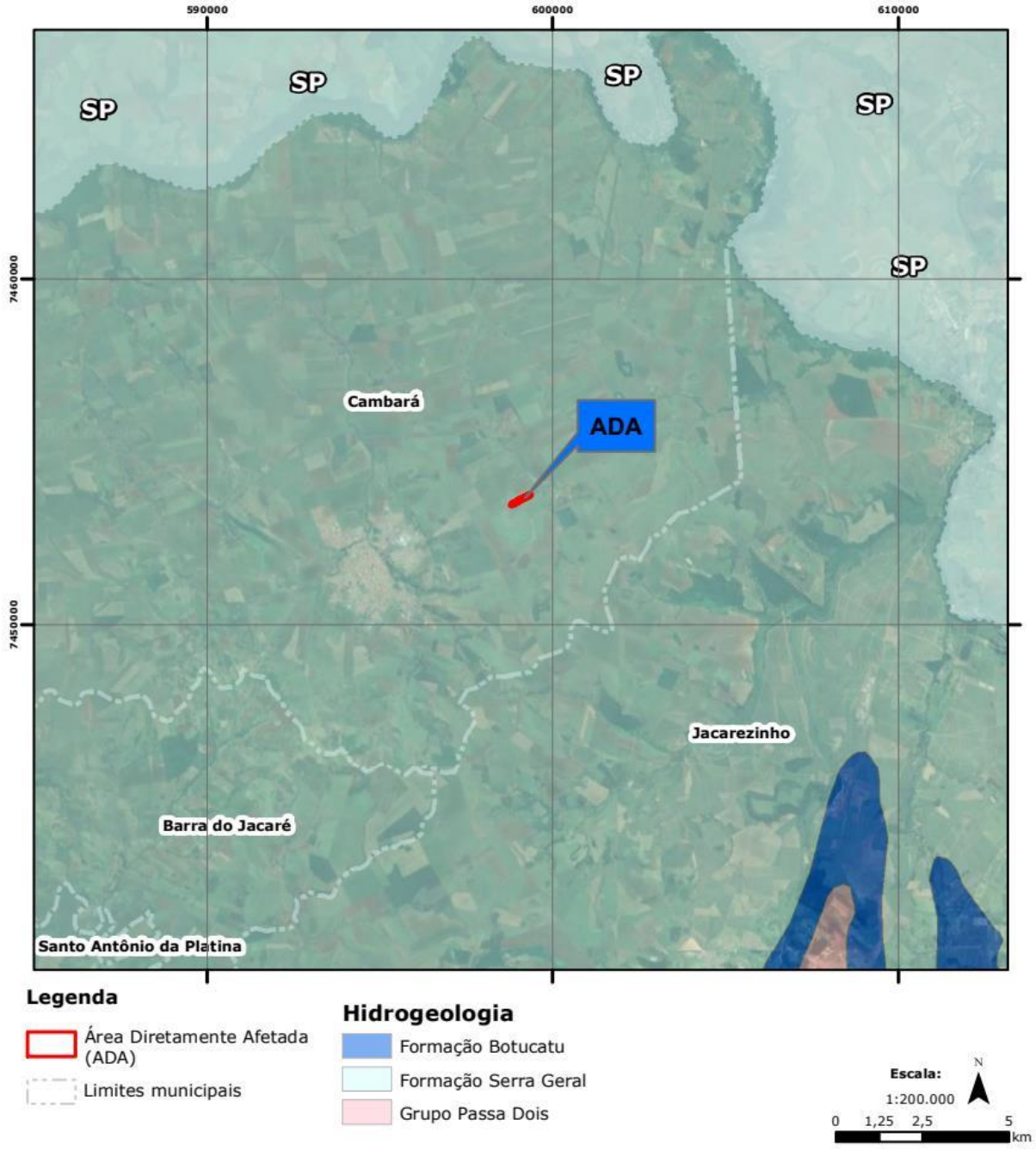


Figura 6: Localização do empreendimento em relação a hidrologia.

4.2.5. *Solos*

Conforme o Mapa de Solos do Brasil (Embrapa, 2024), os tipos de solos da região do empreendimento são o Nitossolo Vermelho Eutroférrico (Nvef3) e o Latossolo Vermelho Eutroférrico (Lvef3). A **Figura 7:** Mapa Pedológico da Área em Estudo (Embrapa, 2024). apresenta a localização do empreendimento em relação as Classes de Solos do Brasil.

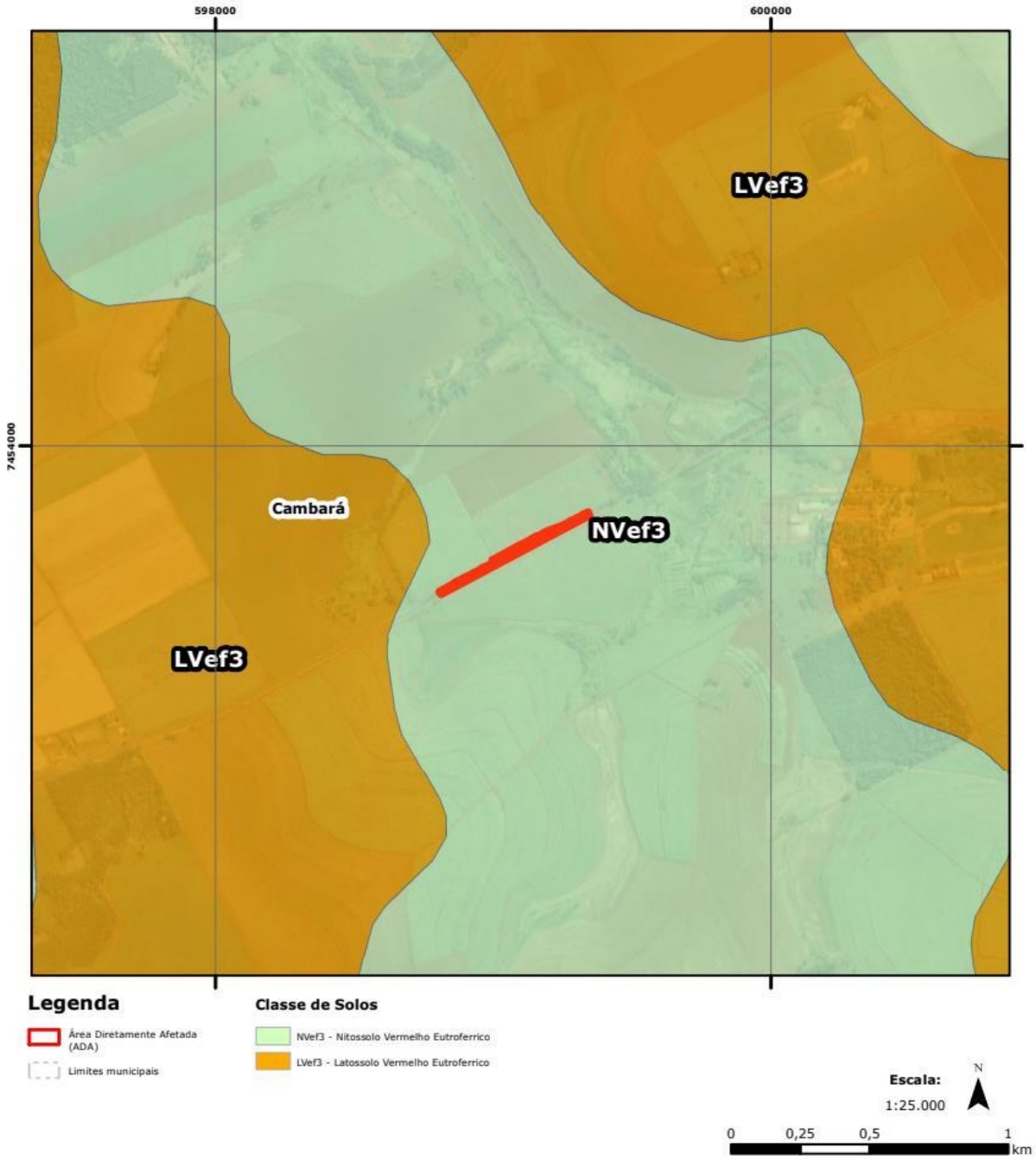


Figura 7: Mapa Pedológico da Área em Estudo (Embrapa, 2024).

4.2.6. *Cavidades Naturais Subterrâneas*

Foi realizada uma pesquisa em dados secundários disponibilizados no Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), a respeito da existência de cavidades naturais já registradas e também sobre a potencialidade de ocorrência nas áreas de influência do empreendimento.

Ressalta-se que, com base nos registros cadastrados no CECAV, não foram identificadas cavernas na Área de Influência Direta (ADA) do empreendimento. As estruturas mais próximas estão localizadas a aproximadamente a 38 km de distância do empreendimento, sendo elas a Gruta Boca Abatida e a Gruta Virtuosa localizadas no município de Ribeirão Claro/PR. Adicionalmente, o empreendimento encontra-se localizado em área caracterizada por baixa potencialidade de ocorrência de cavernas.

A **Figura 8** apresenta a localização do empreendimento em relação aos registros de cavidades naturais subterrâneas.

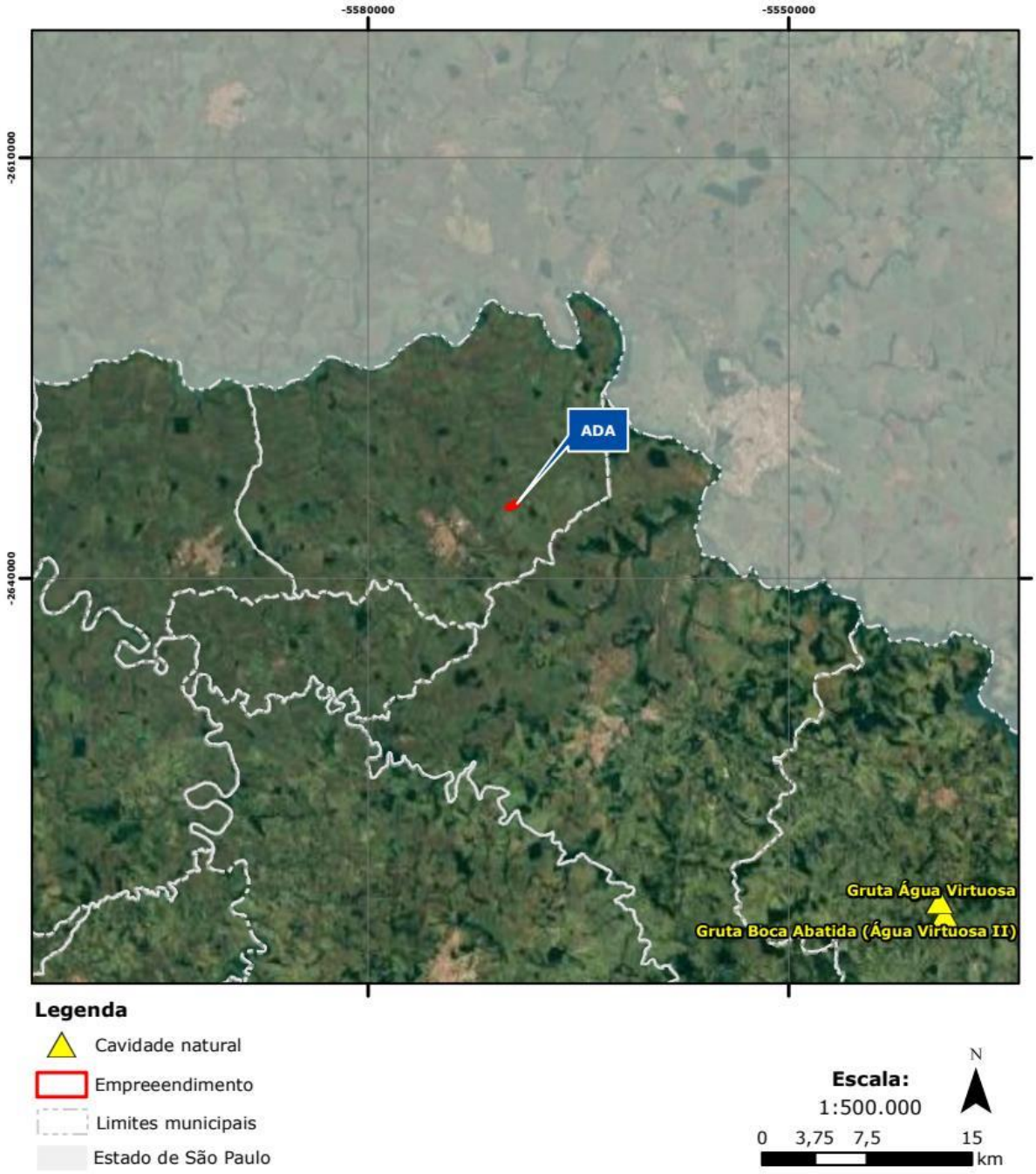


Figura 8: Mapa Potencialidades de ocorrência de Cavernas.

4.2.7. *Mineração*

A área do empreendimento não está inserida em nenhuma área requerida para mineração, porém, verifica-se que a área mais próxima está a 1,1 quilômetros de distância, com esta área possuindo o número de processo 826.003/2024, o qual se encontra em fase de requerimento de licenciamento para a substância de interesse argila, conforme **Figura 9** abaixo.



Figura 9: Mapa do empreendimento em relação a Mineração (ANM, 2024).

4.2.8. *Qualidade do Ar*

A área do empreendimento não possui dados disponíveis ou programas de monitoramento de qualidade do ar implantados, visto se tratar da implantação de um novo empreendimento, o qual posteriormente serão obtidos tais dados quando do inicio do monitormaneto.

4.2.9. *Qualidade da Água*

A área do empreendimento não possui dados disponíveis ou programas de monitoramento de qualidade da água implantados, visto se tratar da implantação de um novo empreendimento, o qual posteriormente serão obtidos tais dados quando do inicio do monitormaneto.

4.2.10. *Ruído e Vibração*

A área do empreendimento não possui dados disponíveis ou programas de monitoramento de de medição de ruído e vibração implantados, visto se tratar da implantação de um novo empreendimento, o qual posteriormente serão obtidos tais dados quando do inicio do monitormaneto.

4.3. Meio Biótico

Este item apresenta as principais características relacionadas ao meio biótico do empreendimento em questão.

4.3.1. *Unidades de Conservação*

O empreendimento em questão não intercepta nenhuma Unidade de Conservação (UC) ou sua Zona de Amortecimento (ZA), conforme limites definidos pela Resolução CONAMA nº 428/2010. A UC mais próxima é a RPPN Sebastião Aguiar (Fazenda Santa Thereza), Unidade de Conservação de Uso Sustentável, situado no município de Jacarezinho/PR , distando aproximadamente 19 km da ADA do empreendimento.

A **Figura 10**: Mapa de Unidade de Conservação. apresenta a localização do empreendimento em relação a Unidade de Conservação identificada no estudo.

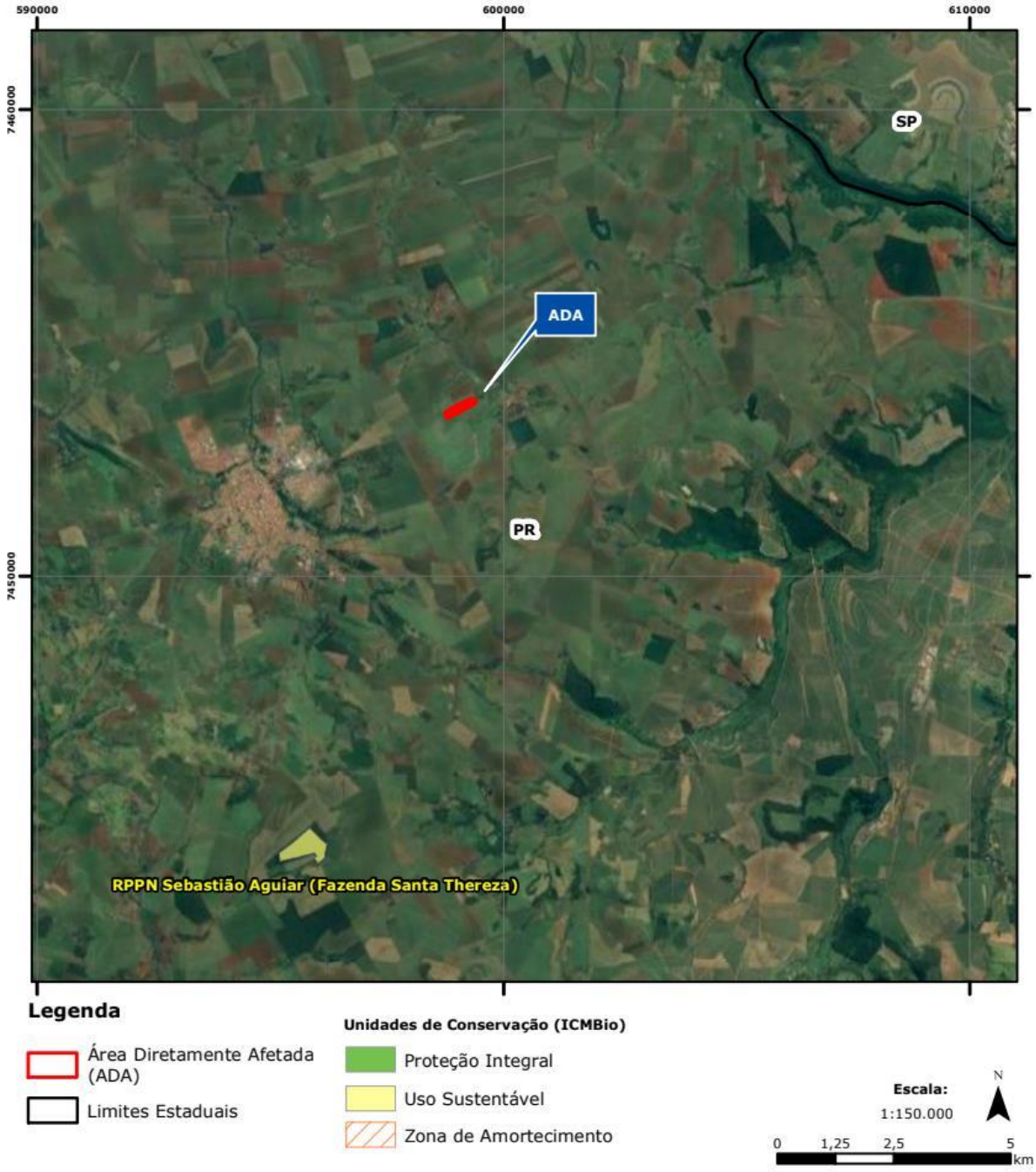


Figura 10: Mapa de Unidade de Conservação.

4.3.2. *Corredores Ecológicos*

De acordo com os dados disponibilizados pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente) (MMA, 2022), no Brasil existem dois corredores ecológicos homologados. São eles:

- Corredor Central da Amazônia; e
- Corredor Central da Mata Atlântica.

A área do empreendimento não interfere com tais corredores. O mais próximo é o Corredor Central da Mata Atlântica, que dista cerca de 950 km da ADA, conforme **Figura 11**: Localização da ADA em relação aos corredores ecológicos homologados. abaixo.



Figura 11: Localização da ADA em relação aos corredores ecológicos homologados.

4.3.3. *Vegetação*

A área de estudo do empreendimento encontra-se inserida integralmente no domínio da Mata Atlântica, de acordo como o Mapa de Biomas do IBGE (2019) (**Figura 12**: Localização do empreendimento em relação ao Bioma - instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).**)**, sendo a área de inserção composta por agricultura, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), conforme é apresentado na **Figura 13**: Localização do empreendimento em relação *a vegetação - Instituto* Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

Segundo o Mapa de formações fitogeográficas do Instituto Água e Terra do Paraná (IAT, 2007), a região do empreendimento está localizada na Zona Neotropical, com o dominio da Floresta Escional Semidecidual, como pode ser observado na **Figura 14**: Localização do empreendimento em relação a sua formação - Instituto Água e Terra (IAT, 2007)..

Em relação a Área de Preservação Permanente – APP, a AID do empreendimento intercepta três APPs, uma associada ao rio Água do Bugre e outras duas associadas a um afluente do rio Água do Bugre como pode ser observado na **Figura 15**.



Figura 12: Localização do empreendimento em relação ao Bioma - instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

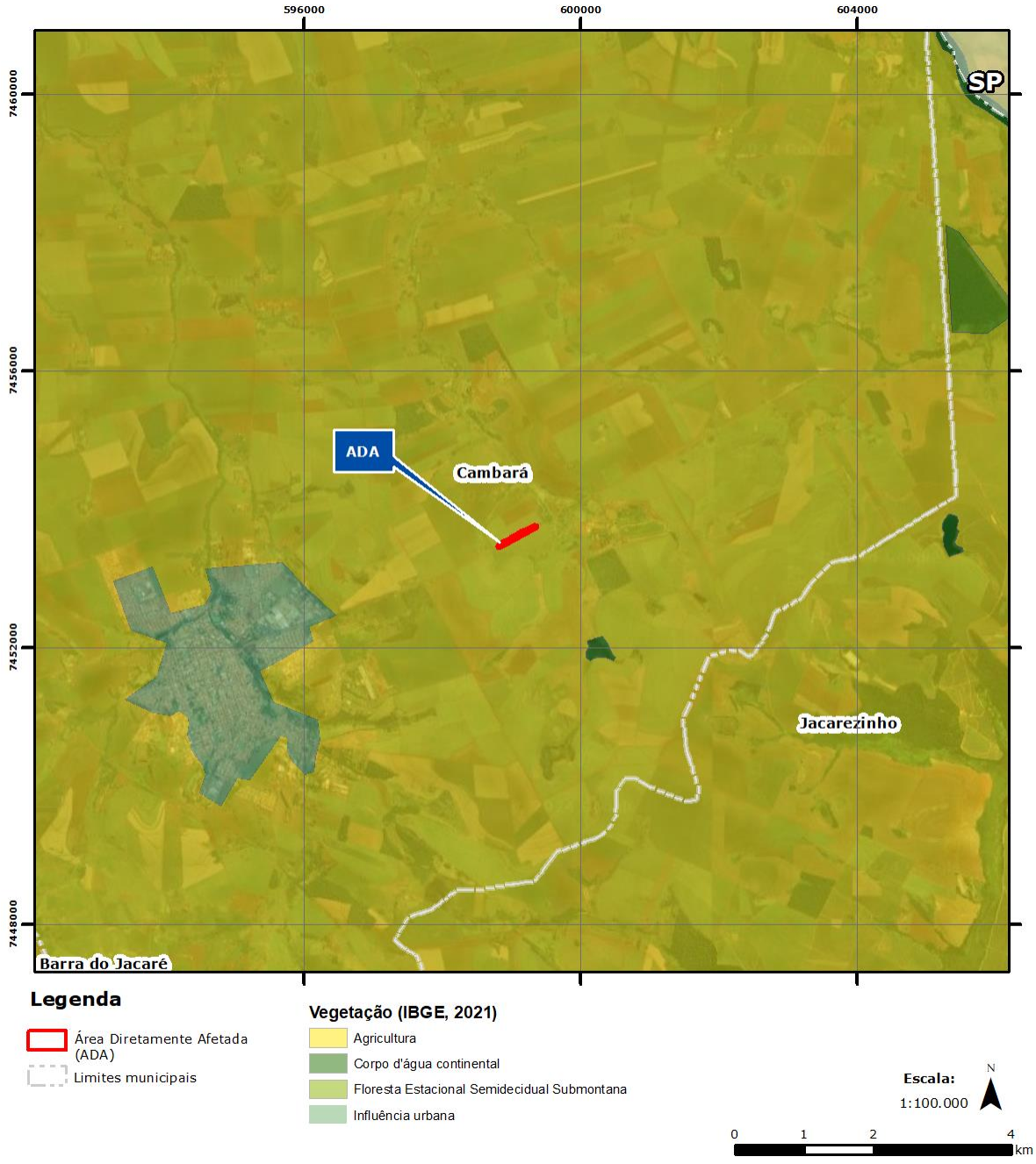


Figura 13: Localização do empreendimento em relação *a vegetação* - *I*nstituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

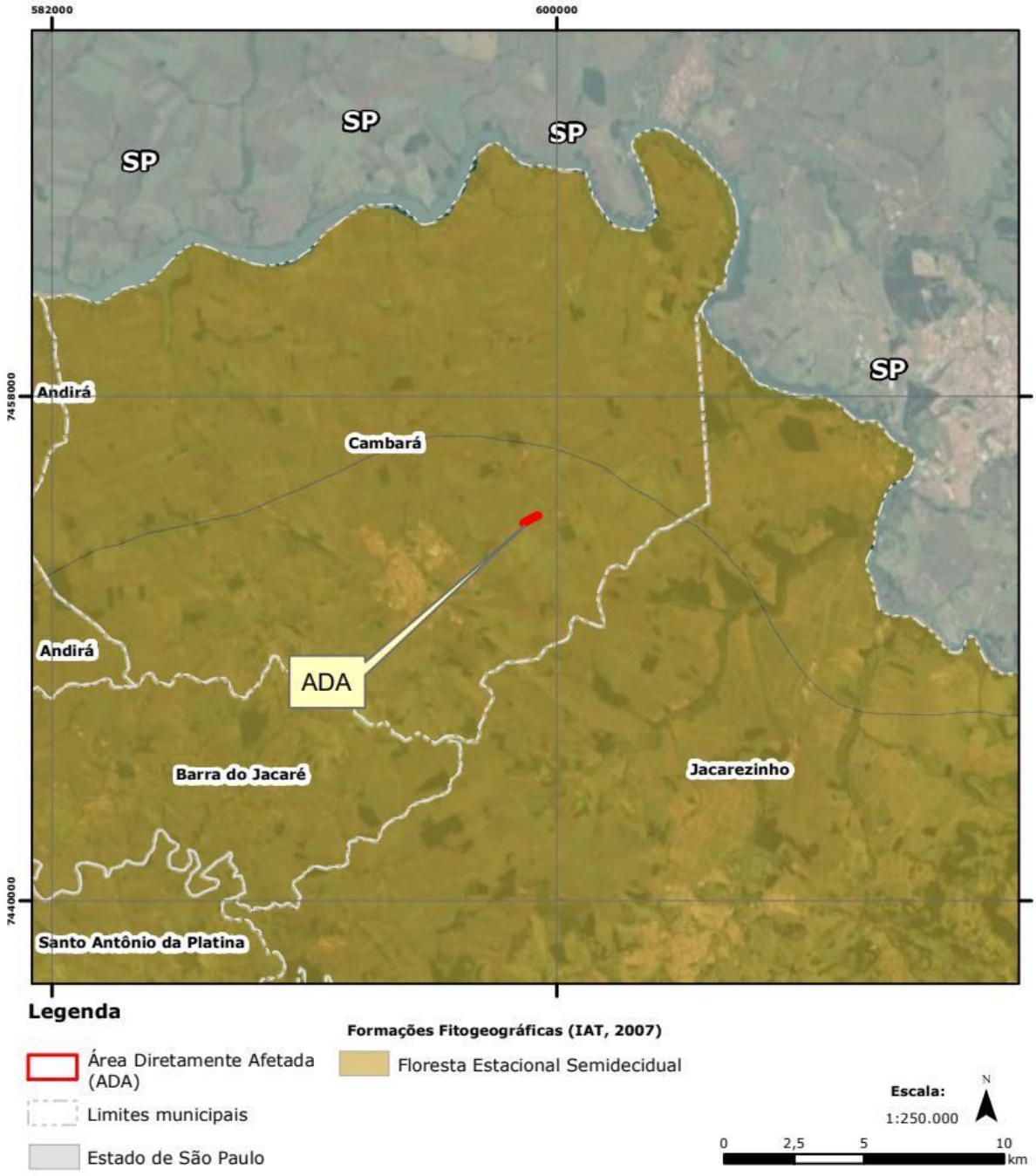


Figura 14: Localização do empreendimento em relação a sua formação - Instituto Água e Terra (IAT, 2007).

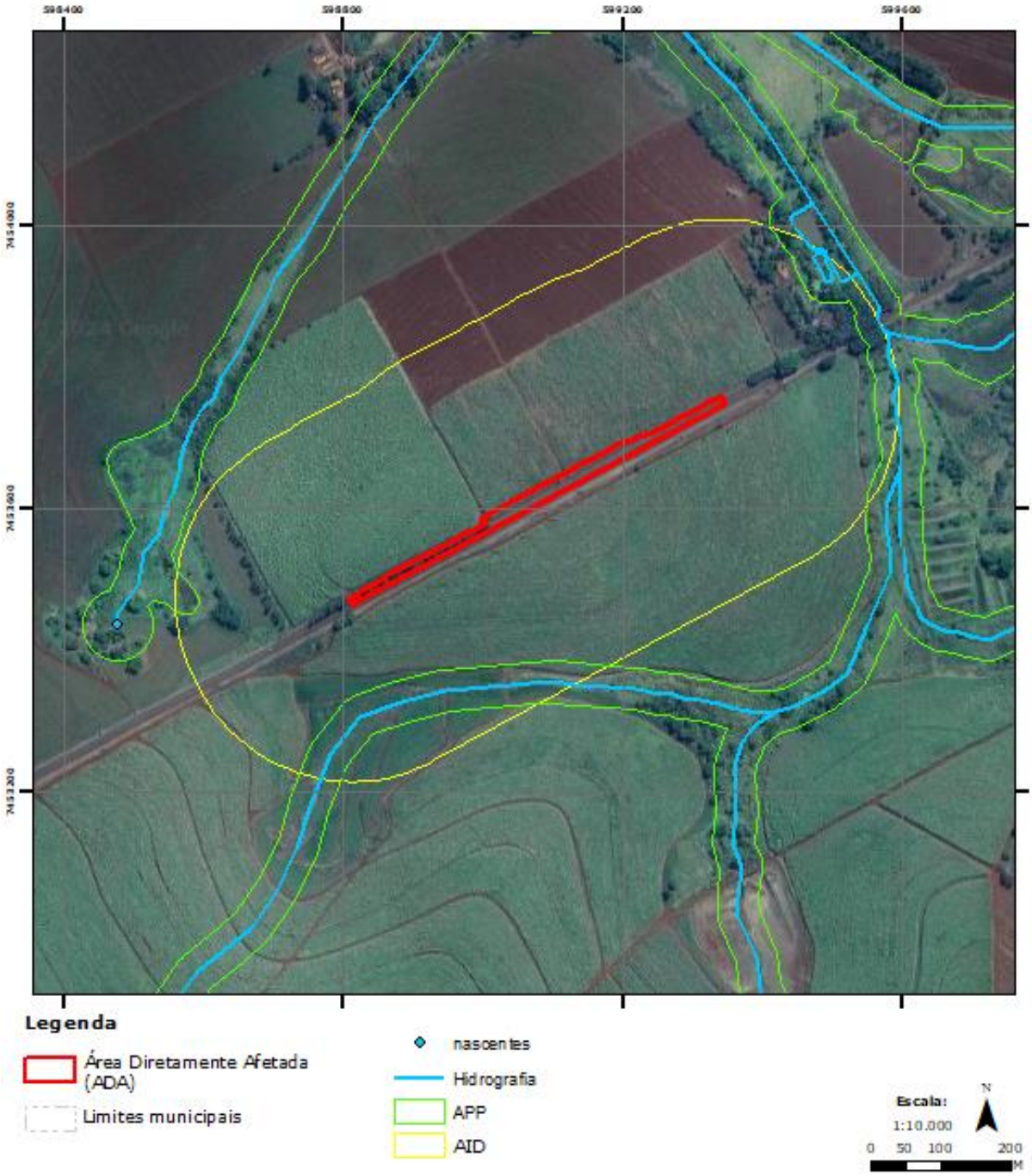


Figura 15: Localização do empreendimento em relação as APPs.

4.3.4. *Fauna*

De acordo com o levantamento de fauna apresentado no Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias – Lote 2, no bioma Mata Atlântica a qual o empreendimento se insere, foram catalogadas 117 espécies de mamíferos, 443 de aves, 138 de répteis e anfíbios e 110 espécies de peixes.

Das 117 espécies de mamíferos registradas, em relação ao status de conservação, no âmbito estadual, considerando a Lista Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado do Paraná (PR, 2010), 21 espécies estão inseridas sobre algum grau de ameaça à extinção, sendo 3 delas classificadas como "Quase Ameaçada – NT" a extinção: a lontra *(Lontra longicaudis),* o morcego *(Diphylla ecaudata*) e o bugio (*Alouatta guariba*); 9 classificadas como "Vulnerável – VU, entre elas: o veado-mateiro (*Mazama americana*), o veado-bororó-do-sul (*Mazama nana*), o cateto (*Pecari tajacu*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), 2 classificadas como "Em Perigo – EN" de extinção: a anta *(Tapirus terrestris*) e a paca (*Cuniculus paca*) e finalmente 4 classificadas como "Criticamente Ameaçada – CR" de extinção: a onça-pintada *(Panthera onca),* o queixada *(Tayassu pecari),* o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*). Além destas, outras 17 espécies não possuem dados concretos quanto seu atual estado de conservação, sendo classificadas como "Dados Deficientes – DD", além de 3 espécies que são classificadas como "Não Avaliadas – NE".

Já em relação ao endemismo, 19 espécies são classificadas como endêmicas do bioma Mata Atlântica, estando entre elas: o macaco-prego (*Sapajus nigritus*), o rato-do-chão (*Brucepattersonius iheringi*), a catita (*Monodelphis iheringi*), a catita (*Monodelphis scalops*), o rato-do-mato (*Juliomys pictipes*), o rato-do-chão (*Akodon serrensis*), o rato-do-chão (*Bibimys labiosus*), o rato-do-mato (*Delomys dorsalis*), o rato-do-mato (*Juliomys ossitenuis*), o rato-do-brejo (*Oxymycterus dasytrichus*), o rato-do-brejo (*Oxymycterus judex*), o rato-da-árvore (*Phyllomys dasythrix*) e entre outras (PAGLIA et al., 2012).

Também de acordo com o levantamento de fauna apresentado no Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias, ocorrem na região do empreendimento, 443 espécies da avifauna, sendo 41 delas apresentando algum grau de ameaça segundo a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado do Paraná (PR, 2018).

De acordo com essa lista, entre elas estão 19 espécies classificadas como "Quase ameaçada – NT", dentre elas, estão o sanhaço-de-fogo (*Piranga flava*), o pavó (*Pyroderus scutatus*), a marreca-parda (*Anas georgica*), o pinto-do-mato (*Hylopezus nattereri*), o balança-rabo-leitoso (*Polioptila lactea*), o barbudinho (*Phylloscartes eximius*), o papo-branco (*Biatas nigropectus*), o

sanhaço-pardo (*Orchesticus abeillei*), a águia-serrana (*Geranoaetus melanoleucus*), peito-pinhão (*Poospiza thoracica*), entre outras.

Classificadas como "Vulnerável – VU" estão 12 espécies, dentre estas o araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*), o gavião-pato (*Spizaetus melanoleucus*), o curió (*Sporophila angolensis*), o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), o saracura-lisa (*Amaurolimnas concolor*), o araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*), a marreca-pardinha (*Anas flavirostris*). Já as espécies classificadas como "Ameaçadas de extinção – EN" somam 8 e são elas o curiango-do-banhado (*Hydropsalis anômala*), o grimpeirinho (*Leptasthenura striolata*), o macuquinho-da-várzea (*Scytalopus iraiensis*), o pixoxó (*Sporophila frontalis*), a noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*), o pica-pau-de-cara-canela (*Celeus galeatus*), maracanã (*Primolius maracanã*) e o macuco (*Tinamus solitarius*). Por fim, foram registradas 2 espécies classificadas com grau de ameaça mais significativo, como "Criticamente Ameaçadas – CR", são elas o murucututu (*Pulsatrix perspicillata*) e a coruja-preta (*Strix huhula*).

Em relação ao endemismo da avifauna, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (PIACENTINI et al., 2015), 95 espécies presentes nos dados secundários são classificadas como endêmicas do Brasil, entre elas estão o sanhaço-pardo (Orchesticus abeillei), o peito-pinhão (*Poospiza thoracica*), o rabo-branco-pequeno (*Phaethornis squalidus*), o beija-flor-de-topete-vermelho (*Stephanoxis lalandi*), o barbudo-rajado (*Malacoptila striata*), o arredio-pálido (*Cranioleuca pallida*), o grimpeirinho (*Leptasthenura striolata*), o macuquinho (*Eleoscytalopus indigoticus*) e o periquito-verde (*Brotogeris tirica*). Além do endemismo a nível nacional, segundo Brooks et al., (1999), 91 espécies são endêmicas do bioma Mata Atlântica, entre estas espécies estão o gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*), o barbudo-rajado (Malacoptila striata), o grimpeirinho (*Leptasthenura striolata*), o tico-tico-do-mato (*Arremon semitorquatus*), o teque-teque (*Todirostrum poliocephalum*), o tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius*), o periquito-verde (*Brotogeris tirica*), a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*), o pavó (*Pyroderus scutatus*), a juruva (*Baryphthengus ruficapillus*), o uru (*Odontophorus capueira*) e o piolhinho-verdoso (*Phyllomyias virescens*).

Para a herpetofauna ao todo foram registradas 138 espécies de répteis e anfíbios, as quais estão distribuídas em cinco ordens, uma de anfíbios e quatro de répteis, e 28 famílias para a área de influência do empreendimento.

Em relação ao status de conservação das espécies da herpetofauna a nível estadual, considerando a Lista Estadual da Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado do Paraná (PR,

2007), 2 delas são répteis, *Contomastix vacariensis* e o cágado *Phrynops williamsi*, sendo estas consideradas ameaçadas de extinção.

Quanto ao endemismo, de acordo com HADDAD *et. al.* (2013) e FROST (2020), 52 espécies são classificadas como endêmicas da Mata Atlântica, sendo em sua grande parcela espécies de anfíbios, dentre estas espécies estão o cururuzinho *(Rhinella abei),* o sapo-ferreiro *(Boana faber),* a coral (*Micrurus corallinus*), a jararaca *(Bothrops jararac*a) e o cágado *(Hydromedusa tectifera),* a rãnzinha-piadeira (*Adenomera marmorata*) e a rã-do-folhiço (*Haddadus binotatus*).

Para o levantamento da ictiofauna da área de influência do Lote 2 foram utilizados os trabalhos de Shibatta et al. (2002), Castro et al. (2003), Ingenito et al (2004), o Plano de Manejo da Estação Ecológica Guaraguaçu (SEMA, IAP & PRÓ-ATLÂNTICA, 2006), Gealh (2010) e Frota et al. (2020).

As espécies compiladas a partir dos estudos citados acima totalizaram 171 espécies, distribuídas em 10 ordens e 36 famílias, das quais 6 são exóticas (*Cyprinus carpio*, *Coptodon rendalli, Clarias gariepinus, Misgurnus anguillicaudatus*, *Micropterus salmoides* e *Oreochromis niloticus*).

Nenhuma das espécies compiladas consta como ameaçada segundo os critérios internacionais da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2020). Entretanto, 10 espécies estão citadas em alguma categoria de ameaça de acordo com os critérios da Portaria MMA nº 445/2014 (MMA, 2014) e/ ou do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO/MMA, 2018) (MMA, 2014; ICMBIO/MMA, 2018). Constam na categoria “Em Perigo” (EN) de ambas as listas as espécies *Cnesterodon hypselurus, Neoplecostomus selenae, Steindachneridion scriptum, Sternarchorhynchus britski* e *Scleromystax macropterus*. Outras 3 espécies estão classificadas como “Vulnerável” (VU) em ambas as listas nacionais: *Brycon natterrei, Mimagoniates lateralis* e *Cnesterodon carnegiei*. Além disso, as espécies *Piaractus mesopotamicus* e *Pseudoplatystoma corruscans* constam como “Quase ameaçadas” (NT) noo Livro Vermelho (*ICMBIO*/MMA, 2018). Cinco espécies são marinhas, registradas na bacia litorânea, em áreas estuarinas: *Cathorops spixii, Genidens genidens, Mugil* sp*., Micropogonias furnieri* e *Sphoeroides testudineus*.

Em relação as passagens de fauna, não foi identificado no Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias - Lote 2 a presença de tais passagens no local do empreendimento, bem como o registro de atropelamentos no local. Além disso, por se tratar de um novo empreendimento não há registros atuais de atropelamento de fauna na localidade.

4.4. Meio Socioeconômico

Este item apresenta as principais características relacionadas ao meio socioeconômico do empreendimento em questão.

4.4.1. *Síntese do Município*

Para análise demográfica e populacional do município presente na Área de Influência Direta do empreendimento, foram utilizados dados referentes ao Censo Demográfico e Contagem da População de 2022, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A Área de Estudo do empreendimento está inserida no município de Cambará, no estado do Paraná. O município de Cambará apresenta uma extensão territorial de 366,153 km², com 23.212 habitantes e densidade demográfica de 63,39hab/km² (IBGE, 2024). De acordo com as consultas realizadas ao sítio eletrônico do IBGE, em 2021, o PIB per capita do município foi de R$ 32.034,21 (IBGE, 2024).

Através de consulta ao sítio eletrônico do datasus.gov.br, acerca do Índice de Gini, que é uma métrica de desigualdade econômica variando de 0 a 1, onde 0 indica igualdade perfeita e 1 indica desigualdade perfeita, refletindo a distribuição de renda entre a população, o município apresentou no ano de 2010 o valor de 0,5055 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024). Ainda, em consulta ao sítio eletrônico do IBGE, o município apresentava no ano de 2010 IDHM de 0,721 (IBGE, 2024).

No ano de 2020, os setores que apresentaram os maiores valores de na composição do PIB foram 40.9% em Serviços, 21.5% em Agropecuária, e 21.2% em Indústria, com valores de R$ 295.632,00; R$ 155.289,00 e R$ 153.152,00, respetivamente. Em termos de empregados, os setores econômicos que se destacaram no ano de 2022 foram Fabricação de produtos alimentícios (1363), Administração pública, defesa e seguridade social (707) e Comércio varejista (606) (SEBRAE, 2024).

Em se tratando de vetores variação dos estabelecimentos do município, as maiores foram relacionadas a Fabricação de produtos alimentícios de -90%; Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos, com variação de -86%; Publicidade e pesquisa de mercado, com -85%; e Outras atividades de serviços sociais com variação de -84%. A Erro! Fonte d e referência não encontrada. apresenta o número de empregados por setor econômico e divisões econômicas, bem como a variação de crescimento (SEBRAE, 2024).

Tabela 2: Tabela de Setores com as respectivas taxas de crescimento e número de trabalhadores.

Setor	Divisão	Número de trabalhadores	%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos Alimentícios	1613	29,16%
Administração Pública, Defesa E Seguridade Social	Administração Pública, Defesa E Seguridade Social	707	12,78%
Comércio, Reparação De Veículos Automotores E Motocicletas	Comércio Varejista	666	12,04%
Comércio, Reparação De Veículos Automotores E Motocicletas	Comércio Por Atacado, Exceto Veículos Automotores E Motocicletas	272	4,92%
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca E Aquicultura	Agricultura, Pecuária E Serviços Relacionados	269	4,86%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos De Metal, Exceto Máquinas E Equipamentos	241	4,36%
Outras Atividades De Serviços	Atividades De Organizações Associativas	220	3,98%
Transporte, armazenagem e correio	Transporte Terrestre	212	3,83%
Educação	Educação	166	3,00%
Comércio, Reparação De Veículos Automotores E Motocicletas	Comércio E Reparação De Veículos Automotores E Motocicletas	159	2,87%
Atividades Administrativas E Serviços Complementares	Serviços De Escritório, De Apoio Administrativo E Outros Serviços Prestados Principalmente Às Empresas	113	2,04%
Atividades Financeiras, De Seguros E Serviços Relacionados	Atividades De Serviços Financeiros	99	1,79%
Alojamento E Alimentação	Alimentação	89	1,61%
Saúde Humana E Serviços Sociais	Atividades De Atenção À Saúde Humana	78	1,41%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Máquinas E Equipamentos	60	1,08%
Construção	Serviços Especializados Para Construção	59	1,07%
Transporte, armazenagem e correio	Armazenamento E Atividades Auxiliares Dos Transportes	57	1,03%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Atividades Jurídicas, De Contabilidade E De Auditoria	44	0,80%

Setor	Divisão	Número de trabalhadores	%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos De Borracha E De Material Plástico	43	0,78%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos De Minerais Não Metálicos	43	0,78%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos Químicos	37	0,67%
Saúde Humana E Serviços Sociais	Atividades De Atenção À Saúde Humana Integradas Com Assistência Social, Prestadas Em Residências Coletivas E Particulares	35	0,63%
Indústrias De Transformação	Confecção De Artigos Do Vestuário E Acessórios	34	0,61%
Transporte, armazenagem e correio	Alojamento	29	0,52%
Indústrias De Transformação	Manutenção, Reparação E Instalação De Máquinas E Equipamentos	28	0,51%
Atividades Administrativas E Serviços Complementares	Aluguéis Não Imobiliários E Gestão De Ativos Intangíveis Não Financeiros	20	0,36%
Artes, Cultura, Esporte E Recreação	Atividades Esportivas E De Recreação E Lazer	20	0,36%
Transporte, armazenagem e correio	Correio E Outras Atividades De Entrega	16	0,29%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Móveis	15	0,27%
Informação E Comunicação	Telecomunicações	12	0,22%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Outras Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	12	0,22%
Água, Esgoto, Atividades De Gestão De Resíduos E Descontaminação	Coleta, Tratamento E Disposição De Resíduos, Recuperação De Materiais	9	0,16%
Construção	Obras De Infraestrutura	9	0,16%
Indústrias Extrativas	Extração De Minerais Não Metálicos	8	0,14%
Outras Atividades De Serviços	Reparação E Manutenção De Equipamentos De Informática E Comunicação E De Objetos Pessoais E Domésticos	6	0,11%

Setor	Divisão	Número de trabalhadores	%
Construção	Construção De Edifícios	5	0,09%
Atividades Imobiliárias	Atividades Imobiliárias	4	0,07%
Informação E Comunicação	Atividades De Rádio E De Televisão	3	0,05%
Informação E Comunicação	Atividades Dos Serviços De Tecnologia Da Informação	3	0,05%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos De Madeira	2	0,04%
Atividades Financeiras, De Seguros E Serviços Relacionados	Atividades Auxiliares Dos Serviços Financeiros, Seguros, Previdência Complementar E Planos De Saúde	2	0,04%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Atividades De Sedes De Empresas E De Consultoria Em Gestão Empresarial	2	0,04%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Atividades Veterinárias	2	0,04%
Outras Atividades De Serviços	Outras Atividades De Serviços Pessoais	2	0,04%
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca E Aquicultura	Pesca E Aqüicultura	1	0,02%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos Diversos	1	0,02%
Informação E Comunicação	Atividades Cinematográficas, Produção De Vídeos E De Programas De Televisão, Gravação De Som E Edição De Música	1	0,02%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Serviços De Arquitetura E Engenharia, Testes E Análises Técnicas	1	0,02%
Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas	Publicidade E Pesquisa De Mercado	1	0,02%
Atividades Administrativas E Serviços Complementares	Seleção, Agenciamento E Locação De Mão De Obra	1	0,02%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Bebidas	0	0,00%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Produtos Têxteis	0	0,00%
Indústrias De Transformação	Impressão E Reprodução De Gravações	0	0,00%
Indústrias De Transformação	Fabricação De Outros Equipamentos De Transporte, Exceto Veículos Automotores	0	0,00%
Eletricidade E Gás	Eletricidade, Gás E Outras Utilidades	0	0,00%
Informação E Comunicação	Edição E Edição Integrada À Impressão	0	0,00%

Setor	Divisão	Número de trabalhadores	%
Informação E Comunicação	Atividades De Prestação De Serviços De Informação	0	0,00%
Atividades Administrativas E Serviços Complementares	Serviços Para Edifícios E Atividades Paisagísticas	0	0,00%
Artes, Cultura, Esporte E Recreação	Atividades Artísticas, Criativas E De Espetáculos	0	0,00%

Espera-se que com as obras previstas para a implantação do empreendimento, haja um aumento na geração de empregos diretos na área de construção civil, e, principalmente pelo aumento de demanda ocasionada por estes novos empregos, sejam gerados empregos para comércio e prestação de serviços, trazendo aquecimento econômico ao município.

4.4.2. *Planos Diretores e/ou Planos de Uso e Ocupação do Solo*

A Lei Complementar nº 121/2022 dispõe sobre o Plano Diretor Municipal de Cambará/PR e estabelece os princípios e parâmetros básicos para o desenvolvimento urbano e rural, objetivando o ordenamento territorial e o crescimento sustentável do município.

Por sua vez, a Lei nº 115/2022 dispõe sobre o Parcelamento e Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo no município de Cambará/PR, especificando os critérios e normas para a utilização das áreas urbanas e rurais.

4.4.3. *Terras Indígenas*

O levantamento de Terras Indígenas foi realizado com base no mapeamento da Situação Fundiária Indígena do ano de 2022, disponibilizado pela FUNAI (Fundação Nacional do Índio). Após a análise das informações disponibilizadas, foi possível notar que o empreendimento está distante em mais de 48 quilômetros de Terras Indígenas (TI), sendo as TI Laranjinha e TI Ypyporã Laranjinha as mais próximas, conforme demonstra **Figura 16** abaixo.

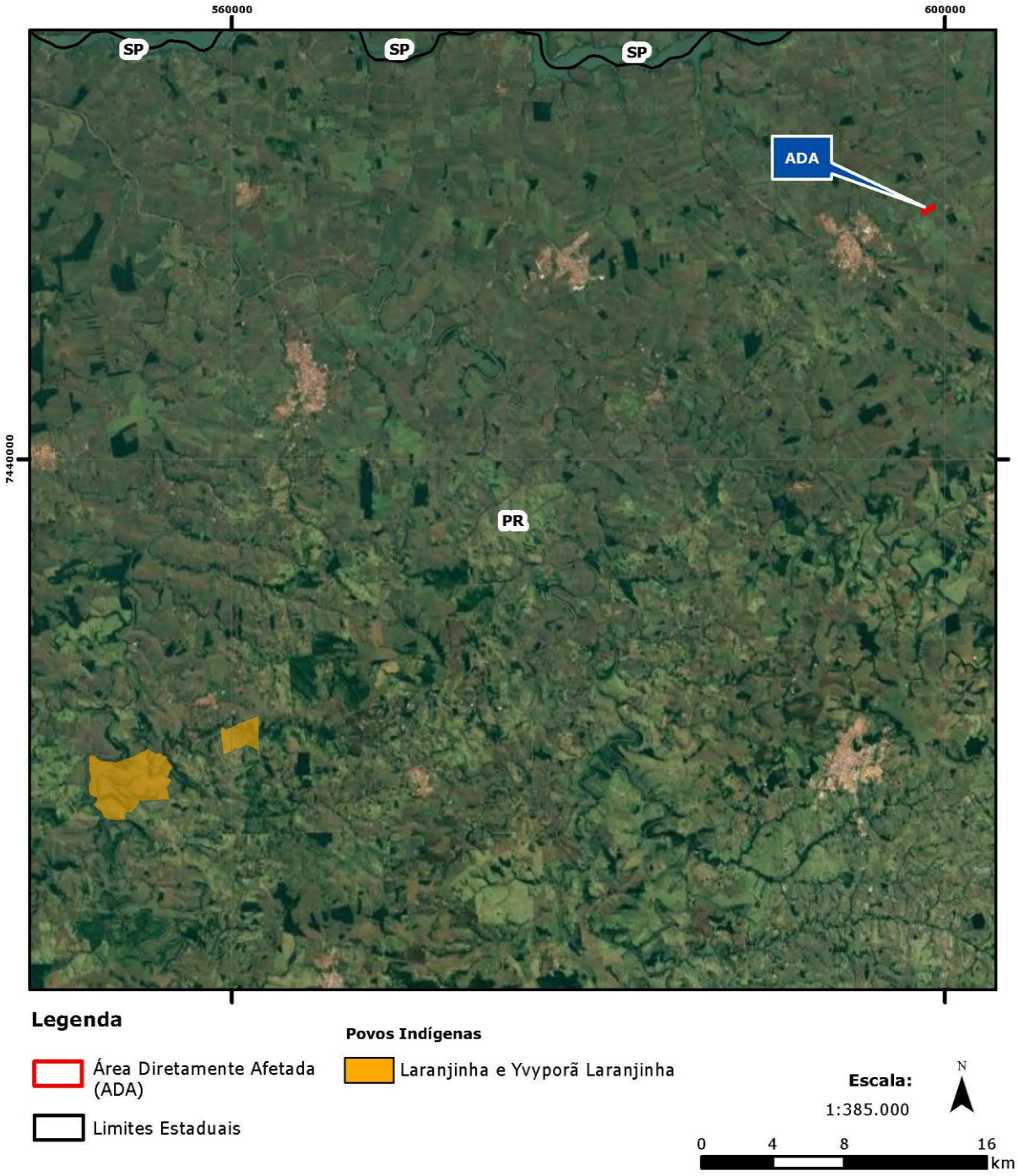


Figura 16: Localização do empreendimento em relação as Terras Indígenas.

4.4.4. *Comunidades Quilombolas*

As Comunidades Quilombolas existentes na região foram pesquisadas junto a Fundação Cultural Palmares. Através da pesquisa foi possível identificar que ADA do empreendimento não intercepta nenhuma comunidade quilombola, sendo a mais próxima a Comunidade Água Morna, localizada no municipio de Curiuva, distante cerca de 126 km do empreendimento, conforme **Figura 17**: Localização do empreendimento em relação à comunidade quilombola existente mais próxima ao empreendimento..

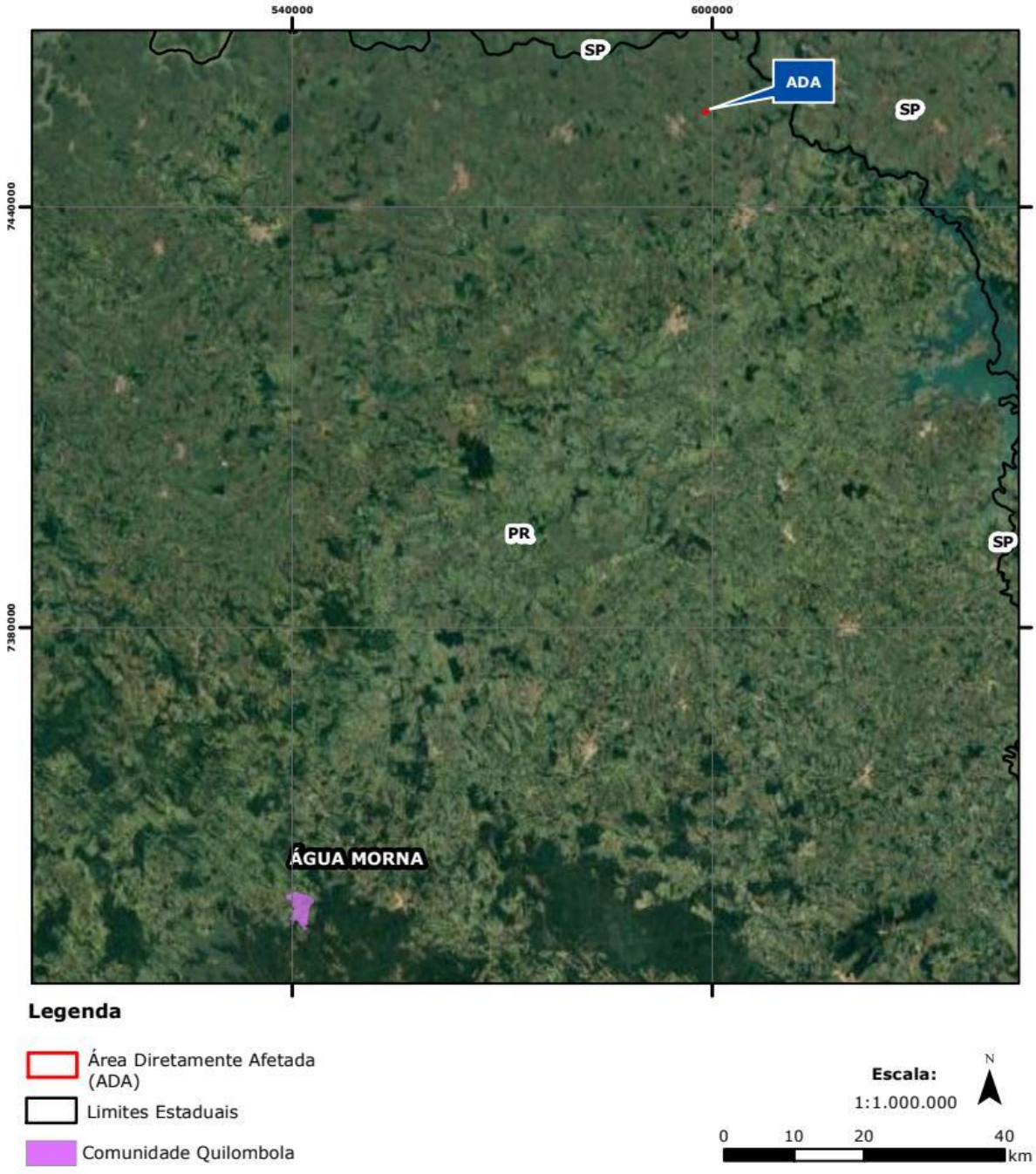


Figura 17: Localização do empreendimento em relação à comunidade quilombola existente mais próxima ao empreendimento.

4.4.5. *Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico*

De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2024), não há bens tombados no local do empreendimento. Os sítios arqueólogicos mais próximos observados são denominados Cambará 3, Cambará 4 e Abelardo, todos situados a aproximadamente 10 km da ADA do empreendimento, conforme **Figura 18**: Localização do empreendimento em relação aos Patrimônios Históricos registrados. abaixo.



Figura 18: Localização do empreendimento em relação aos Patrimônios Históricos registrados.

4.4.6. *Comunidades Tradicionais*

A área do empreendimento não está inserida em nenhuma comunidade tradicional da região, sendo a mais próxima o Faxinal São Francisco Charqueada dos Betins, localizado a 166 quilômetros de distância da ADA do empreendimento, no municipio de Imbaú/PR conforme apresenta a **Figura 19** abaixo.

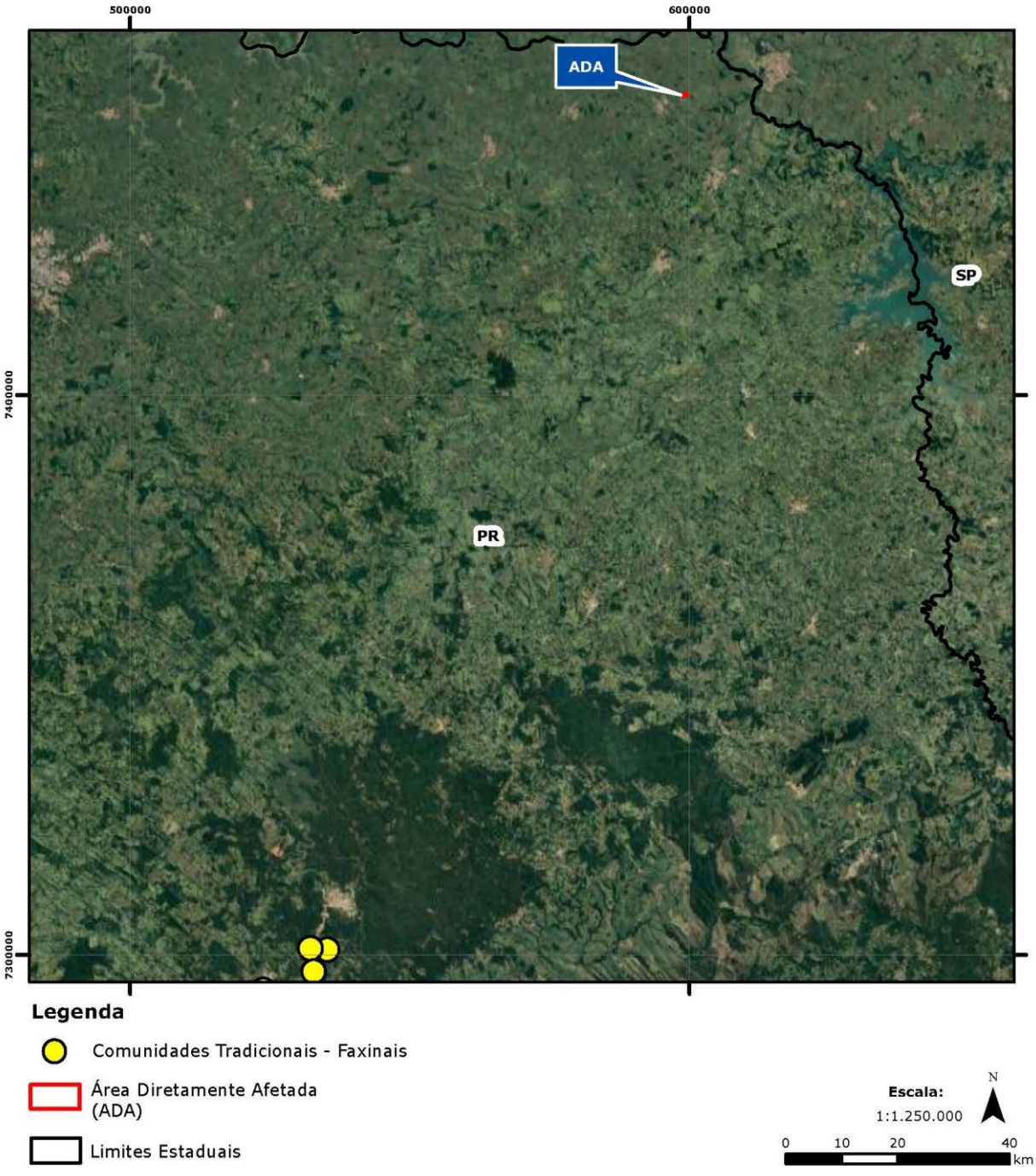


Figura 19: Localização do empreendimento em relação as comunidades tradicionais identificadas na região.

4.4.7. *Assentamentos de Reforma Agrária.*

O empreendimento não intercepta áreas de assentamento rurais localizadas no município de Cambará, objeto deste estudo. O mais próximo é o Projeto de Assentamento (PA) Jacarézinho, localizado à 14 quilômetros de distância no municipio de Jacarézinho/PR, conforme demonstra a **Figura 20**: Localização do empreendimento em relação aos assentamentos agrários na área. abaixo.

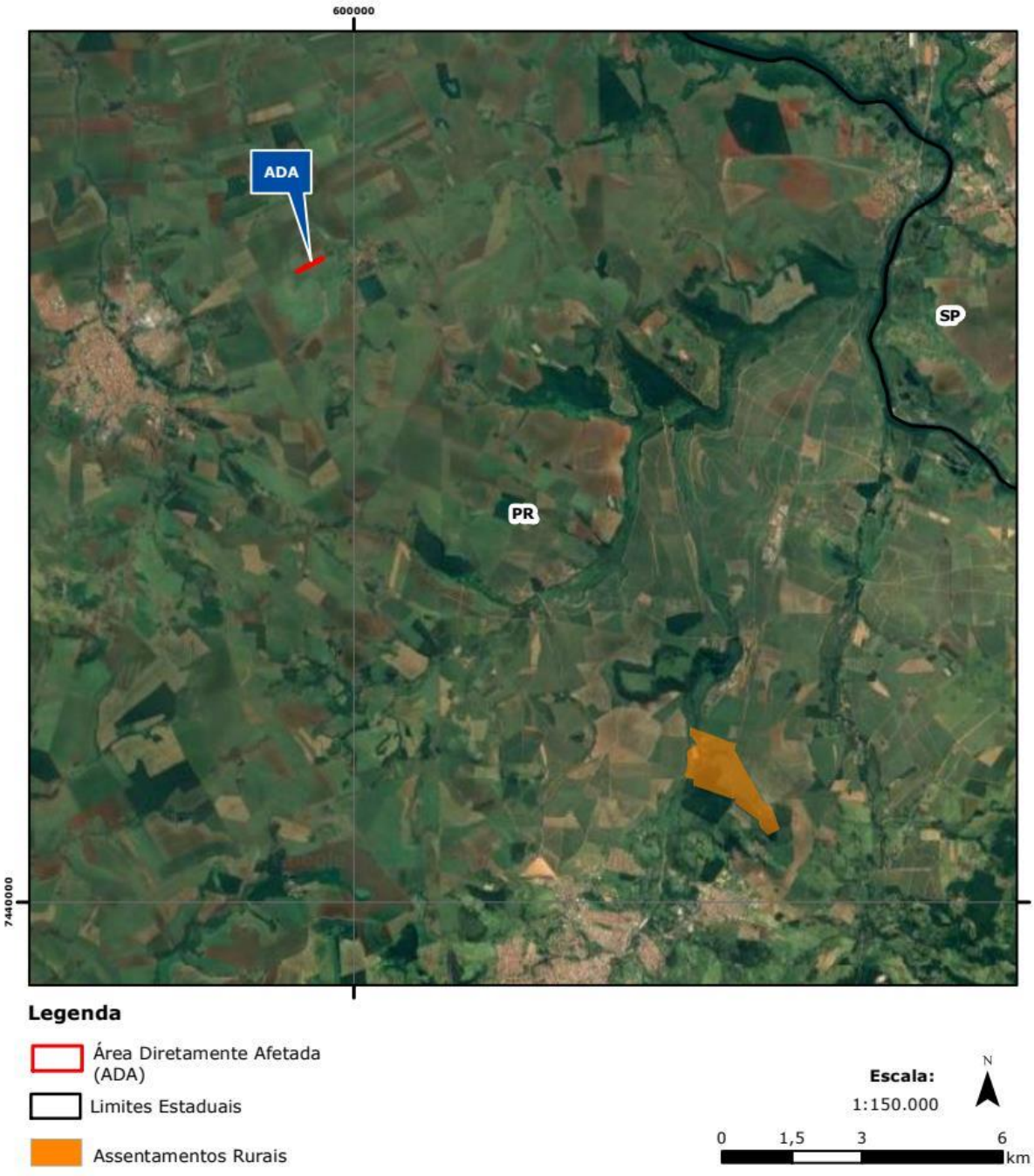


Figura 20: Localização do empreendimento em relação aos assentamentos agrários na área.

4.4.8. *Uso e Ocupação do Solo*

Através de imagens aéreas de 2024, foi realizado o mapeamento de uso e ocupação do solo em toda a AID do empreendimento, corresponde a 250 metros do entorno da faixa de domínio da rodovia, a qual possui uma área de 51,11 hectares.

O mapeamento foi realizado em escala 1:10.000 e classificado em 6 categorias diferentes, sendo: Campo Antrópico (2,99 ha) representando 5,85% da AID, Fragmento Florestal (0,62 ha), representando 1,21% da área, Via Pavimentada (1,53 ha) correspondendo a 2,46% da AID, Agricultura (44,60 ha) representando 87,26% da área, Massa d'água (0,11 ha) compondo 2,99% da AID e Sítios e Chácaras (1,26 ha) ocupando 0,21% da área da AID. A Tabela 3**:** Tipologia de Uso e Ocupação do Solo X Área em relação a AID do empreendimento. apresenta a relação da tipologia de uso de solo em relação a AID do empreendimento.

Tabela 3: Tipologia de Uso e Ocupação do Solo X Área em relação a AID do empreendimento.

Tipologia	Área (ha)	%
Campo Antrópico	2,99	5,85
Agricultura	44,6	87,26
Fragmento Florestal	0,62	1,21
Massa d'água	0,11	2,99
Sítios e Chácaras	1,26	0,21
Via Pavimentada	1,53	2,46
Total	**51,11**	**100**

A Figura 21 apresenta o Uso e Ocupação do Solo da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.



Figura 21: Uso e Ocupação do Solo da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

5. INVENTÁRIO DE PASSIVOS AMBIENTAIS

Para o atendimento deste item realizou-se o levantamento prévio dos passivos ambientais disponibilizados no Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias - Lote 2, bem como uma análise da ADA do empreendimento, sendo somente constatado que a BR-369 conta com 13 passivos ambientais cadastrados.

6. IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS COM RELAÇÃO A ACIDENTES ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS

De acordo com o preconizado no levantamento realizado no Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias - Lote 2, o município de Cambará/ PR possui dois pontos crítico com relação a acidentes envolvendo produtos perigosos, são eles:

- Ponto de Atenção (SNV) 369BPR0490 – Cruzamento com o córrego Água Suja
- Ponto de Atenção (SNV) 369BPR0480 – Cruzamento com o Córrego Água do Taquaral

7. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

As obras de implantação da Base de Serviços Operacionais do km 014+200 da BR-369 em Cambará/PR, é parte componente das obras de melhoria do PER, e viabilizará as atividades de ampliação, manutenção e operação do sistema concessionado.

Sendo assim, os impactos avaliados vão além da análise do empreendimento de maneira isolada. Nesta análise, considerou-se a fase de planejamento, implantação e desmobilização das obras, além da operação da Base de Serviços Operacionais.

7.1. Atividades Impactantes (AI)

7.1.1. *Obras*

Neste item será apresentada as Atividades Impactantes (AI) nas fases de planejamento, implantação e desmobilização das obras de implantação da Base de Serviços Operacionais de Cambará/PR na altura do km 014+200 da rodovia BR-369.

Fase de planejamento

AI.1.1 Divulgação do Empreendimento

Consiste na divulgação de quaisquer informações sobre a realização das obras perante a sociedade, sendo estes oficiais do empreendedor, provindas de órgãos ambientais ou terceiros, especialmente as veiculadas a mídia.

Fase de implantação

AI.2.2 Contratação de Mão-de-Obra

Inclui a seleção e contratação dos funcionários para realização das obras, podendo-se esperar a geração de inúmeros empregos diretos e indiretos.

AI.2.3 Contratação de Serviços

Considera as diversas frentes de trabalho necessárias a realização do empreendimento, de várias especificidades, tais como empresa de demolição, unidades produtoras de asfalto, empresas de estruturas e peças pré-moldadas em concreto, terraplanagem, sinalização, revestimento vegetal, dentre outras.

AI.2.4 Instalação de Canteiro de Obras

Estruturas necessárias à realização das obras que devem estar localizadas e dimensionadas em função das distintas fases de obra.

AI.2.5 Aquisição de Insumos e Matérias Primas

Fase responsável pela dinamização do canteiro de obras. A relação de insumos aplicados em obras de infraestrutura rodoviária é extensa, com destaque para materiais empregados nas sub-bases e bases (bica corrida, material britado, canga de minério), os agregados e aglomerantes empregados na usinagem do asfalto, emulsões, cimento, aço, dentre outros.

AI.2.6 Limpeza e Preparação do Terreno

Supressão da vegetação existente na Área Diretamente Afetada, remoção de edificações, cerca e outros elementos físicos. Está incluída nesta ação a estocagem provisória da cobertura orgânica dos solos para posterior aproveitamento, o transporte e disposição em local específico dos resíduos florestais e o transporte e destinação do entulho e outros materiais inertes, produtos das demolições.

AI.2.7 Preparação e/ou Substituição de Solos

Atividades de substituição e/ou correção de solos moles que não apresentam capacidade de sustentação adequada para a implantação do empreendimento. Para substituição realiza-se a remoção por meio de escavação do solo, e sua posterior disposição em áreas de Depósito de Material Excedente (DMEs).

AI.2.8 Terraplenagem

Atividade de execução de cortes e aterros para atingir a linha do greide projetado, por meio de escavação do terreno natural, ou justaposição de camadas de solo, abrangendo a

largura total das seções de trabalho. A atividade engloba ainda os serviços de formação das saias de aterro e taludes de corte com as bermas de alívio.

AI.2.09 Áreas de Apoio (Depósito de Material Excedente – DME e Áreas de Empréstimo – AE)

Incluem-se nessa atividade o cadastro das áreas que serão utilizadas como DMEs ou Jazidas, e trâmites legais necessários à sua utilização. A extração do material das áreas de empréstimo será realizada por retroescavadeiras, e o material excedente transportado por caminhões basculantes para as áreas de depósito de material.

AI.2.10 Preparação de Sub-base e Base

Implantação das camadas de suporte de carga do empreendimento, que podem ser a subbase e/ou a base, conforme definido em projeto, visto que a necessidade de suporte de carga é que definirá o material em função de suas características físicas, em especial a densidade.

AI.2.11 Pavimentação

Nesta atividade incluem-se os serviços necessários a implantação do pavimento na Base de Serviços Operacionais, como aplicação de camada de selante, ligante, e aplicação do asfalto usinado. Para essa atividade é prevista a utilização de caminhões basculantes, caminhões espargidores de asfalto, rolos compactadores, distribuidores de agregados e vibroacabadoras.

AI.2.12 Plantio em Taludes e Canteiros

Revegetação das saias de aterro e taludes de corte, incluindo das áreas de apoio. A atividade contempla as tarefas de proteção e tratamento superficial desses terrenos artificiais com o cultivo de grama em placas ou aplicação de hidrossemeadura.

Fase de Desmobilização

AI.2.13 Desmobilização de Mão-de-Obra

Ao final da fase de construção da Base de Serviços Operacionais, a mão-de-obra contratada será gradativamente desmobilizada e dispensada, permanecendo apenas os funcionários necessários para os trabalhos finais (sinalização e desativação dos desvios, etc.) e do início da fase de operação.

AI.2.14 Desativação de Instalações Provisórias

Realização da desativação dos acessos de serviços e estabilização e recuperação das áreas eventualmente degradadas, com a restituição das condições normais de tráfego nas vias afetadas e remoção da sinalização provisória

7.1.2. *Operação*

Neste item serão apresentados as Atividades impactante (AI) na fase de operação da rodovia após a implantação da Base de Serviços Operacionais.

AI 3.1 Operação da Rodovia

Refere-se genericamente ao uso da rodovia para a circulação de veículos de carga e de passageiros, de acordo com o padrão viário estabelecido para o empreendimento (velocidade diretriz).

AI 3.2 Compromisso com o Poder Concedente

Execução das Funções Operacionais, Funções de Conservação e Funções de Ampliação, definidas previamente no Edital de Concessão. O planejamento e o controle operacional estão contemplados nessa atividade, juntamente com os serviços permanentes de conservação das pistas e acostamentos, manutenção da cobertura vegetal forrageira na faixa de domínio e canteiro central, pinturas periódicas de faixas e dispositivos de sinalização, desassoreamento do sistema de drenagem, manutenções nos sistemas de iluminação e instalações elétricas e outras atividades afins.

AI 3.3 Serviços Correspondentes ao Meio Ambiente

Atividades de preservação ambiental, mitigação pelos impactos ambientais previstos, recuperação de processos que estejam ocorrendo na faixa de domínio como erosões, abatimentos, escorregamentos, derramamento de produtos perigosos, óleos e graxas etc. Execução do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e seu respectivo Plano de Ação Emergencial (PAE) para o transporte de Produtos Perigosos no Sistema Viário da malha viária.

7.2. Aspectos Ambientais (AA)

Através do diagnóstico ambiental apresentado no item 4 deste relatório, foi possível definir os aspectos ambientais a serem observados, frente às atividades impactantes provenientes da implantação e operação do empreendimento nos três meios analisados (físico, biótico e socioeconômico).

7.2.1. *Meio Físico (AA.1.)*

Para o meio físico, foram considerados os seguintes Aspectos Ambientais:

AA.1.1 Terrenos

Faz referência às características geológicas, geomorfológicas e geotécnicas no local previsto para o empreendimento.

AA.1.2 Recursos Hídricos Superficiais

Faz referência aos cursos hídricos, nascentes e captações para abastecimento público no local do empreendimento.

AA.1.3 Recursos Hídricos Subterrâneos

Relaciona-se às captações subterrâneas para abastecimento no local do empreendimento.

AA.1.4 Qualidade do Ar

Faz referência às características e possíveis alterações sobre qualidade do ar.

7.2.2. *Meio Biótico (AA.2.)*

Para o meio biótico, foram considerados os seguintes Aspectos Ambientais.

AA.2.1 Cobertura Vegetal

Faz referência a toda cobertura vegetal, nativa ou exótica, existentes na região do empreendimento a serem afetadas diretamente pelas operações e nas áreas de apoio que se encontrarem fora desta localidade.

AA.2.2 Fauna

Este componente considera a paisagem existente na área de estudo e sua relação com a biodiversidade da fauna na região.

AA.2.3 Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Trata-se de componente ambiental que engloba o conjunto de áreas que são legalmente instituídas pelo poder público com objetivos de preservação. Nesse sentido, inclui as Unidades de Conservação previstas na Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), bem como as áreas tombadas em função de seus atributos naturais e paisagísticos.

7.2.3. *Meio Socioeconômico (AA.3.)*

Para o meio socioeconômico, foram considerados os seguintes Aspectos Ambientais.

AA.3.1 Infraestrutura Viária, Tráfego e Transportes

Na infraestrutura viária estão compreendidas as vias públicas, pavimentadas ou não, estradas rurais, vias arteriais e rodovias, considerando também o tráfego de cada uma delas.

AA.3.2 Estrutura Urbana

Neste componente estão contemplados os bairros rurais e áreas urbanas localizados na área de estudo, bem como demais estruturas de serviços e aspectos vinculados.

Os impactos neste componente ocorrem principalmente com a alteração da ocupação e uso do solo, com processos de valorização e desvalorização imobiliária, e alterações nos padrões de acessibilidade e mobilidade regional e inter-regional.

AA.3.3 Atividades Econômicas

Os estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços, assim como as atividades agrícolas, silviculturais e outras formas de atividade e comércio rural estão incluídas neste componente.

AA.3.4 Infraestrutura Física

Neste componente estão contempladas as redes de utilidades públicas, como linhas de transmissão.

AA.3.5 Qualidade de Vida

Agrupam-se neste componente os aspectos relativos à qualidade ambiental para a população residente, como qualidade do ar, níveis de ruído, paisagem, bem como outras variáveis que podem ser alteradas pela implantação do empreendimento, como os tempos de viagem, situação patrimonial, entre outros.

AA.3.6 Finanças Públicas

Remetem-se a situação das receitas e despesas fiscais das três esferas de governo (Federal, Estadual e Municipal), com maior foco para as finanças dos municípios interceptados pelos trechos do Lote.

AA.3.7 Comunidades Tradicionais, Indígenas, Quilombolas e Patrimônio Arqueológico, Histórico, Cultural

Compreende os bens patrimoniais, móveis e imóveis (sítios arqueológicos pré- coloniais, de contato e históricos, sítios de valor etnográfico, edificações e conjuntos edificados de valor histórico-arquitetônico, edificações e paisagens notáveis), e expressões culturais coletivas presentes na área de influência do empreendimento.

7.3. Matriz de Interação - Identificação de Impactos Potenciais (IP)

Através do mapeamento das Atividades Impactantes (AI) e Aspectos Ambientais (AA) foi possível elaborar uma Matriz de Interação, que permite definir os Impactos Potenciais (IP) do empreendimento.

A **Tabela 4** apresenta a Interação das Atividades Impactantes previstas e Aspectos Ambientais nas fases de Planejamento, Implantação, Demobilização e Operação.

Tabela 4: Matriz de Interação de Atividades Previstas e Aspectos Ambientais nas fases de Planejamento, Implantação, Desmobilização e Operação

ATIVIDADES IMPACTANTES (AI)	ASPECTOS AMBIENTAIS (AA)													
	AA.1 MEIO FÍSICO				AA.2 MEIO BIÓTICO			AA.3 MEIO SOCIOECONÔMICO						
	AA.1.1 Terrenos	AA.1.2 Recursos hídricos superficiais	AA.1.3 Recursos Hídricos Subterrâneos	AA.1.4 Qualidade do Ar	AA.2.1 Vegetação	AA.2.2 Fauna	AA.2.3 Unid. De Conserv. E Outras Áreas Proteg.	AA.3.1 Infraestrutura viária, tráfego e transportes	AA.3.2 Estrutura urbana	AA.3.3 Atividades econômicas	AA.3.4 Infraestrutura física	AA.3.5 Qualidade de vida	AA.3.6 Finanças Públicas	AA.3.7 Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural
AI.1. ETAPA DE PLANEJAMENTO														
AI.1.1 *Divulgação do empreendimento*												IP.9.4		
AI.2. ETAPA DE CONSTRUÇÃO														
AI.2.2 *Contratação de mão-de- obra*										IP.10.1			IP.13.1 / IP.13.3	
AI.2.3 *Contratação de serviços*										IP.10.1			IP.13.1	
AI.2.4 *Instalação de Canteiro de Obras*	IP.1.3			IP.4.1		IP.6.1				IP.10.1	IP.11.2	IP.12.1		
AI.2.5 *Aquisição de insumos e matérias primas*														
AI.2.6 *Limpeza e Preparação do Terreno*	IP.1.1			IP.4.1	IP.5.1	IP.6.1				IP.10.1		IP.12.1		
AI.2.9 Preparação e/ou Substituição de Solos	IP.1.2		IP.3.1 / IP.3.2	IP.4.1						IP.10.1				
AI.2.10 Terraplenagem	IP.1.1 / IP.1.2		IP.3.1	IP.4.1		IP.6.2		IP.8.1		IP.10.1		IP.12.1 / IP.12.5		
AI.2.11 Áreas de Apoio (Depósito de Material Excedente – DME e Áreas de Empréstimo – AE)	IP.1.1 / IP.1.2	IP.2.1 / IP.2.2 / IP.2.4	IP.3.1	IP.4.1	IP.5.1 / IP.5.2	IP.6.2		IP.8.1		IP.10.1		IP.12.1 /IP. 12.2		
AI.2.14 Preparação de sub-base e base	IP.1.2 / IP.1.3	IP.2.4	IP.3.2	IP.4.1				IP.8.1		IP.10.1	IP.11.2	IP.12.1		
AI.2.15 Pavimentação	IP.1.2		IP.3.2	IP.4.1				IP.8.1		IP.10.1	IP.11.2	IP.12.1		
AI.2.16 Plantio em taludes e canteiros										IP.10.1				
AI.2.17 Desmobilização de mão- de-obra														
AI.2.18 Desativação de instalações provisórias				IP.4.1										
AI.3. ETAPA DE OPERAÇÃO														
AI.3.1 Operação da Rodovia	IP.1.4	IP.2.5		IP.4.2	IP.5.3	IP.6.3		IP.8.2 IP.8.3	IP.9.1 / IP.9.2 / IP.9.3 / IP.9.4	IP.9.4 / IP.10.1		IP.12.2	IP.13.2	
AI.3.2 Compromisso com o Poder Concedente								IP.8.2						
AI.3.3 Serviços Correspondentes ao Meio Ambiente	IP.1.4	IP.2.5			IP.5.3	IP.6.3								

A **Tabela 5** apresenta o quadro resumo dos Impactos Potenciais (IP) identificados através da matriz de interação previamente apresentada, no total foram mapeados 14 (quatorze) impactos, os quais são descritos a seguir.

Tabela 5: Resumo de Impactos Potenciais (IP).

AA.1. MEIO FÍSICO	
IP.1.	Impactos Potenciais nos Terrenos
IP.1.1	Alteração da estabilidade das encostas e aumento da susceptibilidade à erosão por terraplenagem
IP.1.2	Aumento das áreas impermeabilizadas
IP.1.3	Aumento do risco de contaminação de solo por combustíveis e lubrificantes durante a construção
IP.1.4	Alteração do risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação
IP.2.	Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Superficiais
IP.2.1	Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água
IP.2.2	Alteração dos níveis de turbidez dos corpos hídricos durante a construção
IP.2.3	Assoreamento de cursos d'água durante a construção
IP.2.4	Alteração da qualidade da água durante a construção
IP.2.5	Risco de contaminação dos corpos hídricos durante a operação
IP.3.	Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos
IP.3.1	Alteração no regime de fluxo das águas subterrâneas
IP.3.2	Risco de contaminação do lençol freático durante a construção
IP.4.	Impactos Potenciais na Qualidade do Ar
IP.4.1	Impactos na qualidade do ar durante a construção
IP.4.2	Impactos na qualidade do ar durante a operação
AA.2. MEIO BIÓTICO	
IP.5.	Impactos Potenciais na Vegetação
IP.5.1	Redução da cobertura vegetal da área diretamente afetada
IP.5.2	Ampliação do grau de fragmentação florestal e instalação do efeito de borda
IP.5.3	Alteração do nível de risco da ocorrência de incêndios nas florestas remanescentes no entorno da rodovia
IP.6.	Impactos Potenciais na Fauna
IP.6.1	Aumento dos riscos de atropelamento e da pressão de caça durante a implantação
IP.6.2	Impactos na fauna aquática dos cursos d'água a serem desviados/canalizados
IP.6.3	Alteração no nível e distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com cargas tóxicas
IP.7.	Impactos Potenciais sobre Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas
IP.7.1	Interferências com Unidades de Conservação e demais áreas protegidas
AA.3. MEIO SÓCIO ECONÔMICO	
IP.8.	Impactos Potenciais na Infraestrutura Viária, no Tráfego e nos Transportes
IP.8.1	Aumento na circulação de veículos pesados na malha viária local durante a construção
IP.8.2	Melhoria da acessibilidade entre rodovias da Região
IP.8.3	Melhoria na circulação de veículos na Área de Influência Direta

IP.9.	Impactos Potenciais na Estrutura Urbana
IP.9.1	Alterações urbanísticas na Área de Influência Indireta
IP.9.2	Alterações urbanísticas na Área de Influência Direta
IP.9.3	Alterações dos valores imobiliários
IP.9.4	Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas
IP.10.	Impactos Potenciais nas Atividades Econômicas
IP.10.1.	Geração de empregos diretos e indiretos
IP.11.	Impactos Potenciais na Infraestrutura Física e Social
IP.11.1	Interferências com redes de utilidades públicas
IP.11.2	Aumento dos níveis de ruído próximo a receptores sensíveis
IP.12.	Impactos Potenciais na Qualidade de Vida da População
IP.12.1	Incômodos à população lindeira na construção
IP.12.2	Interrupções de tráfego local durante a construção
IP.12.3	Interrupções de serviços públicos durante a construção
IP.12.4	Desapropriação
IP.12.5	Alterações na paisagem
IP.13.	Impactos nas Finanças Públicas
IP.13.1	Aumento nas receitas fiscais durante a construção
IP.13.2	Impactos nas Receitas Fiscais durante a Operação
IP.13.3	Aumento das demandas por infraestrutura física e social durante a construção
IP.14.	Impactos Potenciais sobre o Patrimônio Arqueológico e Cultural
IP.14.1	Interferências com o patrimônio arqueológico e cultural

Para cada impacto, são apresentadas na **Tabela 6** as medidas a serem adotadas, de maneira a potencializar impactos positivos ou mitigar impactos negativos. Os programas relacionados são indicações provenientes do Tomo II dos Estudos Ambientais da PR Vias - Lote 2.

Tabela 6: Síntese dos impactos em relação a fase do empreendimento e os programas a serem implantados para prevenção e mitigação.

FASE DO EMPREENDIMENTO	IMPACTO	NATUREZA	MEDIDAS	EXECUÇÃO
1. PLANEJAMENTO	IP.9.4. Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas	+	Ações de comunicação com público externo (sociedade civil)	Programa de Comunicação Social
2. CONSTRUÇÃO	IP.1.1. Alteração da estabilidade das encostas e aumento da susceptibilidade à erosão por terraplenagem	-	Revisão e aplicação de treinamentos nos procedimentos de controle estabelecidos / Estabelecimento de rotina de monitoramento / Adoção de medidas de controle / corretivas, eventualmente necessárias	Programa de Prevenção, Monitoramento e Controle de Processos Erosivos
	IP.1.2. Aumento das áreas impermeabilizadas	-	-	
	IP.1.3. Aumento do risco de contaminação de solo por combustíveis e lubrificantes durante a construção	-	Controle de cargas difusas / Gestão de resíduo / Estabelecimento das medidas de gestão e supervisão / Capacitação de recursos humanos / Investigação de acidentes e incidentes / Ações do Plano de Atendimento a Emergências Ambientais	Programa de Gerenciamento de Riscos e Plano de Atendimento a Emergências (PGR/PAE) / Programa de Gestão Ambiental
	IP.2.1. Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água	-	Controle e monitoramento da qualidade da água	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
	IP.2.2. Alteração dos níveis de turbidez dos corpos hídricos durante a construção	-	Controle e monitoramento da qualidade da água	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
	IP.2.3. Assoreamento de cursos d'água durante a construção	-	Implantação de medidas de controle	Programa de Prevenção, Monitoramento e Controle de Processos Erosivos

FASE DO EMPREENDIMENTO	IMPACTO	NATUREZA	MEDIDAS	EXECUÇÃO
	IP.2.4. Alteração da qualidade da água durante a construção	-	Controle e monitoramento da qualidade da água	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
	IP.3.1. Alteração no regime de fluxo das águas subterrâneas	-	-	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
	IP.3.2. Risco de contaminação do lençol freático durante a construção	-	Gestão de resíduos sólidos / Gestão de efluentes / Manejo de produtos perigosos / Atendimento a emergências ambientais durante das obras	Programa Ambiental da Construção / Plano de Gerenciamento de Riscos e Atendimento a Emergências (Fase de Obras)
	IP.4.1. Impactos na qualidade do ar durante a construção	-	Controle de emissões atmosféricas e Gases do Efeito Estufa / Monitoramento da qualidade do ar	Programa Ambiental da Construção (Monitoramento da Qualidade do Ar)
	IP.5.1. Redução da cobertura vegetal da área diretamente afetada	-	-	
	IP.5.2. Ampliação do grau de fragmentação florestal e instalação do efeito de borda	-	-	
	IP.6.1. Aumento dos riscos de atropelamento e da pressão de caça durante a implantação	-	Monitoramento de fauna / Afugentamento e salvamento de fauna	Programa de Proteção à Fauna (Controle do Afugentamento e Resgate de Fauna
	IP.6.2. Impactos na fauna aquática dos cursos d'água a serem desviados/canalizados	-	-	

FASE DO EMPREENDIMENTO	IMPACTO	NATUREZA	MEDIDAS	EXECUÇÃO
	IP.7.1. Interferências com Unidades de Conservação e demais áreas protegidas	-	-	
	IP.8.1. Aumento na circulação de veículos pesados na malha viária local durante a construção	-	Divulgação dos Planos e Cronograma de Obras / Comunicação Social durante a Construção	Programa de Comunicação Social
	IP.11.1. Interferências com redes de utilidades públicas	-	-	
	IP.11.2. Aumento dos níveis de ruído próximo a receptores sensíveis	-	Controle da emissão de ruídos / Monitoramento de ruído	Programa Ambiental da Construção / Programa de Monitoramento de Ruído e Vibrações
	IP.12.1. Incômodos à população lindeira na construção	-	Divulgação dos Planos e Cronograma de Obras / Comunicação Social durante a Construção / Atendimento a Consultas e Reclamações / Ações de integração com a comunidade lindeira /Ações de engajamento junto à prefeitura / Educação ambiental para a comunidade	Programa Ambiental da Construção / Programa de Comunicação Social / Programa de Educação Ambiental
	IP.12.2. Interrupções de tráfego local durante a construção	-	Divulgação dos Planos e Cronograma de Obras / Comunicação Social durante a Construção	Programa de Comunicação Social
	IP.12.3. Interrupções de serviços públicos durante a construção	-	-	
	IP.12.5. Alterações na paisagem	-	-	
	IP.13.1. Aumento nas receitas fiscais durante a construção	+	-	
	IP.13.3. Aumento das demandas por infraestrutura física e social durante a construção	-	-	

FASE DO EMPREENDIMENTO	IMPACTO	NATUREZA	MEDIDAS	EXECUÇÃO
	IP.14.1. Interferências com o patrimônio arqueológico e cultural	-	-	
3. OPERAÇÃO	IP.1.4. Alteração do risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação	-	Controle de cargas difusas / Gestão de resíduo / Estabelecimento das medidas de gestão e supervisão / Capacitação de recursos humanos / Investigação de acidentes e incidentes / Ações do Plano de Atendimento a Emergências Ambientais	Programa de Gerenciamento de Riscos e Plano de Atendimento a Emergências (PGR/PAE) / Programa de Gestão Ambiental
	IP.2.5. Risco de contaminação dos corpos hídricos durante a operação	-	Controle de cargas difusas / Gestão de resíduo / Estabelecimento das medidas de gestão e supervisão / Capacitação de recursos humanos / Investigação de acidentes e incidentes / Ações do Plano de Atendimento a Emergências Ambientais	Programa de Gerenciamento de Riscos e Plano de Atendimento a Emergências (PGR/PAE) / Programa de Gestão Ambiental
	IP.4.2. Impactos na qualidade do ar durante a operação	-	Controle de emissões atmosféricas e Gases do Efeito Estufa / Monitoramento da qualidade do ar	Programa Ambiental da Construção (Monitoramento da Qualidade do Ar)
	IP.5.3. Alteração do nível de risco da ocorrência de incêndios nas florestas remanescentes no entorno da rodovia	-	-	
	IP.6.3. Alteração no nível e distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com cargas tóxicas	-	-	
	IP.7.1. Interferências com Unidades de Conservação e demais áreas protegidas	-	-	

FASE DO EMPREENDIMENTO	IMPACTO	NATUREZA	MEDIDAS	EXECUÇÃO
	IP.8.2. Melhoria da acessibilidade entre rodovias da Região	+	-	Programa de Comunicação Social
	IP.8.3. Melhoria na circulação de veículos na Área de Influência Direta	+	-	Programa de Comunicação Social
	IP.9.1. Alterações urbanísticas na Área de Influencia	+	-	
	IP.9.3. Alterações dos valores imobiliários	+	-	
	IP.9.4. Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas	+	-	
	IP.10.1. Geração de empregos diretos e indiretos	+	-	
	IP.13.2. Impactos nas Receitas Fiscais durante a Operação	+	-	

8. PROCEDIMENTO PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

De maneira a concluir os estudos socioambientais para a instalação da Base de Serviços Operacionais no km 014+200 da BR-369, considerando a legislação vigente, os aspectos do projeto e diagnóstico ambiental, são apresentados a seguir os procedimentos para o licenciamento ambiental da obra em questão.

Considerando a emissão em 27 de setembro de 2024 da Autorização de Operação - Retificação n° 20606393/2024 para as rodovias do Lote 2 – PR, conforme Contrato de Concessão ANTT n° 02/2023, são contempladas as seguintes rodovias:

1) BR-153: Operação do km 0,0 (ENTR BR-369(B)) ao km 51,9 (ENTR PR-092(B) (P/JOAQUIM TÁVORA)), com 51,9 km de extensão.

2) BR-277: Operação do km 0,0 (PONTE S/ RIO EMBOGUAÇU) ao km 70,4 (ENTR BR-116(A) (CONTORNO LESTE CURITIBA), com 70,4 km de extensão.

3) BR-369: Operação do km 0,8 (ENTR BR-153(B)) ao km 51,6 (ACESSO CONTORNO BANDEIRANTES (I)) e do km 60,7 (ACESSO CONTORNO BANDEIRANTES (II)) ao km 88 (INÍCIO PISTA DUPLA), com 78,1 km de extensão.

4) PR-092: Operação do km 199,50 (ENTR. PR-151(B) (JAGUARIAÍVA)) ao km 327,30 (ENTR. BR0153(A)), com 127,8 km de extensão.

5) PR-151: Operação do km 176,49 (ENTR. PR-239(A) (SENGÉS)(B)) ao km 319,71 (ENTR. PRC-373(A) (P.GROSSA)), com 143,22 km de extensão.

6) PR-239: Operação do km 0,00 (DIVISA PR/SP (PONTE RIO ITARARÉ)) ao km 12,59 (ENTR. PR-151(A) (SENGÉS)), com 12,59 km de extensão.

7) PR-407: Operação do km 0,00 (ENTR. BR-277) ao km 18,85 (ENTR. PR-412 (PRAIA DE LESTE)), com 18,85 km de extensão.

8) PR-408: Operação do km 0,00 (ENTR. PR-340 BR-101(PLAN.) (ANTONINA)) ao km 9,73 (MORRETES (A)) e do km 11,24 (MORRETES (B)) ao km 22,99 (ENTR. BR-277 (MARTA)), com 21,48 km de extensão.

9) PR-411: Operação do km 1,07 (MORRETES (B)) ao km 14,11 (ENTR. PR-410 (S. JOÃO DA GRACIOSA)), com 13,04 km de extensão.

10) PR-508: Operação do km 0,00 (ENTR. BR/277 (ALEXANDRA)) ao km 31,21 (ENTR. PR-412 (MATINHOS)), com 31,21 km de extensão.

11) PR-804: Operação do km 0,00 (ENTR. BR-277) ao km 2,71 (ENTR. PR-408 (PASSA SETE - MORRETES)), com 2,71 km de extensão.

12) PR-855: Operação do km 0,00 (CONTORNO DE BANDEIRANTES : ENTR. BR-369(A) (P/ANDIRÁ)) ao km 8,06 (ENTR. BR-369 (B) (PISTA. MARIANA)), com 8,06 km de extensão.

A Autorização de Operação traz como suas condicionantes gerais os seguintes itens:

1.1 O IBAMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar esta autorização, caso ocorra:

a) Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;

b) Omissão ou falsa descrição de informações relevantes, que subsidiaram a expedição da autorização;

c) Superveniência de graves riscos ambientais e à saúde.

1.2 As solicitações de intervenções em área de preservação permanente sem rendimento lenhoso deverão ser realizadas em observação aos procedimentos da ASM-APP nos seguintes casos:

I - limpeza, capina, poda e roçada da faixa de domínio;

II - tapa-buracos;

III - reparos e recuperação de dispositivos de segurança;

IV - limpeza, reparos e recuperação de:

a) estruturas e muros de contenção;

b) dispositivos de drenagem, tais como bueiros, sarjetas, canaletas, meio-fio, descidas d'água, entradas d'água, bocas de lobo, bocas e caixas de bueiros, dissipadores de energia, caixas de passagem, poços de visita e drenos; e

c) obras de arte especiais, tais como pontes, viadutos, passarelas, túneis e cortinas de concreto.

1.3 Deverá ser solicitada a Autorização de Supressão de Vegetação, via Sinaflor, nas seguintes situações, desde que dentro da faixa de domínio:

a) Intervenção em APP com ou sem rendimento lenhoso, excepcionadas as atividades listadas na condicionante 1.2; e

b) supressão de vegetação nativa com rendimento lenhoso.

1.4 Somente serão avaliados pedidos de ASV de atividades de melhoramento mencionadas no RCOI ou mediante justificativa anexa à solicitação de supressão ou intervenção, no âmbito do Sinaflor.

1.5 Encaminhar solicitação prévia ao Ibama, para execução de atividades de melhoramento, que deverá ser precedida de consulta ao respectivo órgão ou entidade envolvida citados na Portaria Interministerial MMA/MJ/MinC/MS n° 60/2015 ou no Art. 5*? da Resolução CONAMA n° 428/2010.

1.6 Enviar ao Ibama, em até 90 (noventa) dias após emissão da Autorização de Operação, cronograma de execução dos programas de I a VI indicados na condicionante específica 2.1.

1.7 O IBAMA deverá ser comunicado imediatamente em caso de ocorrência de qualquer acidente ambiental, por meio do Sistema Nacional de Emergências Ambientais (SIEMA), independente das medidas tomadas para seu controle, de acordo com a Instrução Normativa IBAMA n° 15/2014.

1.8 No prazo máximo de 30 (trinta) dias após a ocorrência do acidente ambiental, deverá ser protocolado o Relatório de Atendimento a Emergências Ambientais.

1.9 Solicitar a renovação desta Autorização em um prazo mínimo de 120 (cento e vinte) dias, antes do término da sua validade.

Além das supracitadas, a AO traz como suas condicionantes específicas os seguintes itens:

2.1 Apresentar, em até 30 (trinta) dias, o escopo dos Programas Ambientais abaixo para operação da rodovia e atividades rodoviárias:

a) Programa ambiental de construção;

b) Programa de monitoramento, prevenção e controle de processos erosivos;

c) Programa de supressão de vegetação e afugentamento de fauna;

d) Programa de recuperação de áreas degradadas;

e) Programa de monitoramento, prevenção e controle de atropelamentos de fauna silvestre; e

f) Programa de recuperação/mitigação de passivos ambientais.

2.2 Para o tratamento de impactos decorrentes da operação e atividades rodoviárias liberadas nesta Autorização, executar, além dos Programas Ambientais previstos na Condicionante 2.1, as seguintes medidas ambientais de monitoramento, controle e compensação:

a) Em situações de emergência envolvendo produtos perigosos:

a.i) implementar as medidas de caráter preventivo e corretivo indicadas no "Manual para implementação de Planos de Ação de Emergência para atendimento a sinistros envolvendo o

transporte rodoviário de produtos perigosos" (DNIT, 2005), disponível em IPR 716: Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos.

a.ii) Seguir as orientações do documento Gestão de Riscos Ambientais para Rodovias - Termo de Referência, CGEMA: 2018 (SEI 12511558).

b) Em situações de emergência, que coloquem em risco o meio ambiente, a saúde e a segurança da população e dos empregados das rodovias, bem como o andamento das operações rodoviárias, o empreendedor deve executar obras no local para conter e recuperar a área, visando exclusivamente a retomada do seu pleno tráfego, devendo comunicar, obrigatória e imediatamente, ao órgão ambiental competente dos municípios interceptados e recepcionar e atender as demandas da população da área diretamente afetada no que se relacionar aos impactos do empreendimento.

c) Para realização das obras emergenciais e urgentes, fica permitida a implantação de estruturas móveis de apoio, canteiros de obras, áreas de empréstimo e de deposição de material excedente, desde que (i) respeitados os limites da faixa de domínio, (ii) não localizadas em Áreas de Preservação Permanente - APPs e em áreas ambientalmente sensíveis, e (iii) adotadas as seguintes medidas de mitigação, proteção e controle ambiental:

c.i) Deverão ser implementadas ações de gerenciamento de efluentes líquidos (incluindo banheiros químicos) e demais resíduos, prevendo a disposição final a ser realizada por empresa especializada e devidamente licenciada pelos órgãos ambientais competentes.

c.ii) Constatada a existência de solo contaminado durante as atividades, a área deverá ser objeto de gerenciamento específico.

c.iii) Eventuais estruturas provisórias de transposição deverão ser removidas ao final das atividades, assegurando a recuperação das áreas utilizadas como caminhos de serviço.

c.iv) Deverão ser adotados mecanismos de contenção de sedimentos, de modo a evitar o carreamento para corpos hídricos, e de recuperação das áreas afetadas.

c.v) As equipes de trabalho deverão estar capacitadas para atendimento à legislação ambiental vigente.

c.vi) Se constatada a existência de bens culturais acautelados, o empreendedor deverá comunicar o órgão responsável pelo patrimônio cultural.

c.vii) Implantação e divulgação de linha de contato com os usuários da via e população diretamente afetada, por meio da disponibilização de telefone 0800, site e e-mail institucional.

c.viii) Cadastro da população diretamente afetada e estabelecimento de ações de comunicação específica para as famílias em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental na área diretamente afetada.

As ações devem garantir o devido esclarecimento dos impactos, medidas de controle, mitigação e monitoramento.

d) Antes do início das atividades rodoviárias, deverão ser realizadas ações educativas e de comunicação com a população diretamente afetada e com os trabalhadores da obra, atendendo-se às orientações constantes na Instrução Normativa IBAMA n° 2/2012, e incluindo, minimamente, os seguintes temas e medidas:

d. i) Ações de Controle que serão adotadas durante a implantação do empreendimento;

d.ii) Relacionamento com a comunidade do entorno;

d.iii) Medidas de combate a crimes ambientais, tais como proibição de caça e coleta de animais silvestres, quando a intervenção estiver inserida em área preservada;

d.iv) Divulgar, antes do início de obras, nas prefeituras dos municípios interceptados, instituições locais responsáveis pela promoção de trabalho e emprego e população economicamente ativa da área de influência do empreendimento sobre vagas de empregos, formação exigida e a política de contratação de mão de obra;

d.v) Garantir a ampla divulgação, no início e durante as obras, nos municípios interceptados, para os moradores próximos aos acessos do empreendimento e público da área de influência direta, das ações que podem incorrer em interrupção de fluxo na via e ou interrupção temporária nos serviços locais devido a obras e sobre os impactos decorrentes das obras, medidas relacionadas ao aumento de fluxo de pessoas e veículos;

d.vi) Contratar agentes comunicadores, de preferência residentes na área de influência, para recepcionar e atender as demandas da população, principalmente nas frentes de obras e canteiros.

e) Executar as medidas indicadas na IPR 711: Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais (DNIT, 2005), voltadas para o gerenciamento ambiental e para as fases de obras e de operação.

f) Para a sinalização e execução de obras de travessias urbanas, atender ao disposto na IPA 04 – Travessias Urbanas e Preservação Rodoviária, disponível em IPR 713: Instruções de proteção ambiental das faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais (DNIT, 2005). Anteriormente ao início das atividades de definição da localização dos acessos, passarelas e

travessias de pedestres, devem ser realizadas avaliações prévias com vistas a evitar/minimizar possíveis impactos relacionados ao aumento do tempo de percurso, transtorno da mobilidade e/ou acessibilidade da população.

g) Para ações de comunicação social junto às comunidades lindeiras e usuários da rodovia, utilizar como referência a NOTA TÉCNICA N° 9/2020/COTRA/CGLIN/DILIC, de 01 de junho de 2020 (SEI 12434851), implementando-se o disposto na NOTA TÉCNICA N° 1/2022/COTRA/CGLIN/DILIC, de 22 de março de 2022 (SEI 12438182), e garantindo-se a adoção das seguintes medidas mínimas necessárias:

g.i) cadastro do grupo diretamente afetado;

g.ii) disponibilização e ampla divulgação de contato para o usuário da via e público diretamente afetado por meio de telefone 0800, site (atualizado quanto às medidas de controle ambiental e monitoramento adotadas) e e-mail institucional;

g.iii) registro e cadastro das demandas recebidas pelos canais de ouvidoria por tema (reclamação, desapropriação, sugestão, denúncia) e prazos de resposta;

g.iv) Instalação de placas indicando passagens de fauna; prevenção a incêndios florestais e ao depósito de entulho e lixo na área de segurança da via;

g.v) Todo material informativo e placas deve atender diretrizes do item 5.3 do anexo da instrução normativa 2/2012 Ibama/MMA;

g.vi) Em todas as instalações do empreendimento, frentes de obras e outras estruturas implantadas sob a vigência desta Autorização prever a instalação de placas informativas relacionadas à gestão ambiental do empreendimento, contendo, minimamente: nome do empreendedor, nome do empreendimento, número da ouvidoria do empreendimento, logomarca do Ibama, número de telefone da Linha Verde do Ibama: 0800 61 8080, o número e a data da Autorização de Operação vigente. As placas devem conter todos os canais de comunicação direta do empreendimento com a população;

g.vii) estabelecimento de ações de comunicação específicas para as famílias em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, da área de influência direta do empreendimento, a fim de esclarecer sobre os impactos, medidas de controle, mitigação e monitoramento executadas.

h) Na hipótese de se identificar a possibilidade de permanência de ocupações na faixa de domínio, estabelecer medidas que garantam a segurança da população lindeira.

2.3 No prazo de até 90 (noventa) dias, apresentar a atualização das medidas indicadas na Condicionante

2.2, segundo as melhores práticas de gestão rodoviária, de forma consolidada nos seguintes Programas Ambientais:

a) Programa de Gestão Ambiental (PGA);

b) Programa de Ações Emergenciais (PAE), seguindo-se as orientações do documento Gestão de Riscos Ambientais para Rodovias-Termo de Referência, CGEMA: 2018 (SEI 13399663);

c) Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social (PEACS);

d) Programa de Melhorias de Acesso e Travessias Urbanas (PMATU);

e) Programa de Remoção e Realocação de População (PRRP), caso verificada necessidade de realocação e remoção de populações.

2.4 Deverá ser adotado, como referência para o atendimento da Condicionante 2.3, o Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Ibama, aprovado pela Portaria 1.729/2020 (Disponível em: https://razaoconsultoriaambiental.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Estrutura-do-PGA-do-Licenciamento-Ambiental-Federal-2.pdf).

2.5 Não está autorizada a remoção ou realocação de população sem a prévia análise e aprovação do Programa de Remoção e Realocação de População (PRRP).

2.6 Na hipótese de se identificar a necessidade de remoção ou realocação de população, encaminhar Programa de Remoção e Realocação de População (PRRP), atendendo as seguintes recomendações:

a) Identificar e caracterizar as propriedades e famílias a serem impactadas pela remoção/realocação da faixa de domínio e implantação das praças de pedágio;

b) Incluir medidas para garantir que as pessoas deslocadas sejam informadas sobre suas opções, direitos e consultadas sobre alternativas de realocação viáveis;

c) Estabelecer meios de comunicação/reclamação apropriados e acessíveis específicos para este grupo;

d) Atualizar frequentemente o acompanhamento/status das desapropriações necessárias a serem encaminhadas em relatório de acompanhamento;

e) Apresentar registro da manifestação do proprietário (concordância ou discordância justificada); divulgação efetiva do caderno de preços; levantamento em campo e cadastro de

todos os proprietários afetados (cadastro individual de propriedades; identificação dos imóveis e dos proprietários contendo memorial descritivo do perímetro do imóvel; laudo de avaliação, relatório fotográfico); e

f) Fazer a avaliação de bens, com base no cadastro individual das propriedades, conforme diretrizes da ABNT e demais normativos pertinentes.

2.7 Não estão autorizadas intervenções fora da faixa de domínio sem a devida autorização no âmbito deste processo de licenciamento, exceto quando caracterizadas como ações urgentes ou emergenciais, sem prejuízo à necessidade de comunicação ao Ibama.

2.8. Nos casos de intervenções urgentes ou emergenciais, dentro ou fora da faixa de domínio, quando houver necessidade de supressão de vegetação nativa, após finalizadas as intervenções deverão ser encaminhados o relatório final de supressão e do projeto de plantio compensatório, no âmbito do RARA.

2.9 Para os programas relacionados à fauna silvestre:

a) Apresentar para análise do Ibama, no prazo de 30 (trinta) dias, os seguintes documentos/informações:

a.i) Detalhamento sobre as técnicas de manuseio e equipamentos para realização do manejo da fauna;

a.ii) Autorização(ões) do(s) proprietário(s), caso haja previsão de captura, coleta, soltura e/ou transporte de material biológico dentro dos limites de propriedades particulares - a autorização deverá ser nominal à empresa de consultoria e fazer referência ao empreendimento, ao tipo de atividade e ao período de execução desta;

a.iii) Registro ativo de anilhador(es) e de seu(s) auxiliar(es), nos casos que demandem marcação de indivíduos da avifauna;

a.iv) Carta (s) de aceite original (is) ou autenticada(s) da(s)instituição(ões) que receberá(ão) material biológico coletado, fazendo referência ao(s) grupo(s) taxonômico(s) que poderá(ão) ser recebido(s), ao empreendimento, ao tipo de atividade a ser realizada;

a.vi) Documento assinado por profissional (is) habilitado(s) que comprove que a base de triagem e reabilitação de animais silvestres possui instalações e capacidade operacional adequadas (caso o empreendedor se responsabilize pela instalação e operação da base) ou Declaração de Hospital Veterinário/Instituição de mesmo teor (caso o empreendedor estabeleça parcerias).

b) O manuseio de material biológico deve ser realizado por profissionais graduados em áreas relacionadas às atividades e com Cadastro Técnico Federal regular.

c) Os integrantes da equipe técnica deverão portar documento de identificação que comprove sua relação com o empreendimento e cópia desta AO durante o período de execução das atividades de manejo de fauna silvestre ou de manuseio de material biológico.

d) Elaborar fluxograma de ação, a partir de evidências de animais nas proximidades da via ou faixa de domínio, determinando a atuação da empresa a partir das características dos animais (silvestre/doméstico), da situação de integridade do animal (vivo, morto ou lesionado) e da identificação ou não do proprietário;

e) Encaminhar para clínicas veterinárias especializadas a fauna silvestre ou doméstica ferida por atropelamento; e

f) Realizar o sepultamento, na faixa de domínio, de animais mortos por atropelamento, seguindo as seguidas as diretrizes:

f.i) Necessidade de priorização do local mais próximo possível da ocorrência do atropelamento, com exceção de áreas com adensamento populacional;

f.ii) Recuo em relação à faixa de rolamento ou ao acostamento de modo a não interferir na segurança viária;

f.iii) Declividade do local não pode ser superior a 20% devido ao risco de erosão;

f.iv) Local deve estar afastado das áreas de drenagem natural e mananciais, bem como, a uma distância de, no mínimo 100 metros, de qualquer Área de Preservação Permanente - APP, definida conforme Lei Federal nº 12.651/12;

f.v) Utilização de cal virgem, na quantidade suficiente para cobrir a carcaça do animal, visando minimizar a geração de maus odores possíveis quando do processo de decomposição;

f.vi) Cuidados relativos à profundidade da cova e quantidade suficiente de terra sob o animal de modo a não deixar resquícios e/ou partes do animal descobertos, considerar no mínimo 60 cm.

Sendo assim, para a execução das obras de melhoramento de implantação de BSO localizadas na rodovia BR-369, são requeridas pela AO no item 2.10 o Relatório de Comunicação de Obras e Intervenções (RCOI) as seguintes informações:

a) Para cada atividade de melhoramento prevista:

a.i) Dados do empreendimento: rodovia, trecho, subtrecho, segmento, código SNV, extensão, lotes, largura da faixa de domínio, dados da construtora e supervisora de obras;

a.ii) Descritivo/Caracterização das atividades.

a.iii) Intervenções da faixa de domínio (UCs, zonas de amortecimentos, terras indígenas, território quilombola, bens culturais acautelados, e APPS);

a.iv) Identificação das obras em que há previsão de supressão de vegetação nativa, APP ou intervenção em áreas protegidas, indicando, por meio de mapas, a localização e as coordenadas geográficas das intervenções programadas.

a.v) Identificação dos possíveis locais de destinação dos resíduos de obras e supressão de vegetação;

a.vi) Identificação de áreas de apoio necessárias (exemplos: canteiros, bota-fora, bota-espera, empréstimo e jazidas);

a.vii) Medidas de controles específicas para atividade e programas relacionados;

a. viii) Cronograma da obra específica.

b) Para intervenções vinculadas aos programas de Programa de Recuperação e Mitigação de Passivos Ambientais, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Programa de Monitoramento de Prevenção e Controle de Processos Erosivos:

b. i) Planilha editável simplificada contendo as seguintes informações: rodovia, descrição da intervenção, meio interferido, localização geográfica, atividade realizada, metodologia empregada e necessidade de supressão de vegetação;

2.11 Apresentar Relatório Anual de Regularização Ambiental (RARA), até o dia 30 de junho de cada ano.

2.12 O pedido de Licença de Operação, subsidiado pelo Relatório Final de Atividades de Regularização (RFAR), deverá ser realizado num prazo mínimo de 120 (cento e vinte) dias antes do vencimento desta Autorização de Operação.

2.13 Atender as manifestações dos órgãos intervenientes, incluídos no Anexo I da Portaria Interministerial n° 60/2015 e os critérios dispostos no Artigo 59 da Resolução CONAMA nº 428/2010, emitidas posteriormente, se for o caso, a data de emissão desta Autorização.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento apresentou as principais informações ambientais relacionadas às as obras de Implantação da Base de Serviços Operacionais na altura do km 014+200 da rodovia BR-369, no município de Cambará, estado do Paraná.

Destaca-se que para realização das obras, não haverá:

- Supressão de vegetação primária, bem como de vegetação secundária em estágio avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica;
- Afetação de unidade de conservação e suas respectivas Zonas de Amortecimento;
- Intervenção em Terras indígenas;
- Intervenção em Território Quilombola;
- Intervenção física em cavidades naturais subterrâneas;
- Supressão de fragmentos de vegetação nativa, acima de 40% da área total; e
- Remoção de população.

Ressalta-se que todas as intervenções necessárias são viáveis, levando em consideração a execução das normas e dos padrões técnicos na execução das obras e a adoção de medidas preventivas e corretivas a impactos ambientais não desejáveis. Salienta-se que, conforme item 8., os procedimentos apresentados na AO deverão ser adotados de maneira que as condicionantes sejam atendidas.

O empreendimento apresentado enquadra-se como de Utilidade Pública, por se tratar de obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte.

10. ANEXO

Procedimento de licenciamento ambiental[1]:
Outro (Enquadramento na Portaria Interministerial nº 1, de 4 de novembro de 2020).

Situação do Licenciamento Ambiental[2]:
Em análise pelo órgão ambiental

Outras autorizações ambientais:
(x) Autorização de Supressão de Vegetação
( ) Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos
( ) Outra, especificar:_____
( ) Não foram necessárias outras autorizações ambientais para a execução da obra

Licenças, Autorizações ou Dispensas Ambientais emitidas[3]

Número	Nº Processo	Descrição	Data de emissão	Data de Validade	Situação Atual[1]	Link

OBS: O cronograma das atividades para a emissão da licença ambiental encontra-se no Anexo I.

Histórico do processo de licenciamento ambiental em andamento

Data	Emissor	Destinatário	Assunto - Resumo	Nº Documento	Hiperlink
19/01/2024	IBAMA	EPR LITORAL PIONEIRO S.A.	Análise de Competência e Enquadramento do Lote 2 - Rodovias do Paraná	Parecer Técnico nº 11/2024-Dilac/Calaf/Dilic	SEI_IBAMA - 18091741 - Parecer Técnico
02/05/2024	IBAMA	EPR LITORAL PIONEIRO S.A. e CALAF	Encaminhamento e providências	Despacho nº 19150790/2024-Dilac/Calaf/Dilic	Despacho nº 19150790.2024-Dilac.Calaf.Dilic
12/07/2024	EPR LITORAL PIONEIRO S.A	DILIC IBAMA	Processo de Regularização Ambiental e emissão de Autorização de Operação referente à execução das obras de melhoramento das Rodovias do Lote 2	ELP-JUR-0368/24	EPR_08.07.2024_Oficio_Urgencia_IBAMA_DECISAO_STJ_GREVE_VF
27/09/2024	IBAMA	EPR LITORAL PIONEIRO S.A.	Autorização de Operação	AO-n°20606393/2024	AO Nº 20606393_2024_EPR

[1]Preencher com: Licenciamento Ordinário com elaboração de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental); Licenciamento Ordinário sem elaboração de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental); Licenciamento Específico/Simplificado (Emissão de LI direta); Enquadramento na Portaria MMA nº 289/2013; Dispensa Municipal/Estadual de Licenciamento Ambiental; ou outro (especificar). [2]Preencher com Licenças/Autorizações emitidas; Licenças/Autorizações emitidas com pendencias; Licença emitida e Autorização não emitida; Licença não emitida e Autorização emitida; Licenças/Autorizações dispensadas; Processo de Licenciamento Ambiental não iniciado; Em análise pelo órgão ambiental; Em elaboração pela Concessionária; ou Em complementação pela Concessionária.
[3]Caso as licenças, autorizações ou dispensas ambientais ainda não tenham sido emitidas pelos órgãos ambientais competentes, deverá ser apresentado o cronograma detalhado das atividades a fim de obter as licenças, autorizações ou dispensas pertinentes.

2.10. Pavimentação

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-I2-001	Rev.: 00
	Emissão: 30/09/2024	Folha: 1 / 22
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Projeto de Pavimentação – Memória de Cálculo		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-I2-001 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – PLANTA
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-I2-002– PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – SEÇÕES E DETALHES
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-E1-001– ESTUDO DE TRÁFEGO

Documentos Resultantes:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-I2-001 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – PLANTA
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-I2-002– PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – SEÇÕES E DETALHES

egis

	.					
00a	30/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 LOCALIZAÇÃO 3

2 OBJETIVO 5

3 PARÂMETROS DE PROJETO 6

3.1 TRÁFEGO 6

3.2 SUPORTE DO SUBLEITO 6

3.3 CBR DE PROJETO 7

3.4 ESTRUTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE 8

4 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE PAVIMENTO 10

4.1 CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO 10

4.2 Tráfego 10

4.3 DIMENSIONAMENTO 10

4.3.1 Pista – Pavimento Tipo I 12

4.4 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS 13

4.5 ANÁLISE MECANICISTA 14

4.5.1 Modelos de Desempenho para a Verificação Mecanística 15

4.5.2 Resultados Obtidos – Pavimento Tipo I 17

4.5.3 Estrutura de Pavimento Adotada 18

5 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS 19

6 ESPECIFICAÇÕES 20

7 CONTROLE DEFLECTOMÉTRICO 21

8 ANEXO(S) 22

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** a memória de cálculo do **Projeto Executivo** de Pavimentação da implantação de BSO 02.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se no km 14,800 da rodovia BR-369/PR, no município de Cambará. O município localiza-se na região serrana do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 02'04.27"S, 50° 03'44.36"O.

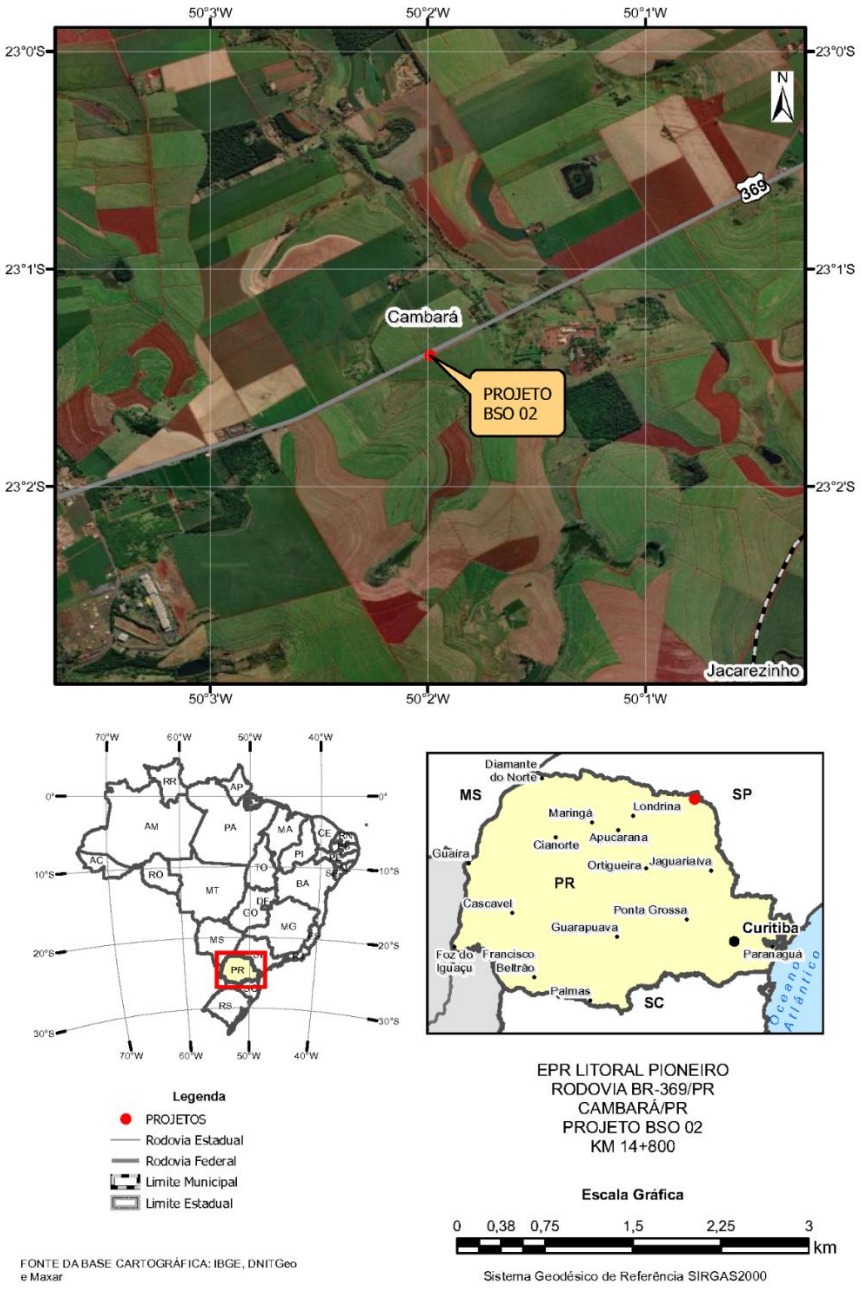


Figura 1 - Localização da Obra

2 OBJETIVO

A presente memória de cálculo tem por objetivo apresentar as considerações e parâmetros utilizados na concepção das estruturas do projeto executivo de pavimentação da BSO-02.

O dimensionamento das estruturas de pavimentos será realizado a partir da capacidade de suporte do subleito, traduzida pelo CBR de projeto e do número de operações do eixo simples padrão equivalente para o período de projeto de 10 anos.

3 PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto para o dimensionamento de estrutura do pavimento são:

- Número de solicitações de carga provenientes do tráfego;
- Capacidade de suporte do subleito.

As solicitações de carga do tráfego são de fundamental importância para o correto dimensionamento das estruturas de pavimento, uma vez que se relacionam intimamente com os esforços internos solicitantes na estrutura do pavimento, quando submetido ao carregamento pela passagem de veículos comerciais.

Obtida a partir de ensaios de caracterização dos materiais da fundação do pavimento, a capacidade de suporte do subleito tem grande influência no dimensionamento de uma estrutura viável técnica e economicamente, preservada de possíveis patologias que possam ocorrer de forma precoce.

3.1 TRÁFEGO

O Estudo de Tráfego foi elaborado com o objetivo de se calcular o Número “N” (número de solicitações equivalentes às do eixo padrão de 8,2 tf), parâmetro de entrada do dimensionamento do pavimento, obtidos a partir dos critérios do USACE (U.S. Army Corps of Engineers) e da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). No cálculo do número “N” apenas veículos comerciais são considerados, uma vez que os automóveis de passeio possuem cargas desprezíveis em comparação a esses veículos. Os valores para o número N, anuais e acumulados, durante o período de projeto são calculados com base nas projeções do tráfego, sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo composição presente e futura do tráfego.

Os resultados e metodologias utilizadas para o Cálculo do Número “N” são apresentados no relatório ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-E1-001. A tabela abaixo indica os valores de Número N, considerando o período de 10 anos, adotados em projeto.

Tabela 1 – Resumo dos Números “N” – Pista Crescente

SEGMENTO	N USACE	N AASHTO
BSO-02	$1{,}98 \times 10^5$	$1{,}15 \times 10^5$

3.2 SUPORTE DO SUBLEITO

Para o estudo do subleito das áreas de implantação de pavimento novo foram executadas sondagens a trado e poços de inspeção para determinação das características geotécnicas.

Os ensaios para a caracterização geotécnica foram realizados em amostras de solos coletadas na profundidade até 1,50 m.

Tabela 2 – Resumo dos ensaios para caracterização do subleito

Furo	CBR (%)	Exp. (%)	ɣ máx. (g/cm³)	H. Ótima (%)	Classif. MCT
ST-BSO2-01	20,8	0,02	2,043	9,94	LA'
ST-BSO2-02	20,0	0,12	1,953	11,28	LA'
ST-BSO2-03	21,1	0,11	1,974	11,46	LA'
PI-BSO2-01	17,6	0,06	1,952	12,09	LG'

A capacidade de suporte CBR das amostras de solos coletadas oscila entre 17,6% e 20,8% com expansão variando entre 0,02% e 0,12%. Os ensaios de compactação para o estudo do subleito foram realizados na energia do Proctor intermediaria.

A umidade ótima dos solos compactados varia entre 9,94% e 11,46% e a densidade seca aparente máxima oscila entre 1,952 g/cm³ e 2,043 g/cm³.

Todas as amostras de solos ensaiadas foram classificadas pela classificação MCT como LA' e LG' (laterítico arenoso e laterítico argiloso).

3.3 CBR DE PROJETO

Para o dimensionamento do pavimento será adotado o valor da capacidade de suporte de projeto (CBRP), obtido através do plano de amostragem para a análise estatística dos resultados dos ensaios, conforme preconizado no Manual de Pavimentação do DNIT. A distribuição estatística pressupõe que podemos estar 90% confiantes que não ocorrerão valores de CBR menores que CBRP (capacidade de suporte de projeto).

É apresentado abaixo a equação do valor mínimo provável (Xmín):

$$X_{min} = \overline{X} - \frac{1{,}29 \times \sigma}{\sqrt{N}} - 0{,}68 \times \sigma$$

Onde:

N = Número de amostras;
X = valor individual;
$\overline{X}$ = média aritmética;
σ = desvio padrão;
Xmín = valor mínimo provável, estatisticamente.

Através da equação apresentada acima calculou-se o valor mínimo provável considerado para o CBRP do trecho em estudo. O resultado está apresentado na tabela abaixo:

Tabela 3 – Cálculo do Valor Mínimo Provável

Média	$\bar{X}$	19,9
Desvio Padrão	σ	1,6
Nº Amostras	N	4
X_{min}	%	17,8
CBR_P	**%**	**17,0**

Observa-se que o CBR obtido no resultado do método estatístico foi de 17,8%, em favor da segurança, adotou-se o CBR_P = 17,0%

Nos locais onde o CBR apresentar valor inferior ao CBR de projeto (CBRP ≥ 17,0%) e/ou apresentar expansão maior que 2,0% recomendam-se a troca de solo, ou estabilização do mesmo, na espessura mínima de 60 cm, compactadas em camadas de, no máximo, 20 cm.

Para os locais de aterro, deverá ser executada camada final de terraplenagem (CFT) na espessura mínima de 60 cm, compactadas em camadas de, no máximo, 20 cm. O material utilizado na CFT deverá apresentar valor de CBRP ≥ 17,0% e expansão inferior a 2,0%.

3.4 ESTRUTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE

Foi verificada ainda, através de 1 poço de inspeção, os materiais constituintes das camadas dos pavimentos e suas respectivas espessuras. A seguir estão apresentados os boletins dos poços de inspeção executados ao longo do trecho de projeto.

N.A. (m)	Prof.(m)	Perfil Geológico	Descrição do Material
seco	0,10		Revestimento asfáltico
	0,19		Brita Graduada Simples
	1,50		Areia (fina) argilosa, pouco siltosa, marrom avermelhada

Figura 2 - PI-BSO2-001 – Estrutura de pavimento existente – Face Pista

N.A. (m)	Prof.(m)	Perfil Geológico	Descrição do Material
seco	0,09		Revestimento asfáltico
	0,12		Brita Graduada Simples
	1,50		Areia (fina) argilosa, pouco siltosa, marrom avermelhada

Figura 3 – PI-BSO2-002 – Estrutura de pavimento existente – Face Acostamento

Não se observou a presença de camada cimentada na estrutura de pavimento no poço de inspeção, portanto o pavimento da região estudada possui o comportamento do tipo flexível.

Devido ao ajuste geométrico, o projeto trata da ampliação contígua à pista existente em alguns casos, portanto devem ser tratadas as juntas construtivas longitudinais entre o pavimento novo e pista existente.

Recomenda-se que na fase de execução da obra, ao ser feita a demolição e remoção do pavimento da pista existente e/ou acostamento e aberta caixa para a implantação da nova estrutura, sejam identificadas as estruturas reais ocorrentes, ajustando os segmentos com necessidade de drenos subsuperficiais.

4 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE PAVIMENTO

Para o dimensionamento da estrutura de pavimento, utilizou-se o método de dimensionamento indicado no Manual de Pavimentação do DNIT (2006- Publicação-IPR-719) e a análise mecanicista para verificação e aprimoramento da estrutura.

4.1 CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

Os valores de Índice de Suporte dos materiais (ISC ou CBR) foram definidos para as condições ótimas de compactação com a energia de referência do Proctor Intermediária.

Através de dados de sondagens e dos ensaios realizados para a caracterização geotécnica do material, adotou-se para todo o segmento da pista com CBR do subleito ≥ 17,0%.

4.2 Tráfego

No método do DNIT são adotados os fatores de equivalência de carga do “U.S. Army Corps of Engineers (USACE)”. Para o dimensionamento da estrutura de pavimento da BSO, foi considerado o maior valor de número “N”.

A tabela a seguir apresenta o resumo dos valores de número “N” considerados nos dimensionamentos.

Tabela 4 - Resumo dos Números “N”

SEGMENTO	N USACE	N AASHTO
BSO-02	$1{,}98 \times 10^5$	$1{,}15 \times 10^5$

4.3 DIMENSIONAMENTO

O método DNIT tem como premissa básica a proteção do subleito contra a geração de deformações plásticas excessivas durante o período de projeto. Nele definem-se as espessuras equivalentes de pavimento necessárias para a proteção das camadas subjacentes em função do índice de Suporte Califórnia. Já as espessuras de cada camada são dadas em função de seus coeficientes de equivalência estrutural.

Para a camada betuminosa, recomenda-se a adoção de uma espessura mínima em função do número “N”, no intuito de se proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e evitar a ruptura do revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. Os valores mínimos para a espessura de revestimento são apresentados a seguir:

Tabela 5 - Espessuras Mínimas Recomendadas para Revestimento Betuminoso (Fonte: DNIT)

N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 1 \times 10^6$	Tratamentos superficiais asfálticos duplos e triplos
$1 \times 10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 1 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$1 \times 10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

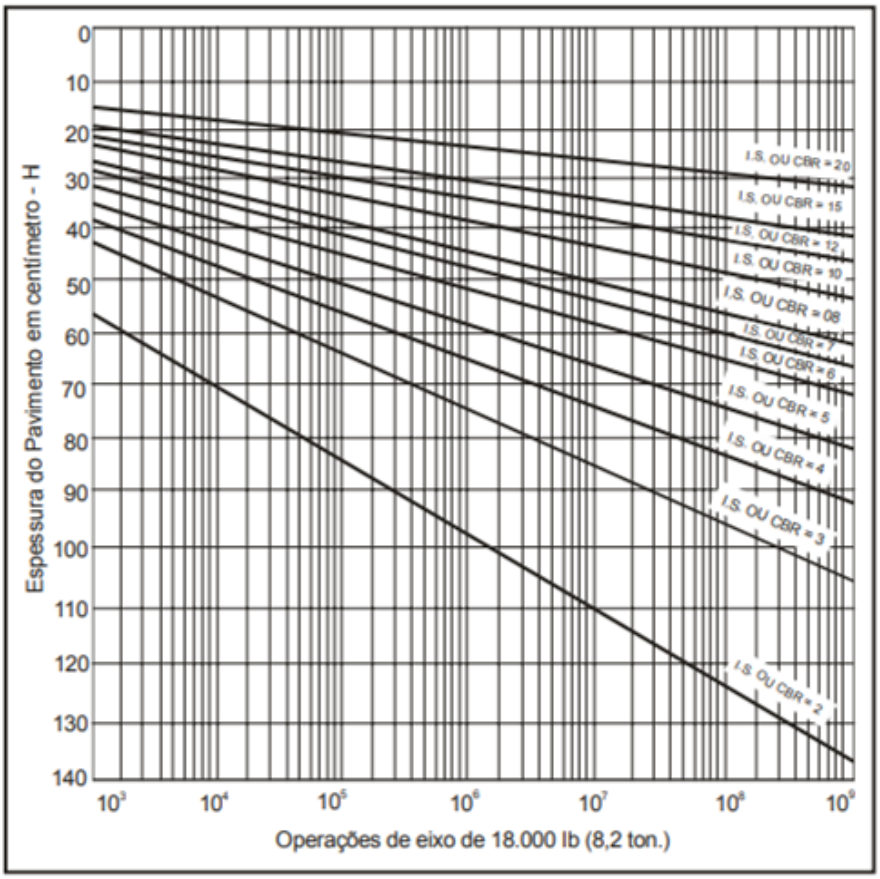
Para o dimensionamento da estrutura de pavimento flexível serão utilizadas as inequações e conceitos descritos no Manual de Pavimentação do DNIT.

- $R \times KR + B \times KB \geq H20$ (1)
- $R \times KR + B \times KB + h20 \times KSB \geq Hn$ (2)

Onde:

KR, KB e KSB representam os coeficientes estruturais do revestimento, da base e da sub-base, respectivamente; h20 a espessura da camada para material em CBR = 20%, Hn a espessura correspondente ao CBRproj = n.

As espessuras equivalentes Hn e H20 são obtidas através das expressões (1) e (2) acima apresentadas e pela equação da Figura 4, onde a espessura em termos de material granular é em função do número "N" e do valor de CBR do subleito e da sub-base.



$$H_t = 77{,}67 \cdot N^{0{,}0482} \cdot CBR^{-0{,}598}$$

Figura 4 – Ábaco de Dimensionamento – DNIT

4.3.1 Pista – Pavimento Tipo I

A partir da equação de dimensionamento constante no método e adotando as premissas apresentadas abaixo, obtêm-se as espessuras mínimas das camadas conforme figura 5:

- Tráfego: 1,98 x 10^5 solicitações do eixo simples padrão de 8,2 toneladas (N_{USACE});

- Suporte do Subleito: CBR = 17,0%;

- Camada de Base: BGS, na espessura (Hn), coeficiente estrutural de K = 1,00

- Camada de Sub-base: Macadame Seco, na espessura (Hn), coeficiente estrutural de K = 1,00

- Camada de Revestimento: Concreto Asfáltico na espessura (R). Em função das características do tráfego será adotada a espessura de 4,00 cm para a camada de revestimento asfáltico (KR = 2,0).

Método DNIT - BS0-2

Dados de Entrada

Número N (USACE)	**1,98E+05**
CBR subleito	**17%**
CBR sub-base	20%

Espessuras Equivalente (verificação)

Revestimento + Base	**H20**	23	cm
Revestimento + Base + Sub-Base	**Hm**	26	cm

Dimensionamento

Camada	Material	k	Hmin (cm)	Hproj (cm)	Hequiv (cm)	Hequiv acumulado (cm)	Aceite			
Revestimento	Concreto Asfáltico	2,0	-	4	8					
Base	BGS	1,0	15	20	20	28	>	**H20**	23 cm	SIM
Sub-Base	Macadame Seco	1,0	-2	0	0	28	>	**Hm**	26 cm	SIM

Observação
O fator de equivalência (K) de cada material é o proposto no Método do DNIT
A espessura mínima de revestimento é proposta no método do DNIT em função do número N.
As demais espessuras mínimas são calculadas pelas inequações do método de dimensionamento.
O (Hequiv) indica a espessura equivalente da camada para a proteção da camada inferior.
O (Hequiv acum) indica a espessura equivalente acumulada a ser comparada com os parâmetros de verificação (H20 e Hm).

Figura 5 - Dimensionamento pelo método DNIT – Pavimento Tipo I

4.4 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

As características dos materiais das camadas do pavimento foram definidas de acordo parâmetros típicos encontrados na literatura e informações enviadas pela concessionária. Abaixo são apresentadas as características:

a) Subleito

O módulo de resiliência do subleito foi estimado a partir da expressão de Heukelon e Klomp:

$$MR = 10 \times CBR$$

Onde:

MR = módulo de resiliência (MPa)

CBR = capacidade de suporte do solo (%)

De acordo com a equação acima, o módulo de resiliência mínimo será de 170 MPa e coeficiente de Poisson de 0,40.

b) Sub-Base

Para a camada de Macadame Seco foi estimado um módulo de resiliência de 200 MPa e coeficiente de Poisson de 0,35

c) Base

Para a camada de Brita Graduada Simples foi estimado um módulo de resiliência de 250 MPa e coeficiente de Poisson de 0,35.

d) Revestimento

Para a camada de revestimento asfáltico, com base em faixas de parâmetros estabelecidas na literatura nacional e definidas pela concessionária, foi adotado um módulo de resiliência de 4.000 MPa e coeficiente de Poisson de 0,30.

4.5 ANÁLISE MECANICISTA

As cargas dos veículos geram tensões e deformações no interior da estrutura do pavimento. Essas tensões e deformações variam em função da magnitude do carregamento, dos módulos de resiliência dos materiais, das espessuras das camadas constituintes do pavimento e da capacidade de suporte do subleito.

Dessa maneira, calcula-se os deslocamentos, tensões e deformações atuantes no interior do pavimento carregado, para posterior comparação com os valores admissíveis em função do tipo de material empregado na estrutura do pavimento e do número de solicitações do eixo padrão.

Para a determinação dos esforços internos, deformações e deslocamentos da estrutura do pavimento, empregou-se o programa computacional AEMC. O procedimento de cálculo adotado pelo programa idealiza o pavimento como um sistema elástico tridimensional de camadas sobrepostas, semi-infinito no plano horizontal. Os materiais são assumidos como sendo isotrópicos e homogêneos, com comportamento elástico linear.

O modelo para cálculo de tensões, deformações e deflexões adotado foi utilizado considerando as distâncias entre o centro geométrico das duas rodas do eixo simples de rodas duplas e a distância entre os centros de gravidade dos pares de roda. O modelo utilizado para a realização das análises mecanicistas pode ser observado na figura a seguir:

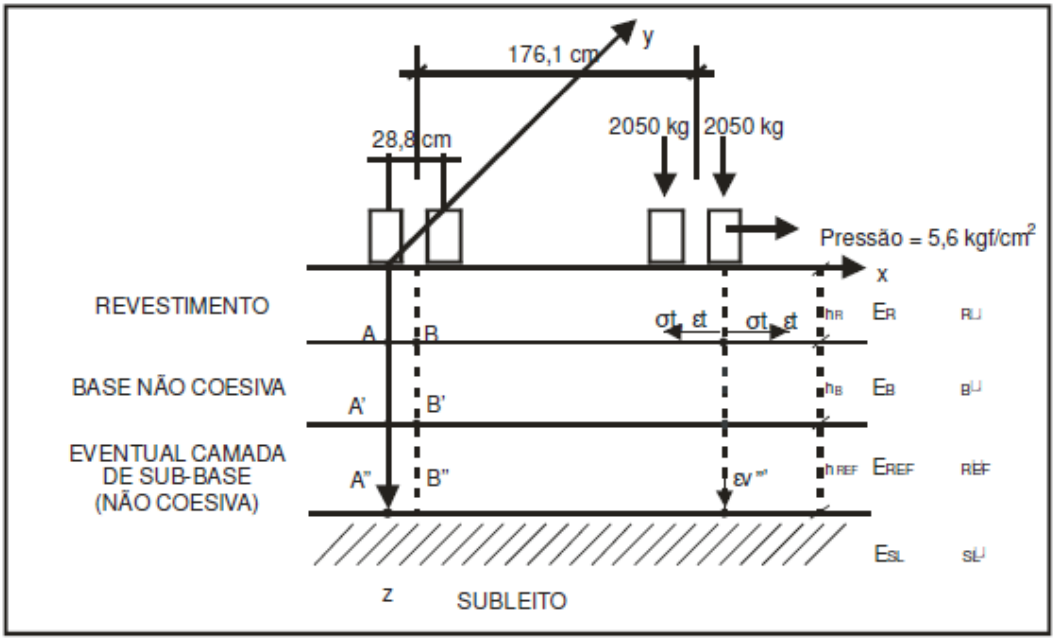


Figura 6 – Modelo para Cálculo de Tensões, Deformações e Deflexões

A condição de carregamento adotada nas simulações é um eixo simples de rodas duplas de com 8,2 tf. A carga é representada por uma pressão de contato p = 5,6 kgf/cm2, distribuída uniformemente sobre um círculo de raio r = 10,8 cm.

Foram calculados os deslocamentos, tensões e deformações da estrutura em seus locais críticos, ou seja: no topo da camada de concreto asfáltico (deslocamento vertical), na fibra inferior da camada de concreto asfáltico (deformação horizontal de tração) e no topo do subleito (deformação vertical de compressão).

4.5.1 Modelos de Desempenho para a Verificação Mecanística

Para a verificação mecanística do pavimento foram adotados os seguintes modelos de desempenho:

a) Verificação da Deflexão Máxima na Superfície

Para verificação da deflexão máxima na superfície do pavimento utilizou-se da expressão utilizada para o método DNER-PRO 269/94, apresentada a seguir:

$$logD_{adm} = k - n \times LogN_p$$

Onde:

N: número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf para o período de projeto (USACE).

k e n: coeficientes determinados por regressões lineares.

Adotou-se:

k = 3,148

n = 0,188

b) Verificação da Fadiga no Revestimento Asfáltico

A deformação horizontal de tração (εt) na fibra inferior da camada asfáltica é associada ao Número N, número equivalente de solicitações do eixo padrão rodoviário (de 8,2 tf), calculado com os fatores de equivalência de carga da AASHTO.

Para este estudo, foi adotado o modelo de fadiga da Federal Highway Administration (FHWA, 1976), dado pela expressão:

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$$

Onde:

N: número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf para o período de projeto (AASHTO);

εt: deformação específica horizontal na tração;

K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Adotou-se:

K = 1,092 x 10^{-6}

n = 3,512

c) Verificação da Deformação do Subleito:

O solo de fundação é normalmente o material menos resistente da estrutura, portanto é por ele que se inicia a verificação estrutural. Entretanto, uma vez confirmado o seu desempenho, é importante efetuar-se também a análise global para assegurar eventuais problemas devido ao fenômeno da deformação permanente.

A análise é feita comparando-se a máxima deformação específica vertical de compressão (εv) atuante no topo do subleito, considerando-se um sistema de camadas elásticas, comparando-as com os valores admissíveis correspondentes ao material utilizado.

Nos pavimentos rodoviários onde o tráfego é canalizado, a deformação permanente em geral se manifesta nas chamadas trilhas de roda. Essa deformação devida ao cisalhamento é um dos fatores que precisa ser levado em conta no projeto racional de pavimentos, objetivando-se minimizar as deformações totais dos mesmos.

O critério de fadiga para deformações verticais de compressão do subleito adotado neste trabalho é o de DORMON & METCALF de 1965:

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_v}\right)^n$$

Onde:

N: número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf para o período de projeto (USACE);

εv: deformação específica vertical de compressão;

K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Adotou-se:

K = 6,069 x 10^{-10}

n = 4,762

4.5.2 Resultados Obtidos – Pavimento Tipo I

Os parâmetros adotados para a análise mecanicista do pavimento dimensionado para a pista estão indicados na tabela abaixo:

Tabela 6 - Parâmetros Adotados – Pavimento Tipo I

Camada	Material	Espessura (cm)	MR (MPa)	υ (Poisson)
Revestimento	Concreto Asfáltico Modificado com Borracha – Faixa C	4,0	4.000	0,30
Base	BGS	20,0	250	0,35
Subleito	Regularização do Subleito CBR ≥ 17,0% Proctor - E.I.	semi-infinito	170	0,40

Na Tabela abaixo estão indicados os valores admissíveis e os valores atuantes da deformação horizontal de tração na fibra inferior da camada do Concreto Asfáltico, da deformação vertical de compressão no topo da camada do subleito e da deflexão

recuperável do pavimento em relação ao ponto de aplicação da carga obtidos através do Programa Computacional AEMC.

Tabela 7 - Resultados Obtidos – AEMC – Pavimento Tipo I

PARÂMETRO	D0 (10^{-2} mm)	εt (10^{-4} mm/mm)	εv (10^{-4} mm/mm)
Admissível	124,3	5,58	7,72
Atuante	51,0	2,93	6,69
Verificação	OK	OK	OK

4.5.3 Estrutura de Pavimento Adotada

Tabela 8 – Estrutura Adotada – Pavimento Tipo I

Camada	Espessura (m)
Concreto Asfáltico Modificado com Borracha – Faixa C	0,04
Pintura de Ligação – RR-1C	-
Pintura de Impermeabilizante - EAI	-
Brita Graduada Simples	0,20
Regularização do Subleito (CBR ≥ 17%) Proctor - E.I.	-

5 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

No estudo de ocorrência de materiais foram localizados os seguintes pontos de exploração comercial:

- Pavimento BSO 2
  - Concreto Asfáltico – Pedreira Pedra Norte
  - Base – Pedreira Santa Clara
  - Sub-base – Pedreira Santa Clara

As localizações podem ser consultadas no Relatório de Estudos Geológicos e Geotécnicos: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D1-001.

6 ESPECIFICAÇÕES

São necessários cuidados e controle na execução da estrutura, especialmente no que se refere à umidade e à compactação das camadas granulares e à usinagem e a aplicação das camadas asfálticas.

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e de materiais apresentadas nas especificações técnicas, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

Tabela 9 - Especificações Técnicas

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO - DER-PR	ESPECIFICAÇÃO - DNIT
CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO COM BORRACHA – FAIXA C	DER-ES-PA-28-23	DNIT-112/2009-ES
PINTURA DE LIGAÇÃO	DER-ES-PA-17-23	DNIT-145/2012-ES
IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA (EAI)	DER-ES-PA-17-23	DNIT-144/2014-ES
BRITA GRADUADA SIMPLES	DER-ES-PA-05-23	DNIT 141/2022-ES
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO CBR ≥ 17% Proctor - E.I	DER-ES-PA-01-23	DNIT-137/2010-ES
FRESAGEM A FRIO	DER-ES-PA-31-23	DNIT-159/2011-ES

As obras devem atender também às seguintes especificações de execução:

• Camada final de terraplenagem com ISC (Índice Suporte Califórnia) mínimo de 17,0% e expansão máxima de 2% nos locais de aterro, compactados na energia intermediária. Nos locais onde o solo apresentar valor de expansão maior que 2% e ou ISC menor que o ISC de projeto, deve-se obrigatoriamente tratar o mesmo ou substituir por material que atenda as características especificadas.

• Camada de base em Brita Graduada Simples que atenda a seguinte característica:

- Índice de suporte Califórnia (CBR) mínimo de 60 % na energia modificada;

• Camada de revestimento executada em Concreto Asfáltico Modificado com Borracha, tal que seja o módulo de resiliência mínimo de 4000 MPa.

7 CONTROLE DEFLECTOMÉTRICO

O controle deflectométrico deve ser realizado com Viga Benkelman, conforme tabela a seguir:

Tabela 10 – Deflexões Máximas Admissíveis

CAMADA DO PAVIMENTO	DEFLEXÃO (x 10^{-2} mm)
	PAV TIPO 1
CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO COM BORRACHA	47
BRITA GRADUADA SIMPLES	49
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	52

8 ANEXO(S)

DADOS DA ESTRUTURA								
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MASSA ESP (g/cm^3)	COMPORTAMENTO	MÓDULO (MPa)	k1	k2	k3	k4
1	4,0	2,4	LINEAR	4000	0	0	0	0
2	20,0	2,4	LINEAR	250	0	0	0	0
3	0,0	1,6	LINEAR	170	0	0	0	0

DADOS DO CARREGAMENTO	
Tipo:	Eixo duplo
Tipo de análise:	Eixo Completo
Número de rodas:	4
Carga de roda:	2,05
Pressão de Pneus (MPa):	0,56
Raio do Carregamento (m):	10,79
Distância entre rodas - Tx (m):	28,8
Distância entre eixos - Ty (m):	0
Bitola - Lx (m):	176,1

RESULTADOS																										
Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Sxy (MPa)	Syz (MPa)	Sxz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)	Exy (m/m)	Eyz (m/m)	Exz (m/m)	s1 (MPa)	s2 (MPa)	s3 (MPa)	e1 (m/m)	e2 (m/m)	e3 (m/m)	sOctNor (MPa)	sOctCis (MPa)
1	0,0	0,0	0,0	3,70	0,00	473,19	-0,31	1,29	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	-1,7E-04	3,5E-04	-7,3E-05	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,29	0,00	-0,31	3,5E-04	-7,3E-05	-1,7E-04	0,33	0,69
2	14,4	0,0	0,0	-8,02	0,00	510,27	1,99	2,30	5,6E-01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,8E-04	3,8E-04	-1,8E-04	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,30	1,99	0,56	3,8E-04	2,8E-04	-1,8E-04	1,62	0,76
3	0,0	0,0	4,0	2,85	0,00	474,21	0,16	0,06	2,0E-01	0,0E+00	0,0E+00	-9,8E-05	2,7E-04	-2,6E-04	5,0E-04	0,0E+00	0,0E+00	-1,1E-06	0,20	0,16	0,06	5,0E-04	2,7E-04	-2,6E-04	0,14	0,06
4	14,4	0,0	4,0	6,74	0,00	507,91	0,13	0,12	4,1E-01	0,0E+00	0,0E+00	1,6E-02	-2,3E-04	-2,9E-04	1,3E-03	0,0E+00	0,0E+00	1,8E-04	0,41	0,13	0,12	1,3E-03	-2,3E-04	-2,9E-04	0,22	0,14
5	0,0	0,0	24,0	-1,08	0,00	349,27	0,02	0,00	1,2E-01	0,0E+00	0,0E+00	-2,8E-04	-1,6E-04	-3,4E-04	6,7E-04	0,0E+00	0,0E+00	-4,6E-06	0,12	0,02	0,00	6,7E-04	-1,6E-04	-3,4E-04	0,05	0,05
6	14,4	0,0	24,0	23,53	0,00	334,31	0,02	0,00	1,2E-01	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-02	-1,7E-04	-3,1E-04	6,4E-04	0,0E+00	0,0E+00	3,1E-04	0,12	0,01	0,00	6,7E-04	-2,0E-04	-3,1E-04	0,04	0,05

Figura 7– Dados extraídos do AEMC

2.11. Sinalização

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-J1-001	Rev. 00
	Emissão: 11/09/2024	Folha: 1 / 13
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto Sinalização		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-J1-001 À 005 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO – PLANTA E DETALHES

Documentos Resultantes:

egis

00	11/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4
1.1 LOCALIZAÇÃO 4
2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E DISPOISITIVOS DE SEGURANÇA 6
2.1 GENERALIDADES 6
2.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL 7
2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL 8
2.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES 10
2.5 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA 10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 5

Figura 2 – Altura do aterro sifnificante.....11

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório, os Estudos Hidrológicos referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km 014+800

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

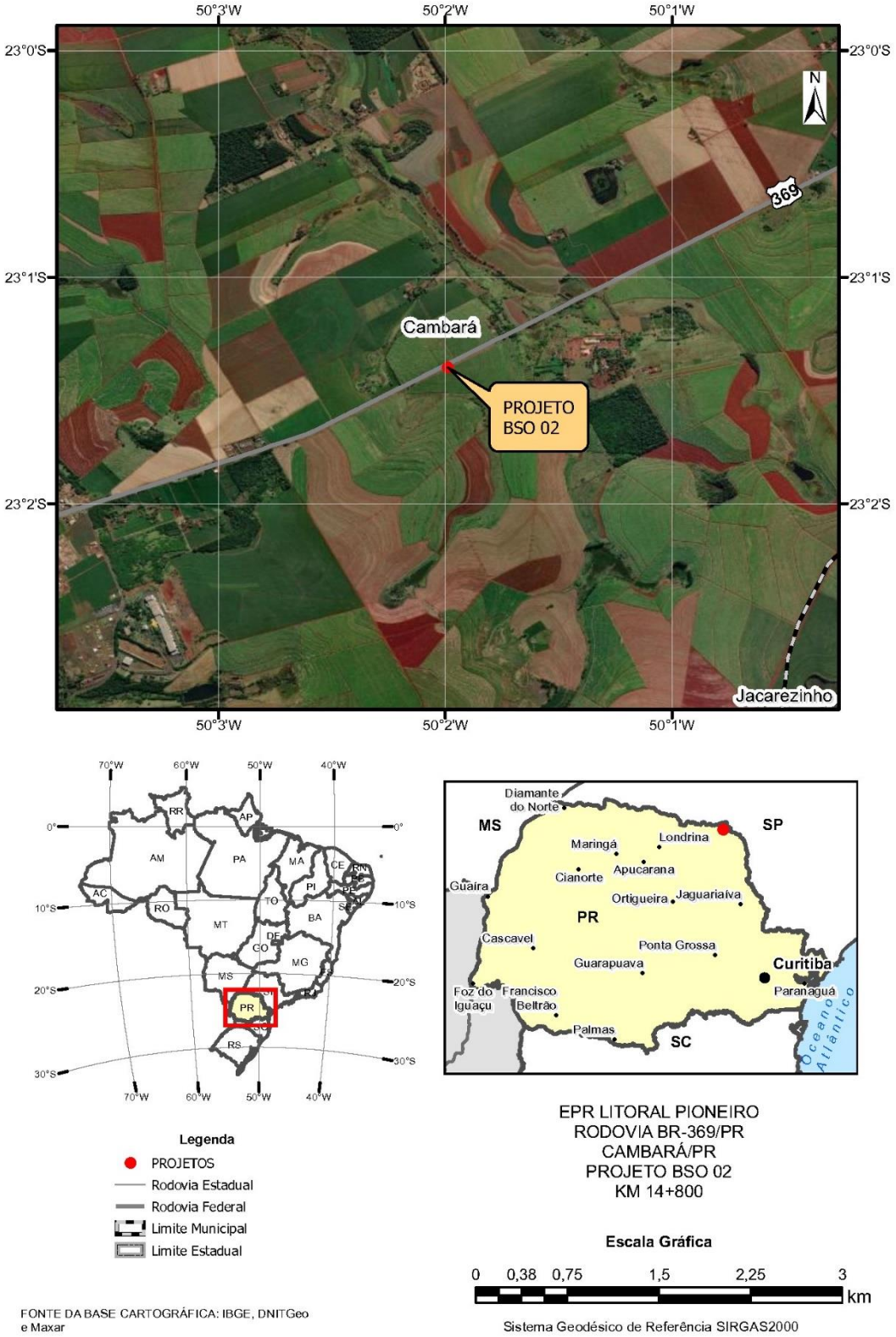


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E DISPOISITIVOS DE SEGURANÇA

O projeto de sinalização foi desenvolvido de acordo com as normas, especificações e orientações do CONTRAN, do DNIT, ABNT e do DER-PR, conforme as determinações do Novo Código de Trânsito Brasileiro.

Os critérios de fabricação, colocação, implantação, fixação, bem como os aspectos formais da sinalização, como ângulos, proporções, dimensões, cores e outros, seguem rigorosamente os critérios estabelecidos pelos manuais citados acima.

A sinalização horizontal é composta por linhas e faixas (longitudinais e transversais), marcas de canalização, setas, símbolos e legendas escritas no pavimento, cuja finalidade é organizar e controlar o fluxo de veículos e pedestres.

A sinalização vertical é constituída por dispositivos de controle de trânsito que transmitem informações e instruções aos usuários da via, mediante símbolos ou legendas pré-reconhecidas e regulamentadas pelo Código Brasileiro de Trânsito.

São colocadas em placas afixadas na posição vertical, ao lado da via ou suspensa sobre ela com seus devidos suportes e todos os acessórios mínimos necessários para uma boa sinalização.

Os dispositivos de segurança são elementos colocados de forma permanente ao longo da via, interseções, ramos e acessos, confeccionados em material flexível, maleável, semi-maleável ou rígido, de modo a proteger pessoas e minimizar danos.

Os dispositivos de segurança têm por objetivos:

- Reter, manter ou redirecionar os veículos desgovernados nas rodovias;
- Evitar ou dificultar a interferência de um fluxo de veículos sobre o fluxo oposto, áreas adjacentes ou obstáculos;
- Evitar que pedestres transponham um local determinado.

2.1 GENERALIDADES

O Projeto de Sinalização é dividido em quatro partes:

- PARTE 1: Compreende a implantação da sinalização vertical;
- PARTE 2: Compreende as pinturas para sinalização horizontal;
- PARTE 3: Dispositivos auxiliares;
- PARTE 4: Compreende os dispositivos de segurança tais como barreiras, defensas e gradis metálicos.

Para definição da sinalização viária a ser aplicada na Rodovia foram adotados os seguintes parâmetros de projeto:

- Velocidade regulamentada: 80 km/h (eixo);
- Largura de faixa de rolamento: 3.60 m (eixo);
- Classe IA, rodovia de Pista Dupla.

2.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal compreende no conjunto de marcas, quer sejam longitudinais, transversais ou diagonais, contínuas ou não, símbolos e legendas de diversos tipos aplicadas sobre o revestimento da rodovia, e que devem ser vistas tanto durante o dia quanto a noite, através da refletorização, obedecendo a critérios específicos para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

2.2.1. Classificação e dimensões

Para o projeto de sinalização horizontal foram adotados os seguintes critérios e dimensões:

- Linhas de bordo, com largura de 0,15m em ambos lados da via, na cor branca;

- Linhas divisórias de fluxos, com largura variando de 0,10m a 0,15m, que serão utilizados no eixo da pista, que podem ser:

- LFO-3 - Dupla contínua: utilizada nos acessos locais com fluxos opostos, com trecho em pista simples com proibição de ultrapassagem. Espessura 0,10m;
- LMS-2.b - Simples seccionada na cor branca, cadencia 4x12 (eixo do projeto duplicado) ou LMS-2.a - 2x6 locais em que a ultrapassagem é permitida. Espessura 0,10m.
- LMS-1 - Linhas de continuidade, com ou sem tacha, com espessura de 0,15m e extensão 30 m, nas aproximações as canalizações do dispositivo;
- LCO.b - Linha tracejada 2x2 com tacha, com espessura 0,15m na cor branca, nas travessias frente a acessos ligados diretamente ao eixo da pista duplicada;
- LCO.a - Linha tracejada 1x1 sem tacha, com espessura 0,15m na cor branca, nas travessias frente a acessos locais;

- LCA – Linhas de Canalização, com largura de 0,20m, nas cores branca (mesmo sentido) ou amarela (sentidos opostos) e afastamento entre si de 0,80m (para velocidades < 80 km/h) e 1,20m (para velocidades ≥ a 80km/h);

- Legendas ou inscrições no pavimento, como setas, números e legendas, conforme Contran.

2.2.2. Tipos de tinta

As pinturas longitudinais serão realizadas com resina acrílica a base de água, aplicada por aspersão com microesferas, para promover a retro-refletância da pintura.

As pinturas das legendas de solo e setas serão realizadas com acrílica a base de água, aplicada por extrusão com microesferas, para promover a retro-refletância da pintura.

A utilização das cores deve ser feita obedecendo aos critérios abaixo indicados e ao padrão Munsell indicado, de acordo com as normas da ABNT:

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5

2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical se define na utilização de placas (sinal) na posição vertical, fixada ao lado ou suspensa sobre a pista, por meio dos quais são fornecidas mensagens através de legendas ou símbolos, com propósito de regulamentar, advertir ou indicar o uso das vias pelos veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente, visando o conforto e segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego, e é composta de placas que são fixadas ao lado do passeio e em semi-pórticos sobre a rodovia, com características próprias de acordo com as suas funções, variando em cores, dimensões e formas.

Os tipos de placas são:

Placas de Regulamentação: com a finalidade de comunicar aos usuários as condições, proibições, restrições ou obrigações, no uso da via; com formato circular, fundo branco refletivo, orla e tarjas em vermelho refletivo e legendas e símbolos em preto não refletivo.

Placas de Advertência: visa alertar o usuário para as condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza sempre com caráter de recomendação; possuem fundo amarelo refletivo, orla e tarjas, legendas e símbolos em preto não refletivo.

Placas Indicativas: proporciona aos usuários informações úteis como distâncias aos destinos, direções, serviços públicos, postos de serviços e demais, com dimensões variáveis, fundo verde e/ou azul refletivo; setas, orlas e tarjas em branco refletivo e símbolos em preto não refletivo.

Placas Educativas: Os sinais educativos têm a finalidade de fornecer aos motoristas e pedestres preceitos gerais que o ajudem a praticar uma direção segura

na rodovia e, ainda, procedimentos básicos de segurança a serem adotados em situações de caráter geral; possuem fundo branco refletivo; orla e tarjas, legendas e símbolos em preto não refletivo.

Marcos quilométricos: devem ser posicionados transversalmente à via, obedecendo ao afastamento e altura de fixação indicados no item 2.3.1.1 - pág.73, e figuras 2.86 e 2.87 - pág.117 do Manual de Sinalização Rodoviária 1999 - DNER.

Todas as placas devem ser fixadas em suportes metálicos.

Os materiais e serviços da sinalização vertical deverão atender as especificações a seguir relacionadas:

- DNER-PRO-142/94 Localização e numeração de marcos quilométricos;
- NBR 14428/2013 Pórticos e Semi-pórticos - princípios para projeto;
- NBR 14644/2013 Sinalização viária - películas -requisitos;
- NBR 14891/2012 Sinalização vertical viária – placas.

2.3.1. Refletorização

Todos os sinais devem ser refletivos parcial ou inteiramente. A refletorização do sinal é obtida por sinais impressos ou por montagem com película refletiva.

As películas refletivas deverão obedecer à composição a seguir:

Os sinais devem apresentar as mesmas características de forma, dimensão e cor tanto na presença da luz natural quanto sob refletorização.

Nº	Placa	Fundo	Tarjas e Mensagens
01	Diagramática	Alta Intensidade (AI)	Alta Intensidade (AI)
02	Advertência	Sinal Impresso Alta Intensidade (AI)	
03	Regulamentação	Sinal Impresso Alta Intensidade (AI)	Alta Intensidade (AI)
04	Aérea	Alta Intensidade (AI)	Grau Diamante (GD)
		Alta Intensidade (AI) e ECFilm	

2.3.2. Fixação e suportes

Os suportes das placas de sinalização devem ser fixados de modo a mantê-las permanentemente na posição apropriada, evitando que oscilem com o vento ou que possam ser giradas ou deslocadas.

As placas colocadas nas margens ou sobre a via devem possuir suportes próprios de fixação: colunas simples, colunas duplas ou semi-pórticos simples.

Deverão ser utilizados os perfis metálicos laminados e galvanizados do Tipo C (PC), para placas de solo, incluindo placas de regulamentação e advertência.

A boca inferior dos sinais deve ficar, no mínimo, a 1,20 m de altura em relação à pista quando colocada lateralmente à via. Exceção feita aos sinais com gravatas, cuja altura da borda inferior deve ficar a 1,0m da pista.

Os sinais de regulamentação e advertência em vias urbanas (locais com passeio) devem ficar a uma altura mínima de 2,10 m em relação ao passeio quando colocados lateralmente a via as placas de orientação devem ser preferencialmente aéreas.

Os sinais devem ser implantados separadamente. Quando um sinal necessita de mensagem complementar, o conjunto deve ser colocado num só suporte.

Os sinais suspensos em semi-pórticos simples devem manter uma altura mínima de 6,5m em relação à pista.

O afastamento lateral dos sinais em relação à borda do pavimento em vias urbanas o afastamento mínimo será de 0,40 m em relação ao meio-fio.

2.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES

Em complementação à sinalização horizontal e visando melhorar a percepção do condutor quanto aos limites do espaço destinado ao rolamento e a sua separação em faixas de circulação, em especial no período noturno ou em dias chuvosos ou de neblina, foram projetados os seguintes dispositivos auxiliares: tachas refletivas mono e bidirecionais, com dimensão de 0,10m x 0,10m, sendo o corpo da tacha na cor branca/amarela e elemento retrorrefletivo na cor branca/amarela.

Ao longo do trecho rodoviário serão implantadas tachas refletivas monodirecionais de plástico nas linhas de borda (cadencia 12m), divisórias de fluxos no mesmo sentido (cadência 16m para 4x12 e cadência de 8m para 2x6), e canalização (cadencia 1,10m para velocidades < 80 km/h ou cadência de 1,60m para velocidades ≥ a 80km/h).

No eixo das linhas divisórias de fluxos opostos, deverão ser colocadas tachas bidirecionais refletivas de plástico (cadencia 16m).

2.5 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

Em função das características geométricas tais como, pistas em aterros e a existência de obstáculos fixos laterais que possam oferecer risco, definiram-se os locais onde há necessidade de utilização de dispositivos de segurança, conforme diretrizes da NBR 15486/2007 – Segurança no Tráfego – Dispositivos de contenção viária.

2.5.1. Barreiras tipo New Jersey

Utilizada nos seguintes casos:

- Nos encontros da pista com as obras de arte existentes ou projetadas;
- Em trechos de talude de corte com presença de obstáculos fixos próximos a lateral da pista;
- Paralela à via quando houver obstáculos fixos com distancia inferior a 1,50m do bordo da via;
- No canteiro central (entre pistas de fluxo contrário) com largura inferior a 9m.

2.5.2. Defensas metálicas

Indica-se defensas metálicas como proteção em situações de risco ao lado do acostamento externo, onde há desnível entre a pista e terreno (aterros/cortes) da plataforma, considerando-se a altura do aterro significante de acordo com o seguinte gráfico:

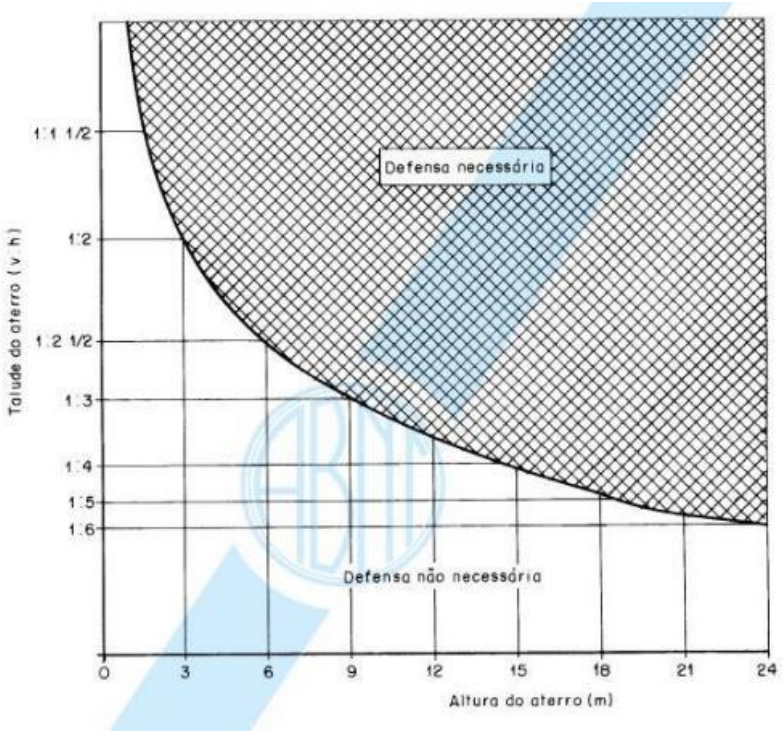


Figura 2 – Altura do aterro sifnificante.
Conforme NBR 6971/2012 Defensas metálicas – Projeto e implantação

2.5.3. Terminais

Os terminais têm a função de diminuir o impacto dos veículos com o dispositivo de segurança desacelerando gradualmente o veículo até sua parada, redirecionando-o com segurança. São eles:

2.5.3.1. Terminais amortecedores de impacto

Posicionados em bifurcações em nível ou em desnível, onde a velocidade da pista principal seja maior ou igual a 80km/h.

Equipamentos de segurança viária como os amortecedores de impacto precisam ser instalados de acordo com o Guia de Projeto Viário AASHTO, com os padrões locais e estaduais e conforme as instruções do fabricante.

2.5.3.2. Terminais amortecedores de energia

Ideal para as vias com velocidade de projeto maior ou igual a 80km/h. Consistem em um cabeçal de impacto acoplado a um sistema de laminas ou tubos, adequadamente ancorados, que ao receber o impacto do veículo frontalmente, o conduz a uma parada segura.

2.5.4. Dispositivos de transição

Independente da velocidade de projeto, a transição é necessária sempre que houver a necessidade de unir dois sistemas de contenção que apresentam diferentes níveis de rigidez.

A transição deve produzir um enrijecimento gradual, suave e continuo, do sistema menos rígido para o mais rígido, de modo a prevenir ou minimizar o efeito de embolsamento, enganchamento ou penetração do sistema na área de transição.

Devido à proteção da BSO contra colisões de veículos na beira da BR 369, houve a necessidade de implantação de dispositivos de segurança tipo Defensas Metálicas, para proteção aos veículos junto a obstáculos fixos, localizados às margens da Rodovia.

CÁLCULO DA LARGURA DA ZONA LIVRE

Pista Simples

ZLc = Lc x Kcz

- Velocidade = 80 km/h
- VDM = maior que 6.000
- Inclinação = 1(V):5(H) a 1(V): 4(H) - Lc = 7,5 a 8,5 m

Adotado ZL de 8,50m.

Defensas metálicas:

Classe lb, velocidade de 80 km/h

Nível de Contenção = H1 - ALTA (TB11+TB42).

Severidade no impacto= A.

Espaço de Trabalho = W4.

Intrusão = I4.

Seleção de nível de dispositivos de contenção: Alta.

2.12. Desvio de Tráfego

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-O2-001	Rev. 00
	Emissão: 11/09/2024	Folha: 1 / 7
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Desvio de Tráfego		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-O2-001 À 002 – PROJETO DE DESVIO DE TRÁFEGO – PLANTA E DETALHES

Documentos Resultantes:

egis

00b	11/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4

1.1 LOCALIZAÇÃO 4

2 PROJETO DE DESVIO DE TRÁFEGO 6

2.1 PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO E CRITÉRIOS UTILIZADOS 6

2.2 FASES DA OBRA 7

2.3 SINALIZAÇÃO DE OBRAS 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 5

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório, os Estudos Hidrológicos referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km014+800.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

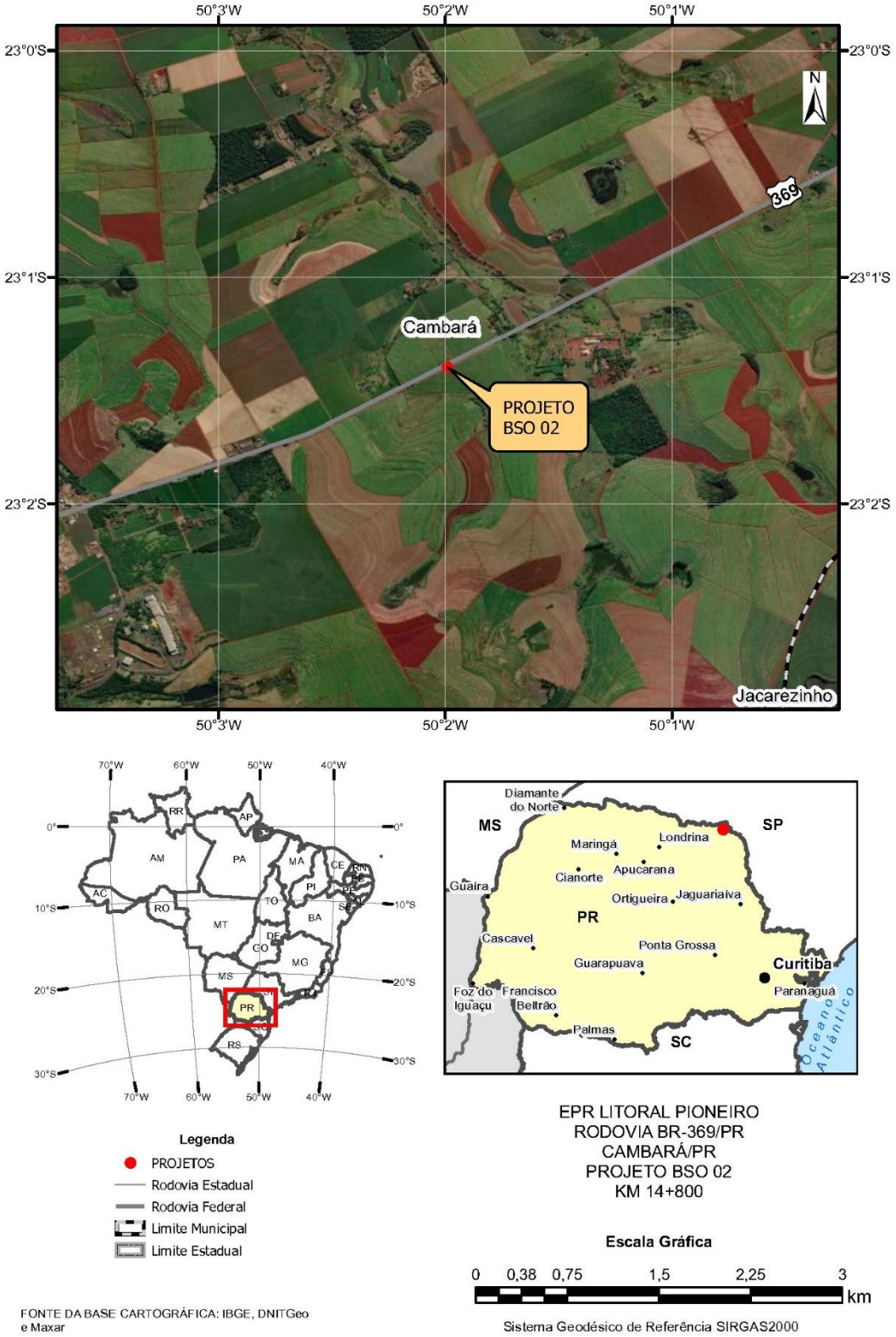


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 PROJETO DE DESVIO DE TRÁFEGO

O Projeto de desvio de tráfego visa limitar o contorno da obra de forma visível, protegendo não só os condutores de veículos e os pedestres como também os trabalhadores das obras.

Os trabalhos seguiram o “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias” do DNIT de 2010, estando ainda em conformidade, com a Resolução N° 160 do CONTRAN, que aprova o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro.

2.1 PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO E CRITÉRIOS UTILIZADOS

Uma condição básica para garantia da segurança e fluidez da via diz respeito à correta implantação e desativação da sinalização.

A colocação das placas de advertência e dispositivos de canalização (cones) precedendo a implantação do canteiro de obras proporciona intensa comunicação aos usuários.

Deve-se evitar a interrupção de tráfego em horário de pico e esclarecer os usuários quanto às dúvidas orientando nos casos em que forem obrigados a mudar temporariamente seus trajetos usuais, durante todo o período de execução das obras para reduzir ao mínimo os transtornos aos usuários.

Antes do início dos trabalhos devem ser contatados os órgãos públicos com autoridade sobre a malha viária do município, para compatibilização das etapas de execução dos diversos serviços com seus procedimentos e, eventuais intervenções em andamento nas vias, principalmente quando forem necessários desvios por outras vias locais.

Devem-se consultar as concessionárias de serviços que possuam redes, dutos ou cabos dentro da faixa de projeto e avisá-las sobre as obras.

As obras devem ser executadas com o número de equipes necessárias e tecnicamente dimensionadas para cumprimento dos prazos determinados no cronograma do empreendimento.

Como não houve interferência direta na pista principal da rodovia foi necessária apenas a interrupção de parte do acostamento com a sinalização de obras e bloqueio do mesmo.

2.2 FASES DA OBRA

O desvio de tráfego se dará nas seguintes fases:

- Fase 1: Execução do BSO e faixas de mudança de velocidade (bloqueio do acostamento com canalização, cilindro e barreiras);
- Fase 2: Sinalização (canalização com cilindro e barreiras);
- Fase 3: Liberação do acesso e tráfego no BSO.

2.3 SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Para o projeto de sinalização de obras foram utilizados:

- Dispositivos de obras;
- Sinalização vertical temporária;
- Dispositivos de segurança temporários.

2.13. Paisagismo

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-N2-001	Rev.: 00
	Emissão: 27/02/2025	Folha: 1 / 11
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 02	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto de Paisagismo		Aprovado:

Documento de Referência:

ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-N2-001 – PROJETO DE PAISAGISMO – PLANTA;
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-N2-002 – PROJETO DE PAISAGISMO – DETALHES DA CERCA;
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-N2-003 – PROJETO DE PAISAGISMO – DETALHES HIDROSSEMEADURA.

Documentos Resultantes:

egis

00	27/02/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

1.1 LOCALIZAÇÃO 5

2 PROJETO DE PAISAGISMO 7

2.1 GRAMA E PROTEÇÃO VEGETAL 7

2.2 CERCAS 10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo. 6

Figura 2 – Paspalum Notatum.....8

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidades totais de insumos a serem aplicadas. 8

Tabela 2 – Padrões mínimos de qualidade. 9

Tabela 3 – Cercas a construir. 11

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório, os Estudos Hidrológicos referente ao desenvolvimento do **Projeto Executivo** de implantação do BSO 02 na rodovia BR 369/PR no trecho do Km014+800.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

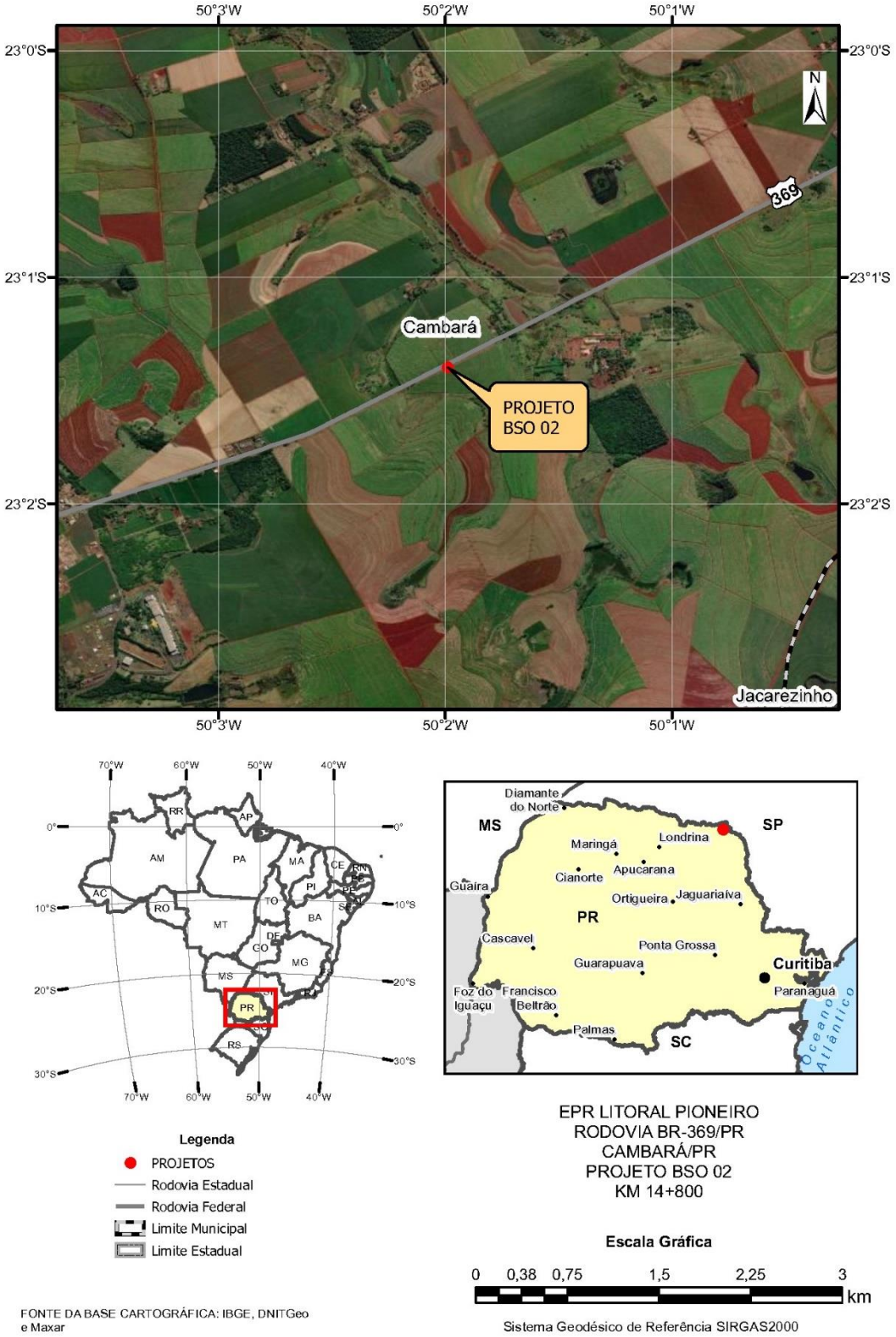


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo.
Fonte: Egis, 2024

2 PROJETO DE PAISAGISMO

O projeto de paisagismo foi desenvolvido visando identificar e quantificar as áreas com necessidade de revestimento vegetal, bem como especificar os procedimentos de execução dos serviços de plantio.

O objetivo do projeto é a integração da rodovia ao seu meio de inserção, tornando visualmente coerente e organizada a percepção dos elementos que constituem o conjunto do meio ambiente antropizado e natural.

Junto ao paisagismo foram incorporados os elementos do projeto de obras e serviços complementares, que foi desenvolvido com o objetivo de identificar e quantificar as áreas com necessidade de remoção e implantação de cercas, parada de ônibus e passeios.

Os itens subsequentes apresentam as especificidades, conceitos e critérios adotados no projeto de paisagismo:

2.1 GRAMA E PROTEÇÃO VEGETAL

O revestimento vegetal será executado sobre os taludes de corte e aterro e em áreas remanescentes afetadas pela execução das obras (canteiros centrais, caixas de empréstimo e/ou DME’s, áreas internas de alças de interseções, etc.).

O tipo de vegetação a ser utilizada foi escolhido entre as espécies nativas ou as já adaptadas a região do projeto, considerando-se:

- Porte;
- Tempo de crescimento;
- Tipo de raiz;
- Época de floração;
- Dimensão;
- Toxidade;
- Adaptação às características do solo;
- Cuidados necessários;
- Adequação à paisagem da região.

Foram escolhidas preferencialmente mudas de porte moderado, rápido crescimento, resistente à pragas e doenças e com custo reduzido.

Não são recomendadas espécies arbóreas caducas ou com queda de folhas em alguns meses do ano, principalmente próximo aos dispositivos de drenagem como valetas e grelhas. A queda e acúmulo de folhas podem interferir no funcionamento dos dispositivos.

Devido ao fato das áreas de implantação serem sujeitas à alta incidência de raios solares, preferiu-se a utilização de grama do tipo Batatais (Paspalumnotatum), conforme imagem abaixo:



Figura 2 – Paspalum Notatum

- **Enleivamento (grama em placas)**: plantio em canteiros de pequenas dimensões (até 5,00 m de largura), taludes de aterro, cortes de pequena altura e sem indícios de processos erosivos ou com materiais expansivos, taludes nas beiras de cursos d'água e ao longo de canaletas de drenagem;
- **Hidrossemeadura:** plantio em taludes de corte, áreas de bota fora, grandes superfícies remanescentes nas interseções, canteiros centrais e demais áreas afetadas pela implantação do projeto.

Abaixo, seguem as tabelas com as informações onde foram previstos a hidrossemeadura e o enleivamento.

Tabela 1 - Quantidades totais de insumos a serem aplicadas.

APLICAÇÃO DE HIDROSSEMEADURA				
LOCALIZAÇÃO		LADO	TIPOLOGIA	ÁREA (m²)
INICIAL	FINAL	(D/E)		
0+000,0	18+16,05	D	BSO-02	1.306,390
19+4,00	27+18,432	D	BSO-02	701,965
TOTAL – BSO-02				2.008,355

APLICAÇÃO DE ENLEIVAMENTO				
LOCALIZAÇÃO		LADO	TIPOLOGIA	ÁREA (m²)
INICIAL	FINAL	(D/E)		
10+9,820	12+1,00	D	BSO-02	102,71
13+18,45	14+18,30	D	BSO-02	164,64
0+000,0	27+18,432	D	BSO-02	885,74
TOTAL – BSO-02				1.153,09

2.1.1. Plantio

O terreno deve ser preparado com a retirada de todo o material inerte, tais como pedras e restos de madeira.

Todo o plantio de grama em leivas (placas) deve ser estaqueado e coberto com terra vegetal. As placas devem estar livres de espécies invasoras, com tamanho uniforme e plantadas lado a lado, sem espaços livres entre placas.

Para a execução da hidrossemeadura, será preparada uma mistura contendo adubo, mulch, adesivo e sementes. O mix de sementes deve ser composto por espécies previamente determinadas entre gramíneas e leguminosas, com Valor Cultural mínimo calculado pela fórmula:

$$VC = \frac{\%_{pureza} \cdot \%_{germinação}}{100}$$

Seguem os padrões mínimos de qualidade exigidos para cada espécie:

Tabela 2 – Esquema de Hidrossemeadura

OBS: A HIDROSSEMEADURA SERÁ APLICADA EM TODOS OS TALUDES, CONFORME COQUETEL ABAIXO:				
COQUETEL DE SEMENTES TIPO "c"				
NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	KG/há	
			CORTE	ATERRO
DECUMBENS	BRACHIARIA	GRAMINEA	70	70
BRIZANTHA	BRACHIARIA BRIZANTHA	GRAMINEA	70	70
CAPIM-GORDURA	MELINIS MINUTIFLOTRA	GRAMINEA	15	-
HUMDICOLA	BRACHIARIA HUMIDICOLA (UTILIZAR EM ÁREAS ÚMIDAS)	GRAMINEA	-	35
CALOPOGÔNIO	CALOPOGONIUM MUCUNOIDES	LEGUMINOSA	10	10
SOJA PERENE	NEONOTONIA WIGHTII	LEGUMINOSA	10	10
CENTROSEMA	CENTROSEMA PUBESCENS	LEGUMINOSA	10	10
FEIJÃO GUANDU	CAJANUS CAJAN	LEGUMINOSA	-	-
TOTAL			185	205

QUANTIDADES TOTAIS DE INSUMOS A SEREM APLICADAS		
	INSUMOS BÁSICOS	QUANTIDADE (KG/há)
1.0	SEMENTES	150 -300
2.0	FERTILIZANTES	
2.1	ADUBO NPK-4-14-8	500 - 750
2.2	FOSFATO NATURAL	500 - 750
3.0	ADUBAÇÃO COBERTA	
3.1	SULFATO DE AMÔNIA	80 - 250
3.2	SUPERFOSFATO SIMPLES	80 - 250
4.0	MULCH	1000 - 1500
5.0	ADESIVO ORGÂNICO	150 - 300
6.0	COMPOSTO ORGÃNICO	2000 - 5000

As sementes devem ter sua procedência garantida, ou seja, devem ser utilizadas apenas sementes com a produção fiscalizada.

A empresa contratada para a execução dos serviços de paisagismo deve apresentar a formulação aplicada na hidrossemeadura para avaliação e aprovação da Fiscalização.

Nas superfícies da hidrossemeadura serão aplicadas duas camadas de fertilização nitrogenada após a germinação, aos 60 e 120 dias, aproximadamente.

2.2 CERCAS

As cercas são os dispositivos delimitadores da faixa de domínio de uma rodovia, e devem ser implantadas ao longo dela, exceto nas travessias de grandes cursos d'água, entroncamento com outras estradas e nos pontos em que julgadas desnecessárias.

As cercas deverão ser implantadas, nos locais indicados no projeto de serviços complementares, no alinhamento da faixa de domínio da rodovia.

As cercas são constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores, mourões de escoras, todos em concreto e de quatro fios de arame farpado, conforme projeto tipo do DNIT do álbum de dispositivos de obras complementares.

Foram identificados e quantificados os trechos com necessidade de remoção das cercas existentes devido à interferência com taludes de terraplenagem e dispositivos de drenagem projetados.

Da mesma forma, foram especificados os locais de implantação de cercar novas para a vedação parcial da faixa de domínio da rodovia, conforme características de cada subtrecho.

Abaixo seguem os segmentos com a necessidade de cercas.

Tabela 3 – Cercas a construir.

CERCAS A CONSTRUIR						
N°	AZIMUTE	INÍCIO - COORDENADA EM		FINAL - COORDENADA EM		EXTENSÃO (m)
01_02	S61° 59' 25"W	599.334,77	7.453.772,41	599.006,06	7.453.597,56	372,31
03_04	S61° 59' 25"W	598.992,22	7.453.590,20	598.787,14	7.453.481,11	232,29

2.14. Arquitetura

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-P1-001	Rev.: 00
	Emissão: 08/10/2024	Folha: 1 / 20
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto Executivo de Arquitetura		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P1-001 A 017 – PROJETO EXECUTIVO DE ARQUITETURA

Documentos Resultantes:

egis

00c	22/01/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00b	28/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00a	08/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 PROPOSTA DE PROJETO 3

1.2 LOCALIZAÇÃO 3

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE ARQUITETURA 5

2.1 OBJETIVO 5

2.2 REQUISITOS DE PROJETO 5

2.3 CRITÉRIOS DE PROJETO 6

2.4 MATERIAIS E ACABAMENTOS 9

2.4.1 Fechamentos 9

2.4.2 Cobertura 10

2.4.3 Telhamento 10

2.4.4 Esquadrias 10

2.4.5 Ferragens 11

2.4.6 Vidros E Espelhos 12

2.4.7 Revestimentos 12

2.4.8 Revestimentos 13

2.4.9 Rodapés, Soleiras E Peitoril 14

2.4.10 Pinturas 14

2.4.11 Paredes e Tetos Internos 14

2.4.12 Paredes e Tetos Externos 15

2.4.13 Forros externos e internos 15

2.4.14 Louças, Metais E Acessórios 15

2.4.15 Acessórios 17

2.4.16 Comunicação visual 19

2.5 LIMPEZA GERAL DA OBRA 19

2.6 LEGISLAÇÃO ARQUITETÔNICA APLICADA 19

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto **Executivo** de Arquitetura de implantação da BSO 02. Cambará.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

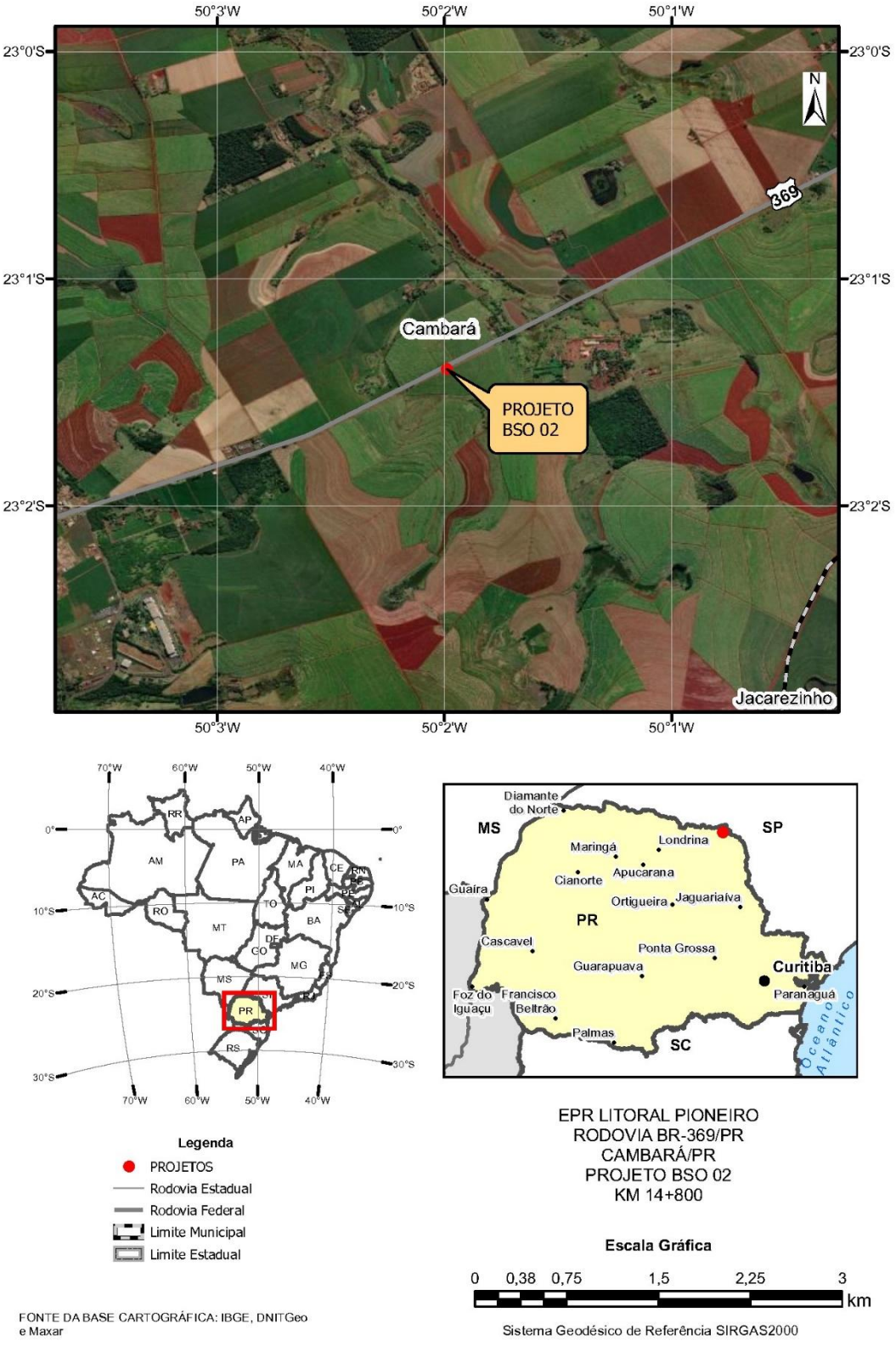


Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE ARQUITETURA

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Projeto Executivo** de Arquitetura relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

2.2 REQUISITOS DE PROJETO

As bases são destinadas para atendimento aos usuários, apoio operacional e estacionamento dos veículos operacionais com atendimento pré-hospitalar. Assim, o projeto de arquitetura observou os requisitos estabelecidos no PER do Contrato de Concessão, listados a seguir:

- As BSO/SAU terão, no mínimo, 220 m² de área edificada e 2.000 m² de área total, com as seguintes unidades básicas: depósito, escritório, copa/refeitório, vestiários (feminino e masculino), sanitários (feminino, masculino e portador de necessidades especiais). Deve ter infraestrutura com sanitários masculino, feminino, adaptados para PNE exclusivos para os usuários, ambiente exclusivo para fraldário (climatizado), sala de atendimento (climatizada) e água potável;
- Deve disponibilizar atendimento aos usuários, 24 horas por dia, 7 dias por semana, incluindo sábados, domingos e feriados;
- Toda a operação das bases será permanentemente acompanhada por câmeras CFTV;
- Deverão dispor de instalações de atendimento aos usuários, através de atendentes ou Totens de Atendimento. O Totem de Atendimento deverá permitir ao usuário contatar o CCO da Concessionária por vídeo chamada, bem como permitir acesso à internet e informações inerentes à concessão;
- Deve disponibilizar rede wireless com acesso à internet, gratuita, na sala de atendimento, para que o usuário possa conectar-se com seu aparelho próprio (notebook, smartphone etc.);
- As BSO/SAU deverão dispor de área para estacionamento, pavimentada, para no mínimo 6 veículos leves e no mínimo 2 veículos pesados, sendo destinadas

exclusivamente para uso dos usuários. Deverão dispor também de área reservada aos veículos de atendimento, espaço condizente com a manobra destes veículos, além de tapers de entrada e saída, iluminação e sinalização indicativa;

- As BSO/SAUs deverão dispor de local próprio para a guarda de animais, que ali deverão ser depositados pelos veículos de apreensão de animais e permanecer até sua destinação final.

2.3 CRITÉRIOS DE PROJETO

O projeto destina-se ao detalhamento das edificações que compõem as instalações da Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, com Serviço de Apoio ao Usuário (SAU), serviços de APH (Apoio Pré-Hospitalar) e depósitos.

Além das edificações, a BSO também conta com área de estacionamento descoberta de veículos de passeio para usuários e coberta para estacionamento dos veículos operacionais e ambulância. Também haverá uma vaga, com 40,00m de extensão para estacionamento de caminhões.

O partido arquitetônico foi concebido de forma a atender todas as necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, acústico, ergonômico e funcional dos colaboradores e usuários.

Operação

As instalações de operação foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

O edifício principal está segmentado em dois setores, sendo uma operacional e outra de atendimento ao usuário, de forma a evitar que o fluxo dessas duas áreas se misture. Os acessos a esses setores são distintos, os ambientes destinados aos usuários estão voltados para a parte lateral que dá acesso ao estacionamento de usuários e o acesso dos funcionários está na fachada lateral oposta, voltada para as vagas de veículos operacionais.

A área de APH é fisicamente separada do edifício principal e conta com os ambientes necessários para lavagem da ambulância e equipamentos, manutenção da assepsia, cuidados sanitários necessários e descarte de resíduos provindos dos atendimentos.

O espaço prevê vagas cobertas para estacionamento de veículos operacionais: guincho leve e pesado, ambulância, caminhão pipa, caminhão boiadeiro.

Economia

A concepção promove a racionalização dos recursos humanos na operação dos sistemas, reduzindo o uso intensivo de mão de obra.

Controle e segurança

Os acessos para funcionários e usuários são separados de forma a evitar o cruzamento de fluxos. Os acessos da edificação serão monitorados por sistema de CFTV.

Manutenção

Calhas farão a captação pluvial das duas águas do telhado, o que minimiza infiltrações e propicia fácil acesso e manutenção da cobertura.

A concentração das áreas molhadas facilita a manutenção das instalações de água e esgoto.

A utilização de revestimento cerâmico nos pisos e paredes dos sanitários e vestiários facilita a limpeza e higienização necessárias nesses ambientes.

Acessibilidade

A acessibilidade atende ao prescrito na Lei n° 10.098, de 19 de dezembro de 2.000, NBR 9050/2020 e NBR 16537/2016.

Serão projetadas rampas de acesso desde a vaga do estacionamento reservada para PCD com inclinação máxima de 8,33%. As rampas de adequação da calçada do entorno da edificação para o acesso principal, fraldário e sanitários públicos, possuirão inclinação menor do que 5%.

Para possibilitar acesso de pessoas com deficiências visuais, haverá instalação de piso tátil, conforme NBR 16537/2016, em toda a área de acesso público.

As portas dos ambientes com acesso público serão dimensionadas de acordo com a NBR 9050/2020. Nos ambientes com acesso público o raio de circulação interna é maior que 1,50m. Está prevista instalação de barras de apoio nos sanitários público adaptados de acordo com a norma.

Abaixo detalhamos os ambientes que compõe cada edificação e suas respectivas áreas.

O **Edifício Principal** é composto por:

- Almoxarifado – Área = 1,90m²;
- Atendimento ao Usuário – Área = 5,06m²;
- Circulação – Área = 9,35m²;

- Copa / Refeitório – Área = 7,66m²;
- Depósito de Material de Limpeza - DML - Área = 2,00m²;
- Dormitório Feminino – Área = 5,57m²;
- Dormitório Masculino – Área = 5,57m²;
- Fraldário - Área = 3,61m²;
- Instalações Sanitárias Femininas – Público – Área = 1,98m²;
- Instalações Sanitárias Masculinas – Público – Área = 1,98m²;
- Instalações Sanitárias PCD – Público (SAU) – Área = 3,72m²;
- Instalações Sanitárias PCD – Funcionários (BSO) – Área = 3,59m²;
- Instalações Sanitárias / Vestiários Femininos - Funcionários - Área = 6,83m²;
- Instalações Sanitárias / Vestiários Masculinos – Funcionários - Área = 6,83m²;
- Sala de Estar / Escritório - Área = 4,74m²;

O **Edifício de APH** (Apoio Pré-Hospitalar) é composto por:

- Sala de utilidades / expurgo – Área = 8,35m²;
- Depósito de resíduos biológicos / perfurocortantes – Área = 2,43m²;
- Depósito de equipamentos / materiais higienizados – Área = 2,61m²;
- Sistema coletor e de tratamento de resíduos hospitalares (subterrâneo).

O **Edifício de Depósitos** é composto por:

- Depósito de materiais de sinalização - Área = 6,04m²;
- Depósito de resíduos comuns – Área = 1,98m²;
- Depósito de resíduos recicláveis – Área = 4,83m²;
- Depósito de serragem – Área = 6,34m²;

Vaga de ambulância e vagas de veículos operacionais cobertas – Área = 127,27m²;

As áreas totais a serem construídas estão descritas na tabela abaixo:

TABELA DE ÁREAS	
LOCAL	ÁREA
ED. OPERACIONAL	76,61 m²
APOIO À AMBULÂNCIA	16,21 m²
DEPÓSITOS	21,20 m²
COBERTURA VEÍCULOS OP.	127,27 m²
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	225,08 m²
ÁREA TOTAL IMPLANTAÇÃO	2961,67 m²

ÁREAS DE APOIO TÉCNICO

- **Abastecimento de água** será realizado por meio de poço artesiano e armazenamento em torre d'água (para detalhes consultar projeto específico);
- **Armazenamento de águas pluviais** em cisterna subterrânea para utilização na rega de área ajardinada e lavagem de áreas externas;
- **Fornecimento de energia elétrica** será via rede pública, com edificação para entrada de energia delimitada em projeto;
- **Tratamento de Esgoto** será via sistema de fossa séptica e sumidouro como descrito em projeto;
- Para **Armazenagem de Cilindros**, há área descrita em projeto, projetada respeitando as normas vigentes.

2.4 MATERIAIS E ACABAMENTOS

2.4.1 Fechamentos

Os fechamentos do Ed. Operacional e APH serão em **blocos de concreto celular autoclavado**, com espessuras de 7,5cm. Os depósitos serão executados em alvenaria convencional, com **bloco cerâmico nas dimensões 19x14x39cm**. Os fechamentos deverão

ser executados atendendo a todas as exigências das normas técnicas referentes aos requisitos mínimos de desempenho estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade. A execução deve prever boas condições em relação à saúde dos funcionários (evitar emissão de poeira, ruídos etc). Os materiais que compõem os vedos devem estar de acordo com os Programas Setoriais da Qualidade do PBQP-H, ou serem testados em laboratórios idôneos de terceira parte.

2.4.2 Cobertura

A cobertura do Edifício Operacional, APH, Depósitos e das vagas de veículos operacionais e de ambulância será em **estrutura metálica** com fechamento em **telhas metálicas galvanizadas**. Será utilizado aço ASTM – A36, além de chapas para ligações, parafusos, porcas, arruelas e chumbadores.

2.4.3 Telhamento

Telhamento será com **telha de aço/alumínio** e=0,5 mm, com até 2 águas, incluso içamento. Os parafusos para fixação serão os recomendados pelo fabricante.

Serão utilizados rufos, contra rufos, pingadeiras, cumeeiras e calhas de chapa de aço galvanizados de 0,65mm de espessura nas coberturas dos prédios. Serão pintados com tinta esmalte sintético na cor cinza após tratamento das chapas com fundo alquídico tipo SUPERGALVITE ou similar.

A fixação das peças na estrutura de sustentação será realizada na face superior das ondas, por meio de parafusos tipo vedação/fixação, visando evitar o deslocamento das telhas e possíveis infiltrações. As peças de acabamento e arremates deverão ser assentadas segundo as especificações dos fabricantes e detalhes do projeto.

O trânsito sobre o telhado somente será permitido sobre tábuas ou chapas de madeira adequadamente apoiadas nas telhas.

2.4.4 Esquadrias

Esquadrias Metálicas

Serão instaladas janelas de correr com 2 folhas, ou 3 folhas com veneziana em alumínio com pintura eletrostática cor branco, conforme dimensões e especificações do projeto com acessórios de primeira qualidade, tipo Papaiz ou similar. Considerar alisar, acabamento e contramarco. Todas as janelas deverão possuir grade em alumínio de proteção na face interna.

Portas e batentes em alumínio com veneziana com acabamento em pintura eletrostática cor branco e em alumínio anodizado natural com venezianas de alumínio para as divisórias

dos banheiros e vestiários nas áreas operacionais com acessórios, maçanetas e dobradiças de primeira qualidade tipo Papaiz ou similar conforme dimensões do projeto.

Esquadrias de Madeira

Todas as esquadrias de madeira (certificadas FSC ou Cerflor) deverão ser fornecidas e instaladas com ferragens, dobradiças e demais acessórios pertinentes.

As esquadrias de madeira deverão obedecer rigorosamente, quanto à localização e execução, às indicações do projeto arquitetônico. As portas devem estar perfeitamente secas em estufa, isentas de quaisquer marcas de brocas, nós, presença de alburno ou outros defeitos que alterem a sua durabilidade, resistência ou aparência. Deverão ser previamente tratadas com produto cupinicida.

Porta das instalações sanitárias PCD: As portas de acesso das instalações sanitárias para PCD deverão receber, em sua parte inferior, na face oposta ao da abertura da porta, revestimento em chapa de aço galvanizado de 0,5mm, até a altura de 0,40m a partir do piso. Deverão também possuir, na mesma face um puxador.

A instalação das esquadrias deverá obedecer ao alinhamento, prumo e nivelamento indicados no projeto. Parafusos, cavilhas e outros elementos para a fixação das peças de madeira serão aprofundados em relação às faces das peças, a fim de receberem encabeçamento com tampões confeccionados com a mesma madeira. Se forem utilizados, os pregos deverão ser repuxados e as cavidades preenchidas com massa adequada, conforme especificação de projeto ou orientação do fabricante da esquadria.

2.4.5 Ferragens

Orientações Gerais

As ferragens para esquadrias deverão ser precisas no funcionamento e ter acabamento perfeito, sendo de fabricação Fama, Papaiz ou similar.

As ferragens a serem instaladas nas esquadrias deverão obedecer às indicações e especificações do projeto quanto ao tipo, função e acabamento. As ferragens serão fornecidas juntamente com os acessórios, incluindo os parafusos de fixação nas esquadrias.

Para portas de abrir será utilizada fechadura externa com maçaneta do tipo alavanca, roseta e espelho em latão, testa e contra-testa em aço inoxidável; cilindro em latão maciço.

As dobradiças para as portas serão em metal polido, sendo três unidades por porta, com dimensões 3x3”, de fabricação Fama, Papaiz ou similar.

Em todas as portas de entrada de instalações sanitárias deverá ser utilizada Mola Hidráulica Aérea com regulagem de força e da velocidade por válvulas independentes reversível para portas à direita ou à esquerda.

A fechadura para a porta externa será do tipo cilindro central, da marca Fama, Papaiz ou similar, e acabamento em metal cromado.

2.4.6 Vidros E Espelhos

Vidro Impresso

Os vidros das janelas dos sanitários e vestiários serão do tipo mini boreal ou impresso com espessura mínima de 3mm.

Espelhos

Os espelhos dos banheiros serão do tipo cristal incolor na largura da bancada, altura de 1,00 m e espessura de 4 mm, sem moldura, de parede de sobrepor com finesson, ou similar, fixados com parafusos apropriados com capa redonda e chata.

Todos os espelhos a serem empregados deverão ser recozidos e planos e deverão vir cortados nas medidas corretas, lapidadas e polidas, e não deverão apresentar defeitos de corte.

2.4.7 Revestimentos

Parede

Os serviços de revestimento deverão ser iniciados somente depois de concluídos os serviços de concreto, alvenaria, fixações, chumbamento em geral, instalações e, anteriormente à execução dos pisos.

Todas as superfícies a serem revestidas com argamassas deverão ser molhadas com água limpa, anteriormente à aplicação dos revestimentos. Os serviços deverão ser executados por profissionais treinados, respeitando as aplicações relativas aos tempos mínimos e máximos prescritos pelos fabricantes e/ou fornecedores do material, observando sempre as normas da ABNT pertinentes, e com princípios de limpeza e segurança do trabalho.

Revestimento Cerâmico em Paredes

Nas faces internas das paredes dos sanitários, vestiários e copa/cozinha, dentre outras indicadas em projeto, deverão ser aplicados azulejos brancos, 25x35 cm com resistência PEI-3, da marca Incefra ou similar, até o teto, assentados com argamassa industrializada tipo cimentcola, ou similar. Paginação conforme projeto Arquitetônico.

Os azulejos deverão ter coloração uniforme, arestas bem definidas, esmalte resistente, resistência ao gretamento e ao ataque químico.

O assentamento deverá ser procedido a seco, com emprego de argamassa industrial tipo cimentcola, encontrada no mercado.

Estas superfícies deverão ser limpas, ficando isentas de óleos, graxas, gorduras ou qualquer tipo de incrustação. As superfícies também deverão estar tamponadas e emboçadas, perfeitamente aprumadas e niveladas, sem ondulações ou depressões visíveis. As juntas deverão ser "gabaritadas" com colocação de elementos plásticos nos cantos de cada peça sendo que a abertura mínima deverá ser de 1,5 mm e a máxima não excedendo a 2,5 mm. Antes do início do revestimento deverá ser feita a adequação da modulação do painel.

Os azulejos a serem utilizados em arremates, inclusive de tubulações e outros elementos das instalações, deverão ser cortados com ferramentas apropriadas, não devendo apresentar rachaduras ou emendas. As bordas de corte deverão ser esmerilhadas, de forma a se apresentarem lisas e sem irregularidades.

O rejuntamento deverá ter início 24 horas após o término da aplicação dos azulejos, sendo as juntas previamente limpas e desobstruídas de poeira e detritos. A argamassa utilizada para rejunte deverá ser pré-fabricada. O excedente da argamassa deverá ser removido com pano úmido, assim que se iniciar o endurecimento.

Utilizar para assentamento dos azulejos argamassa colante flexível tipo ACIII, Cimentcola Flexível Quartzolit – Linha weber col flexível. O rejuntamento será com rejunte flexível na cor branca, da marca Quartzolit ou similar.

Após o término dos serviços, cada peça deverá ser percutida; aquelas que apresentarem som característico de estarem ocas deverão ser retiradas, limpas e recolocadas com argamassa fresca.

2.4.8 Revestimentos

Piso

Os pisos deverão ser executados de acordo com as especificações técnicas referentes a cada material empregado.

O acabamento final incluirá rodapés, arremates e soleiras, sendo que estes deverão ser instalados sem ressaltos e sem defeitos.

Os pisos acabados deverão ser protegidos do trânsito e das possíveis agressões até o início de seu uso.

Todos os pisos especificados deverão atender às exigências da Instrução Técnica 10/01 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

Os diversos tipos de piso serão executados de acordo com os detalhes de paginação de piso apresentados no Projeto Arquitetônico.

Piso Cerâmico

Os pisos de cerâmica terão dimensões 45cmx45cm, com **superfície antiderrapante**,

cor branco granilhado, tipo alto tráfego- PEI 5, – Grupo BIIB (absorção entre 6 a 10%), marca Incefrar ou similar, assentados sobre o contra piso regularizado e utilizando argamassa colante industrializada Quartzolit ou similar. As juntas terão a largura de 5 a 6 mm, e serão executadas com rejunte flexível, na cor cinza claro base epóxi, da marca Quartzolit ou similar.

2.4.9 Rodapés, Soleiras E Peitoril

RODAPÉS: Nas áreas azulejadas não haverá rodapé, e nas áreas de revestimento de pintura e piso cerâmico o rodapé será do mesmo material do revestimento cerâmico do piso, com altura de até 7 cm, na cor branco granilhado, tipo alto tráfego- PEI 5.

SOLEIRAS: Serão do mesmo material do revestimento cerâmico do piso, na cor branco granilhado, tipo alto tráfego- PEI 5. Serão aplicadas nos locais onde houver mudança de tipo de pavimentação ou de nível, acompanhando, sempre, o nível mais alto. As soleiras serão assentadas com argamassa colante industrializada, da marca Quartzolit ou similar.

PEITORIL: Serão em perfil metálico “L” 1000mm com comprimento suficiente para o perfeito alinhamento com o vão da janela combinados com perfis “US” 1000 para o marco superior e perfil “H” 1195 como verga conforme detalhe do fornecedor.

2.4.10 Pinturas

Em todos os casos de pintura, deverão ser seguidas as recomendações dos fabricantes, desde o preparo das superfícies até os serviços finais.

Os escorrimentos ou salpicos nas superfícies não destinadas à pintura deverão ser evitados através de proteção com papel, fita crepe ou outro processo adequado e, quando os respingos não puderem ser evitados deverão ser removidos com solvente adequado, enquanto a tinta estiver fresca.

2.4.11 Paredes e Tetos Internos

As superfícies deverão ser examinadas e corrigidas de todos e quaisquer defeitos de revestimento, antes do início dos serviços de pintura. Todas as superfícies a pintar deverão ser cuidadosamente limpas, isentas de poeira, gorduras e outras impurezas. As superfícies poderão receber pintura somente quando estiverem completamente secas.

Se após a aplicação de selador, as superfícies apresentarem fissuras ou pequenos buracos deverá ser aplicada massa acrílica para corrigir as imperfeições.

As paredes internas, pilares, vigas aparentes e tetos, receberão previamente uma

demão de selador de paredes, depois receberão uma textura de massa corrida na cor branca à base de PVA, marca Suvinil ou similar e, em seguida, receberão pintura com tinta acrílica fosca, na cor branco neve para paredes e tetos, da marca Suvinil ou similar.

As paredes e tetos deverão receber tantas demãos de tinta quanto for necessário para uma apresentação uniforme da pintura, mas nunca inferior a duas demãos.

2.4.12 Paredes e Tetos Externos

As superfícies deverão ser examinadas e corrigidas de todos e quaisquer defeitos de revestimento, antes do início dos serviços de pintura. Todas as superfícies a pintar deverão ser cuidadosamente limpas, isentas de poeira, gorduras e outras impurezas. As superfícies poderão receber pintura somente quando estiverem completamente secas.

Se após a aplicação de selador, as superfícies apresentarem fissuras ou pequenos buracos deverá ser aplicada massa acrílica para corrigir as imperfeições.

As paredes externas, pilares e vigas receberão previamente uma demão de selador de paredes depois receberão uma textura de massa corrida na cor branca à base de PVA, marca Suvinil ou similar e, em seguida, receberão pintura com tinta acrílica fosca, na cor verde claro (PANTONE 346C) padrão EPR, da marca Suvinil ou similar. As platibandas em telha metálica galvanizada no Edifício Operacional e na marquise sobre as vagas de ambulância e os veículos operacionais receberão previamente uma demão de pintura com tinta acrílica fosca, na cor azul escuro (PANTONE 540C) padrão ANTT.

A parte inferior da marquise será pintada com tinta acrílica cinza.

2.4.13 Forros externos e internos

Executados em lambris lisos L= 200mm, real PVC ou similar, rodaforros e demais perfis de acabamentos e arremates em PVC autoextinguível na cor branca, fixados nos barroteamentos galvanizados integrados às estruturas.

2.4.14 Louças, Metais E Acessórios

Louças

Nas instalações sanitárias será instalada bacia sanitária com caixa acoplada na cor branca, Celite ou similar. Os assentos sanitários deverão encaixar-se perfeitamente ao vaso sanitário, sendo o assento sanitário plástico na cor branca – Celite, ou similar. As louças sanitárias e os acessórios deverão ser fornecidos e instalados, obedecendo à quantidade e disposição contidas no Projeto Arquitetônico.

O vaso sanitário será apoiado diretamente sobre o piso e deverá receber vedação entre

o piso e a peça com silicone de cura acética, monocomponente, baixo módulo (0,25 a 0,35MPa ou 35 a 50 psi) e que apresente resistência ao mofo.

Nas instalações sanitárias de P.C.D. deverá ser instalada bacia sanitária com caixa acoplada na cor branca, PCD– Celite, ou similar. O assento sanitário plástico na cor branca – Celite, ou similar.

Os lavatórios serão com coluna em louça, cor branca, Celite ou similar. A altura da instalação do lavatório nos sanitários P.C.D. deverá seguir a NBR 9050 (altura máxima de 80 cm).

O tanque externo de plástico 40 litros – 57,9 x 52 x 31,8 cm, na cor branco – ASTRA, ou similar. Os acessórios deverão ser fornecidos e instalados, obedecendo às recomendações do fabricante, nas quantidades e disposição contidas no Projeto Arquitetônico.

Metais

Os metais deverão ser de fabricação perfeita e cuidadoso acabamento. As peças não poderão apresentar defeitos de fundição ou usinagem. As peças móveis deverão ser perfeitamente adaptáveis às suas sedes, não sendo tolerados empenos, vazamentos e defeitos de polimento ou de acabamento.

O tanque externo de plástico deverá receber uma Torneira para tanque de metal cromada, Ø½” – Docol, ou similar. Também receberão uma Válvula para tanque metal cromado 1.1/4” – Astra, ou similar.

Os lavatórios das instalações sanitárias irão receber uma torneira para lavatório bica movel, ¼ de volta, Ø½” – Docol ou similar. Para os lavatórios de sanitários P.C.D. utilizar torneira de mesa com alavanca de acionamento do tipo clínica, ¼ de volta, Ø½” – Docol, ou similar. Os lavatórios das instalações sanitárias e dos sanitários P.C.D receberão também uma válvula para lavatório metal cromado 7/8 – Astra, ou similar. Será adotado acabamento superficial cromado.

Os acabamentos das válvulas de descarga das bacias devem ter acabamento cromado com limitador de fluxo, ref. Hydra Eco da Deca ou similar. Nas bacias para PCD a válvula necessita ter alça ou alavanca para acionamento, ref. Hydra Eco Conforto da Deca ou similar.

Nas instalações sanitárias para P.C.D. deverão ser instalado barras de apoio 40cm, em alumínio polido auto brilho – Astra, ou similar, barras alça de apoio 70cm, em alumínio polido auto brilho – Astra, ou similar e barras alça de apoio 80cm, em alumínio polido auto brilho – Astra, ou similar, conforme detalhamento do projeto arquitetônico obedecendo a NBR 9050. As barras de apoio deverão ter seção circular com diâmetro de 3,2 cm e devem estar

afastados no mínimo 4,5 cm da parede ou outro obstáculo. Todas as barras de apoio utilizadas nas instalações sanitárias e vestiários devem suportar um esforço mínimo de 1,5 KN em qualquer sentido. As barras serão de aço inox, e com aderência, conforme ABNT NBR 10283 e ABNT NBR 11003.

As barras de apoio deverão ser fornecidas e instaladas obedecendo à quantidade e disposição contidas no Projeto Arquitetônico.

Conforme detalhamento do projeto arquitetônico serão instalados cabides nas instalações sanitárias. Será utilizado cabide Cabide simples – Docol, ou similar, em metal cromado polido de alta resistência à corrosão e riscos. Serão instaladas nas cabines de chuveiro e vestiário PCD saboneteiras em metal cromado, com escoamento para água, Ref. Saboneteira stander – Modelar ou similar. Os cabides e saboneteiras deverão ser fornecidos e instalados obedecendo à quantidade e disposição contidas no Projeto Arquitetônico.

Acabamentos para Registro

Conforme especificado no projeto hidráulico será instalado nos registros das instalações sanitárias acabamento em metal cromado polido de alta resistência à corrosão, marca Docol ou similar.

As torneiras de apoio deverão ser fornecidas e instaladas obedecendo à quantidade e disposição contidas no Projeto Hidrossanitário.

Grelha para ralos e caixa sifonada

Conforme Projeto Hidrossanitário será colocado grelha quadrada de 10x10 cm com fecho Jackwal ou similar, em aço inox para ralo seco e/ou caixa sifonada.

Bancada para cozinha

A bancada da cozinha deverá ser em granito cinza andorinha com espessura de 3cm e frontão de espessura de 2cm e h=7cm

Torneira para cozinha

Torneira bica móvel para pia mesa, ¼ de volta, Ø½" – Docol, ou similar.

2.4.15 Acessórios

Saboneteira

As saboneteiras serão para sabonete líquido, de parede, fabricadas em plástico ABS de alta resistência com dupla vedação na válvula para evitar vazamentos. Deverá conter um reservatório de acrílico transparente (capacidade 900ml), de modo a possibilitar a visualização da quantidade contida.

Referência: Porta sabão líquido de sobrepor – Premisse ou similar.

Dispenser para Papel-Toalha

O dispenser para papel toalha deve ser em plástico ABS de alta resistência para toalha de papel interfolhada fixado à parede, cor branco.

Referência: Dispenser de papel toalha plástico de sobrepor – Premisse ou similar.

Dispenser para Rolão de Papel Higiênico

O dispenser para rolão de papel higiênico deve ser fabricado em Poliestireno de Alto Impacto ou plástico ABS de alta resistência a ser fixado na parede, cor branco. O dispenser deverá ter capacidade de ser abastecido com rolos de até 600m ou Ø máximo de 220 mm.

Referência: Dispenser suporte porta papel higiênico rolão – Premisse ou similar.

Trocador suspenso

Prever trocador de fraldas horizontal de parede arredondado, retrátil e reforçado, com capacidade de 40 Kg, feito em MDF, no fraldário acessível para o público.

Cuba em inox para cozinha

Pia monobloco aço inox 120x50cm – Forminox, ou similar,

Expurgo e bancada de aço inox

Prever na sala de hemolavagem, uma bancada em aço inox (1,85 x 0,60 m) com uma Cuba inox nº 2 para pia – Forminox, ou similar e uma bacia sanitária convencional na cor branca, Celite, ou similar.

Tanque para lavagem das macas

Prever na sala de hemolavagem tanque em alvenaria com acabamento em aço inox com altura de 30cm, com válvula para tanque metal cromado 1.1/4” – Astra, ou similar.

Chuveiros

Os chuveiros serão do tipo ducha, com 3 temperaturas de operação, quente, morno e frio, potência de 5000 W, dotados de fio terra, braço em alumínio e mangueira manual, modelo de referência Maxi Ducha Ultra, na cor branca, da Lorenzetti ou similar.

Bebedouros

Prever bebedouro com purificador de água para sala de autoatendimento.

Prateleiras

Prever nos ambientes de armazenagem prateleiras fixadas com mão francesa.

2.4.16 Comunicação visual

Nas platibandas do Edifício Operacional e da marquise sobre as vagas operacionais serão instaladas duas placas de sinalização com base em ACM e aço galvanizado pintado com os símbolos da EPR e da ANTT de acordo com detalhamento baseado nos manuais dos padrões de identidade visual de cada órgão.

2.5 LIMPEZA GERAL DA OBRA

Deverão ser procedidas a limpeza de todos os revestimentos laváveis aplicados em paredes, pisos e forros, bem como a limpeza das respectivas portas, esquadrias, vidros, aparelhos hidrossanitários e de iluminação, com remoção de manchas e salpicos de tinta, enceramento e lustração dos pisos.

Por ocasião do término dos serviços, todas as instalações provisórias, tais como; canteiro de obra, alojamentos, placas de obra, etc., e o entulho proveniente dos serviços deverão ser removidos e ter suas áreas desimpedidas e devidamente limpas.

2.6 LEGISLAÇÃO ARQUITETÔNICA APLICADA

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

Lei n° 10.098 de 19 de dezembro de 2000 – Estabelece normas gerais e critérios básicos para promoção de acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências;

NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;

NBR 16537 - Acessibilidade − Sinalização tátil no piso − Diretrizes para elaboração de projetos e instalação;

NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios;

NBR 14718 – Guarda-corpos para edificações;

NR 24 – Ministério do Trabalho – Condições de Higiene e Conforto nos Locais de Trabalho;

NBR 12188 - Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde;

SESA Nº 358 DE 14/09/2015 - Dispõe sobre boas práticas para o funcionamento de serviços de atendimento móvel pré-hospitalar públicos ou privados, civis e militares no Estado do Paraná e dá outras providências;

ANVISA RDC Nº 50/2002 - Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde;

SESA Nº 1034/2020 - Define o grau de risco sanitário das atividades econômicas, regulamenta os procedimentos para o licenciamento sanitário no Estado do Paraná;

ANVISA RDC Nº 15/2012 - Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências;

ANVISA RDC Nº 51/2011 - *Dispõe sobre os requisitos mínimos para a análise, avaliação e aprovação dos projetos físicos de estabelecimentos de saúde no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e dá outras providências;*

SESA Nº 358/2015 - Dispõe sobre boas práticas para o funcionamento de serviços de atendimento móvel pré-hospitalar públicos ou privados, civis e militares no Estado do Paraná e dá outras providências;

SESA Nº 0389/2006 – Norma operacional para aprovação de projetos arquitetônicos de estabelecimentos assistenciais de saúde e de interesse da saúde.

2.15. Projeto Estrutural e Concreto e Fundações

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L2-001	Rev. 00
	Emissão: 10/09/2024	Folha: 1 / 68
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800	Verificado:	
Objeto: Memória de Cálculo do Projeto Executivo de Estrutura concreto	Aprovado:	

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-ANT-DE-L2-001

Documentos Resultantes:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L2-001 a 004

egis

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado
00c	10/01/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00b	04/11/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00a	10/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

1.1 PROJETO 5

1.2 LOCALIZAÇÃO 5

2 PARÂMETROS DE PROJETO 7

2.1 Software utilizado 7

2.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 7

2.2.1 Normas Essenciais 7

2.2.2 Normas Complementares 8

2.2.3 Normas Específicas 8

2.2.4 Recomendações 9

2.3 MATERIAIS 10

2.3.1 Concreto 10

2.3.2 Módulo de elasticidade: 10

2.3.3 Aço de armadura passiva. 10

2.3.4 Solo. 10

2.4 Exigências de durabilidade 11

2.4.1 Vida Útil de Projeto 11

2.4.2 Classe de agressividade 12

2.4.3 Qualidade do concreto 13

3 AÇÕES E COMBINAÇÕES 15

3.1 Carregamentos para as edificações térreas 15

3.2 Combinações 15

3.3 Classes de resultado 18

4 RESISTÊNCIA DO RADIER PELO CONCEITO DA TENACIDADE 19

4.1 CBR (Índice de Suporte Califórnia) e Rigidez da Placa 19

5 EDIFICIO PRINCIPAL – FUNDAÇÃO - LAJE RADIER 22

5.1 ELS – DEFORMAÇÕES 22

5.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO 22

5.3 MOMENTOS FLETORES – ELU 23

5.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO 24

6 EDIFICIO DEPOSITO – FUNDAÇÃO - LAJE RADIER 25

6.1 ELS – DEFORMAÇÕES 25

6.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO 25

6.3 MOMENTOS FLETORES – ELU 26

6.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO 27

7 EDIFICIO APOIO AMBULÂNCIA 28

7.1 ELS – DEFORMAÇÕES 28

7.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO 28

7.3 MOMENTOS FLETORES – ELU 29

7.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO 30

7.5 SAPATA CORRIDA 31

8 FUNDAÇÃO DO CASTELO D'ÁGUA 35

8.1 Reações na base do castelo d'água 39

8.2 Dimensionamento da sapata 42

8.3 Tensões de contato 45

9 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES. 46

9.1 REAÇÕES NAS BASES 46

9.2 DIMENSIONAMENTO DA SAPATA ISOLADA 54

10 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS 58

10.1.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL 58

10.1.2 TRABALHOS EM ALTURA 58

10.1.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL 59
10.1.4 ANDAIMES 59
10.1.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO 60
10.1.5.1 TOLERÂNCIAS 63
10.1.5.2 LASTRO 64
10.1.5.3 FORMAS 64
10.1.5.4 ESCORAMENTO 65
10.1.5.5 ARMAÇÃO 66
10.1.5.6 LANÇAMENTO 67
10.1.5.7 CURA 68

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** a memória de cálculo de estruturas e fundações Projeto **Executivo** de implantação da BSO 02. Cambará.

1.1 PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra se localiza na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.



Figura 1 – Localização da Obra

2 PARÂMETROS DE PROJETO

2.1 Software utilizado

Para análise estrutural foi utilizado o software SCIA Engineer na versão V24. O dimensionamento foi realizado através de planilhas de cálculo desenvolvidas com base nas referências técnicas.

2.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O presente projeto destina-se ao descritivo das fundações em concreto armado das edificações que compõem as instalações da Base de Serviço Operacional (BSO).

Além das edificações, a BSO também contará com área de estacionamento coberta em estrutura metálica para os veículos operacionais.

O partido estrutural foi concebido de forma a atender todas as diretrizes técnicas das seguintes normas ABNT:

2.2.1 Normas Essenciais

Código	***Título***
ABNT NBR 05674	Manutenção de Edificações
ABNT NBR 06118	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 06120	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 06123	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
ABNT NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
ABNT NBR 15200	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
ABNT NBR 15421	Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos - Procedimento
ABNT NBR 15575	Coletânea de Normas Técnicas - edificações Habitacionais - Desempenho

IT08	Segurança Estrutural nas edificações - Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

2.2.2 Normas Complementares

Código	***Título***
ABNT NBR 7680	Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento
ABNT NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 15696	Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos

2.2.3 Normas Específicas

Código	***Título***
ABNT NBR 6136	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
ABNT NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento
ABNT NBR 7188	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

ABNT NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452	Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento
ABNT NBR 9607	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento
ABNT NBR 9783	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
ABNT NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 14861	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido - Requisitos e procedimentos
ABNT NBR 15961	Alvenaria estrutural - Blocos de concreto - Parte 1 e 2
ABNT NBR 15812	Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos
IT06	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

2.2.4 Recomendações

Código	***Título***
ABECE 001	Análise de Casos de Não Conformidade do Concreto
ABECE 002	Avaliação Técnica do Projeto
ABECE 003	Memorial Descritivo do Projeto Estrutural

2.3 MATERIAIS

2.3.1 Concreto

A seguir são apresentados os valores de fck utilizados para cada um dos elementos estruturais:

Tabela 1 – Concreto adotado para cada elemento estrutural.

Pavimento	*Fundações (MPa)*
Térreo	30

2.3.2 Módulo de elasticidade:

O módulo de elasticidade utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

Tabela 2 – Módulo de elasticidade de acordo NBR 6118.

	AlfaE	*Ecs (MPa)*	*Eci(MPa)*
C30	1	26838	30672

2.3.3 Aço de armadura passiva.

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tabela 3 – Características armadura passiva.

Tipo de barra	*Es (MPa)*	*fyk (MPa)*	*Massa específica (kgf/m³)*	*n1*
CA-50	210000	500	7850	2,25

2.3.4 Solo.

Tensão Admissível :
Edificações – 120kPa.
Castelo d'água – 190kPa.

Coeficientes de Mola Vertical – kV:
Edificações kV= 1500 tf/m³
Castelo d'água: 3000tf/m³

CBR: 9,1%
Consultar relatório de geotecnia para todos os detalhes técnicos.

2.4 Exigências de durabilidade

2.4.1 Vida Útil de Projeto

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, afim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a

Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

2.4.2 Classe de agressividade

Tabela 4 – Tabela 6.1 NBR 6118:2014.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana [a,b]	Pequeno
III	Forte	Marinha [a] Industrial [a, b]	Grande
IV	Muito forte	Industrial [a, c] Respingos de maré	Elevado

[a] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

[b] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

[c] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

2.4.3 Qualidade do concreto

Tabela 5 – Tabela 7.1 NBR 6118:2014.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto [a]	Tipo [b c]	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

[a] O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
[b] CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
[c] CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Tabela 6 – Tabela 7.2 NBR 6118:2014.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV [c]
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje [b]	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo [d]	30		40	50
Concreto protendido [a]	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

[a] Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.
[b] Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ³ 15 mm.
[c] Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ³ 45 mm.
[d] No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.
Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

Embora conste na parte 2 da NBR 15575 (Desempenho Estrutural) que as alvenarias de vedação devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro, esse dimensionamento não é escopo do projeto estrutural. O dimensionamento para o atendimento destes ensaios deverá ser desenvolvido em projeto específico por profissionais especializados em projetos de alvenarias.
Nos projetos das alvenarias de vedação e de compartimentação deverão ser previsto o encunhamento junto às lajes e vigas de maneira a permitir as deformações diferidas destas peças, conforme os valores que constam nos desenhos das curvas de isovalores de deslocamentos.

Os projetos de alvenaria de vedação devem contemplar ainda as movimentações decorrentes da fluência e retração do concreto, assim como decorrentes de carregamentos adicionais e da variabilidade de suas características mecânicas que introduzem deformações impostas nas vedações, conforme Anexo E - Interação Estrutura x Vedações.
As considerações de incêndio, acústica e térmica também não são escopo do projetista de estrutura.

As espessuras das lajes definidas neste projeto atendem aos estados limites últimos, bem como aos estados limites de serviço, assim como a espessura mínima para a compartimentação em caso de incêndio. O desempenho acústico e térmico das lajes deverá ser objeto de análise por profissionais especializados nestas áreas.

3 AÇÕES E COMBINAÇÕES

3.1 Carregamentos para as edificações térreas

Cargas adotadas no dimensionamento das lajes do tipo radier:

- Peso proprio concreto armado: 25kN/m³ (2500kgf/m³ – 2.5ton/m³).
- Impermeabilização:15kgf/m².
- Revestimentos (camada de regularização + acabamentos): 100kgf/m².
- Peso proprio cobertura: 50kgf/m².
- Bloco de concreto celular autoclavado: 200kgf/m.
- Bloco de concreto estrutura: 270 kgf/m².
- Sobrecarga acidental no piso : 300kgf/m² / 500kgf/m² (deposito - ambulância).
- Sobrecarga acidental cobertura: 25kgf/m².
- Delta de temperatura: 20ºC.

Nome	Descrição	Tipo de ação	Grupo de carga	Direção	Duração	Caso de carga mestre
	Esp	Tipo de carga				
LC1	Peso próprio	Permanente	LG1	-Z		
		Peso próprio				
LC2	Peso próprio	Permanente	LG1			
		Padrão				
LC3	SC	Variável	LG2		Curto	Nenhum
	Padrão	Estática				
LC4	TEMP	Variável	LG3		Curto	Nenhum
	Padrão	Estática				

3.2 Combinações

Nome	Descrição	Tipo	Casos de carga	Coef. [-]
ELU-Norm (auto)		Concreto - ELU - Normais	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	1,000

Nome	Descrição	Tipo	Casos de carga	Coef. [-]
ELS-Raras (auto)		Concreto - ELS - Raras	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	1,000
ELS-Freq (auto)		Concreto - ELS - Frequente	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	1,000
ELU-Norm (auto)1		Envoltória - última	LC1 - Peso próprio	1,400
			LC2 - Peso próprio	1,400
ELU-Norm (auto)2		Envoltória - última	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
ELU-Norm (auto)3		Envoltória - última	LC1 - Peso próprio	1,400
			LC2 - Peso próprio	1,400
			LC3 - SC	1,400
			LC4 - TEMP	0,720
ELU-Norm (auto)4		Envoltória - última	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,400
			LC4 - TEMP	0,720
ELS-Raras (auto)1		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
ELS-Raras (auto)2		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	0,500
ELS-Raras (auto)3		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000

Nome	Descrição	Tipo	Casos de carga	Coef. [-]
			LC3 - SC	0,400
			LC4 - TEMP	1,000
ELS-Quase (auto)		Concreto - ELS - Quase Permanente	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	1,000
ELS-Raras (auto)4		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
ELS-Raras (auto)5		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	1,000
			LC4 - TEMP	0,500
ELS-Raras (auto)6		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	0,400
			LC4 - TEMP	1,000
ELS-Freq (auto)1		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
ELS-Freq (auto)2		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	0,400
			LC4 - TEMP	0,300
ELS-Freq (auto)3		Envoltória - serviço	LC1 - Peso próprio	1,000
			LC2 - Peso próprio	1,000
			LC3 - SC	0,300
			LC4 - TEMP	0,500

3.3 Classes de resultado

Todos ELU	ELU-Norm (auto) - Concreto - ELU - Normais
Todos ELS	ELS-Raras (auto) - Concreto - ELS - Raras
	ELS-Quase (auto) - Concreto - ELS - Quase Permanente
	ELS-Freq (auto) - Concreto - ELS - Frequente
Todos ELU+ELS	ELU-Norm (auto) - Concreto - ELU - Normais
	ELS-Raras (auto) - Concreto - ELS - Raras
	ELS-Quase (auto) - Concreto - ELS - Quase Permanente
	ELS-Freq (auto) - Concreto - ELS - Frequente

4 RESISTÊNCIA DO RADIER PELO CONCEITO DA TENACIDADE

O dimensionamento pelo critério da tenacidade, hoje empregado no cálculo de pisos e pavimentos de concreto reforçado com fibras estruturais, foi inicialmente concebido por Anders Losberg (Losberg, 1961) para pavimentos estruturalmente armados.

Esse critério de dimensionamento está fundamentado no princípio de que a capacidade resistente da placa apoiada em meio elástico é dada pela soma dos momentos positivo e negativo, conforme indicado na figura abaixo:

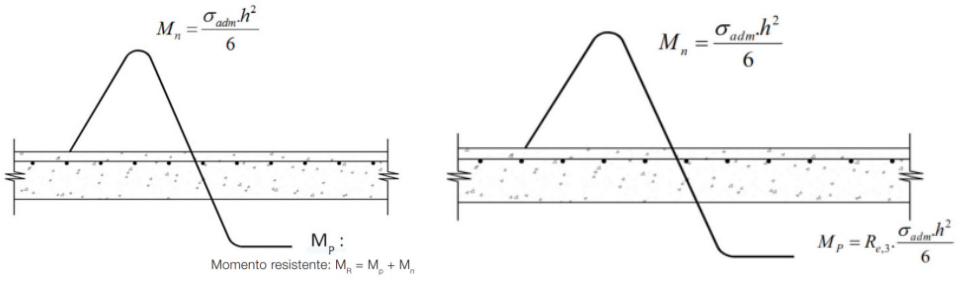


Figura 2 – Momento admissível da placa armada apoiada em meio elástico

4.1 CBR (Índice de Suporte Califórnia) e Rigidez da Placa

O valor do CBR para essa BSO 2 é: **9,1%.** Consultar relatório de geotecnia para mais detalhes. A placa de concreto possui 15cm de espessura e não há tratamento específico para a sub-base.

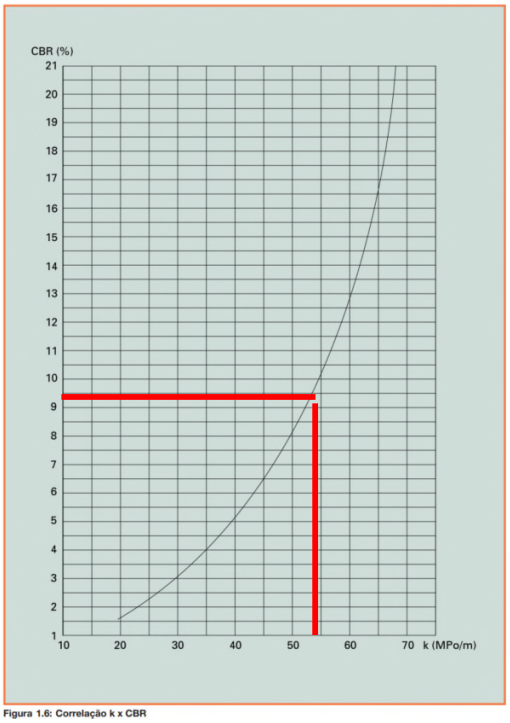


Figura 3 – Gráfico para obter o k-solo: **54MPa/m**

SOLO E SUB-BASE				
CBR DO SOLO	9,1	%		
ksolo	54	MPa/m		
Tipo de Sub-Base	Solo compactado - Lastro de concreto magro			
Espessura Sub-Base	0	cm		
Ktopo do conjunto	54	MPa/m		
CONCRETO				
Fck Concreto	30	MPa	0,3	tf/cm²
fctm,k (Packard,1976)	4,2	MPa		
Tensão adm. concreto (σadm)	2,1	MPa		
Eci -(NBR 6118)	30672,46	MPa	30,6	GPa
Ecs - (NBR 6118)	26838,4	MPa	26,8	GPa

Raio de Rigidez da Placa (l)				
Espessura da Placa	0,15	m	15	cm
Poisson do Concreto	0,15			
Ktopo do conjunto	54000	Pa/m		
Raio de Rigidez	0,636	m		

Dimensionamento pelo Conceito da Tenacidade - Losberg		
Momento Resistente = Mpositivo + Mnegativo		
Mnegativo=	7,80	kN.m/m
	78,0	tf.cm/m

Momento Positivo pela Tenacidade

$$M_P = R_{e,3}.\frac{\sigma'_{adm}.h^2}{6}$$

Tela Adotada	Q113	
	1,13	cm²/m
ϱ	0,08	%

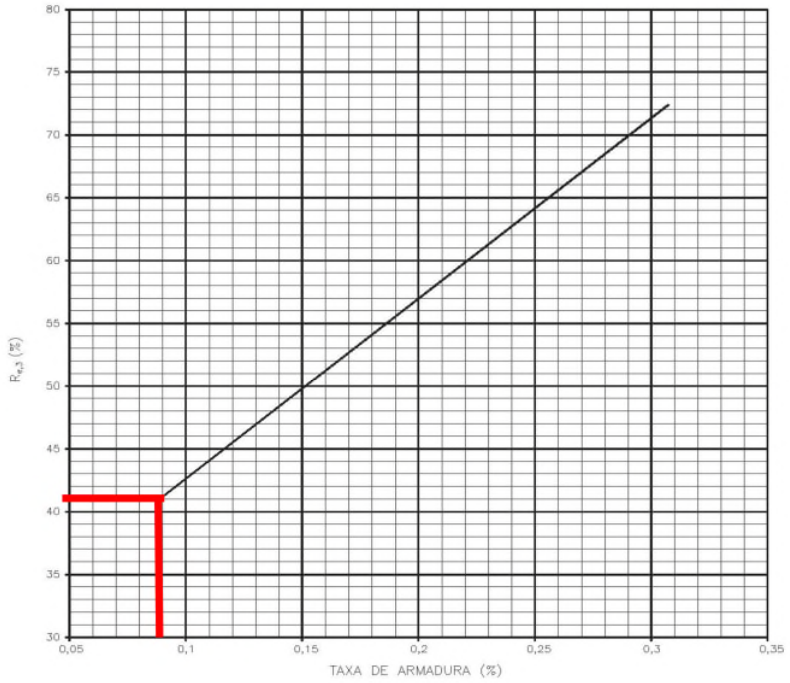


Figura 5.20: $R_{e,3}$ em função da taxa de armadura (ρ) – cobrimento igual a h/3

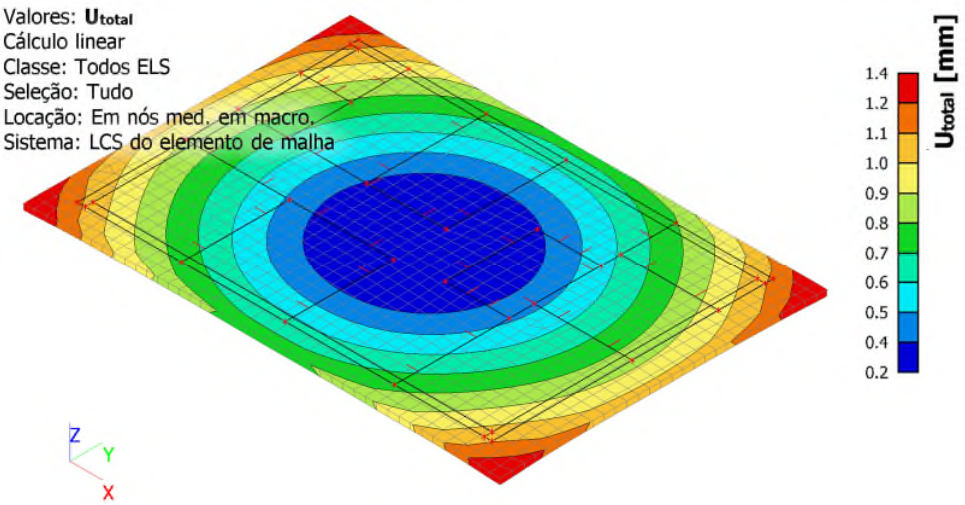
Re,3	41	%
Momento Positivo (Mp)	3,20	kN.m/m
	32,0	tf.cm/m
Momento Resistente Total (MR)=	110,0	tf.cm/m

RESUMO DE MOMENTO RESISTENTES DA PLACA				
Mrest. negativo	78,0	tf.cm/m	0,78	tf.m/m
Mrest. positivo	32,0	tf.cm/m	0,32	tf.m/m
Mtotal Resistente -Losberg	109,98	tf.cm/m	1,100	tf.m/m

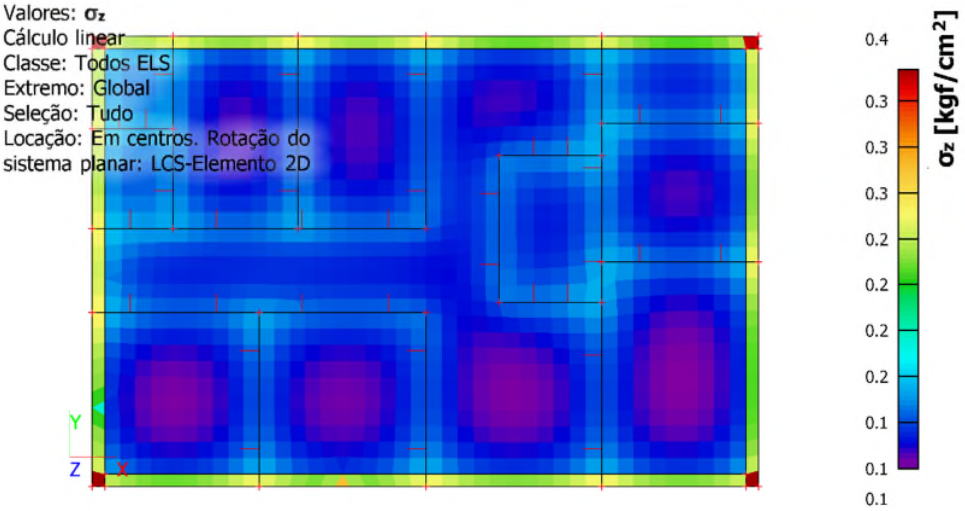
5 EDIFICIO PRINCIPAL – FUNDAÇÃO - LAJE RADIER

A laje radier foi modelada no software SCIA Engineer. Na sequência será apresentado as deformações, tensões de contato na envoltória do estado limite de serviço. Os momentos fletores serão apresentados na envoltória estado limite último.

5.1 ELS – DEFORMAÇÕES

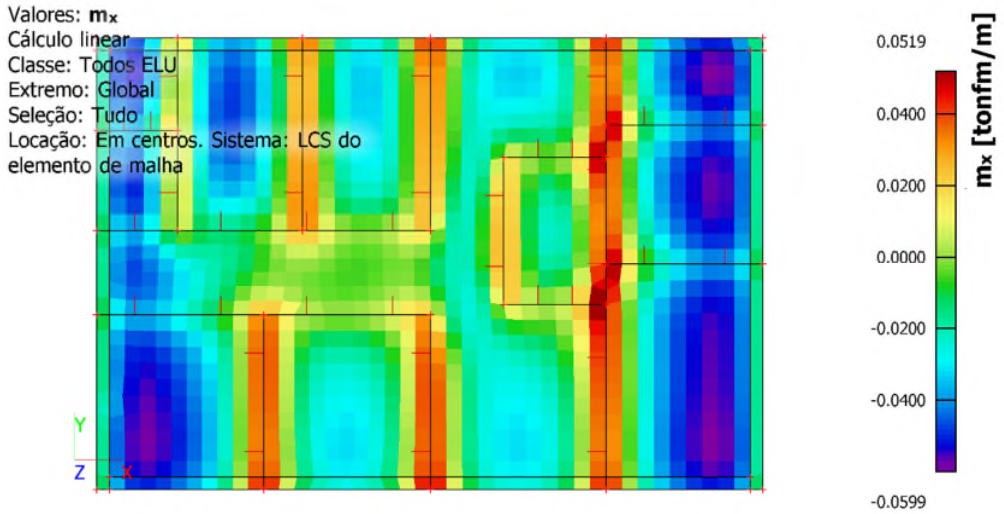


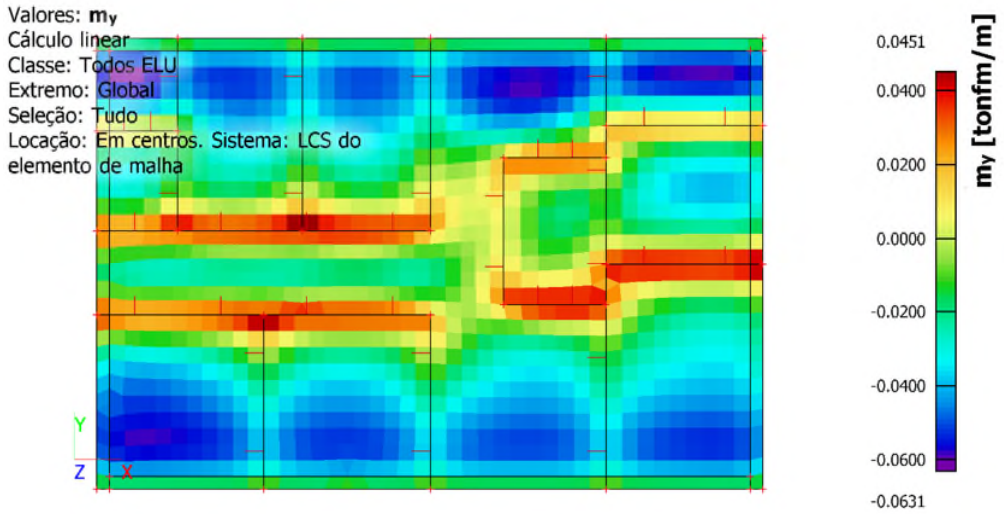
5.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO



As tensões estão dentro do limite de 1,20 kgf/cm².

5.3 MOMENTOS FLETORES – ELU





RESUMO DE MOMENTO RESISTENTES DA PLACA				
Mrest. negativo	78,0	tf.cm/m	0,78	tf.m/m
Mrest. positivo	32,0	tf.cm/m	0,32	tf.m/m
Mtotal Resistente -Losberg	109,98	tf.cm/m	1,100	tf.m/m

RESUMO DE MOMENTO SOLICITANTES NA PLACA			Socilitante X Resistente	Necessida de Armadura Inferior?
Mdx -	0,060	tf.m	13,0	Não
Mdx +	0,052	tf.m	6,2	Não
Mdy -	0,045	tf.m	17,3	Não
Mdy +	0,063	tf.m	5,1	Não

5.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO

Armadura de Retração

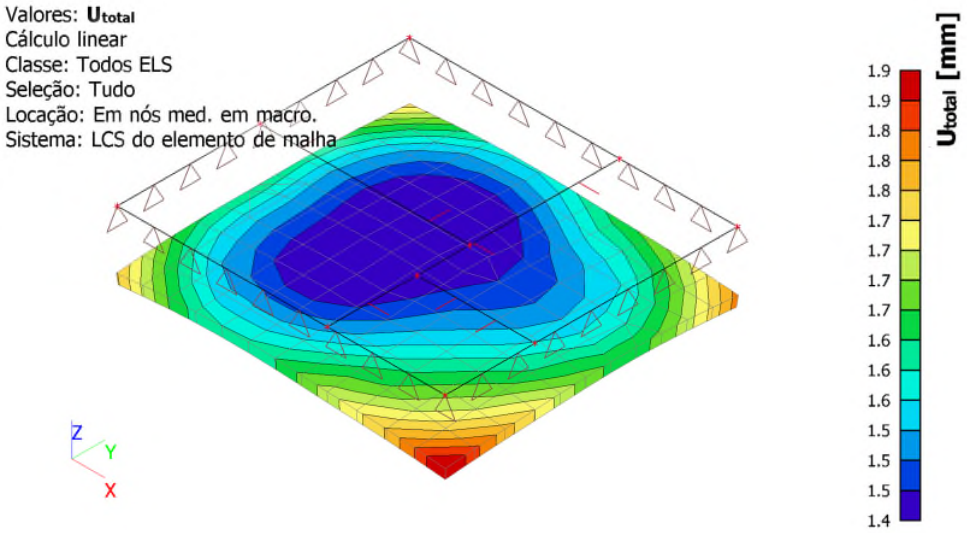
$$A_s = \frac{f \,.\, W \,.\, L \,.\, h \,.\, \gamma}{0{,}75\, f_{yd}}$$

w - largura da placa	10,1	m	
L- Comprimento da placa	7,1	m	
h- espessura da placa	0,15	m	
ᵞ - peso específico do concreto	25000	N/m³	
fyd	521,74	MPa	
f-coeficiente de atrito	Sem lona Plástica		2
As-CA60	13,74	cm²/Total da placa	
$A_{S\,CA\,60} = \frac{f \,.\, L \,.\, h}{333}$, em cm²/m			
As-CA60/m	0,64	cm²/m	
Tela Adotada	Q113		

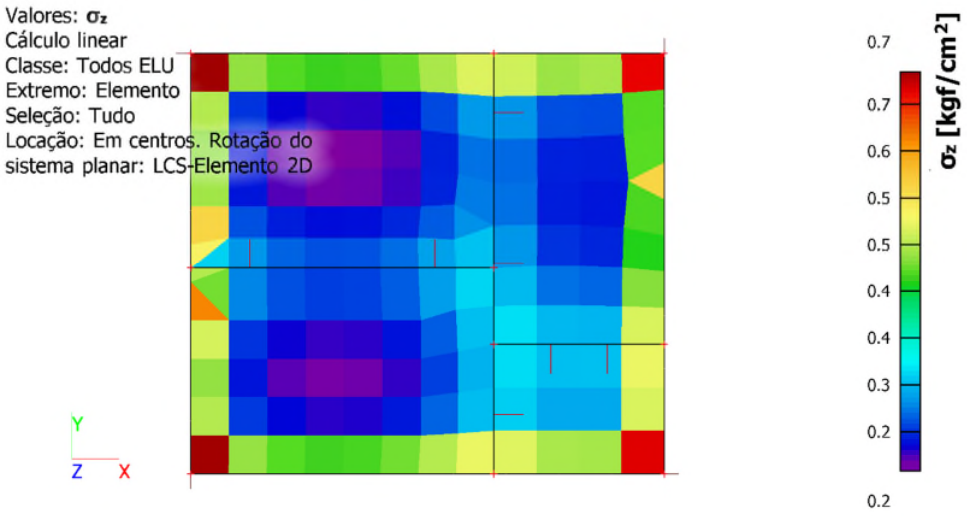
6 EDIFICIO DEPOSITO – FUNDAÇÃO - LAJE RADIER

A laje radier foi modelada no software SCIA Engineer. Na sequência será apresentado as deformações, tensões de contato na envoltória do estado limite de serviço. Os momentos fletores serão apresentados na envoltória estado limite último.

6.1 ELS – DEFORMAÇÕES

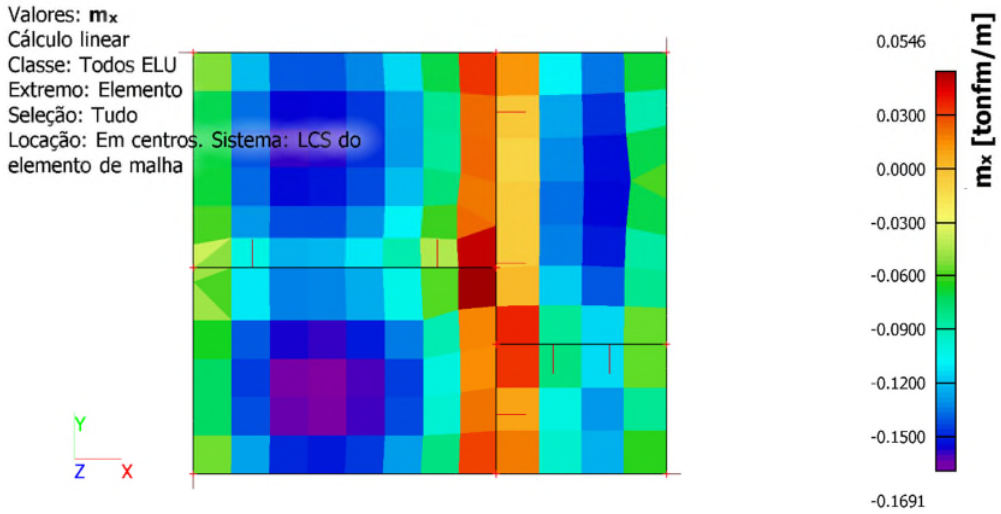


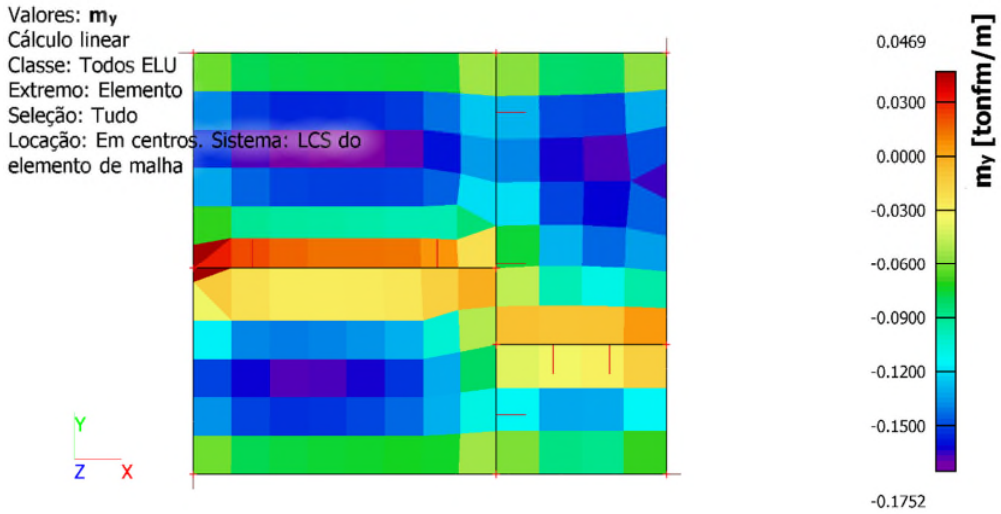
6.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO



As tensões estão dentro do limite de 1,20 kgf/cm².

6.3 MOMENTOS FLETORES – ELU





RESUMO DE MOMENTO RESISTENTES DA PLACA				
Mrest. negativo	78,0	tf.cm/m	0,78	tf.m/m
Mrest. positivo	32,0	tf.cm/m	0,32	tf.m/m
Mtotal Resistente -Losberg	109,98	tf.cm/m	1,100	tf.m/m

RESUMO DE MOMENTO SOLICITANTES NA PLACA			Socilitante X Resistente	Necessida de Armadura Inferior?
Mdx -	0,055	tf.m	14,2	Não
Mdx +	0,170	tf.m	1,9	Não
Mdy -	0,047	tf.m	16,6	Não
Mdy +	0,170	tf.m	1,9	Não

6.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO

Armadura de Retração

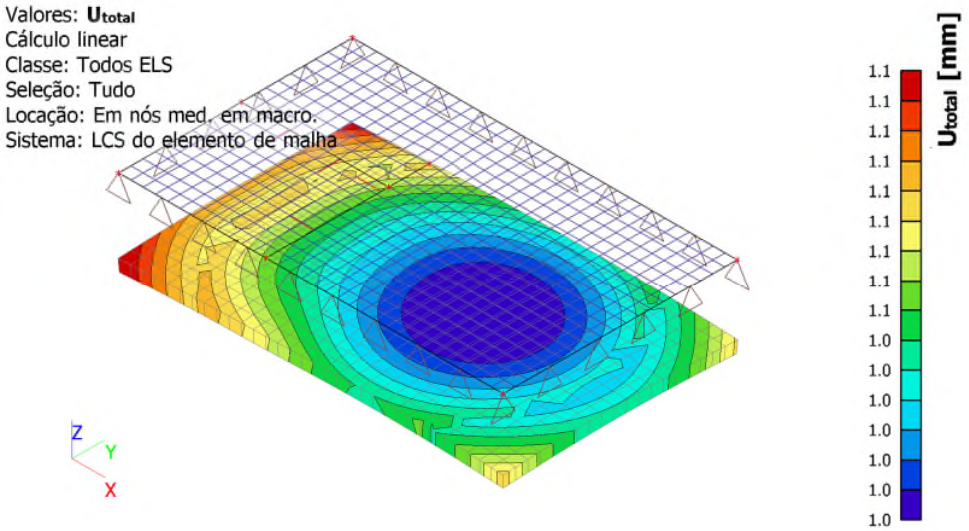
$$A_s = \frac{f \,.\, W \,.\, L \,.\, h \,.\, \gamma}{0{,}75\, f_{yd}}$$

w - largura da placa	4,88	m	
L- Comprimento da placa	4,35	m	
h- espessura da placa	0,15	m	
ᵞ - peso específico do concreto	25000	N/m³	
fyd	521,74	MPa	
f-coeficiente de atrito	Sem lona Plástica		2
As-CA60	4,07	cm²/Total da placa	
$A_{S\,CA\,60} = \frac{f \,.\, L \,.\, h}{333}$, em cm²/m			
As-CA60/m	0,39	cm²/m	
Tela Adotada	Q113		

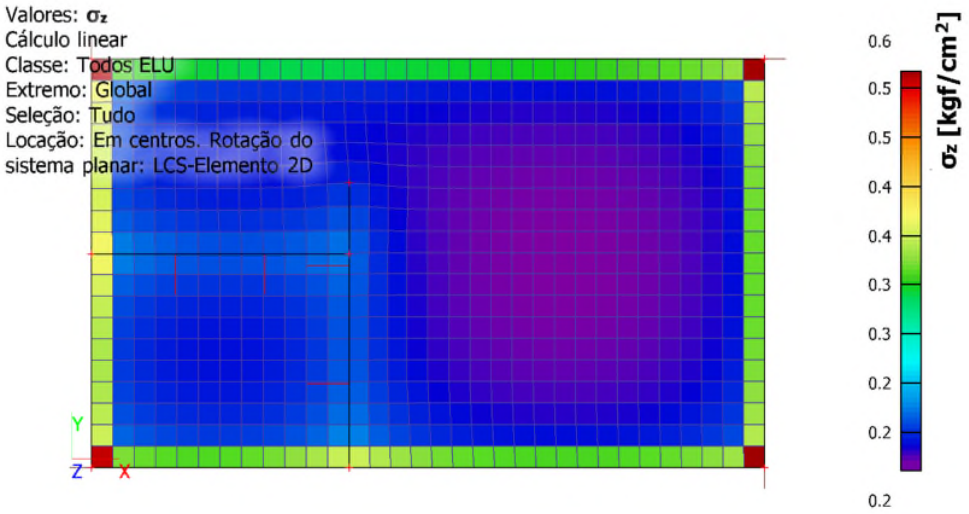
7 EDIFICIO APOIO AMBULÂNCIA

A laje radier foi modelada no software SCIA Engineer. Na sequência será apresentado as deformações, tensões de contato na envoltória do estado limite de serviço. Os momentos fletores serão apresentados na envoltória estado limite último.

7.1 ELS – DEFORMAÇÕES

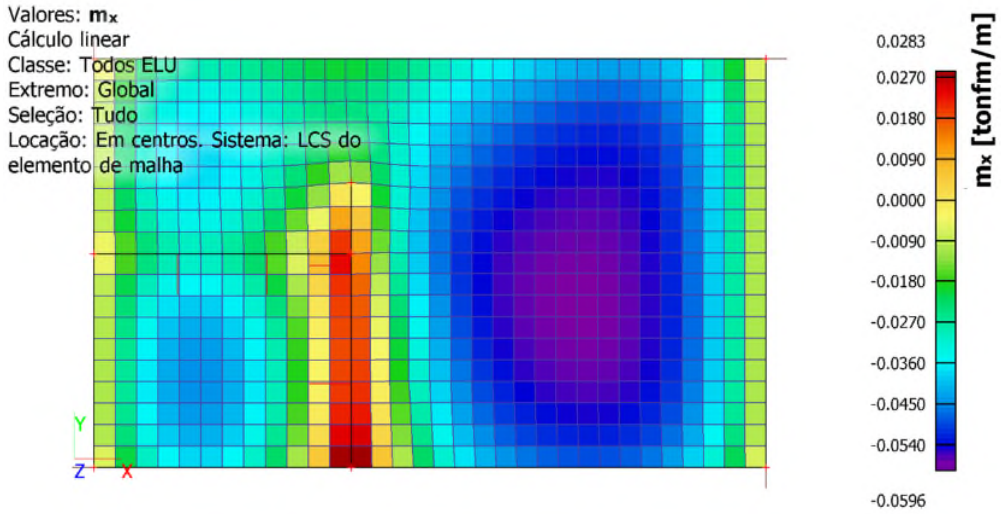


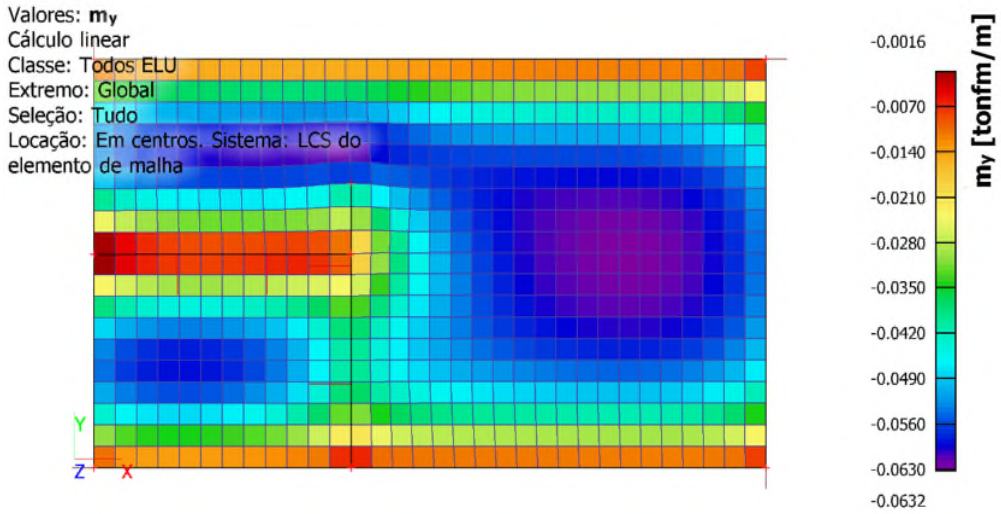
7.2 ELS – TENSÕES DE CONTATO



As tensões estão dentro do limite de 1,20 kgf/cm².

7.3 MOMENTOS FLETORES – ELU





RESUMO DE MOMENTO RESISTENTES DA PLACA				
Mrest. negativo	78,0	tf.cm/m	0,78	tf.m/m
Mrest. positivo	32,0	tf.cm/m	0,32	tf.m/m
Mtotal Resistente -Losberg	109,98	tf.cm/m	1,100	tf.m/m

RESUMO DE MOMENTO SOLICITANTES NA PLACA			Socilitante X Resistente	Necessida de Armadura Inferior?
Mdx -	0,029	tf.m	26,9	Não
Mdx +	0,060	tf.m	5,3	Não
Mdy -	0,020	tf.m	39,0	Não
Mdy +	0,063	tf.m	5,1	Não

7.4 VERIFICAÇÃO DE ARMADURA DE RETRAÇÃO

Armadura de Retração

$$A_s = \frac{f \,.\, W \,.\, L \,.\, h \,.\, \gamma}{0{,}75\, f_{yd}}$$

w - largura da placa	4,85	m	
L- Comprimento da placa	3	m	
h- espessura da placa	0,15	m	
ᵞ - peso específico do concreto	25000	N/m³	
fyd	521,74	MPa	
f-coeficiente de atrito	Sem lona Plástica		2
As-CA60	2,79	cm²/Total da placa	
$A_{S\,CA\,60} = \frac{f \,.\, L \,.\, h}{333}$, em cm²/m			
As-CA60/m	0,27	cm²/m	
Tela Adotada	Q113		

7.5 SAPATA CORRIDA

Abaixo a planta da edificação do apoio para ambulância, em destaque trecho de alvenaria em bloco de concreto que necessitará de sapata corrida.

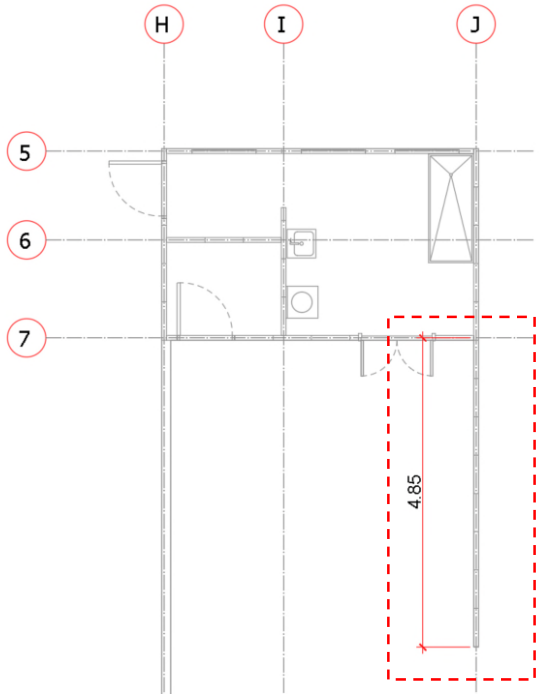
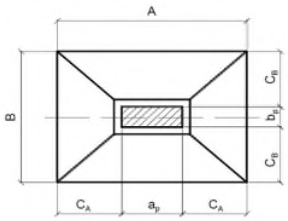


Figura 4 – Planta baixa da arquitetura – destaque para o trecho em alvenaria

Assunto:	Dimensionamento Sapatas Corrida
Referências:	NBR 6118 // NBR 6122 // Apostila Estrutura de Concreto III - UNESP Bauru - Sapata de Fundação

1- Largura da Sapata Corrida - Estimativas iniciais.



Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	8	cm	Lado Sapata
B	100	cm	Lado Sapata
ap	20	cm	Lado Pilar
bp	100	cm	Lado Pilar
Ca	-6	cm	Balanço Lado A
Cb	0	cm	Balanço Lado B

1.1 - Área da base da sapata

$$S_{sap} = \frac{K_{maj}\, N_{gk} + N_{qk}}{\sigma_{adm}}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Ngk	0,9	tf	Carga vertical devida as ações permanentes, valor característico.
Nqk	0	tf	Carga vertical devida as ações variáveis, valor característico.
Kmaj	1,05	número	Coeficiente majorados da carga vertical das ações permanentes
σadm	1,2	kgf/cm²	Tensão admissível do solo. Ver memoria de cálculo a parte.
Ssap	788	cm²	Área da base da sapata.

2.0 - Verificação das tensões na base da Sapata

Dimensões finais adotadas na base da sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	40	cm	Lado Sapata
B	100	cm	Lado Sapata

Momento fletor Atuante na Sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Mx	0	tf.cm	-
My	0	tf.cm	-

Formulações

$$\sigma = \frac{N}{A \cdot B} \pm \frac{M \cdot y}{I} \qquad I = \frac{B \cdot A^3}{12}$$

$$y = \frac{A}{2} \qquad e = \frac{M}{K_{maj}\, N} \qquad \frac{A}{6}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
I	533333,3333	cm4	Momento de inercia
Y	20	cm	Momento de inercia
ex	0,00	cm	Excentricidade
ey	0,00	cm	Excentricidade
A/6	6,67	cm	Núcleo central de inercia
σ+	0,225	kgf/cm²	Ok
σ-	0,225	kgf/cm²	Ok

$$\sigma_{máx} = \frac{N}{A \cdot B}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

σmax -x	0,225	kgf/cm²	Ok
σmax -y	0,225	kgf/cm²	Ok

3.0 - Altura da Sapata

$$h \geq \frac{A - a_p}{3}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	40	cm	Lado Sapata
ap	20	cm	Lado Pilar
hmín	6,67	cm	Altura mínima
hadotado	15	cm	Altura adotada
Altura de cálcuo - h-3cm		12	cm

3.1 - Altura da face vertical das extremidades da sapata

h0 { h/3 = 5 cm ; 15 cm }

h0 adotado= 5 cm

3.2 - Balanço C da Sapata e ângulo da Superficie inclinada

$$c_A = c_B = c = \frac{A - a_p}{2} =$$

$$tg\,\alpha = \frac{h - h_o}{c} :$$

Nomenclatura	Valores	Unidade
Ca	10	cm
Cb	0	cm
A	40	cm
ap	20	cm
C	10	cm
h	15	cm
h0	5	cm
tg α	1,00	rad
α	57,3	°

4.0 - Armadura de Flexão

Força de tração da armadura principal

$$T_x = \frac{N}{8}\left(\frac{A - a_p}{d}\right)$$

Nomenclatura	Valores	Unidade
A	40	cm
ap	20	cm
Cobri.	3	cm
d	12	cm
Nk	0,9	tf
Txk	9,38	tf/m

Armaduras de Flexão

$$A_{s,x} = A_{s,A} = \frac{T_{xd}}{f_{yd}} :$$

fyd	4,348	tf/cm²
As,x	3,02	cm²/m
As,x	0,0302	cm²/cm
Bitola	8	mm
As, bitola	0,503	cm²
s	16	cm

Adotado Ø 8 c/ 15 cm

5.0 - Verificação da diagonal comprimida na superfície crítica C

$u_o = 2(a_p + b_p)$

$F_{Sd} = N_{Sd} = \gamma_f \cdot N$

ap	20	cm	
bp	100	cm	
u0	240	cm	
Fsd	1,26	tf	

Tensão de cisalhamento atuante

$\tau_{Sd} = \frac{F_{Sd}}{u_o \, d}$

d	13,00	cm	
τsd	0,0004	tf/cm²	

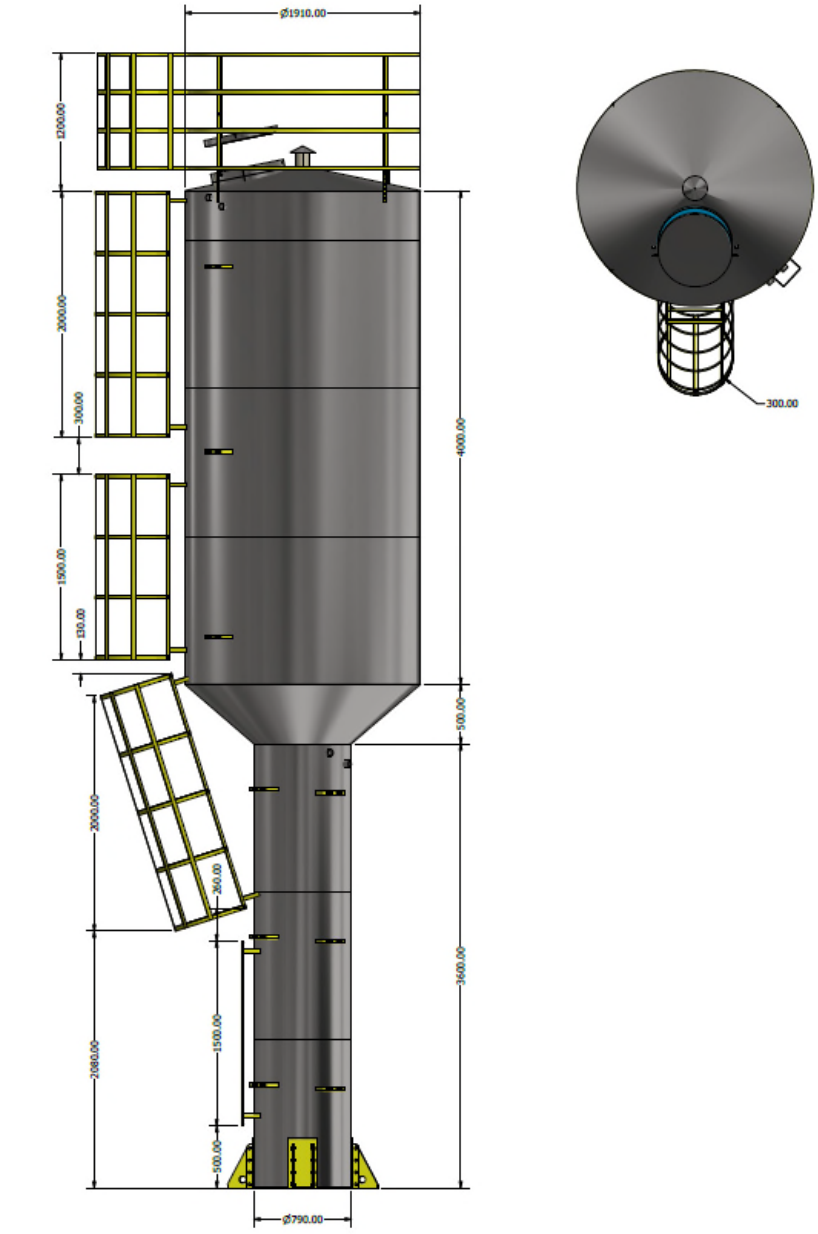
Tensão de cisalhamento resistente

$\tau_{Rd,2} = 0{,}27\alpha_v \, f_{cd}$

fck	30	MPa	
αV	0,88	número	
τRd	0,051	tf/cm²	OK! Não irá ocorrer esmagamento das bielas comprimidas.

8 FUNDAÇÃO DO CASTELO D'ÁGUA

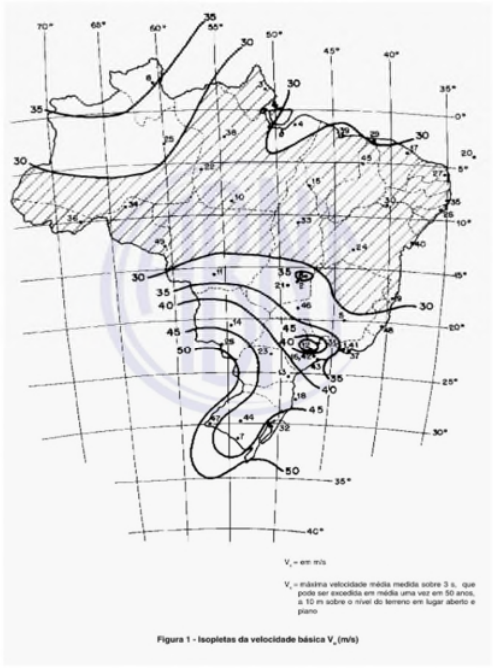
Abaixo o modelo de referência de 12.000l a ser implantado.



Carga horizontal devido ao vento na torre d'água

Assunto:	Cálculo de pressões de vento em coberturas
Referências:	ABNT - NBR 6123-1988

VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO



V_0 = em m/s

V_0 = máxima velocidade média medida sobre 3 s, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano

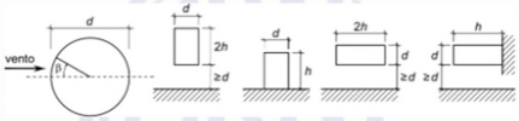
Figura 1 - Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s)

Localização:	RIO DE JANEIRO		
V0=	45	m/s	
Fator topográfico S1	1		
Fator Rugosidade do Terreno, S2	Categoria	II	
Descrição da Categoria	Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. (Exemplos:- Zonas costeiras planas; -Pântanos com vegetação rala; - Campos de aviação; -Pradarias e charnecas; - Fazendas sem sebes ou muros). Cota média <= 1,0m		
Classe	A		
Descrição da Classe	Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edifcação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20m.		

$S_2 = b\ F_r\ (z/10)^p$.

z (m)	B	FR	P	S2	S3	S1	V0 (m/s)	Vk (m/s)	q (kgf/m²)
1	1,00	1,00	0,085	0,82	1,00	1	45	37,00	83,9
8,1	1,00	1,00	0,085	0,98	1,00	1	45	44,20	119,8

Tabela 13 – Distribuição das pressões externas em edificações cilíndricas de seção circular



β	Coeficiente de pressão externa c_{pe}			
	Superfície rugosa ou com saliências		Superfície lisa	
	$h/d = 10$	$h/d \leq 2,5$	$h/d = 10$	$h/d \leq 2,5$
0°	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0
10°	+0,9	+0,9	+0,9	+0,9
20°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7
30°	+0,4	+0,4	+0,35	+0,35
40°	0	0	0	0
50°	−0,5	−0,4	−0,7	−0,5
60°	−0,95	−0,8	−1,2	−1,05
70°	−1,25	−1,1	−1,4	−1,25
80°	−1,2	−1,05	−1,45	−1,3
90°	−1,0	−0,85	−1,4	−1,2
100°	−0,8	−0,65	−1,1	−0,85
120°	−0,5	−0,35	−0,6	−0,4
140°	−0,4	−0,3	−0,35	−0,25
160°	−0,4	−0,3	−0,35	−0,25
180°	−0,4	−0,3	−0,35	−0,25

PRESSÃO DINÂMICA DO VENTO			h	8,1 m
Topo	0,120	tf/m²	dmédio	1,35 m
Base	0,084	tf/m²	h/d	6

Ângulos	Cpe	Cpe-médio	Topo	Base	
0	1	0,95	0,114	0,080	
10	0,9	0,80	0,096	0,067	
20	0,7	0,53	0,063	0,044	
30	0,35	0,18	0,021	0,015	
40	0	-0,35	-0,042	-0,029	
50	-0,7	-0,95	-0,114	-0,080	
60	-1,2	-1,30	-0,156	-0,109	
70	-1,4	-1,43	-0,171	-0,120	
80	-1,45	-1,43	-0,171	-0,120	
90	-1,4	-1,25	-0,150	-0,105	
100	-1,1	-0,85	-0,102	-0,071	
110	-0,6	-0,60	-0,072	-0,050	
120	-0,6	-0,48	-0,057	-0,040	
130	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
140	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
150	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
160	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
170	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
180	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
190	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
200	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
210	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
220	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
230	-0,35	-0,35	-0,042	-0,029	
240	-0,6	-0,48	-0,057	-0,040	
250	-0,6	-0,60	-0,072	-0,050	
260	-1,1	-0,85	-0,102	-0,071	
270	-1,4	-1,25	-0,150	-0,105	
280	-1,45	-1,43	-0,171	-0,120	
290	-1,4	-1,43	-0,171	-0,120	
300	-1,2	-1,30	-0,156	-0,109	
310	-0,7	-0,95	-0,114	-0,080	
320	0	-0,35	-0,042	-0,029	
330	0,35	0,18	0,021	0,015	
340	0,7	0,53	0,063	0,044	
350	0,9	0,80	0,096	0,067	
360	1	0,95	0,114	0,080	

8.1 Reações na base do castelo d'água

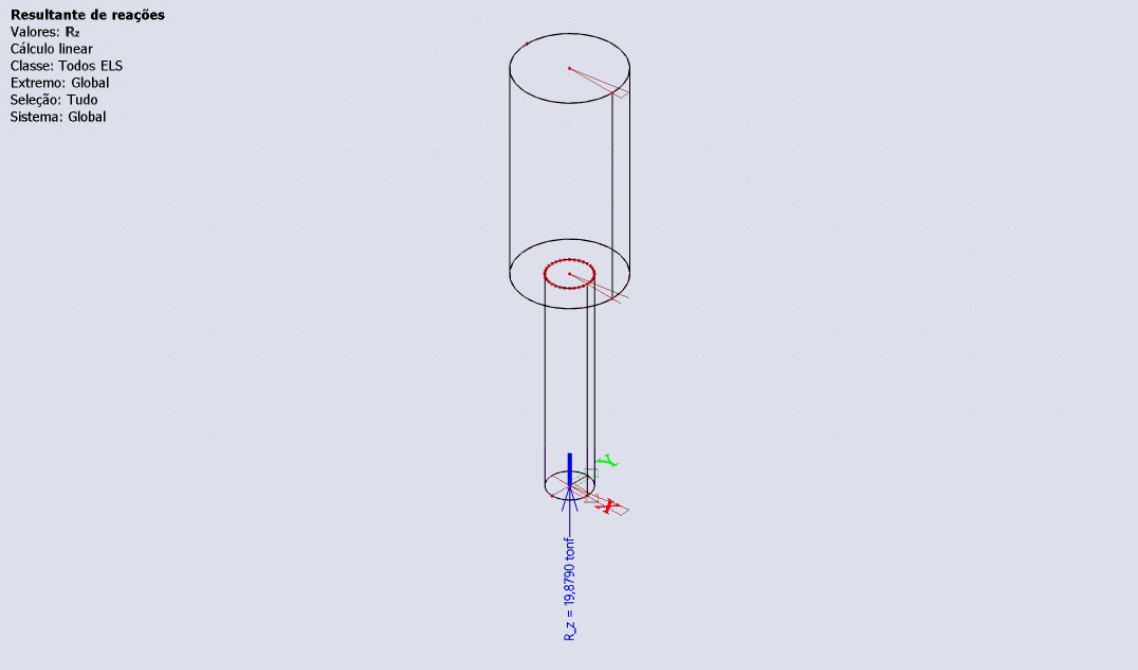


Figura 5 – Reação vertical – ELS (Fz – tf).

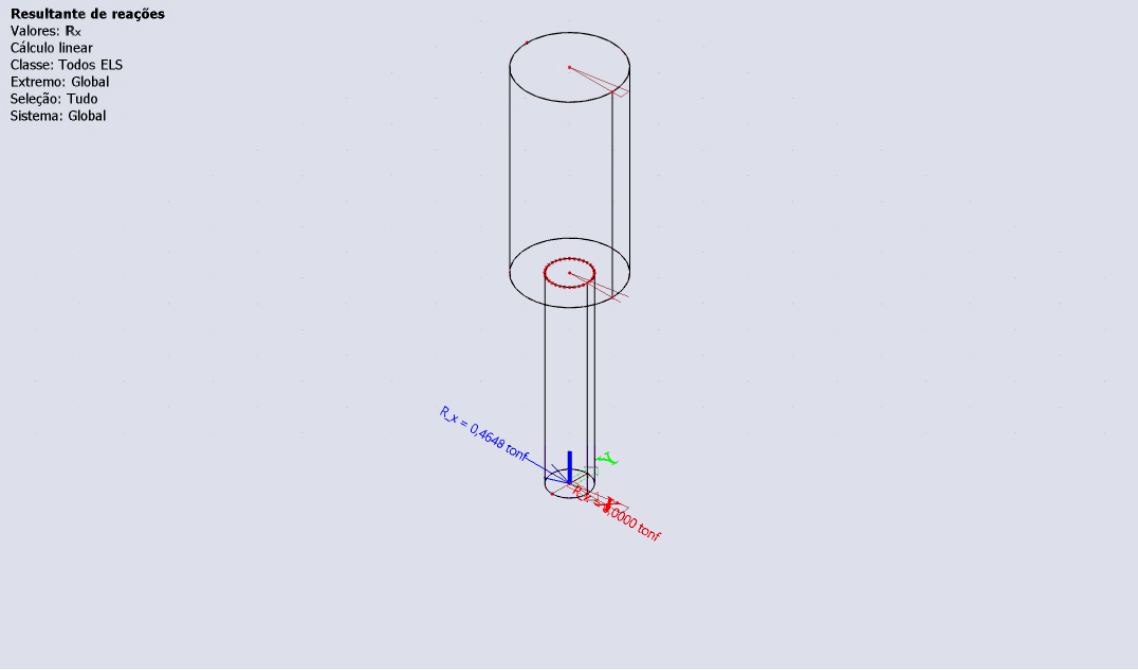


Figura 6 – Reação Horizontal – ELS (Fhx – tf).

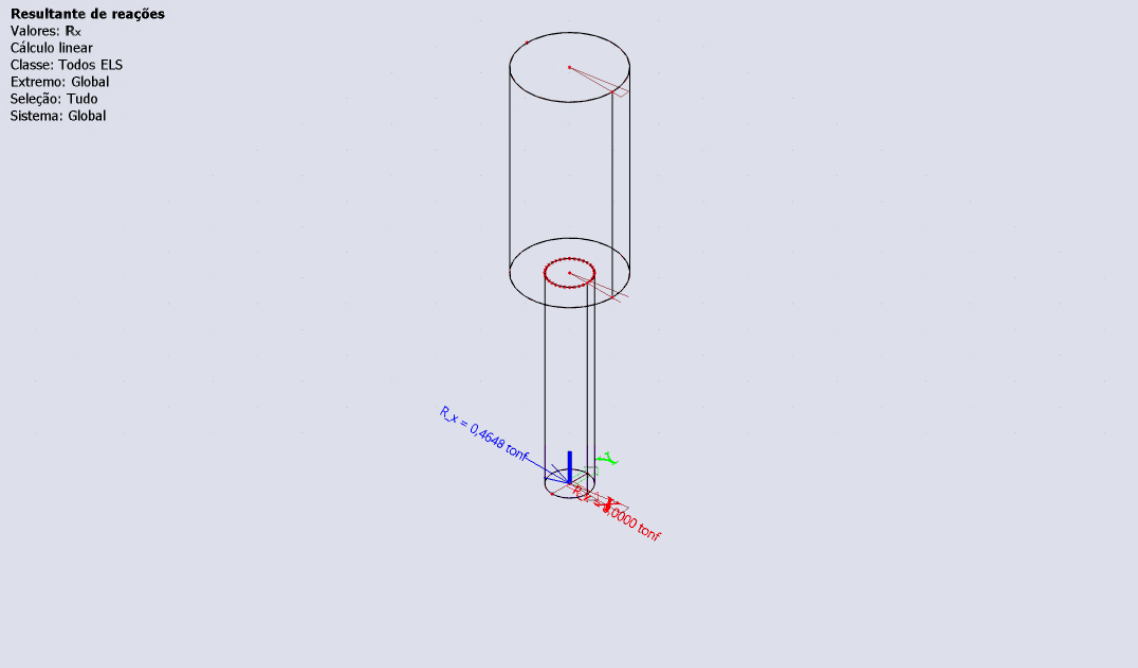


Figura 7 – Reação Horizontal – ELS (Fhy – tf).

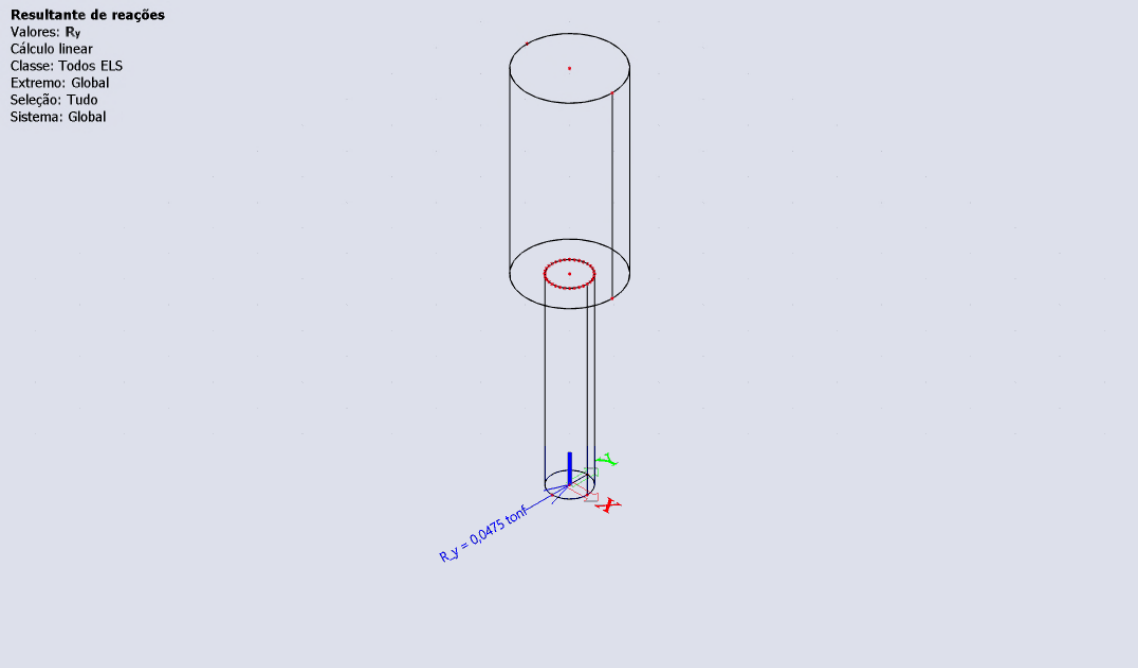


Figura 8 – Reação Horizontal – ELS (Fhx – tf).

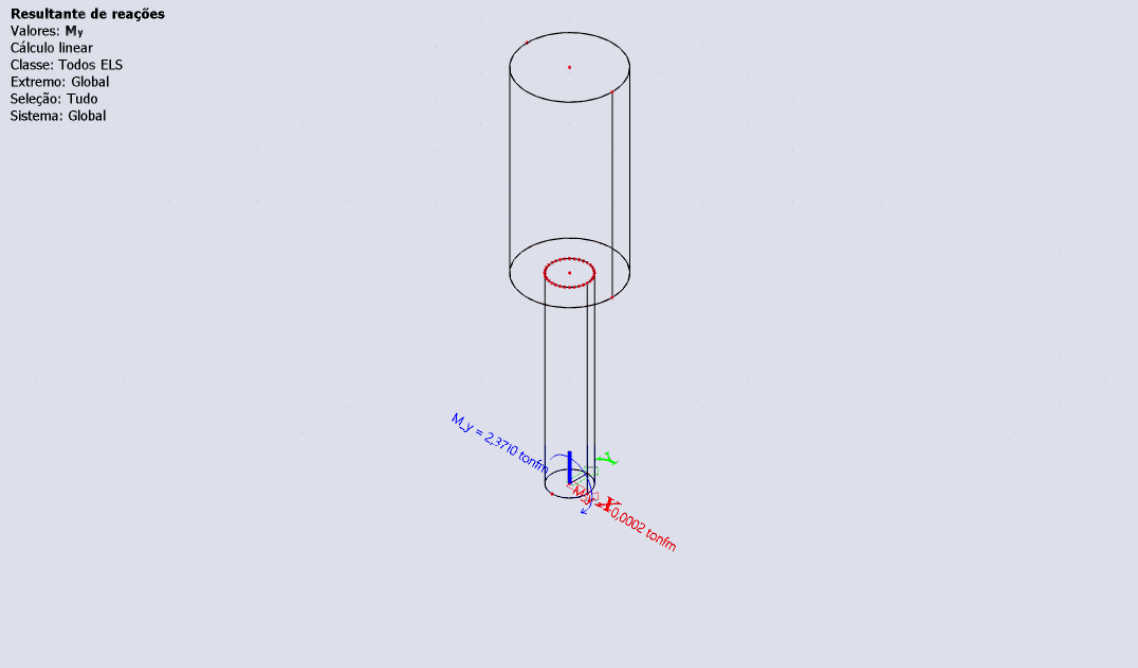


Figura 9 – Momento fletor em torno do eixo Y – ELS (My – tf.m).

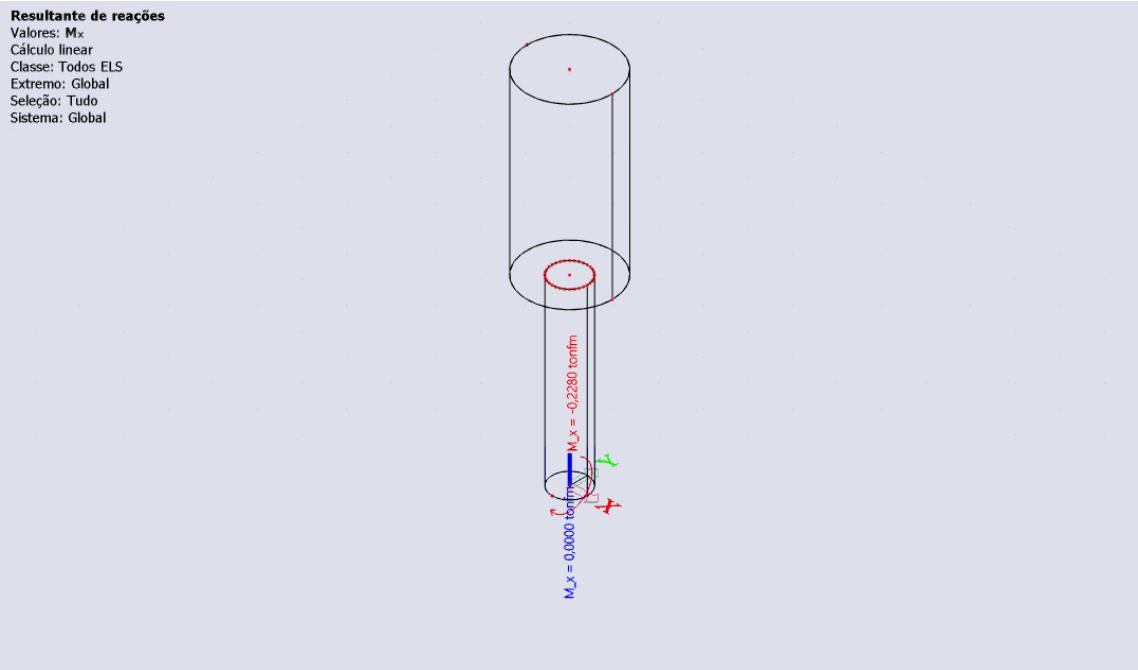
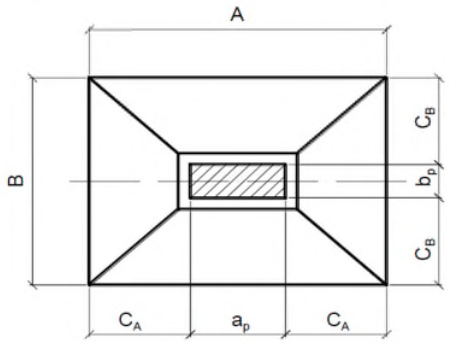


Figura 10 – Momento fletor em torno do eixo X – ELS (Mx – tf.m).

8.2 Dimensionamento da sapata

Assunto:	Dimensionamento Sapatas de Fundação
Referências:	NBR 6118 // NBR 6122 // Apostila Estrutura de Concreto III - UNESP Bauru - Sapata de Fundação

1- Cáculo das Dimensões em Planta da Sapata - Pilar Centrado - Estimativas iniciais.



Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	111	cm	Lado Sapata
B	111	cm	Lado Sapata
ap	70	cm	Lado Pilar
bp	70	cm	Lado Pilar
Ca	20,5	cm	Balanço Lado A
Cb	20,5	cm	Balanço Lado B

Considerando Ca=Cb - Balanços iguais. Pode-se afirmar a seguinte Relação

$$A - a_p = B - b_p \longrightarrow A - B = a_p - b_p$$

1.1 - Área da base da sapata

$$S_{sap} = \frac{K_{maj}\, N_{gk} + N_{qk}}{\sigma_{adm}}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Ngk	20	tf	Carga vertical devida as ações permanentes, valor característico.
Nqk	0	tf	Carga vertical devida as ações variáveis, valor característico.
Kmaj	1,15	número	Coeficiente majorados da carga vertical das ações permanentes
σadm	1,9	kgf/cm²	Tensão admissível do solo. Ver memoria de cálculo a parte.
Ssap	12106	cm²	Área da base da sapata.

2.0 - Verificação das tensões na base da Sapata

Dimensões finais adotadas na base da sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	180	cm	Lado Sapata
B	180	cm	Lado Sapata

Momento fletor Atuante na Sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Mx	240	tf.cm	-
My	240	tf.cm	-

Formulações

$$\sigma = \frac{N}{A \cdot B} \pm \frac{M \cdot y}{I} \qquad I = \frac{B \cdot A^3}{12}$$

$$y = \frac{A}{2} \qquad e = \frac{M}{K_{maj}\, N} \qquad \frac{A}{6}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
I	87480000	cm4	Momento de inercia
Y	90	cm	Momento de inercia
ex	10,43	cm	Excentricidade
ey	10,43	cm	Excentricidade
A/6	30,00	cm	Núcleo central de inercia
σ+	0,6175309	kgf/cm²	Ok
σ-	0,6170370	kgf/cm²	Ok

$$\sigma_{máx} = \frac{N}{A \cdot B}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

σmax -x	0,832	kgf/cm²	Ok
σmax -y	0,832	kgf/cm²	Ok

3.0 - Altura da Sapata

$$h \geq \frac{A - a_p}{3}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição		
A	180	cm	Lado Sapata		
ap	70	cm	Lado Pilar Ficticio		
hmín	36,67	cm	Altura mínima		
hadotado	60	cm	Altura adotada		
Altura de cálcuo - h-5cm			55	cm	Ok

3.2 - Balanço C da Sapata e ângulo da Superficie inclinada

$$c_A = c_B = c = \frac{A - a_p}{2} =$$

$$tg\,\alpha = \frac{h - h_o}{c} :$$

Nomenclatura	Valores	Unidade
Ca	55	cm
Cb	55	cm
A	180	cm
ap	70	cm
C	55	cm
h	60	cm
h0	20	cm
tg α	0,73	rad
α	41,7	°

4.0 - Momentos Fletores segundo o CEB - 70

Verificação se o processo do CEB-70 pode ser aplicado

$$\frac{h}{2} \leq c \leq 2h \longrightarrow$$

30	≤	55	≤	120	OK!

Tensão máxima e mínima téorica

$$e = \frac{M_d}{N_d}$$

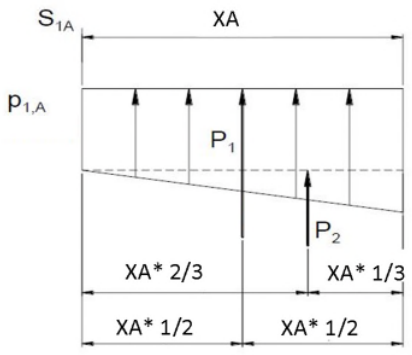
$$\sigma_{máx} = \frac{N}{A \cdot B}\left(1 \pm \frac{6e}{A}\right)$$

Mk	240	tf.cm	
γ	1,4	número	
Md	336	tf.cm	
Nk	20	tf	
γ	1,4	número	
Nd	28	tf	
e	12	cm	
σmax,d	1,21	kgf/cm²	Teórica
σmin,d	FALSO	kgf/cm²	Teórica

Calculo da seção de referência S1A e S1B

$$x_A = c_A + 0{,}15a_p$$

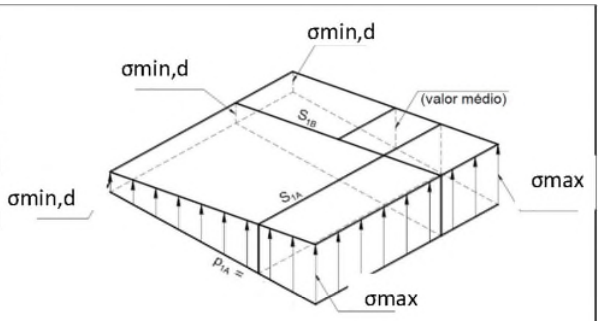
Ca	55	cm
ap	70	cm
Xa	65,5	cm
p1,a	0,77	kgf/cm²
P1	50,4	kgf
P2	14,4	kgf
M1A,d	2280,532	kgf.cm
M1A,d	2,28	tf.cm



$$x_B = c_B + 0{,}15 b_p$$

$$M_{1B,d} = p_{méd} \frac{x_B^2}{2} A :$$

Cb	55	cm
bp	70	cm
Xb	65,5	cm
p,méd.	0,60	kgf/cm²
M1B,d	233580,3	kgf.cm
M1B,d	233,5803	tf.cm



Armaduras de Flexão

$$A_s = \frac{M_d}{0{,}85 d\, f_{yd}}$$

fyd	4,348	tf/cm²	Transformando armadura em cm²/m			
As,a	0,01	cm²	Lado A	0,6	cm²/m	→
As,b	1,15	cm²	Lado B	0,6	cm²/m	→

ÁREA DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA (cm²/m)

Espaçamento (cm)	Diâmetro Nominal (mm)					
	4,2	5	6,3	8	10	12,5
5	2,77	4,00	6,30	10,00	16,00	25,00
5,5	2,52	3,64	5,73	9,09	14,55	22,73
6	2,31	3,33	5,25	8,33	13,33	20,83
6,5	2,13	3,08	4,85	7,69	12,31	19,23
7	1,98	2,86	4,50	7,14	11,43	17,86
7,5	1,85	2,67	4,20	6,67	10,67	16,67
8	1,73	2,50	3,94	6,25	10,00	15,63
8,5	1,63	2,35	3,71	5,88	9,41	14,71
9	1,54	2,22	3,50	5,56	8,89	13,89
9,5	1,46	2,11	3,32	5,26	8,42	13,16
10	1,39	2,00	3,15	5,00	8,00	12,50
11	1,26	1,82	2,86	4,55	7,27	11,36
12	1,15	1,67	2,62	4,17	6,67	10,42
12,5	1,11	1,60	2,52	4,00	6,40	10,00
13	1,07	1,54	2,42	3,85	6,15	9,62
14	0,99	1,43	2,25	3,57	5,71	8,93
15	0,92	1,33	2,10	3,33	5,33	8,33
16	0,87	1,25	1,97	3,13	5,00	7,81
17	0,81	1,18	1,85	2,94	4,71	7,35
17,5	0,79	1,14	1,80	2,86	4,57	7,14
18	0,77	1,11	1,75	2,78	4,44	6,94
19	0,73	1,05	1,66	2,63	4,21	6,58
20	0,69	1,00	1,58	2,50	4,00	6,25
22	0,63	0,91	1,43	2,27	3,64	5,68
24	0,58	0,83	1,31	2,08	3,33	5,21
25	0,55	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00
26	0,53	0,77	1,21	1,92	3,08	4,81
28	0,49	0,71	1,12	1,79	2,86	4,46
30	0,46	0,67	1,05	1,67	2,67	4,17
33	0,42	0,61	0,95	1,52	2,42	3,79

Elaborada por PINHEIRO (1994)
Diâmetros especificados pela NBR 7480.

5.0 - Verificação da diagonal comprimida na superfície crítica C

$u_o = 2(a_p + b_p)$

$F_{Sd} = N_{Sd} = \gamma_f \, . \, N$

ap	70	cm
bp	70	cm
u0	280	cm
Fsd	28	tf

Tensão de cisalhamento atuante

$\tau_{Sd} = \frac{F_{Sd}}{u_o \, d}$

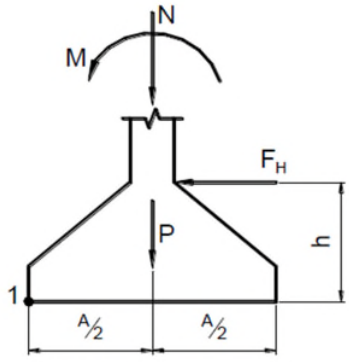
d	55,00	cm
τsd	0,0018	tf/cm²

Tensão de cisalhamento resistente

$\tau_{Rd.2} = 0{,}27\alpha_v \, f_{cd}$

fck	30	MPa	
αV	0,88	número	
τRd	0,051	tf/cm²	OK! Não irá ocorrer esmagamento das bielas comprimidas.

6.0 - Segurança ao tombamento



$M_{tomb} = M + F_H \, . \, h$

M	240	tf.cm
Fh	0,5	tf
H	60	cm
Mtom	270	tf.cm

$M_{estab} = (N + P) \, A/2$

N	20	tf
P	4,86	tf
A	200	cm
Mestab	2486	tf.cm

$\gamma_{tomb} = \frac{M_{estab}}{M_{tomb}} \geq 1{,}5$

Fator	
9,21	Ok.

8.3 Tensões de contato

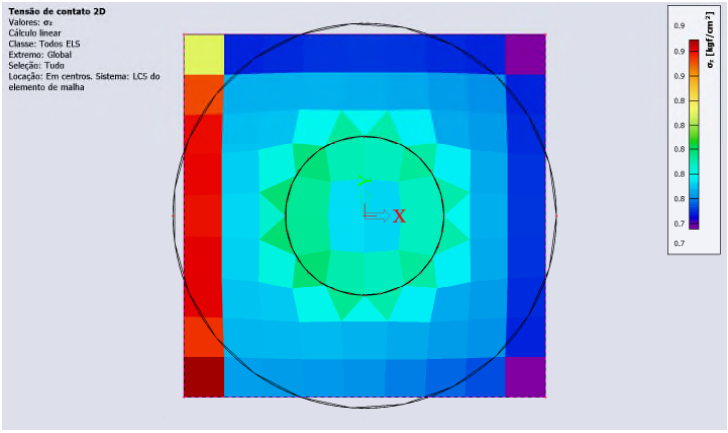
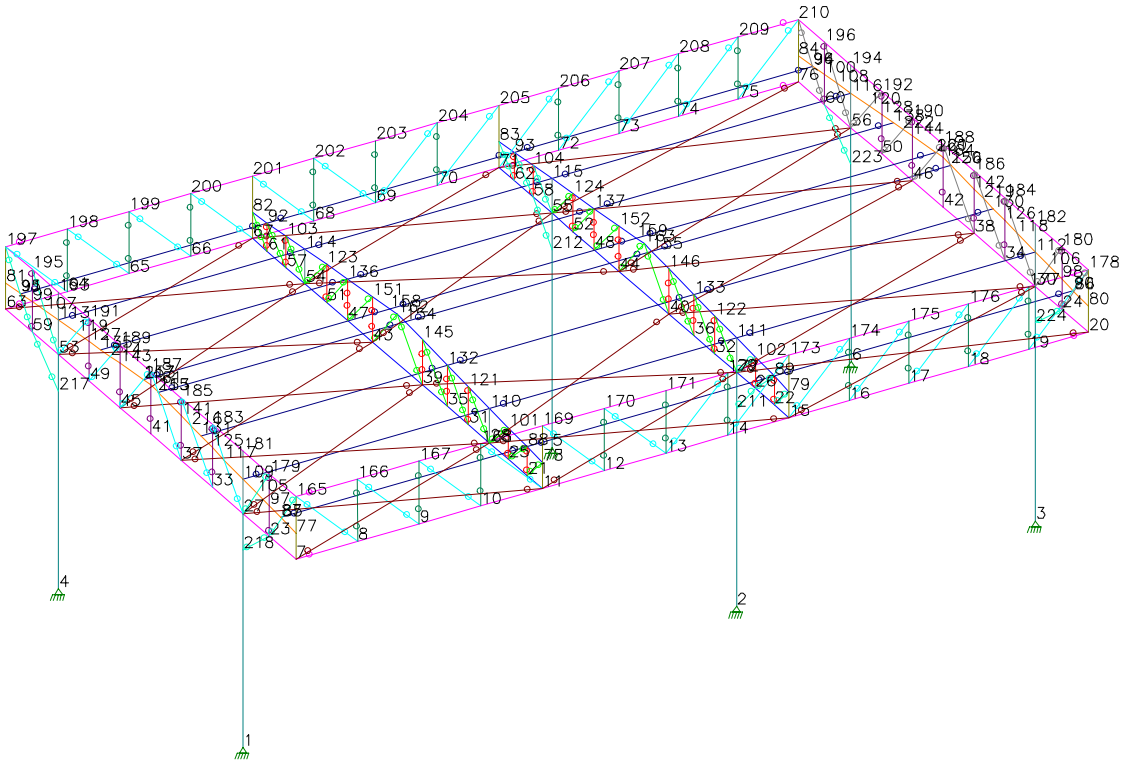


Figura 11 – Tensão de contato na base da sapata.

As tensões estão dentro do limite de 1,90kgf/cm².

9 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES.

9.1 REAÇÕES NAS BASES



COMBINAÇÕES - FUNDAÇÃO

1,00 Permanente + 1,07 Multidão

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,60 Vento

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 1,00 Vento

1,00 Permanente + 0,86 Temperatura

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,06 Vento + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 0,86 Multidão + 1,00 Vento + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 0,86 Multidão + 0,60 Vento + 0,86 Temperatura

Tabela de Combinações	
Comb.	
1	FUN-01 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07
2	FUN-02 #1 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 4 * 0.60
3	FUN-02 #2 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 5 * 0.60
4	FUN-02 #3 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 6 * 0.60
5	FUN-02 #4 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 7 * 0.60
6	FUN-02 #5 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 8 * 0.60
7	FUN-02 #6 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 9 * 0.60
8	FUN-03 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 +10 * 0.51
9	FUN-04 #1 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 4 * 1.00
10	FUN-04 #2 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 5 * 1.00
11	FUN-04 #3 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 6 * 1.00
12	FUN-04 #4 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 7 * 1.00
13	FUN-04 #5 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 8 * 1.00
14	FUN-04 #6 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 9 * 1.00
15	FUN-05 1 * 1.00 + 2 * 1.00 +10 * 0.86
16	FUN-06 #1 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 4 * 0.60 +10 * 0.51
17	FUN-06 #2 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 5 * 0.60 +10 * 0.51
18	FUN-06 #3 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 6 * 0.60 +10 * 0.51
19	FUN-06 #4 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 7 * 0.60 +10 * 0.51
20	FUN-06 #5 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 8 * 0.60 +10 * 0.51
21	FUN-06 #6 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 1.07 + 9 * 0.60 +10 * 0.51
22	FUN-07 #1 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 4 * 1.00 +10 * 0.51
23	FUN-07 #2 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 5 * 1.00 +10 * 0.51
24	FUN-07 #3 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 6 * 1.00 +10 * 0.51
25	FUN-07 #4 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 7 * 1.00 +10 * 0.51
26	FUN-07 #5 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 8 * 1.00 +10 * 0.51
27	FUN-07 #6 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 9 * 1.00 +10 * 0.51
28	FUN-08 #1 1 * 1.00 + 2 * 1.00 + 3 * 0.86 + 4 * 0.60 +10 * 0.86

Tabela de Combinações						
Comb.						
29	FUN-08 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 5 * 0.60	+10 * 0.86	
30	FUN-08 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 6 * 0.60	+10 * 0.86	
31	FUN-08 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 7 * 0.60	+10 * 0.86	
32	FUN-08 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 8 * 0.60	+10 * 0.86	
33	FUN-08 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 9 * 0.60	+10 * 0.86	

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
1	1	0.007	-0.095	3.540	0.167	0.025	0.000
	2	0.010	-0.529	4.159	1.310	0.035	0.000
	3	-0.234	-0.067	2.475	0.118	-1.004	0.000
	4	0.005	0.318	3.770	-0.940	0.018	0.000
	5	0.246	-0.075	2.558	0.131	1.042	0.000
	6	0.009	-0.506	2.211	1.295	0.030	0.000
	7	0.006	0.346	3.537	-1.016	0.014	0.000
	8	0.030	-0.071	3.563	0.099	0.099	0.000
	9	0.008	-0.762	2.747	1.974	0.028	0.000
	10	-0.398	0.008	-0.061	-0.013	-1.704	0.000
	11	-0.001	0.649	2.098	-1.776	-0.002	0.000
	12	0.400	-0.005	0.078	0.009	1.705	0.000
	13	0.006	-0.723	-0.500	1.949	0.019	0.000
	14	0.001	0.697	1.710	-1.903	-0.009	0.000
	15	0.042	0.002	1.752	-0.045	0.135	0.000
	16	0.033	-0.504	4.181	1.242	0.109	0.000
	17	-0.210	-0.042	2.497	0.050	-0.930	0.000
	18	0.028	0.343	3.793	-1.008	0.091	0.000
	19	0.269	-0.050	2.580	0.063	1.116	0.000
	20	0.032	-0.481	2.233	1.227	0.104	0.000
	21	0.029	0.371	3.559	-1.084	0.087	0.000
	22	0.034	-0.783	4.236	1.985	0.113	0.000
	23	-0.372	-0.013	1.429	-0.002	-1.619	0.000
	24	0.026	0.629	3.588	-1.765	0.084	0.000
	25	0.427	-0.025	1.567	0.020	1.791	0.000
	26	0.032	-0.743	0.989	1.960	0.104	0.000
	27	0.027	0.677	3.199	-1.892	0.077	0.000
	28	0.048	-0.476	3.838	1.176	0.157	0.000
	29	-0.195	-0.015	2.154	-0.016	-0.882	0.000
	30	0.043	0.371	3.449	-1.074	0.139	0.000
	31	0.284	-0.022	2.237	-0.003	1.163	0.000
	32	0.047	-0.453	1.890	1.162	0.151	0.000
	33	0.044	0.399	3.216	-1.150	0.135	0.000
	Máx	0.427	0.697	4.236	1.985	1.791	0.000
	Comb	25	14	22	22	25	22
	Mín	-0.398	-0.783	-0.500	-1.903	-1.704	0.000
	Comb	10	22	13	14	10	14

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
2	1	0.007	-0.178	5.271	0.294	0.025	0.000
	2	0.014	-0.557	6.580	1.359	0.043	0.000
	3	-0.235	-0.140	3.537	0.233	-1.005	0.000
	4	0.003	0.170	5.415	-0.721	0.014	0.000
	5	0.243	-0.144	3.523	0.239	1.036	0.000
	6	0.011	-0.510	3.331	1.312	0.033	0.000
	7	0.000	0.201	4.959	-0.798	0.003	0.000
	8	0.003	-0.157	5.212	0.230	0.013	0.000
	9	0.016	-0.703	4.573	1.893	0.041	0.000
	10	-0.400	-0.008	-0.498	0.017	-1.705	0.000
	11	-0.004	0.508	2.631	-1.573	-0.007	0.000
	12	0.396	-0.015	-0.522	0.026	1.696	0.000
	13	0.010	-0.624	-0.843	1.814	0.026	0.000
	14	-0.009	0.559	1.872	-1.702	-0.026	0.000
	15	-0.004	-0.037	2.292	0.010	-0.009	0.000
	16	0.010	-0.535	6.521	1.294	0.031	0.000
	17	-0.239	-0.119	3.479	0.168	-1.017	0.000
	18	-0.001	0.191	5.356	-0.785	0.002	0.000
	19	0.239	-0.123	3.465	0.174	1.024	0.000
	20	0.007	-0.488	3.272	1.247	0.021	0.000
	21	-0.004	0.222	4.901	-0.863	-0.009	0.000
	22	0.015	-0.767	6.829	1.969	0.040	0.000
	23	-0.401	-0.072	1.758	0.093	-1.706	0.000
	24	-0.005	0.444	4.887	-1.497	-0.008	0.000
	25	0.395	-0.079	1.734	0.102	1.695	0.000
	26	0.009	-0.688	1.414	1.891	0.025	0.000
	27	-0.010	0.495	4.128	-1.626	-0.027	0.000
	28	0.007	-0.500	5.916	1.215	0.020	0.000
	29	-0.243	-0.083	2.874	0.089	-1.028	0.000
	30	-0.005	0.226	4.751	-0.864	-0.009	0.000
	31	0.235	-0.087	2.859	0.095	1.013	0.000
	32	0.004	-0.453	2.667	1.168	0.011	0.000
	33	-0.008	0.257	4.296	-0.942	-0.020	0.000
	Máx	0.396	0.559	6.829	1.969	1.696	0.000
	Comb	12	14	22	22	12	13
	Mín	-0.401	-0.767	-0.843	-1.702	-1.706	0.000
	Comb	23	22	13	14	23	24

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
3	1	-0.014	-0.014	2.269	0.023	-0.013	0.000
	2	-0.014	-0.350	2.569	0.927	-0.010	0.000
	3	-0.247	-0.021	1.705	0.037	-1.028	0.000
	4	-0.017	0.327	2.463	-0.887	-0.023	0.000
	5	0.227	-0.015	1.636	0.026	1.009	0.000
	6	-0.007	-0.361	1.412	0.959	-0.001	0.000
	7	-0.018	0.327	2.343	-0.901	-0.029	0.000
	8	-0.033	0.010	2.305	-0.043	-0.075	0.000
	9	-0.007	-0.565	1.646	1.511	-0.001	0.000
	10	-0.394	-0.017	0.206	0.029	-1.696	0.000
	11	-0.012	0.564	1.469	-1.511	-0.021	0.000
	12	0.396	-0.006	0.091	0.010	1.698	0.000
	13	0.005	-0.582	-0.282	1.565	0.016	0.000
	14	-0.012	0.565	1.269	-1.535	-0.032	0.000
	15	-0.038	0.037	1.208	-0.106	-0.109	0.000
	16	-0.034	-0.326	2.605	0.860	-0.072	0.000
	17	-0.266	0.002	1.741	-0.029	-1.089	0.000
	18	-0.037	0.351	2.499	-0.953	-0.084	0.000
	19	0.208	0.009	1.672	-0.041	0.947	0.000
	20	-0.026	-0.337	1.448	0.892	-0.062	0.000
	21	-0.037	0.351	2.379	-0.967	-0.091	0.000
	22	-0.032	-0.549	2.585	1.459	-0.068	0.000
	23	-0.419	-0.001	1.144	-0.023	-1.764	0.000
	24	-0.037	0.580	2.408	-1.563	-0.089	0.000
	25	0.370	0.010	1.030	-0.042	1.630	0.000
	26	-0.021	-0.566	0.656	1.513	-0.052	0.000
	27	-0.038	0.581	2.208	-1.587	-0.100	0.000
	28	-0.045	-0.308	2.410	0.811	-0.112	0.000
	29	-0.277	0.021	1.546	-0.078	-1.130	0.000
	30	-0.048	0.369	2.304	-1.002	-0.125	0.000
	31	0.197	0.028	1.477	-0.090	0.907	0.000
	32	-0.038	-0.318	1.253	0.843	-0.103	0.000
	33	-0.048	0.370	2.184	-1.016	-0.131	0.000
	Máx	0.396	0.581	2.605	1.565	1.698	0.000
	Comb	12	27	16	13	12	12
	Mín	-0.419	-0.582	-0.282	-1.587	-1.764	0.000
	Comb	23	13	13	27	23	22

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
4	1	0.007	0.095	3.540	-0.167	0.025	0.000
	2	0.005	-0.318	3.770	0.940	0.018	0.000
	3	-0.234	0.067	2.475	-0.118	-1.004	0.000
	4	0.010	0.529	4.159	-1.310	0.035	0.000
	5	0.246	0.075	2.558	-0.131	1.042	0.000
	6	0.006	-0.346	3.537	1.016	0.014	0.000
	7	0.009	0.506	2.211	-1.295	0.030	0.000
	8	0.030	0.071	3.563	-0.099	0.099	0.000
	9	-0.001	-0.649	2.098	1.776	-0.002	0.000
	10	-0.398	-0.008	-0.061	0.013	-1.704	0.000
	11	0.008	0.762	2.747	-1.974	0.028	0.000
	12	0.400	0.005	0.078	-0.009	1.705	0.000
	13	0.001	-0.697	1.710	1.903	-0.009	0.000
	14	0.006	0.723	-0.500	-1.949	0.019	0.000
	15	0.042	-0.002	1.752	0.045	0.135	0.000
	16	0.028	-0.343	3.792	1.008	0.091	0.000
	17	-0.210	0.042	2.497	-0.050	-0.930	0.000
	18	0.033	0.504	4.181	-1.242	0.109	0.000
	19	0.269	0.050	2.580	-0.063	1.116	0.000
	20	0.029	-0.371	3.559	1.084	0.087	0.000
	21	0.032	0.481	2.233	-1.227	0.104	0.000
	22	0.026	-0.629	3.588	1.765	0.084	0.000
	23	-0.372	0.013	1.429	0.002	-1.619	0.000
	24	0.034	0.783	4.236	-1.985	0.113	0.000
	25	0.427	0.025	1.567	-0.020	1.791	0.000
	26	0.027	-0.677	3.199	1.892	0.077	0.000
	27	0.032	0.743	0.989	-1.960	0.104	0.000
	28	0.043	-0.371	3.449	1.074	0.139	0.000
	29	-0.195	0.015	2.154	0.016	-0.882	0.000
	30	0.048	0.476	3.838	-1.176	0.157	0.000
	31	0.284	0.022	2.237	0.003	1.163	0.000
	32	0.044	-0.399	3.216	1.150	0.135	0.000
	33	0.047	0.453	1.890	-1.162	0.151	0.000
	Máx	0.427	0.783	4.236	1.903	1.791	0.000
	Comb	25	24	24	13	25	13
	Mín	-0.398	-0.697	-0.500	-1.985	-1.704	0.000
	Comb	10	13	14	24	10	24

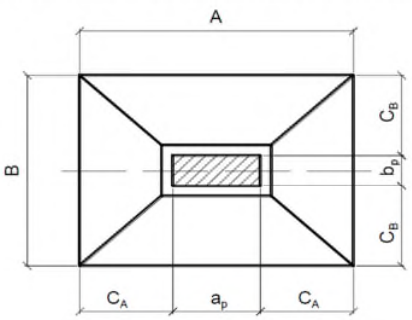
REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
5	1	0.007	0.178	5.271	-0.294	0.025	0.000
	2	0.003	-0.170	5.415	0.721	0.014	0.000
	3	-0.235	0.140	3.537	-0.233	-1.005	0.000
	4	0.014	0.557	6.580	-1.359	0.043	0.000
	5	0.243	0.144	3.523	-0.239	1.036	0.000
	6	0.000	-0.201	4.959	0.798	0.003	0.000
	7	0.011	0.510	3.331	-1.312	0.033	0.000
	8	0.003	0.157	5.212	-0.230	0.013	0.000
	9	-0.004	-0.508	2.631	1.573	-0.007	0.000
	10	-0.400	0.008	-0.498	-0.017	-1.705	0.000
	11	0.016	0.703	4.573	-1.893	0.041	0.000
	12	0.396	0.015	-0.522	-0.026	1.696	0.000
	13	-0.009	-0.559	1.872	1.702	-0.026	0.000
	14	0.010	0.624	-0.843	-1.814	0.026	0.000
	15	-0.004	0.037	2.292	-0.010	-0.009	0.000
	16	-0.001	-0.191	5.356	0.785	0.002	0.000
	17	-0.239	0.119	3.479	-0.168	-1.017	0.000
	18	0.010	0.535	6.521	-1.294	0.031	0.000
	19	0.239	0.123	3.465	-0.174	1.024	0.000
	20	-0.004	-0.222	4.901	0.863	-0.009	0.000
	21	0.007	0.488	3.272	-1.247	0.021	0.000
	22	-0.005	-0.444	4.887	1.497	-0.008	0.000
	23	-0.401	0.072	1.758	-0.093	-1.706	0.000
	24	0.015	0.767	6.829	-1.969	0.040	0.000
	25	0.395	0.079	1.734	-0.102	1.695	0.000
	26	-0.010	-0.495	4.128	1.626	-0.027	0.000
	27	0.009	0.688	1.414	-1.891	0.025	0.000
	28	-0.005	-0.226	4.751	0.864	-0.009	0.000
	29	-0.243	0.083	2.874	-0.089	-1.028	0.000
	30	0.007	0.500	5.916	-1.215	0.020	0.000
	31	0.235	0.087	2.859	-0.095	1.013	0.000
	32	-0.008	-0.257	4.296	0.942	-0.020	0.000
	33	0.004	0.453	2.667	-1.168	0.011	0.000
	Máx	0.396	0.767	6.829	1.702	1.696	0.000
	Comb	12	24	24	13	12	22
	Mín	-0.401	-0.559	-0.843	-1.969	-1.706	0.000
	Comb	23	13	14	24	23	14

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
6	1	-0.014	0.014	2.269	-0.023	-0.013	0.000
	2	-0.017	-0.327	2.463	0.887	-0.023	0.000
	3	-0.247	0.021	1.705	-0.037	-1.028	0.000
	4	-0.014	0.350	2.569	-0.927	-0.010	0.000
	5	0.227	0.015	1.636	-0.026	1.009	0.000
	6	-0.018	-0.327	2.343	0.901	-0.029	0.000
	7	-0.007	0.361	1.412	-0.959	-0.001	0.000
	8	-0.033	-0.010	2.305	0.043	-0.075	0.000
	9	-0.012	-0.564	1.469	1.511	-0.021	0.000
	10	-0.394	0.017	0.206	-0.029	-1.696	0.000
	11	-0.007	0.565	1.646	-1.511	-0.001	0.000
	12	0.396	0.006	0.091	-0.010	1.698	0.000
	13	-0.012	-0.565	1.269	1.535	-0.032	0.000
	14	0.005	0.582	-0.282	-1.565	0.016	0.000
	15	-0.038	-0.037	1.208	0.106	-0.109	0.000
	16	-0.037	-0.351	2.499	0.953	-0.084	0.000
	17	-0.266	-0.003	1.741	0.029	-1.089	0.000
	18	-0.034	0.326	2.605	-0.860	-0.072	0.000
	19	0.208	-0.009	1.672	0.041	0.947	0.000
	20	-0.037	-0.351	2.379	0.967	-0.091	0.000
	21	-0.026	0.337	1.448	-0.892	-0.062	0.000
	22	-0.037	-0.580	2.408	1.563	-0.089	0.000
	23	-0.419	0.001	1.144	0.023	-1.764	0.000
	24	-0.032	0.549	2.585	-1.459	-0.068	0.000
	25	0.370	-0.010	1.030	0.042	1.630	0.000
	26	-0.038	-0.581	2.208	1.587	-0.100	0.000
	27	-0.021	0.566	0.656	-1.513	-0.052	0.000
	28	-0.048	-0.369	2.304	1.002	-0.125	0.000
	29	-0.277	-0.021	1.546	0.078	-1.130	0.000
	30	-0.045	0.308	2.410	-0.811	-0.112	0.000
	31	0.197	-0.028	1.477	0.090	0.907	0.000
	32	-0.048	-0.370	2.184	1.016	-0.131	0.000
	33	-0.038	0.318	1.253	-0.843	-0.103	0.000
	Máx	0.396	0.582	2.605	1.587	1.698	0.000
	Comb	12	14	18	26	12	24
	Mín	-0.419	-0.581	-0.282	-1.565	-1.764	0.000
	Comb	23	26	14	14	23	12

9.2 DIMENSIONAMENTO DA SAPATA ISOLADA

Assunto:	Dimensionamento Sapatas de Fundação
Referências:	NBR 6118 // NBR 6122 // Apostila Estrutura de Concreto III - UNESP Bauru - Sapata de Fundação

1- Cáculo das Dimensões em Planta da Sapata - Pilar Centrado - Estimativas iniciais.



Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	86	cm	Lado Sapata
B	76	cm	Lado Sapata
ap	60	cm	Lado Pilar
bp	50	cm	Lado Pilar
Ca	13	cm	Balanço Lado A
Cb	13	cm	Balanço Lado B

Considerando Ca=Cb - Balanços iguais. Pode-se afirmar a seguinte Relação

$$A - a_p = B - b_p \longrightarrow A - B = a_p - b_p$$

1.1 - Área da base da sapata

$$S_{sap} = \frac{K_{maj}\, N_{gk} + N_{qk}}{\sigma_{adm}}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Ngk	7	tf	Carga vertical devida as ações permanentes, valor característico.
Nqk	0	tf	Carga vertical devida as ações variáveis, valor característico.
Kmaj	1,1	númerico	Coeficiente majorados da carga vertical das ações permanentes
σadm	1,2	kgf/cm²	Tensão admissível do solo. Ver memoria de cálculo a parte.
Ssap	6417	cm²	Área da base da sapata.

2.0 - Verificação das tensões na base da Sapata

Dimensões finais adotadas na base da sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	160	cm	Lado Sapata
B	160	cm	Lado Sapata

Momento fletor Atuante na Sapata

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
Mx	200	tf.cm	-
My	200	tf.cm	-

Formulações

$$\sigma = \frac{N}{A \cdot B} \pm \frac{M \cdot y}{I} \qquad I = \frac{B \cdot A^3}{12}$$

$$y = \frac{A}{2} \qquad e = \frac{M}{K_{maj}\, N} \qquad \frac{A}{6}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
I	54613333,33	cm4	Momento de inercia
Y	80	cm	Momento de inercia
ex	25,97	cm	Excentricidade
ey	25,97	cm	Excentricidade
A/6	26,67	cm	Núcleo central de inercia
σ+	0,2737305	kgf/cm²	Ok
σ-	0,2731445	kgf/cm²	Ok

$$\sigma_{máx} = \frac{N}{A \cdot B}\left(1 + \frac{6e}{A}\right)$$

σmax -x	0,540	kgf/cm²	Ok
σmax -y	0,540	kgf/cm²	Ok

3.0 - Altura da Sapata

$$h \geq \frac{A - a_p}{3}$$

Nomenclatura	Valor	Unidade	Descrição
A	160	cm	Lado Sapata
ap	60	cm	Lado Pilar
hmín	33,33	cm	Altura mínima
hadotado	60	cm	Altura adotada
Altura de cálcuo - h-3cm	57	cm	Ok

3.1 - Altura da face vertical das extremidades da sapata

h0 { h/3 = 20 cm ; 15 cm }

h0 adotado= 20 cm

3.2 - Balanço C da Sapata e ângulo da Superficie inclinada

$$c_A = c_B = c = \frac{A - a_p}{2} =$$

$$tg\ \alpha = \frac{h - h_o}{c} :$$

Nomenclatura	Valores	Unidade
Ca	50	cm
Cb	50	cm
A	160	cm
ap	60	cm
C	50	cm
h	60	cm
h0	20	cm
tg α	0,80	rad
α	45,8	°

4.0 - Momentos Fletores segundo o CEB - 70

Verificação se o processo do CEB-70 pode ser aplicado

$$\frac{h}{2} \le c \le 2h \longrightarrow$$

30	≤	50	≤	120	OK!

Tensão máxima e mínima téorica

$$e = \frac{M_d}{N_d}$$

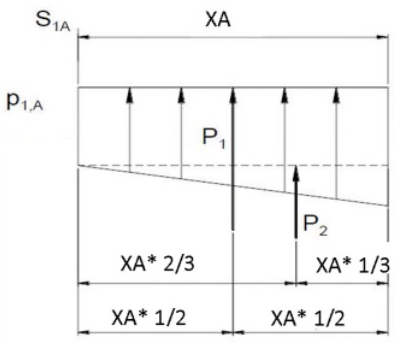
$$\sigma_{máx} = \frac{N}{A \cdot B}\left(1 \pm \frac{6e}{A}\right)$$

Mk	200	tf.cm	
γ	1,4	númerico	
Md	280	tf.cm	
Nk	7	tf	
γ	1,4	númerico	
Nd	9,8	tf	
e	28,57143	cm	
σmax,d	0,79	kgf/cm²	Teórica
σmin,d	0,00	kgf/cm²	Teórica

Calculo da seção de referência S1A e S1B

$$x_A = c_A + 0{,}15a_p :$$

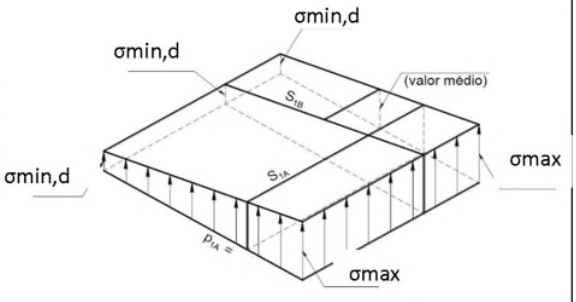
Ca	50	cm
ap	60	cm
Xa	59	cm
p1,a	0,50	kgf/cm²
P1	29,5	kgf
P2	8,6	kgf
M1A,d	1210,517	kgf.cm
M1A,d	1,21	tf.cm



$$x_B = c_B + 0{,}15b_p$$

$$M_{1B,d} = p_{méd}\frac{x_B^2}{2}A :$$

Cb	50	cm
bp	50	cm
Xb	57,5	cm
p,méd.	0,40	kgf/cm²
M1B,d	104870,1	kgf.cm
M1B,d	104,8701	tf.cm



Armaduras de Flexão

$$A_s = \frac{M_d}{0{,}85d\, f_{yd}}$$

fyd	4,348	tf/cm²	Transformando armadura em cm²/m			
As,a	0,01	cm²	Lado A	0,3	cm²/m	→
As,b	0,50	cm²	Lado B	0,3	cm²/m	→

ÁREA DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA (cm²/m)

Espaçamento (cm)	Diâmetro Nominal (mm)					
	4,2	5	6,3	8	10	12,5
5	2,77	4,00	6,30	10,00	16,00	25,00
5,5	2,52	3,64	5,73	9,09	14,55	22,73
6	2,31	3,33	5,25	8,33	13,33	20,83
6,5	2,13	3,08	4,85	7,69	12,31	19,23
7	1,98	2,86	4,50	7,14	11,43	17,86
7,5	1,85	2,67	4,20	6,67	10,67	16,67
8	1,73	2,50	3,94	6,25	10,00	15,63
8,5	1,63	2,35	3,71	5,88	9,41	14,71
9	1,54	2,22	3,50	5,56	8,89	13,89
9,5	1,46	2,11	3,32	5,26	8,42	13,16
10	1,39	2,00	3,15	5,00	8,00	12,50
11	1,26	1,82	2,86	4,55	7,27	11,36
12	1,15	1,67	2,62	4,17	6,67	10,42
12,5	1,11	1,60	2,52	4,00	6,40	10,00
13	1,07	1,54	2,42	3,85	6,15	9,62
14	0,99	1,43	2,25	3,57	5,71	8,93
15	0,92	1,33	2,10	3,33	5,33	8,33
16	0,87	1,25	1,97	3,13	5,00	7,81
17	0,81	1,18	1,85	2,94	4,71	7,35
17,5	0,79	1,14	1,80	2,86	4,57	7,14
18	0,77	1,11	1,75	2,78	4,44	6,94
19	0,73	1,05	1,66	2,63	4,21	6,58
20	0,69	1,00	1,58	2,50	4,00	6,25
22	0,63	0,91	1,43	2,27	3,64	5,68
24	0,58	0,83	1,31	2,08	3,33	5,21
25	0,55	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00
26	0,53	0,77	1,21	1,92	3,08	4,81
28	0,49	0,71	1,12	1,79	2,86	4,46
30	0,46	0,67	1,05	1,67	2,67	4,17
33	0,42	0,61	0,95	1,52	2,42	3,79

Elaborada por PINHEIRO (1994)
Diâmetros especificados pela NBR 7480.

5.0 - Verificação da diagonal comprimida na superfície crítica C

$$u_o = 2(a_p + b_p)$$

$$F_{Sd} = N_{Sd} = \gamma_f \,.\, N$$

ap	60	cm
bp	50	cm
u0	220	cm
Fsd	9,8	tf

Tensão de cisalhamento atuante

$$\tau_{Sd} = \frac{F_{Sd}}{u_o\, d}$$

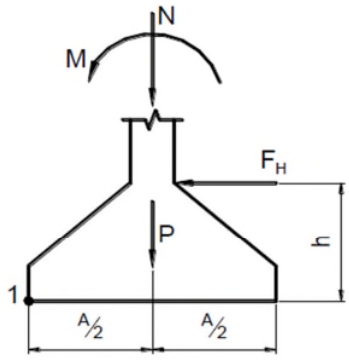
d	57,00	cm
τsd	0,0008	tf/cm²

Tensão de cisalhamento resistente

$$\tau_{Rd,2} = 0{,}27\alpha_v\, f_{cd}$$

fck	30	MPa	
αV	0,88	número	
τRd	0,051	tf/cm²	OK! Não irá ocorrer esmagamento das bielas comprimidas.

6.0 - Segurança ao tombamento



$M_{tomb} = M + F_H \cdot h$

M	200	tf.cm
Fh	0,8	tf
H	100	cm
Mtom	280	tf.cm

$M_{estab} = (N + P)\ A/2$

N	7	tf
P	4,05	tf
A	160	cm
Mestab	884	tf.cm

$\gamma_{tomb} = \frac{M_{estab}}{M_{tomb}} \geq 1,5$

Fator	
3,16	Ok.

7.0 - Segurança ao escorregamento

$F_{estab} = atrito + coesão$

$F_{estab} = (N+P)\,tg\left(\frac{2}{3}\phi\right) + A\left(\frac{2}{3}c\right)$

$\gamma_{esc} = \frac{F_{estab}}{F_H} \geq 1,5$

N	7	tf
P	4,05	tf
ϕ	30	°
c	0	
A	160	cm
Festab	4,0	tf
Fh	0,8	tf
γesc	5,027339	Ok.

10 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

10.1.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL

Deverão ser observadas as Normas Regulamentadoras (NR) referentes à Segurança e Medicina do Trabalho, do capítulo V, título II, da CLT.

10.1.2 TRABALHOS EM ALTURA

Todo empregado que necessite trabalhar em altura superior a 2 metros do nível de solo mais próximo e que não seja em plataforma padrão com corrimão deverá utilizar cinto de segurança tipo paraquedista. Em andaimes será sempre obrigatório o uso de cinto de segurança.

Para trabalho em local elevado deverá ser providenciada proteção contra quedas de ferramentas ou objetos e isolada e sinalizada a área de risco.

Cintos de segurança desgastados ou com conectores soltos deverão ser imediatamente colocados fora de utilização.

Quando necessário deverá ser utilizado absorvedores de impacto e trava quedas.

Não será permitida ancoragem de cinto de segurança em corrimão não projetado para tal.

Em trabalho em telhado é obrigatória a utilização de cabo-guia de aço, para fixação do cinto de segurança.

Não será permitido o deslocamento em telhados diretamente sobre as telhas. Será obrigatória a distribuição do peso através de tábuas adequadamente colocadas sobre as telhas.

Não será permitida a elevação vertical de trabalhadores em caçambas de equipamentos.

Plataformas para elevação de pessoal (gaiolas) somente serão permitidas se projetadas e executas por profissional qualificado e autorizado, devendo possuir proteção contra quedas em todas as laterais e a porta abrindo para dentro.

Os equipamentos utilizados no transporte vertical de pessoas e materiais deverão ser inspecionados por pessoa qualificada, por ocasião da instalação e, posteriormente, no mínimo uma vez por semana.

O transporte de pessoas somente poderá ser feito em equipamentos dotados de cabos de aço de suspensão, sem emendas, com diâmetro mínimo de 12mm e deverão ser substituídos quando apresentarem, em um trecho de cinquenta centímetros de comprimento, mais de 5% (cinco por cento) de fios partidos.

Será terminantemente proibido o transporte simultâneo de cargas e pessoas no transporte vertical.

10.1.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL

As normas do Código Brasileiro de Trânsitodeverão ser observados, sendo expressamente proibido o transporte de pessoas em carroceria de veículo e caçamba de máquina. O transporte de pessoal só será permitido em vans ou ônibus.

10.1.4 ANDAIMES

Só poderão ser montados por pessoal treinado e credenciado para andaimes.

Deverão possuir guarda-corpo e rodapé, ser construído com altura de 1,2m para o travessão superior e 0,7m para o travessão intermediário.

Será proibido a utilização ou apoio de escadas sobre piso de andaimes.

Os montantes dos andaimes deverão ser apoiados em sapata sobre base sólida. Os andaimes fachadeiros deverão ter seus encaixes travados com parafusos, contra-pinos ou similares.

Os andaimes deverão ser firmemente fixados à estrutura.

Será proibido o deslocamento da estrutura do andaime, com trabalhador sobre o mesmo.

O ponto de instalação de qualquer equipamento de içar deverá ser escolhido de modo a não comprometer a estabilidade e segurança do andaime.

Andaime não estaiado não poderá exceder em 4 vezes a dimensão da base de apoio.

A movimentação de peça ou parte da montagem do andaime deverá ser feita por corda ou sistema próprio de içamento.

Andaime fachadeiro deverá possuir proteção por tela desde a primeira plataforma, até pelo menos 2 metros acima da última plataforma de trabalho.

Isolar com cerca e placas de aviso a área onde será montado o andaime.

Os andaimes deverão ser montados em conformidade com os requisitos da Norma ABNT NBR 6494 “Segurança nos Andaimes” e item 18.9 da NR18 da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho.

Andaimes em balanço, estruturais ou de formas incomuns só poderão ser montados após aprovação dos croquis de montagem pelo Gerenciador.

Para as Plataforma de andaimes, atentar:

- Tábuas deverão ser isentas de óleo ou graxa;

- Tábuas deverão estar próximas entre si;
- Se houver mais de 2 tábuas, deverão ter fixação com tubos e braçadeiras;
- Não serão permitidas tábuas em balanço;
- O vão livre das tábuas será limitado a 2 metros;
- Emendas topo a topo deverão ter uma travessa sob cada ponto;
- Tábuas em justaposição deverão ter transpasse de 1,00 m de cada lado da travessa;
- O tablado não deverá ter inclinação superior a 15% em qualquer direção.

Usar somente tábuas apropriadas com espessura mínima de 38mm.

Todos os andaimes de quadro deverão possuir travas diagonais.

Em andaimes não poderá ser instalado talha esticador de corrente ou qualquer dispositivo de içamento que possa comprometer a estabilidade e segurança.

Paralisada a montagem de andaime, o seu acesso deverá ser interditado e sinalizado com advertência cujos dizeres serão “ANDAIME INACABADO, NÃO UTILIZAR”.

10.1.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO

O concreto deverá ser preparado e atender aos critérios de controle da qualidade previstos na ABNT NBR 12655, enquanto o aço deverá atender a ABNT NBR 7480.

Quando se tratar de concreto dosado em central, além dos requisitos da ABNT NBR 12655, o concreto deverá ainda estar de acordo com o que estabelece a ABNT NBR 7212.

Destacam-se as seguintes recomendações:

- Cada produto deve ser claramente identificável na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias, e os produtos não podem ser estocados em contato direto com o solo.
- Antes de proceder à mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega de concreto dosado em central, é necessário verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.
- As condições e a quantidade disponível de equipamentos necessários ao lançamento e ao adensamento do concreto devem também ser verificadas nesta etapa.

- A equipe de trabalhadores devidamente treinados para a operação de concretagem deve estar dimensionada para realizar as etapas de preparo do concreto (se for o caso), lançamento e adensamento, no tempo estabelecido.

- No caso de concreto dosado em central, o trajeto a ser percorrido pelo caminhão betoneira no canteiro de obras até o ponto de descarga do concreto deve estar desimpedido e o terreno firme, de forma a evitar dificuldades na concretagem e atrasos no cronograma dessa operação.

- O concreto dosado em central deve ser transportado do local do amassamento ou da boca de descarga do caminhão betoneira até o local da concretagem num tempo compatível com as condições de lançamento. O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação.

- O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto do concreto nas fôrmas, evitando o uso de depósitos intermediários; quando estes forem necessários, no manuseio do concreto devem ser tomadas precauções para evitar segregação.

- A circulação dos caminhões deve ser facilitada, para que caminhões vazios possam deixar o local de descarga, dando espaço para entrada de outros. Após a descarga do concreto, a “bica” de descarga deve ser lavada no canteiro de obras.

- O traço do concreto a ser utilizado será em função da resistência do mesmo, que deverá ser de no mínimo 10 MPa para lastro e 30 MPa para os elementos estruturais. O agregado graúdo de ambos os concretos deverá ser de brita ou seixo;

- O preparo do concreto deverá ser mecânico e seu adensamento poderá ser feito por meio de vibradores convenientemente aplicados;

- Quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser executado o controle tecnológico do concreto por empresa ou profissional qualificado;

- Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;

- A inspeção e liberação do sistema de fôrmas, das armaduras e de outros itens da estrutura deve ser realizada antes da concretagem pela FISCALIZAÇÃO. O método de documentação dessa inspeção deve ser desenvolvido e aprovado pelas partes envolvidas antes do início dos trabalhos. Cada um desses aspectos deve ser cuidadosamente examinado, de modo a assegurar que está de acordo com o projeto, as especificações e as normas técnicas.

- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras. O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a

segregação entre seus componentes. A altura máxima permitida para o lançamento do concreto deverá ser de 02 (dois) metros.

- Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não devem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte. O molde da fôrma deve ser preenchido de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações do sistema de fôrmas.

- A concretagem de cada elemento estrutural deve ser realizada de acordo com um plano previamente estabelecido. Um plano de concretagem bem elaborado deve assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias à estrutura.

- A capacidade (pessoal e equipamentos) de lançamento deve permitir que o concreto se mantenha plástico e livre de juntas não previstas durante a concretagem.

- Todos os equipamentos utilizados no lançamento do concreto devem estar limpos e em condições de utilização e devem permitir que o concreto seja levado até o ponto mais distante a ser concretado na estrutura sem sofrer segregação.

- Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega. Concreto contaminado com solo ou outros materiais não deve ser lançado na estrutura.

- O uso de aditivos, dispersantes, arejadores, acelerados, retardadores de pega etc., só serão permitidos mediante autorização expressa da ENGENHARIA.

- Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e vedadas, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

- As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção de água de emassamento do concreto.

- Não será admitido a utilização da armadura como meio de vibração do concreto.

- Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a 3/4 do comprimento da agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior. Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto.

- Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para: evitar a perda de água pela superfície exposta; assegurar uma superfície com resistência adequada; assegurar a formação de uma capa superficial durável.

- As barras de aço não devem apresentar quaisquer indícios de oxidação, manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

- A armadura não poderá ficar em contato direto com a fôrma, devendo obedecer à distância mínima prevista pela ABNT NBR 6118 e/ou projetos listados no item 5 deste documento.

- Não será conveniente, em uma mesma concretagem, a mistura de tipos diferentes de cimento.

- Não serão permitidas juntas de concretagem com exceção das definidas em projeto.

10.1.5.1 TOLERÂNCIAS

A execução das estruturas de concreto deverá ser a mais cuidadosa possível, a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças e as dimensões e posição da armadura obedeçam às indicações do projeto com a maior precisão possível.

Para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície deverá ser respeitada as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para o comprimento dos elementos estruturais lineares deverá ser respeitado as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para fins de liberação dos gastalhos (colarinho) de pilares de um pavimento, a tolerância para posição dos eixos de cada pilar em relação ao projeto é de ± 5 mm.

Onde:

t_{tot} é a tolerância acumulativa ou total da edificação, em milímetros;

H_{tot} é a altura da edificação, em metros.

Dimensão (*s*) cm		Tolerância[1), 3)] (*t*) mm
Tipo de elemento estrutural	Posição da verificação	
Elementos de superfície	Horizontal	5
	Vertical	20[2)]
Elementos lineares	Horizontal	10
	Vertical	10

[1)] Em regiões especiais (tais como: apoios, ligações, intersecções de elementos estruturais, traspasse de armadura de pilares e outras) essas tolerâncias não se aplicam, devendo ser objeto de entendimento entre o reponsável pela execução da obra e o projetista estrutural.

[2)] Tolerância relativa ao alinhamento da armadura.

[3)] O cobrimento das barras e a distância mínima entre elas não podem ser inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6118.

O nivelamento das fôrmas, antes da concretagem, com relação às cotas de projeto, deverá respeitar a tolerância estabelecida a seguir:

$$5\ \text{mm} \leq t \leq \frac{\ell}{1\ 000} \leq 10\ \text{mm}$$

Onde:

t é a tolerância do nivelamento da fôrma, em milímetros;

L é a maior dimensão da fôrma, em metros.

10.1.5.2 LASTRO

Antes da execução das estruturas em concreto armado, deverá ser preparado um lastro de concreto magro com espessura mínima de 5 cm e fck de 10 MPa.

O Lastro deverá ter tempo de cura de pelo menos três dias.

10.1.5.3 FORMAS

As fôrmas serão de madeira tipo Madeirite Resinado, ou similar, com espessura maior ou igual a 12 mm, suficientemente ajustadas, escoradas e estanques, de modo a impedir o movimento e perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto.

As formas deverão suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696.

As formas deverão obedecer aos alinhamentos e dimensões das estruturas de concreto indicadas no projeto e serem construídas de maneira a assegurar a perfeita aparência das superfícies do concreto.

O uso adequado possibilita o reaproveitamento das fôrmas e dos materiais utilizados para sua construção. No entanto, em um processo de utilização sucessiva, devem ser verificadas as características e principalmente a capacidade resistente da fôrma e do material que a constitui.

Antes do lançamento do concreto, as fôrmas deverão ser todas conferidas e devem estar de acordo com o projeto estrutural, completamente limpas, isentas de quaisquer partículas de sujeiras. A retirada das fôrmas só poderá ser executada quando o concreto se encontrar suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam.

Para efeito das obras referidas nesta especificação, as formas se dividem em quatro tipos:

• Forma comum: Utilizada para superfícies de concreto que ficarão cobertas por reaterro, por revestimento ou internamente aos “caixões perdidos". Poderão ser utilizadas, neste caso, tábuas não aparelhadas e de comprimento e largura variáveis;

• Forma para superfície exposta: Utilizada para superfícies de concreto que não terão acabamento ou revestimento. Deverá ser lisa, isenta de irregularidades e com coloração homogênea. Deverão ser de madeira compensada ou revestida de outro material liso e não absorvente. Todas as bordas dos painéis deverão ser em esquadro e retas em ambas as direções;

• Forma para concreto aparente: Utilizada para superfícies de concreto que deverão ficar completamente lisas, isentas de irregularidades e com coloração homogênea, destinadas a acabamento final da estrutura da edificação. Deverão ser usados painéis de madeira compensada plastificada, que poderão ou não coincidir perfeitamente no comprimento, largura e alinhamento;

• Chapisco contra parede de escavação: Considerado como forma o chapisco de argamassa de cimento e areia lançado contra a parede de escavação estável.

10.1.5.4 ESCORAMENTO

O escoramento deverá ter eficiência/ resistência suficiente para suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696. A aprovação de projeto ou qualquer tipo de alteração deve ser aprovado pela ENGENHARIA. O escoramento deverá ser calculado para suportar o peso próprio, o peso do concreto fresco (2,6 t/m³) e sobrecarga de 200 kgf/m². Deverão ser considerados também a ação do vento, empuxos laterais, cursos d’água, cargas acidentais, componentes horizontais no caso de escoramento em leque etc.

Onde for prevista a utilização de concreto bombeado deverão ser consideradas também, no dimensionamento dos escoramentos, as vibrações produzidas durante o bombeamento. As deformações dos escoramentos deverão ser verificadas para que seja calculada a contra flecha necessária. Deverá ser elaborado o projeto de remoção e retirada do escoramento.

Os escoramentos poderão ser constituídos por elementos de madeira ou metálicos, desde que sejam aprovados pelo FISCALIZAÇÃO e estejam de acordo com esta especificação. Nos escoramentos de madeira deverão ser evitadas emendas em peças verticais, assim como em peças sujeitas a compressão. Quando isto for inevitável deverão ser eliminadas as possibilidades de deslocamentos laterais ou separação, através da utilização de reforços. Não deverão ser permitidas emendas nos elementos submetidos à flexão.

As peças verticais deverão ser contraventadas por meio de elementos longitudinais e transversais, fixados às mesmas por meio de talas, devendo haver apoio perfeito das vigas nos seus suportes. Peças de seção arredondada deverão ter superfície de contato de pelo menos 2/3 do seu diâmetro. As emendas das estruturas de madeira

deverão ser feitas exclusivamente com parafusos e porcas. Não será permitida a utilização de braçadeiras.

Os escoramentos metálicos com braçadeiras poderão ser admitidos desde que satisfaçam as condições estáticas e dinâmicas necessárias. Cuidados especiais deverão ser tomados nos apoios dos escoramentos (cunhas de madeira dura, caixas de areia, parafusos especiais etc.), para permitir ajustes, bem como permitir o descimbramento.

Quando forem utilizadas cunhas de madeira (exclusivamente madeira dura), estas terão inclinação de 1:10 e deverão ser suficientemente largas para permitir perfeito apoio do escoramento. As tábuas destinadas ao trânsito de carrinhos de mão ou similares deverão ser apoiadas nos escoramentos e nunca nas formas ou armaduras. Os acessos deverão ser feitos em forma de passarelas solidamente construídas ou escadas inclinadas. Para alturas inferiores a 5 m, escadas de estabilidade comprovada poderão ser utilizadas. As passarelas deverão ter largura mínima de 0,80 m.

Quando as rampas de acesso provisório tiverem inclinação superior à 18º, deverão ser colocadas peças transversais, espaçadas de, no máximo, 0,40 m. A inclinação máxima admitida para as rampas, é de 30º. As escadas de madeira deverão ser construídas com madeira resistente e peças retas, sendo proibida a fixação dos degraus unicamente com pregos. Em andaimes situados a mais de 2,00 m acima do terreno natural, assim como passarelas, saídas de escadas etc., deverão ser previstos corrimãos de tubos ou de tábuas na altura de 1,00 m.

A estabilidade dos escoramentos deverá ser verificada periodicamente, principalmente após interrupções longas das obras ou após temporais. Especial atenção deverá ser dada aos elementos de ligação. A desmontagem e a remoção dos escoramentos deverão ser realizadas sem golpes ou vibrações. Deverão ser feitas de modo uniforme, de acordo com o projeto apresentado pela CONTRATADA.

10.1.5.5 ARMAÇÃO

Em nenhum caso deve ser empregado na estrutura de concreto aço de qualidade diferente da especificada no projeto de armação. Cada produto deve ser claramente identificado na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias.

Após a cura do lastro deve-se posicionar as armações obedecendo rigorosamente sua disposição conforme projetos, respeitando sempre o cobrimento mínimo de 5 cm. Todos os elementos de aço utilizados no concreto armado devem estar de acordo com o que prescreve a ABNT NBR 7480.

O corte, estiramento e dobramento das barras e telas de aço deverão ser executadas a frio, de acordo com os detalhes do projeto executivo.

O dobramento das barras, inclusive ganchos, deve ser feito respeitando os diâmetros internos de curvatura da tabela seguinte:

Não será permitido o uso de barras e telas de aço que apresentarem defeitos prejudiciais ao aço, concreto ou aderência entre esses materiais como fissuras, espoliações, bolhas, oxidação excessiva, deformações, manchas de óleo, ou outras imperfeições.

As barras e telas deverão ser armazenadas em local limpo e seco e sem contato direto com o solo. Armaduras que apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão devem passar por limpeza superficial com escova de aço e jato d'água antes do lançamento do concreto.

As emendas deverão ser realizadas por transpasse, conforme especificado em projeto. A montagem da armadura deverá ser feita por amarração, utilizando arame.

O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresente relação água/cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos, ou metálicos com as partes em contato com a fôrma revestidas com material plástico ou outro material similar. Não deverão ser utilizados calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor do que o especificado no projeto.

O arame recozido deverá ser de fio de aço estruturado brando e galvanizado a zinco, de bitola adequada a cada caso

As telas soldadas, quando utilizadas, deverão obedecer às normas ABNT NBR 7480 e ABNT NBR 7481.

O aço utilizado nas telas soldadas será o CA-50 ou o CA-60.

10.1.5.6 LANÇAMENTO

Após o posicionamento das armaduras, realiza-se a concretagem atentando para as premissas mencionadas deste documento. Vale ressaltar que o controle tecnológico do concreto deverá obedecer às normas vigentes, com ensaios de ruptura à compressão axial, tração na flexão e slump test de todos os caminhões que fornecem o concreto para as obras.

Os agregados para a confecção do concreto deverão ser materiais resistentes e inertes, deverão ser limpos e puros, não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas. O agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro máximo ou igual a 4,8 mm. O agregado graúdo consistirá de pedra britada ou seixo rolado, constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros e proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.

A água para preparação do concreto deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleo, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., que possam prejudicar sua ação com os compostos do cimento.

Sempre que houver contado entre concreto existente com concreto novo deverá ser aplicada adesivo de aderência a base resina epóxi Sikadur 32 ou equivalente técnico. As superfícies a serem coladas ou reparadas devem estar limpas, porosas, isentas de pó, oleosidade e partículas soltas.

10.1.5.7 CURA

A superfície do concreto endurecido deverá ser protegida adequadamente contra a ação nociva do sol, do vento e de agentes mecânicos, e deverá ser umedecida com água doce e limpa, de modo a mantê-la úmida, em um período mínimo de dez dias após o lançamento do concreto.

As formas mantidas em contato com o concreto, deverão também ser mantidas saturadas de água até o final da cura ou até a sua retirada.

As superfícies horizontais deverão ser mantidas úmidas, mediante sua cobertura com algum material mantido saturado d´água (areia ou saco de aniagem), ou por rega direta e permanente, ou proteção por aplicação de produtos químicos do tipo Antisol ou similar.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L2-002	Rev. 00
	Emissão: 28/10/2024	Folha: 1 / 34
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Projeto de Geotecnia – Memória de Cálculo de Fundações		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-F1-001 – PROJETO GEOMÉTRICO – PLANTA E PERFIL
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P1-001 – PROJETO DE ARQUITETURA
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L2-001 – MEMORIAL DESCRITIVO DE ESTRUTURA
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D1-001 – RELATÓRIO DE ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-RT-D4-001 – RELATÓRIO DE SONDAGENS

Documentos Resultantes:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L2-001 – PROJETO DE FUNDAÇÕES

egis

00a	28/10/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 5

2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 7

3 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO 8

3.1 Cargas atuantes consideradas 11

4 GEOLOGIA LOCAL OCORRENTE NAS FUNDAÇÕES 12

5 ESTUDO DAS FUNDAÇÕES 16

5.1 Cargas Atuantes no Projeto 16

5.2 Solução Adotada 16

6 CAPACIDADE DE CARGA E COEFICIENTES DE REAÇÃO DO SOLO 17

6.1 Cálculo dos Coeficientes de Reação Vertical do Solo 17

6.2 Dimensionamento da Fundação 17

6.2.1 Capacidade de Carga das Fundações Diretas 17

7 RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES 32

8 CONSIDERAÇÕES FINAS 33

9 REFERÊNCIAS 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo 6

Figura 2 - Planta de Localização das Edificações 8

Figura 3 - Formas da Fundação – Depósito 9

Figura 4 - Forma da Fundação – APH e Sapatas para Cobertura dos Veículos Operacionais 10

Figura 5 - Forma da Fundação – Ed. Operacional 10

Figura 6 - Planta da Fundação – Castelo d'água 11

Figura 7 - Notas e Detalhes para Cargas 11

Figura 8 – Gráfico de NSPT das Sondagens Executadas 14

Figura 9 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para a Sapata do Castelo D'água 21

Figura 10 – Cálculo da Capacidade de Carga da Base do Castelo D'água 22

Figura 11 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para as Sapatas da Cobertura ...23

Figura 12 - Cálculo da Capacidade de Carga nas Sapatas da Cobertura 24

Figura 13 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do Depósito 25

Figura 14 - Cálculo da Capacidade de Carga do Solo sob o Radier do Depósito 25

Figura 15 – Tensões de Contato no Radier do Depósito 26

Figura 16 – Deformações em cm do Radier do Depósito 26

Figura 17 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do APH 27

Figura 18 - Cálculo da capacidade de Carga do Solo sob o Radier da APH 28

Figura 19 – Tensões de Contato no Radier do APH 28

Figura 20 – Deformações em mm do Radier do APH 29

Figura 21 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do Edifício Operacional 30

Figura 22 - Cálculo da Capacidade de Carga do Solo sob o Radier do Ed. Operacional 30

Figura 23 – Tensões de Contato no Radier do Edifício Operacional 31

Figura 24 – Deformações em mm do Radier do Edifício Operacional 31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Localização das Sondagens....12
Tabela 2 - Classificação dos Solos Granulares quanto a Consistência 12
Tabela 3 - Classificação dos Solos Granulares quanto a Compacidade....12
Tabela 4 - Descrição do Material das Sondagens....13
Tabela 5 - Resultado dos Ensaios de Caracterização das Amostras Listadas....15
Tabela 6 - Coeficientes de Reação Horizontal e Vertical para Argilas 17
Tabela 7 – Parâmetros de Solo para o Castelo D'água 21
Tabela 8 – Parâmetros de Solo para a Cobertura Metálica 23
Tabela 9 – Parâmetros de Solo para o Depósito....24
Tabela 10 – Parâmetros de Solo para a APH 27
Tabela 11 – Parâmetros de Solo para o Edifício Operacional....29

1 APRESENTAÇÃO

A **EGIS Engenharia e Consultoria Ltda** apresentam à **Concessionária EPR**, neste documento, o Memorial de Cálculo de Fundações referente ao desenvolvimento do projeto executivo da BSO 02 localizada no km 14,800 da rodovia BR-369/PR no município de Cambará.

Esta memória de cálculo tem por objetivo apresentar os dimensionamentos das fundações da base de serviço operacional conforme preconizado pelas normas brasileiras.

São apresentados os cálculos da tensão admissível do terreno e comportamento estimado (coeficientes de reação horizontal e vertical), análises das investigações geotécnicas realizadas, definição de parâmetros e metodologias aplicadas no dimensionamento. Detalha a escolha final realizada com base na estimativa de custo das alternativas estudadas pela EGIS e fornece especificações relativas aos serviços e materiais pertinentes.

A implantação desta base é composta por três edificações e uma área de cobertura para veículos operacionais. A saber, as edificações são: Edifício Operacional com 76,6 m² de área coberta; Apoio a ambulância (APH – Atendimento Pré-hospitalar) com 16,2 m² de área coberta e o depósito com 21,2 m². A área de cobertura para veículos operacionais resulta em 132,3 m² totalizando aproximadamente 246 m² de área coberta construída.

A seguir, destacamos a localização da área.

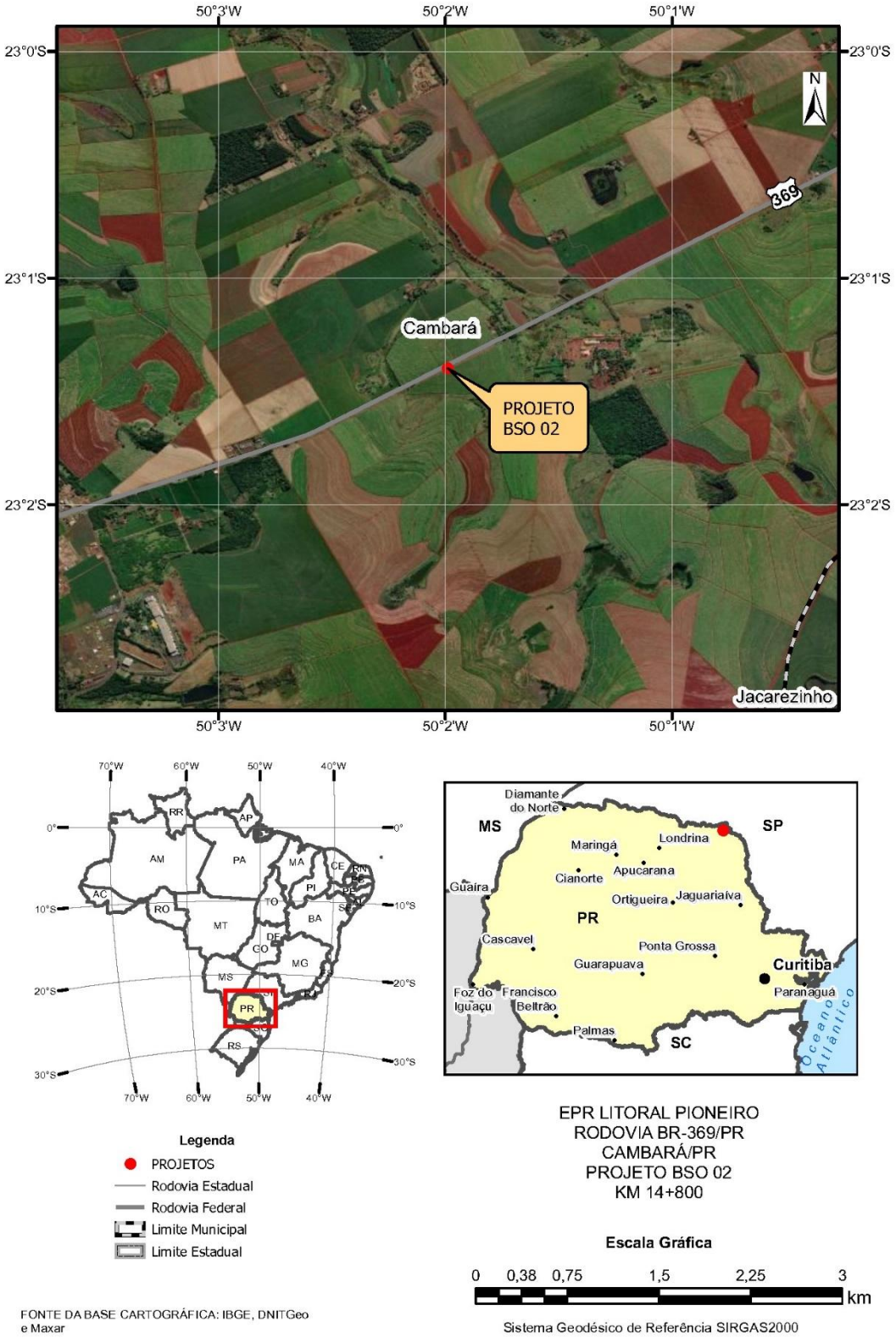


Figura 1 – Mapa de Localização com Imageamento Aéreo
Fonte: EGIS, 2024

2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

ABNT NBR 6122/2022: Projeto e Execução de Fundações.

ABNT NBR 6484/2020: Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT - Método de Ensaio.

ABNT NBR 11682/2009: Estabilidade de Encostas.

DNIT 106/2009: Terraplenagem – Cortes - Especificação de Serviço.

DNIT 108/2009: Terraplenagem – Aterros - Especificação de Serviço.

Diretrizes para Elaboração de Estudos de Projetos ANTT (2019). Portaria SUINF nº 028/2019. Anexo I

.

3 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O Projeto Estrutural foi elaborado com base no projeto arquitetônico, e de acordo com as especificações da NBR 6118/2014 e demais normas técnicas relacionadas a cada caso.

Nesta área, será construído uma base de serviço operacional composta pelas edificações descritas no item 1. O projeto estrutural desenvolvido contempla todas as edificações descritas e prevê a base para apoio do castelo d'água conforme indicado na planta de implantação da figura abaixo (ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L2-001).

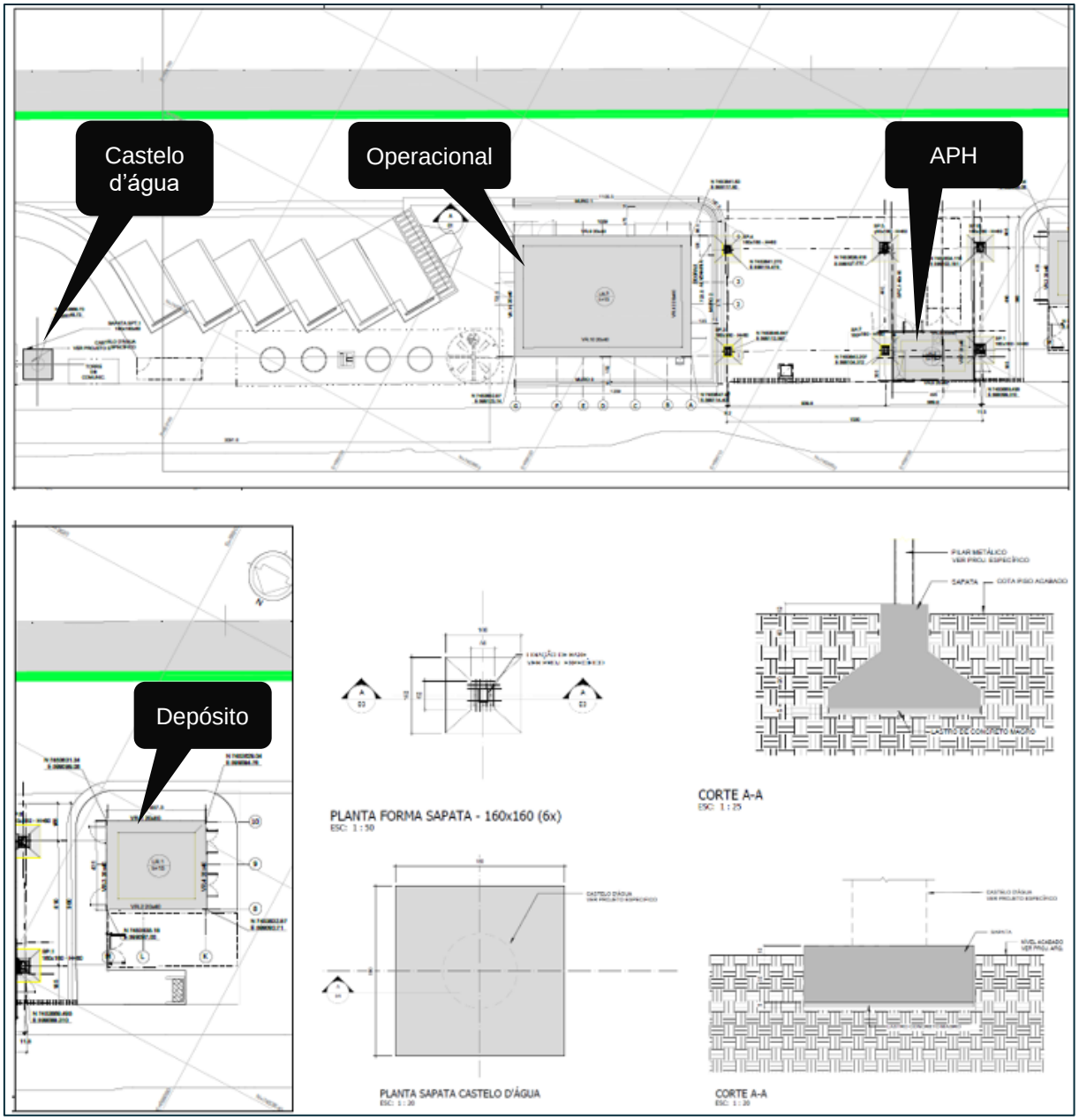


Figura 2 - Planta de Localização das Edificações
Fonte: EGIS, 2024

As edificações foram elaboradas com a utilização de fechamentos portantes, ou seja, em blocos de concreto celular autoclavado os quais recebem diretamente as cargas da cobertura e distribuem às fundações, não demandando aplicação de uma estrutura reticulada em concreto armado. Os blocos autoclavados funcionam, portanto, como alvenaria estrutural, absorvendo os carregamentos solicitantes e os distribuindo às fundações.

A cobertura das edificações é conformada através de estrutura e telhas metálicas, isoladas apenas pelo forro em PVC. Não há laje de concreto aplicável. Para a área coberta dos veículos operacionais estipulou-se o uso de pilares tipo I laminados e cobertura conformada por treliças metálicas.

A figura a seguir apresenta a planta de formas de fundação de cada edificação.

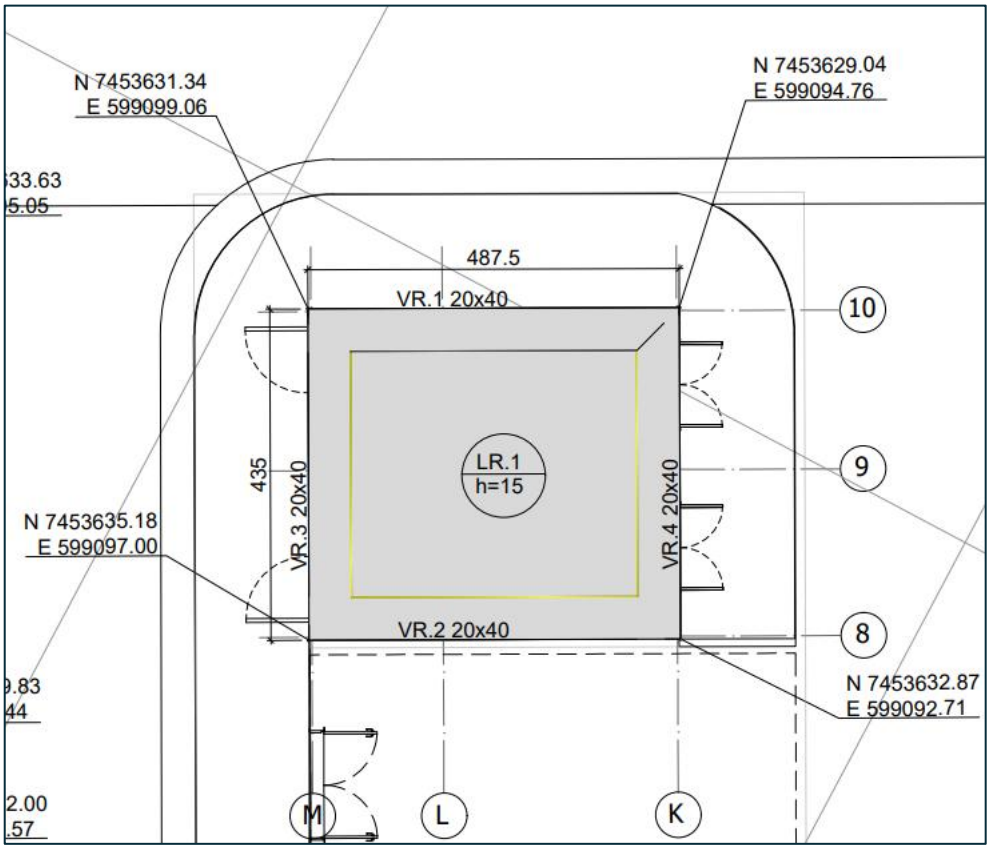


Figura 3 - Formas da Fundação – Depósito
Fonte: EGIS, 2024

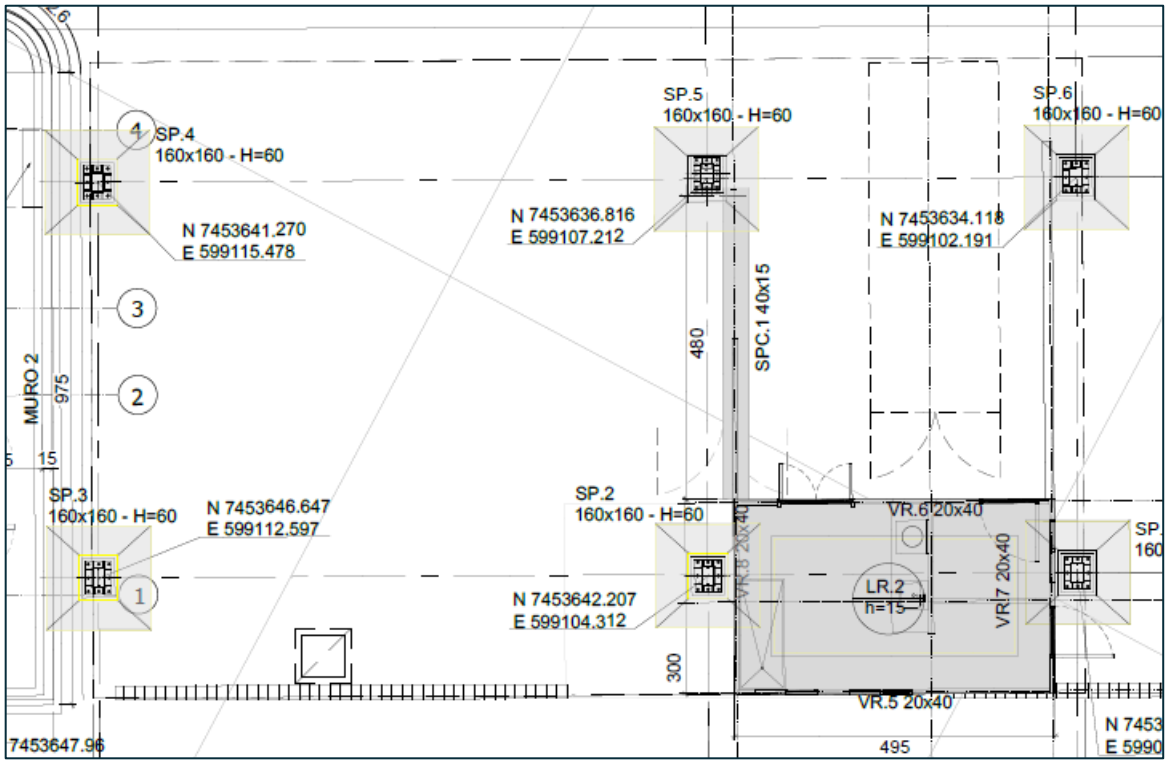


Figura 4 - Forma da Fundação – APH e Sapatas para Cobertura dos Veículos Operacionais
Fonte: EGIS, 2024

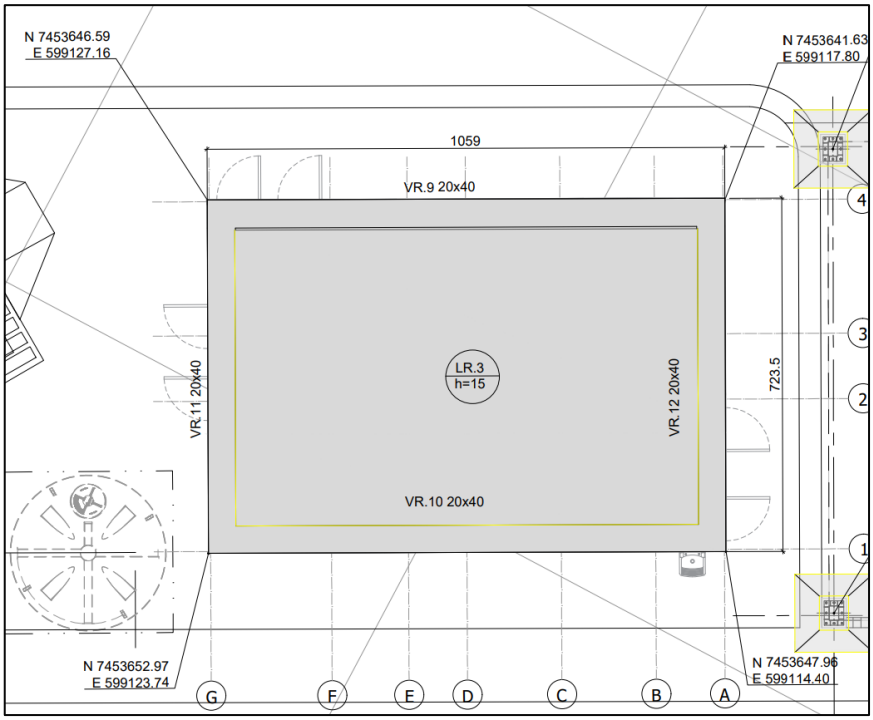


Figura 5 - Forma da Fundação – Ed. Operacional
Fonte: EGIS, 2024

O castelo d'água será em estrutura metálica do tipo cálice e será apoiado em uma sapata de dimensão 1,8mx1,8m. A Figura 6 abaixo apresenta a planta da fundação.

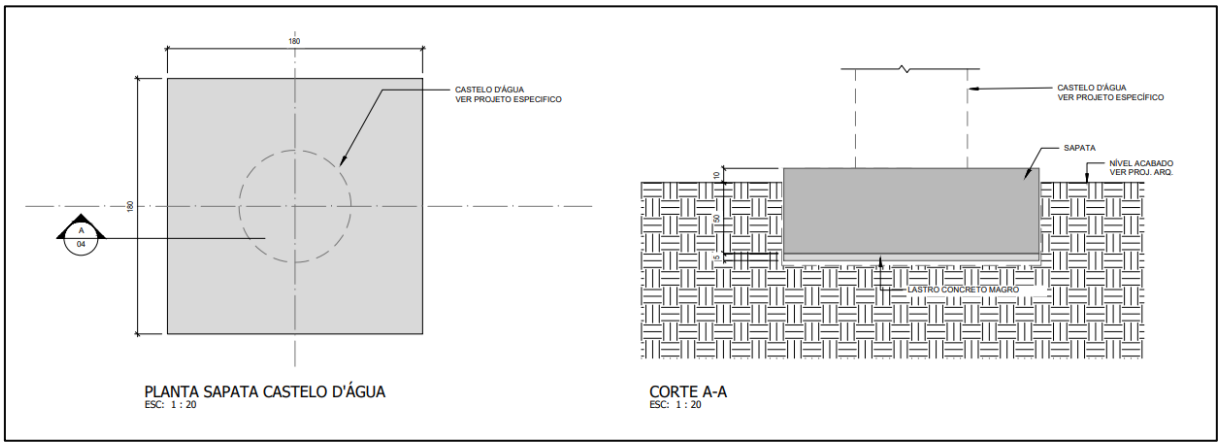


Figura 6 - Planta da Fundação – Castelo d'água
Fonte: EGIS, 2024

3.1 Cargas atuantes consideradas

Os carregamentos ao nível das fundações foram disponibilizados pela equipe de estrutura. A análise estrutural do edifício gera como resultado uma série de combinações de carregamentos a serem dissipados ao nível das fundações. A NBR 6122 elenca no item 5 as ações a serem consideradas nas fundações separadas por sua natureza: ações permanentes, ações variáveis e ações excepcionais.

O peso próprio dos blocos de coroamento está estimado como sendo correspondentes à 5% da carga vertical permanente.

Para as combinações nas quais o efeito de vento é a ação variável principal, os valores de carga admissível podem ser majorados em até 15%, verificando-se a correspondente capacidade do elemento estrutural, de tal modo que o fator de segurança global não seja inferior a 1,6.

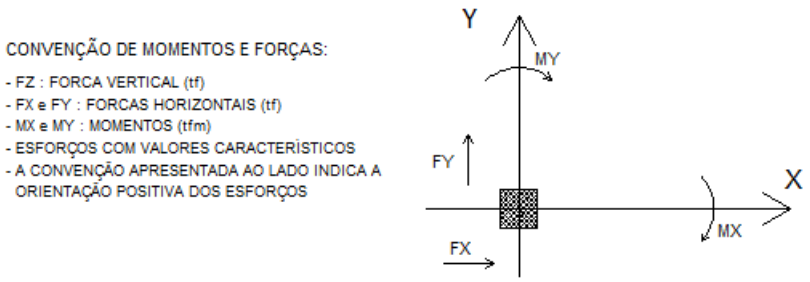


Figura 7 - Notas e Detalhes para Cargas

4 GEOLOGIA LOCAL OCORRENTE NAS FUNDAÇÕES

Com objetivo de caracterizar as condições geológicas e geotécnicas dos locais a serem implantadas essas fundações, foram executadas cinco sondagens percussivas (SP-201 a SP-205), que foram utilizadas para caracterização do subsolo na região das edificações. A locação dessas sondagens está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização das Sondagens
Fonte: EGIS, 2024

Furo	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Prof. (m)	NA (m)
SP-201	599.099,25	7.453.628,87	13,15	SECO
SP-202	599.104,06	7.453.639,94	13,10	SECO
SP-203	599.121,13	7.453.644,71	13,12	SECO
SP-204	599.149,32	7.453.663,73	13,50	SECO
SP-205	599.146,18	7.453.669,65	11,45	SECO

As sondagens realizadas permitiram avaliar os estados de compacidade relativa e/ou consistência dos terrenos in situ, de acordo com Pinto (2002). Na Tabela 2 e Tabela 3 apresentam-se as classificações dos solos granulares em termos de compacidade e dos solos coesivos em relação a consistência.

Tabela 2 - Classificação dos Solos Granulares quanto a Consistência
Fonte: Pinto, 2002

NSPT	Consistência	Resistência à Compressão Simples (kPa)
0 - 2	Muito Mole	<25
2 - 4	Mole	25 - 50
4 - 8	Consistência Média	50 - 100
8 - 15	Rija	100 - 200
15 - 30	Muito Rija	200 - 400
>30	Dura	>400

Tabela 3 - Classificação dos Solos Granulares quanto a Compacidade
Fonte: Pinto, 2002

NSPT	Compacidade	Densidade Relativa (%)
0 - 4	Fofa	15
5 - 8	Pouco Compacta	15 - 35
9 - 18	Medianamente Compacta	35 - 65
19 - 40	Compacta	65 - 85
>40	Muito Compacta	>85

Para a área das edificações, as sondagens não indicaram nível d'água. Os horizontes detalhados estão apresentados na Tabela 4 e os gráficos de NSPT estão apresentados na Figura 8.

Tabela 4 - Descrição do Material das Sondagens

Furo	Prof (m)	NA (m)	Início (m)	Final (m)	Geol.	Descrição
SP-201	13,15	NFE	0,00	6,72	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			6,72	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			12,00	13,15	SR	Argila arenosa, cinza e vermelha
SP-202	13,10	NFE	0,00	9,85	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			9,85	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom escura
			12,00	13,10	SR	Silte arenoso, marrom
SP-203	13,12	NFE	0,00	7,76	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			7,76	12,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom escura
			12,00	13,12	SR	Argila arenosa, cinza e vermelha
SP-204	13,50	NFE	0,00	2,00	SR	Argila arenosa, marrom
			2,00	6,00	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			6,00	10,00	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada
			10,00	13,50	SR	Silte argiloso, pouco arenoso, marrom
SP-205	11,45	NFE	0,00	4,00	SR	Argila arenosa, marrom avermelhada escura
			4,00	11,45	SR	Argila arenosa, pouco siltosa, marrom avermelhada

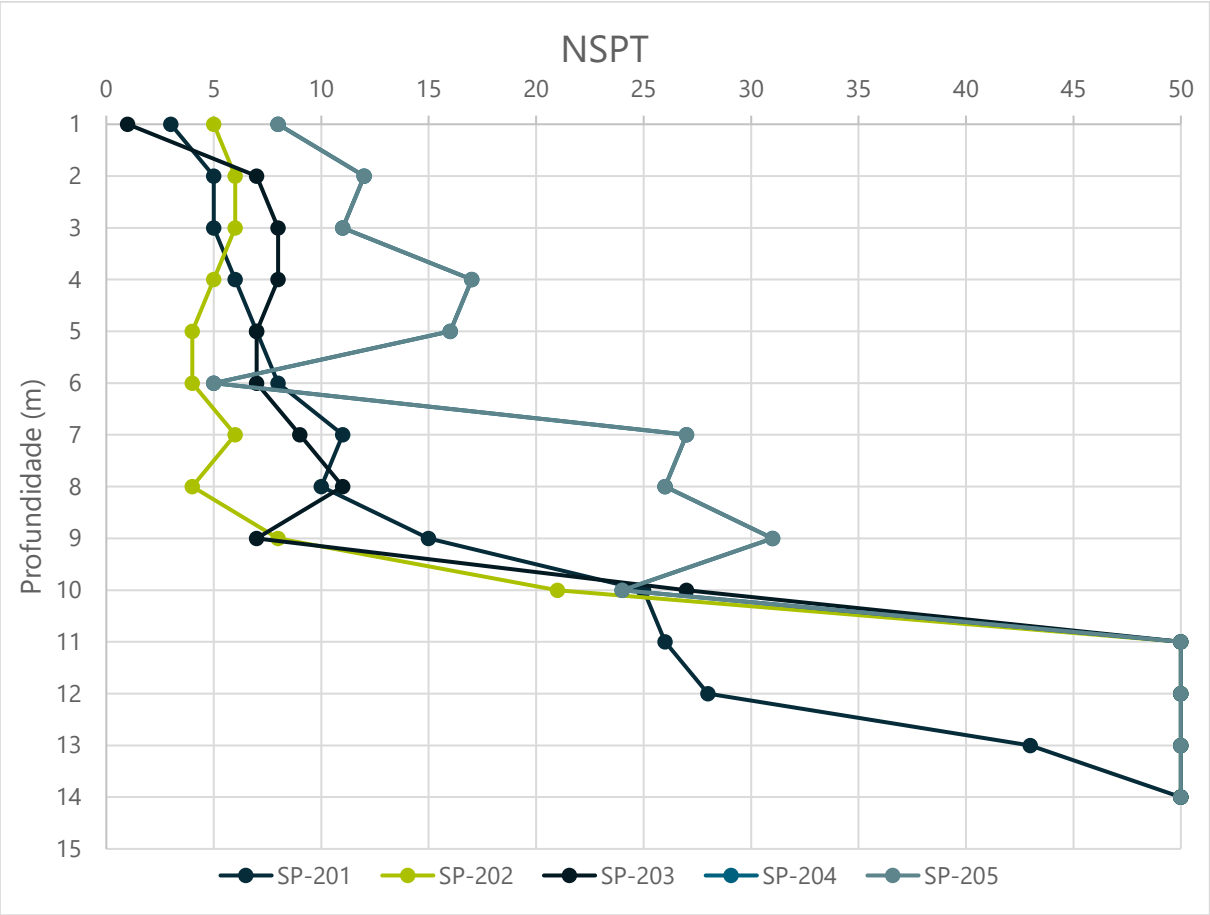


Figura 8 – Gráfico de NSPT das Sondagens Executadas
Fonte: EGIS, 2024

Para uma melhor avaliação das propriedades dos solos considerados mais críticos do ponto-de-vista comportamento mecânico (resistência e deformabilidade), isto é, aqueles que apresentam valores mais baixos de Nspt, ponderou-se realizar ensaios de caracterização em algumas amostras de sondagem com valor de N inferior a 4 golpes/30cm.

Os ensaios realizados foram: Umidade natural, densidade dos grãos, granulometria completa e limites de Atterberg, cujos resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 5 abaixo.

Baseado nas interpretações advindas da carta de plasticidade, os resultados demonstram que a os solos se comportam predominantemente entre os limites de siltes de alta compressibilidade e siltes de baixa compressibilidade, com LL na ordem de 50 em todas as amostras e índice de plasticidade abaixo ou muito próximo da relação 0,73x(LL-20).

Tabela 5 - Resultado dos Ensaios de Caracterização das Amostras Listadas

Furo	Prof (m)	Nspt	NA	Descrição Tátil-visual	ω (%)	ρ (kN/m³)	Granulometria (%)						Limites		
							Argila	Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Pedregulho	LL	LP	IP
SP-201	1,3	3	Seco	Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura	1,55	26,08	66	26	5	2	2	0	62	44	18
SP-203	1,3	1	Seco	Argila Arenosa, Marrom Avermelhada Escura	2,41	25,86	70	21	6	2	2	0	50	34	16

5 ESTUDO DAS FUNDAÇÕES

5.1 Cargas Atuantes no Projeto

As cargas atuantes podem ser verificadas no memorial de cálculo ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L2-001, o qual apresenta todas as combinações de carregamento. As cargas atuantes nas fundações para cada edificação são as descritas a seguir:

- Cobertura metálica para os veículos de apoio:

Combinações	Reações (kN e kN.m)				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
Envoltória Fz,max	4,2	7,8	68,3	19,6	17,9
Fz,min	4,2	7,6	-8,4	17,0	17,1

- Radier da APH:
  - Carga por área = 13 kPa;

- Radier do Depósito:
  - Carga por área = 13 kPa;

- Radier do Edifício Operacional:
  - Carga por área = 12 kPa;

- Castelo d'água:

Combinações	Reações (kN e kN.m)				
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
Envoltória Fz,max	4,6	0,5	194,9	2,4	23,2
Fz,min	4,6	0,5	77,2	2,4	23,2

5.2 Solução Adotada

Diante dos resultados das sondagens executadas na região dessas edificações, que apresentaram solo de boa capacidade de suporte frente aos carregamentos aplicados, optou-se pelo uso de fundações diretas. Ressalta-se que as camadas superficiais do terreno serão removidas para implantação da obra.

Para a fundação da cobertura metálica para os veículos operacionais e para o castelo d'água a solução será fundação direta em sapatas com dimensão respectivamente de 1,6x1,6m e 1,8x1,8m. Para as fundações das edificações a solução adotada será fundação direta com radier de 15 cm de espessura.

6 CAPACIDADE DE CARGA E COEFICIENTES DE REAÇÃO DO SOLO

6.1 Cálculo dos Coeficientes de Reação Vertical do Solo

Os coeficientes de reação vertical dos solos foram adotados a partir de valores típicos propostos por Bowles, Davisson, Terzaghi e Vesic para os materiais ocorrentes na região de interesse. Para o terreno de fundação o coeficiente de reação vertical do solo para o depósito, da APH e do ed. operacional é de 1500 tf/m³ e para o castelo d'água é de 3000 tf/m³.

Tabela 6 - Coeficientes de Reação Horizontal e Vertical para Argilas

NSPT	Kh (tf/m³)	Kv (tf/m³)
<2 (orgânica)	200	200
2 - 5	600 – 800	1200 – 1600
5 - 10	800 – 1500	1600 – 3000
10 - 20	1500 – 3000	3000 – 6000
20 - 30	3000 – 5000	6000 – 10000
30 - 45	5000 – 7000	10000 – 14000
45 - 55	7000 – 10000	14000 – 20000
>55	10000 – 14000	20000 – 28000

6.2 Dimensionamento da Fundação

6.2.1 Capacidade de Carga das Fundações Diretas

A tensão de ruptura do solo de fundação foi calculada a partir da teoria de Terzaghi (1943), em que a capacidade de carga de ruptura da fundação (qrup) é regida pela equação a seguir.

$$q_{rup} = c \cdot Nc \cdot Sc + \bar{q} \cdot Nq + \frac{\gamma \cdot B}{2} \times N\gamma \cdot S\gamma \qquad (1)$$

Em que **c** é a coesão em termos de tensões efetivas, **q** representa a tensão efetiva vertical ao nível da base da sapata; **γ**, o peso específico do solo. Os fatores $\boldsymbol{N_c}$, $\boldsymbol{N_q}$ e $\boldsymbol{N_\gamma}$ são fatores de capacidade de suporte apresentados e os fatores $\boldsymbol{S_c}$ e $\boldsymbol{S_\gamma}$ são fatores de forma. Os cálculos são realizados pelas fórmulas apresentadas abaixo:

$$Nq = \frac{a^2}{a \times cos^2(45 + \frac{\varphi}{2})}, \qquad a = e^{\left(0{,}75\pi - \frac{\varphi}{2}\right)tan\varphi} \qquad (2)$$

$$N_c = (Nc - 1) \times cotg\varphi \qquad (3)$$

$$N_\gamma = \frac{tan\varphi}{2} \times \left(\frac{K^{py}}{cos^2\varphi} - 1 \right) \qquad (4)$$

Os fatores de forma $\boldsymbol{S_c}$ e $\boldsymbol{S_\gamma}$ são adotados de acordo com o tipo da fundação. Para fundação do tipo quadrada tem-se $\boldsymbol{S_c = 1,3}$ e $\boldsymbol{S_\gamma = 0,8}$.

A tensão admissível do solo de fundação foi calculada considerando um fator de segurança de 3,0:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS = 3} \qquad (4)$$

Para o castelo d'água e cobertura metálica para os veículos operacionais utilizou-se o método de Meyerhof (1963) por conta da necessidade de análise das excentricidades causadas pelos esforços de momento fletor. Foram realizados os seguintes cálculos a partir dos momentos e força vertical gerados, respectivamente, para o castelo d'água e cobertura:

$$e_{castelo} = \frac{23,5}{245,2} = 0,10 \qquad e_{cobertura} = \frac{1,96}{100} = 0,2$$

Observação: Para o cálculo da excentricidade do castelo d'água, considerou-se a aplicação da força vertical gerada pelo peso do castelo acrescentando mais o peso próprio da sapata projetada.

Calculando os parâmetros para utilização do método de Meyerhof (1963), obtém-se:

Castelo d'água:

$$B' = L' : B - 2e = 1,8 - 2 \cdot (0,10) = 1,61m$$

Sapata da Cobertura metálica para veículos operacionais:

$$B' = L' : B - 2e = 1,6 - 2 \cdot (0,2) = 1,2m$$

A capacidade de carga foi calculada pelo método de Meyerhof (1953), denominado método da "área efetiva" considerando as contribuições de Vesic (1975) e levando em consideração os fatores de forma (sapata retangular/quadrada), profundidade e inclinação da carga, segundo a seguinte relação:

$$\sigma_r = cN_c s_c d_c i_c + \gamma D N_q s_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B' c N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

As três parcelas representam, respectivamente, as contribuições da coesão, sobrecarga e peso específico (considerando os fatores de forma, profundidade e inclinação). Os fatores de capacidade de carga Nc, Nq e Nγ são adimensionais e

dependem unicamente do ângulo de atrito (φ). No cálculo da tensão admissível foi considerado um fator de segurança de 3.

Os fatores de carga, forma e inclinação foram determinados pelas equações a seguir.

Para Fatores de Carga:

$$N_C = (N_q - 1)\cot\varphi\ ; \qquad N_q = e^{\pi \tan\varphi} tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right); \qquad N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\varphi$$

Onde:

Nc, Nq e Nγ: fatores de carga;

Para Fatores de Forma (De Beer, 1967, apud Vesic, 1975):

Forma da Base	S_c	S_q	S_g
Retangular	$1 + (B/L)(N_q/N_c)$	$1 + (B/L)\tan\varphi$	$1 - 0{,}4(B/L)$
Circular/ Quadrada	$1 + (N_q/N_c)$	$1 + \tan\varphi$	0,6

sc, sq e sγ: fatores de forma

Para Fatores de Profundidade (Hansen, 1970):

Condição	d_c	d_q	d_g
Se: D/B ≤ 1, e f=0°	$1 + 0{,}4(D/B)$	1	1
Para: f>0°	$d_q - \frac{1 - d_q}{N_q \tan\varphi}$	$1 + 2\tan\emptyset\,(1 - \sin\varphi)^2\,(\frac{D}{B})$	1
Se: *D/B* > 1	$1 + 0{,}4\tan^{-1}(\frac{D}{B})$	$1 + 2\tan\emptyset\,(1 - \sin\varphi)^2\tan^{-1}(\frac{D}{B})$	1

dc, dq e dγ: fatores de profundidade

Para Fatores de Inclinação da Carga (Meyerhof 1963; Hanna and Meyerhof, 1981):

i_c	i_q	i_g
$(1-\frac{\alpha^\circ}{90})$	$(1-\frac{\alpha^\circ}{90})$	$\left[1-\frac{\alpha^\circ}{\varphi^\circ}\right]^2$

ic, iq e iγ: fatores de inclinação da carga

Para o cálculo da tensão de ruptura foi adotado B' conforme cálculos acima, respectivamente de 1,61m para o castelo d'água e 0,96m para a sapata da cobertura:

Os parâmetros geotécnicos das camadas foram estimados e relacionados com os NSPT's presentes nas sondagens.

Para o ângulo de atrito (φ), foram empregadas as correlações de Teixeira (1996), Godoy (1983) e Hatanaka-Uchida (1996) com as expressões abaixo e escolhida a mais adequada conforme caracterização do solo. Hatanaka e Uchida realizaram ensaios triaxiais com solos arenosos (areia fina e média) em 1996 no Japão, enquanto as correlações de Teixeira e Godoy (apud Cintra, 2003) foram propostas para solos brasileiros.

$$\varphi = 15 + (\sqrt{20\,.\,N_{SPT}}) \qquad \text{(Teixeira, 1996)}$$

$$\varphi = 28º + 0{,}4.\,N_{SPT} \qquad \text{(Godoy, 1983)}$$

$$\varphi = 20 + [(15{,}4.\,(N_{SPT})_{60}]^{0{,}5} \qquad \text{(Hatanaka, 1996)}$$

Onde $NSPT_{60}$ pode ser considerado como 1,1 vezes o NSPT brasileiro conforme indicado por HACHICHI et al. (1998).

Para o caso de solos coesivo-friccional os parâmetros geotécnicos a serem obtidos são coesão (c´) e ângulo de atrito (φ´). Para obter estes parâmetros, a partir de φ (NSPT) foi estimado um valor para resistência ao cisalhamento de um material puramente friccional, pela seguinte expressão:

$$\tau = \sigma'_{v0}\,.\times \tan\varphi'_{(N1),60} \qquad (5)$$

E então, supondo um material coesivo-friccional com esta mesma resistência ao cisalhamento, fixou-se um valor de φ´ e obteve-se um valor de c´, pela seguinte expressão:

$$c' = \tau - \sigma'_{v0} \times \tan\varphi' \qquad (6)$$

Para o cálculo da capacidade de carga do terreno, procedeu-se da seguinte maneira: Para o castelo d'água utilizou-se a sondagem representativa da área, a SP-204. Para

as demais edificações, realizou-se a análise das demais sondagens (SP-201 a SP-203) buscando-se estabelecer parâmetros equivalentes para cada uma delas. Nas figuras seguintes apresentam-se as tabelas de parâmetros utilizadas nas diferentes áreas.

Capacidade de carga – Castelo D'água

Os cálculos de capacidade de carga estão apresentados na figura abaixo e indicam que a tensão admissível para a sapata de 1,8mx1,8m é de 242 kPa enquanto a tensão atuante é de 100 kPa para Fz,máx.

Tabela 7 – Parâmetros de Solo para o Castelo D'água

PARÂMETROS SP-204				
Camada	**Descrição**	**γ (kN/m³)**	**c (kPa)**	**φ (°)**
1	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
2	Argila arenosa - NSPT 11-20	19	9	28
3	Argila arenosa - NSPT 2-5	15	3	25
4	Argila arenosa – NSPT>20	20	32	38
Parâmetros adotados				
Sapata do Castelo d'Água		17	7	28

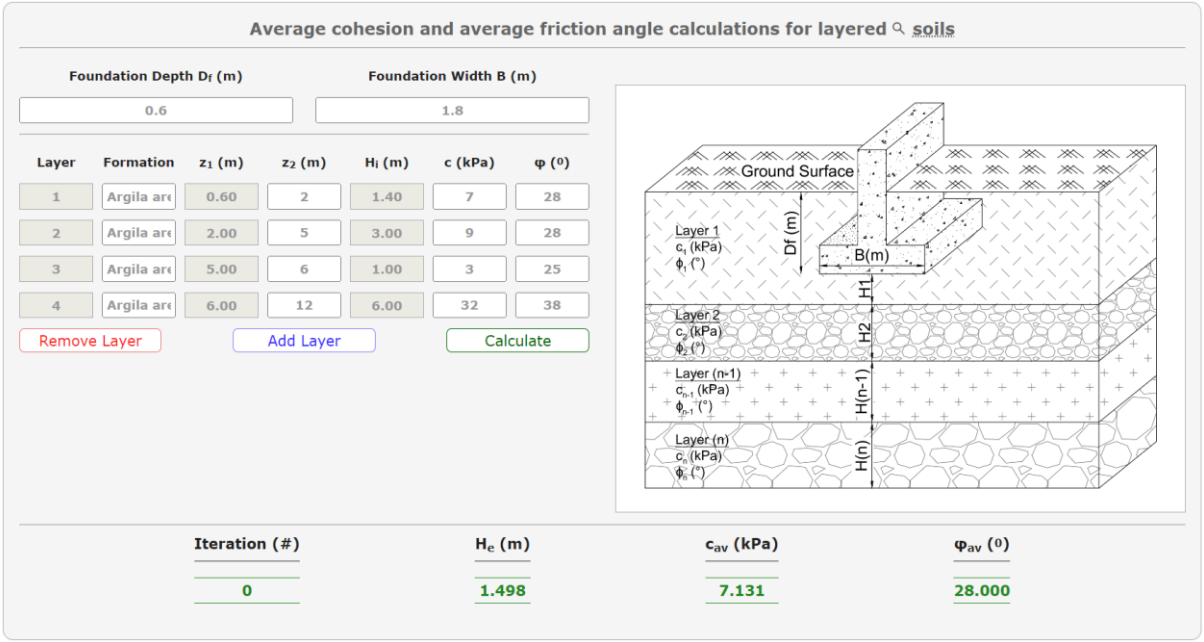
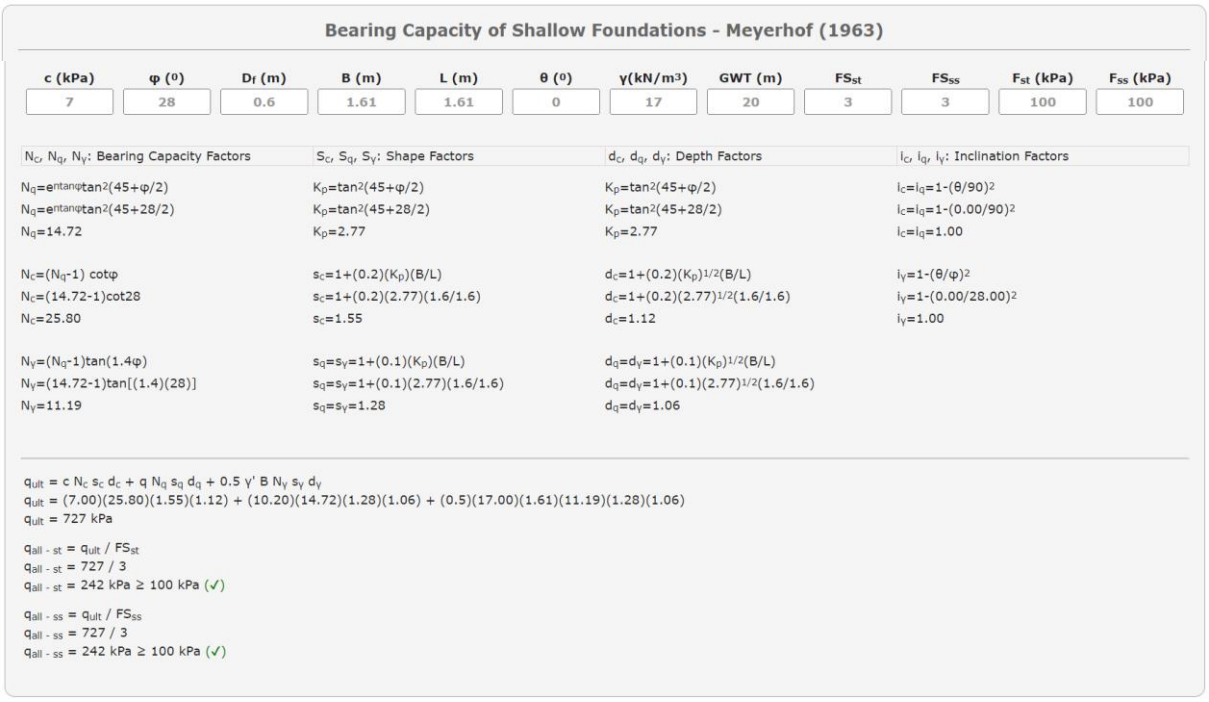


Figura 9 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para a Sapata do Castelo D'água
Fonte: EGIS, 2024



Bearing Capacity of Shallow Foundations - Meyerhof (1963)

c (kPa)	φ (º)	Df (m)	B (m)	L (m)	θ (º)	γ(kN/m³)	GWT (m)	FSst	FSss	Fst (kPa)	Fss (kPa)
7	28	0.6	1.61	1.61	0	17	20	3	3	100	100

N_c, N_q, N_γ: Bearing Capacity Factors	S_c, S_q, S_γ: Shape Factors	d_c, d_q, d_γ: Depth Factors	i_c, i_q, i_γ: Inclination Factors
$N_q=e^{\pi\tan\varphi}\tan^2(45+\varphi/2)$	$K_p=\tan^2(45+\varphi/2)$	$K_p=\tan^2(45+\varphi/2)$	$i_c=i_q=1-(\theta/90)^2$
$N_q=e^{\pi\tan\varphi}\tan^2(45+28/2)$	$K_p=\tan^2(45+28/2)$	$K_p=\tan^2(45+28/2)$	$i_c=i_q=1-(0.00/90)^2$
$N_q=14.72$	$K_p=2.77$	$K_p=2.77$	$i_c=i_q=1.00$
$N_c=(N_q-1)\cot\varphi$	$s_c=1+(0.2)(K_p)(B/L)$	$d_c=1+(0.2)(K_p)^{1/2}(B/L)$	$i_\gamma=1-(\theta/\varphi)^2$
$N_c=(14.72-1)\cot 28$	$s_c=1+(0.2)(2.77)(1.6/1.6)$	$d_c=1+(0.2)(2.77)^{1/2}(1.6/1.6)$	$i_\gamma=1-(0.00/28.00)^2$
$N_c=25.80$	$s_c=1.55$	$d_c=1.12$	$i_\gamma=1.00$
$N_\gamma=(N_q-1)\tan(1.4\varphi)$	$s_q=s_\gamma=1+(0.1)(K_p)(B/L)$	$d_q=d_\gamma=1+(0.1)(K_p)^{1/2}(B/L)$	
$N_\gamma=(14.72-1)\tan[(1.4)(28)]$	$s_q=s_\gamma=1+(0.1)(2.77)(1.6/1.6)$	$d_q=d_\gamma=1+(0.1)(2.77)^{1/2}(1.6/1.6)$	
$N_\gamma=11.19$	$s_q=s_\gamma=1.28$	$d_q=d_\gamma=1.06$	

$q_{ult} = c\ N_c\ s_c\ d_c + q\ N_q\ s_q\ d_q + 0.5\ \gamma'\ B\ N_\gamma\ s_\gamma\ d_\gamma$
$q_{ult} = (7.00)(25.80)(1.55)(1.12) + (10.20)(14.72)(1.28)(1.06) + (0.5)(17.00)(1.61)(11.19)(1.28)(1.06)$
$q_{ult} = 727\ kPa$

$q_{all\text{-}st} = q_{ult} / FS_{st}$
$q_{all\text{-}st} = 727 / 3$
$q_{all\text{-}st} = 242\ kPa \geq 100\ kPa$ (✓)

$q_{all\text{-}ss} = q_{ult} / FS_{ss}$
$q_{all\text{-}ss} = 727 / 3$
$q_{all\text{-}ss} = 242\ kPa \geq 100\ kPa$ (✓)

Figura 10 – Cálculo da Capacidade de Carga da Base do Castelo D'água
Fonte: EGIS, 2024

Verifica-se, pois, que o dimensionamento adotado é satisfatório:

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_a \rightarrow 242 > 100\ kPa \quad \boldsymbol{ok!}$$

Capacidade de carga – Cobertura Metálica

Os cálculos de capacidade de carga estão apresentados abaixo.

Para tensão atuante, tem-se:

Carregamento atuante: Fz = 68 kN

Peso próprio da sapata = 1,32 m³ x 25 = 33 kN

Coluna de solo acima da sapata = 1,24 m³ x 18 = 22 kN

$$\sigma_a = \frac{(68 + 33 + 22)}{1{,}2^2} = 84{,}7\ kPa$$

Tabela 8 – Parâmetros de Solo para a Cobertura Metálica

PARÂMETROS SP-202				
Camada	**Descrição**	**γ (kN/m³)**	**c (kPa)**	**φ (°)**
1	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
2	Argila arenosa - NSPT 2-5	15	3	25
3	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
4	Argila arenosa - NSPT >20	20	32	38
Parâmetros adotados				
Cobertura Metálica		17	6	27

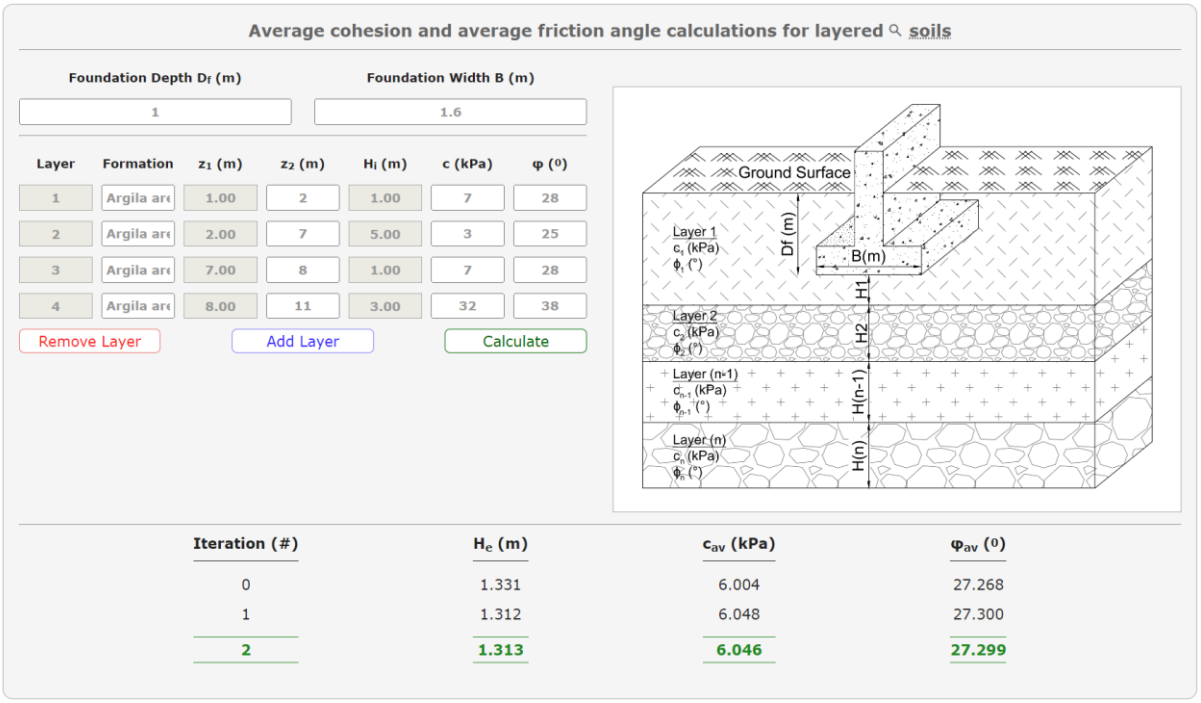
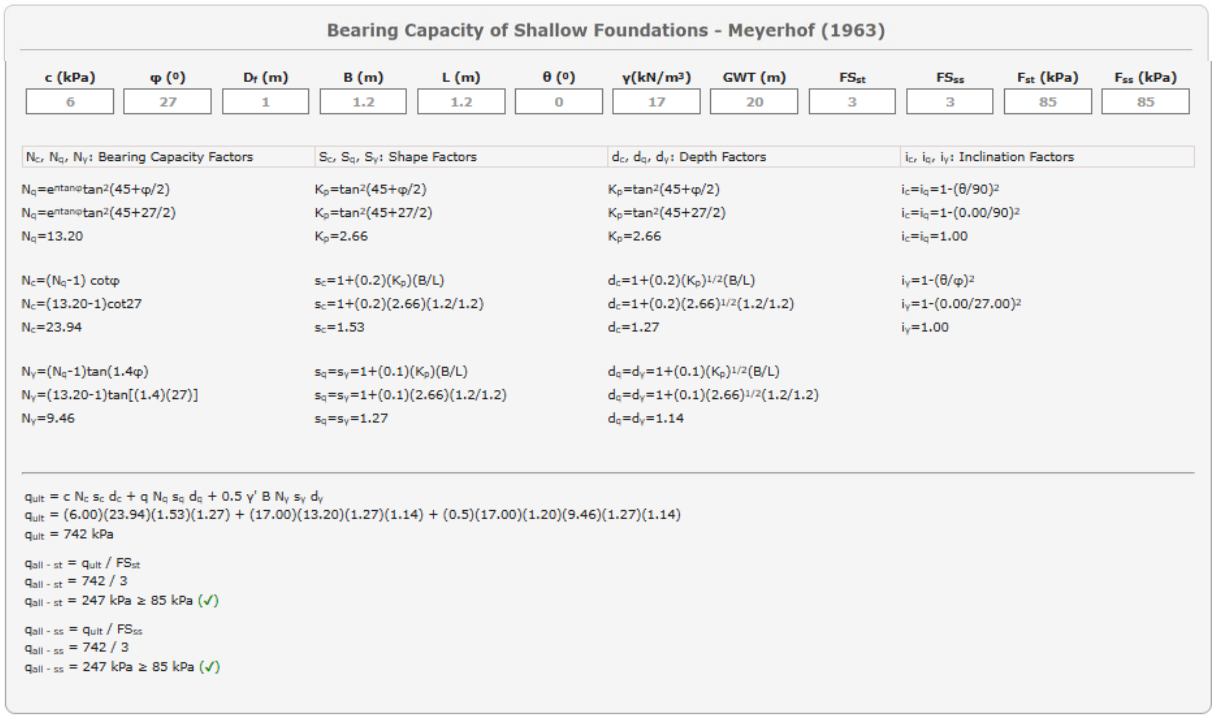


Figura 11 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para as Sapatas da Cobertura
Fonte: EGIS, 2024



Bearing Capacity of Shallow Foundations - Meyerhof (1963)

c (kPa)	φ (°)	D_f (m)	B (m)	L (m)	θ (°)	γ(kN/m³)	GWT (m)	FS_{st}	FS_{ss}	F_{st} (kPa)	F_{ss} (kPa)
6	27	1	1.2	1.2	0	17	20	3	3	85	85

N_c, N_q, N_γ: Bearing Capacity Factors	S_c, S_q, S_γ: Shape Factors	d_c, d_q, d_γ: Depth Factors	i_c, i_q, i_γ: Inclination Factors
$N_q=e^{\pi\tan\phi}\tan^2(45+\phi/2)$	$K_p=\tan^2(45+\phi/2)$	$K_p=\tan^2(45+\phi/2)$	$i_c=i_q=1-(\theta/90)^2$
$N_q=e^{\pi\tan\phi}\tan^2(45+27/2)$	$K_p=\tan^2(45+27/2)$	$K_p=\tan^2(45+27/2)$	$i_c=i_q=1-(0.00/90)^2$
$N_q=13.20$	$K_p=2.66$	$K_p=2.66$	$i_c=i_q=1.00$
$N_c=(N_q-1)\cot\phi$	$s_c=1+(0.2)(K_p)(B/L)$	$d_c=1+(0.2)(K_p)^{1/2}(B/L)$	$i_\gamma=1-(\theta/\phi)^2$
$N_c=(13.20-1)\cot 27$	$s_c=1+(0.2)(2.66)(1.2/1.2)$	$d_c=1+(0.2)(2.66)^{1/2}(1.2/1.2)$	$i_\gamma=1-(0.00/27.00)^2$
$N_c=23.94$	$s_c=1.53$	$d_c=1.27$	$i_\gamma=1.00$
$N_\gamma=(N_q-1)\tan(1.4\phi)$	$s_q=s_\gamma=1+(0.1)(K_p)(B/L)$	$d_q=d_\gamma=1+(0.1)(K_p)^{1/2}(B/L)$	
$N_\gamma=(13.20-1)\tan[(1.4)(27)]$	$s_q=s_\gamma=1+(0.1)(2.66)(1.2/1.2)$	$d_q=d_\gamma=1+(0.1)(2.66)^{1/2}(1.2/1.2)$	
$N_\gamma=9.46$	$s_q=s_\gamma=1.27$	$d_q=d_\gamma=1.14$	

$q_{ult} = c\,N_c\,s_c\,d_c + q\,N_q\,s_q\,d_q + 0.5\,\gamma'\,B\,N_\gamma\,s_\gamma\,d_\gamma$
$q_{ult} = (6.00)(23.94)(1.53)(1.27) + (17.00)(13.20)(1.27)(1.14) + (0.5)(17.00)(1.20)(9.46)(1.27)(1.14)$
$q_{ult} = 742$ kPa

$q_{all\text{-}st} = q_{ult} / FS_{st}$
$q_{all\text{-}st} = 742 / 3$
$q_{all\text{-}st} = 247$ kPa ≥ 85 kPa (✓)

$q_{all\text{-}ss} = q_{ult} / FS_{ss}$
$q_{all\text{-}ss} = 742 / 3$
$q_{all\text{-}ss} = 247$ kPa ≥ 85 kPa (✓)

Figura 12 - Cálculo da Capacidade de Carga nas Sapatas da Cobertura
Fonte: EGIS, 2024

Verifica-se, pois, que o dimensionamento adotado é satisfatório:

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_a \rightarrow 247 > 85\ kPa \quad \boldsymbol{ok!}$$

Capacidade de carga – Depósito

Os cálculos de capacidade de carga estão apresentados na figura abaixo e indicam que a tensão admissível o radier é de 127 kPa. A Figura 15 e Figura 16 apesentam as tensões e deformações máximas do radier para verificação.

Tabela 9 – Parâmetros de Solo para o Depósito

PARÂMETROS SP-201				
Camada	**Descrição**	**γ (kN/m³)**	**c (kPa)**	**φ (°)**
1	Argila arenosa - NSPT 2-5	15	3	25
2	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
3	Argila arenosa - NSPT 11-20	19	9	28
4	Argila arenosa - NSPT >20	20	32	38
Parâmetros adotados				
Depósito		15	3	25

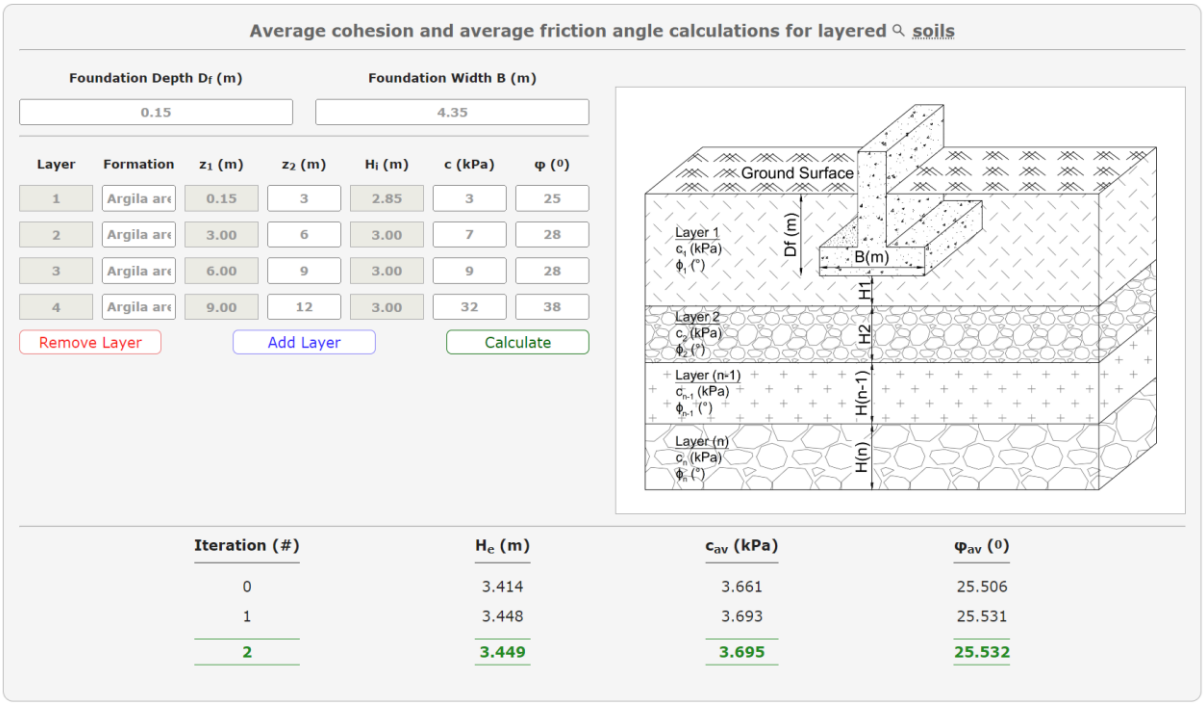


Figura 13 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do Depósito
Fonte: EGIS, 2024

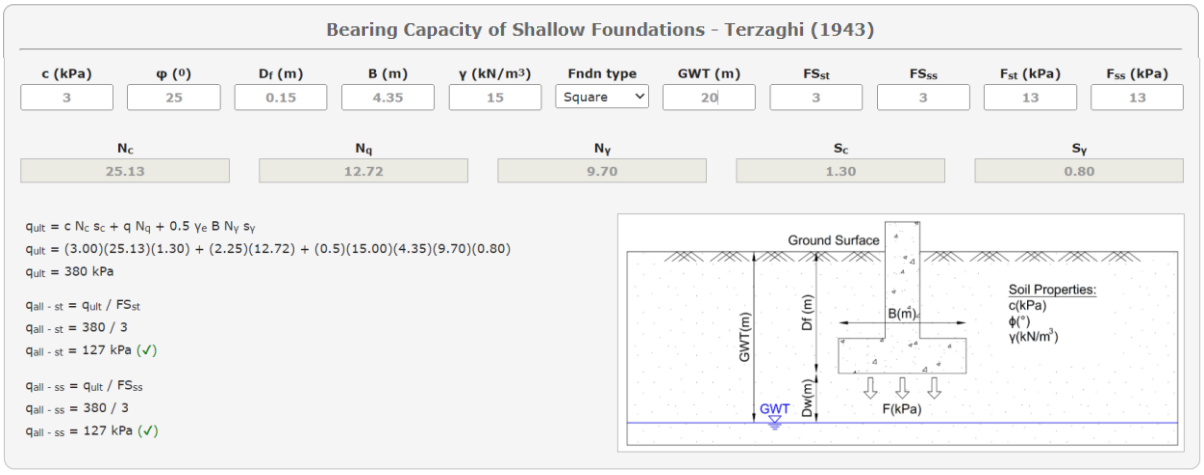


Figura 14 - Cálculo da Capacidade de Carga do Solo sob o Radier do Depósito
Fonte: EGIS, 2024

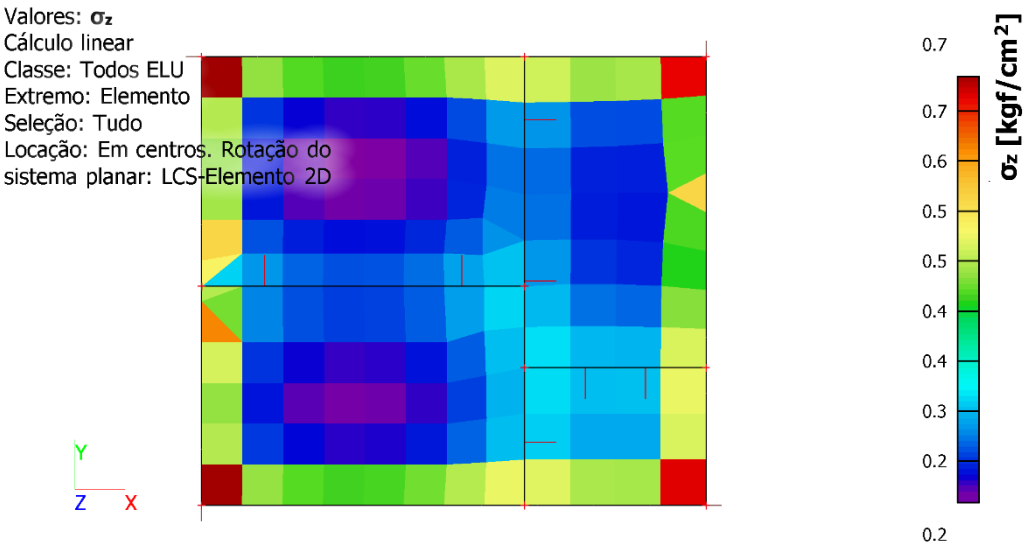


Figura 15 – Tensões de Contato no Radier do Depósito
Fonte: EGIS, 2024

$$\sigma_{máx} < \sigma_{adm} \rightarrow 70 < 127\ kPa \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

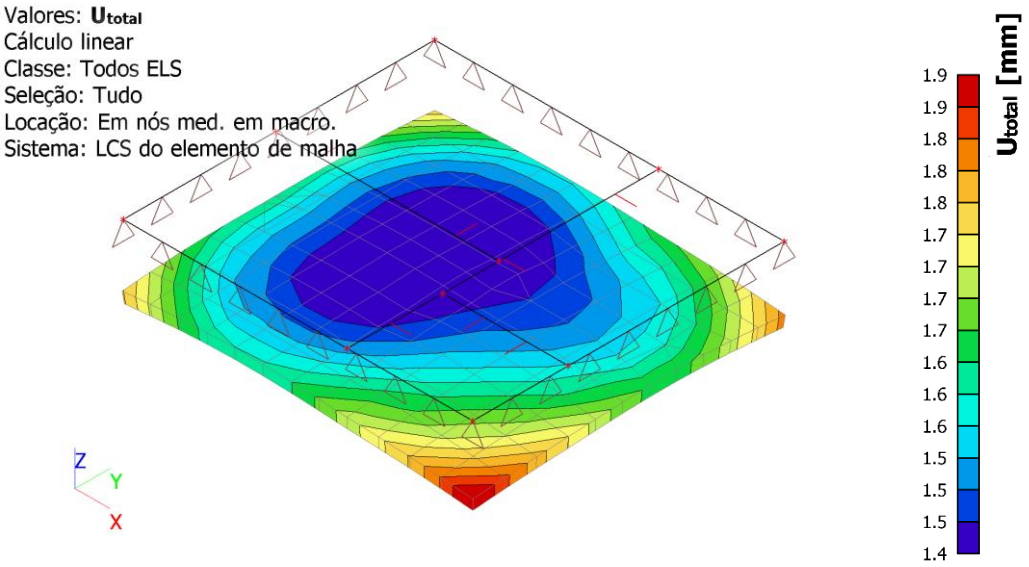


Figura 16 – Deformações em cm do Radier do Depósito
Fonte: EGIS, 2024

$$\delta_a < \delta_{máx} \rightarrow 1{,}9 < 25\ mm \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

Capacidade de carga – APH

Os cálculos de capacidade de carga estão apresentados na figura abaixo e indicam que a tensão admissível do solo é de 127 kPa. A Figura 19 e Figura 20 apesentam as tensões e deformações máximas do radier para verificação.

Tabela 10 – Parâmetros de Solo para a APH

PARÂMETROS SP-202				
Camada	**Descrição**	**γ (kN/m³)**	**c (kPa)**	**φ (°)**
1	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
2	Argila arenosa - NSPT 2-5	15	3	25
3	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
4	Argila arenosa - NSPT >20	20	32	38
Parâmetros adotados				
APH		17	4	26

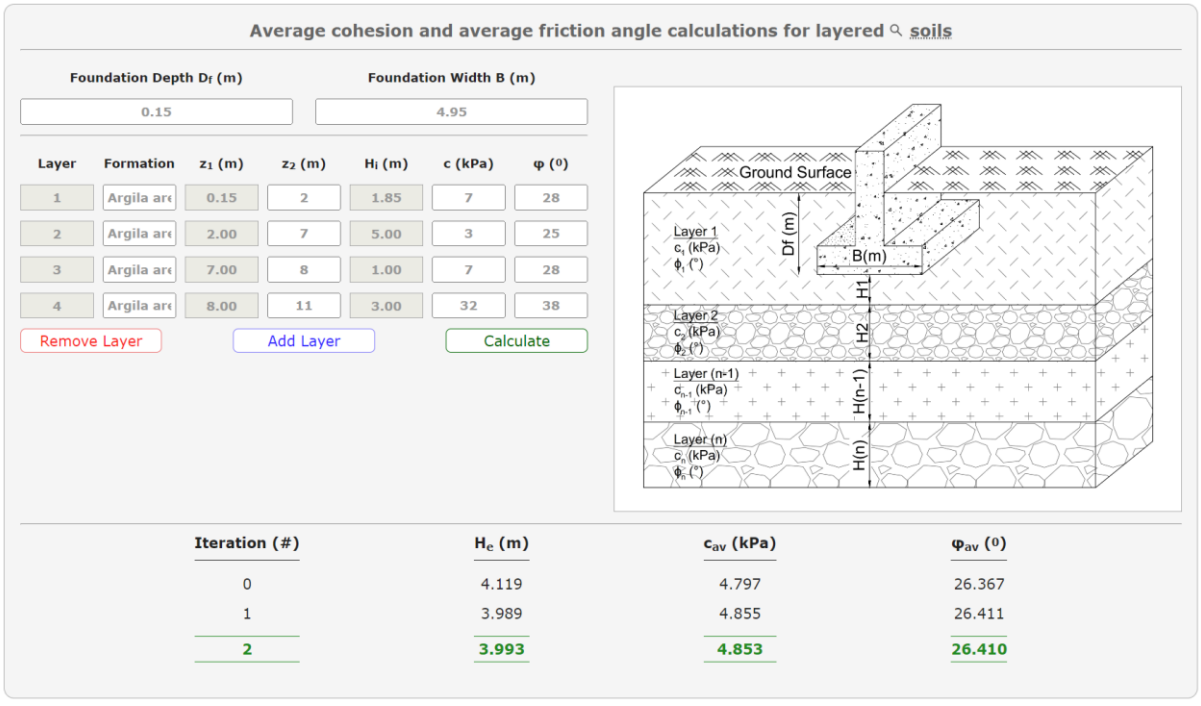


Figura 17 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do APH
Fonte: EGIS, 2024

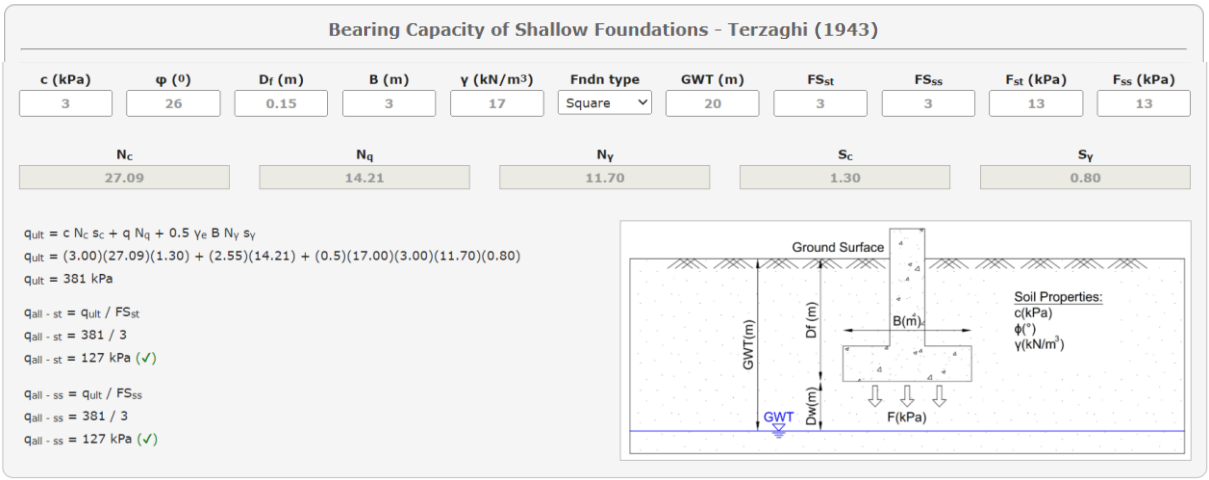


Figura 18 - Cálculo da capacidade de Carga do Solo sob o Radier da APH
Fonte: EGIS, 2024

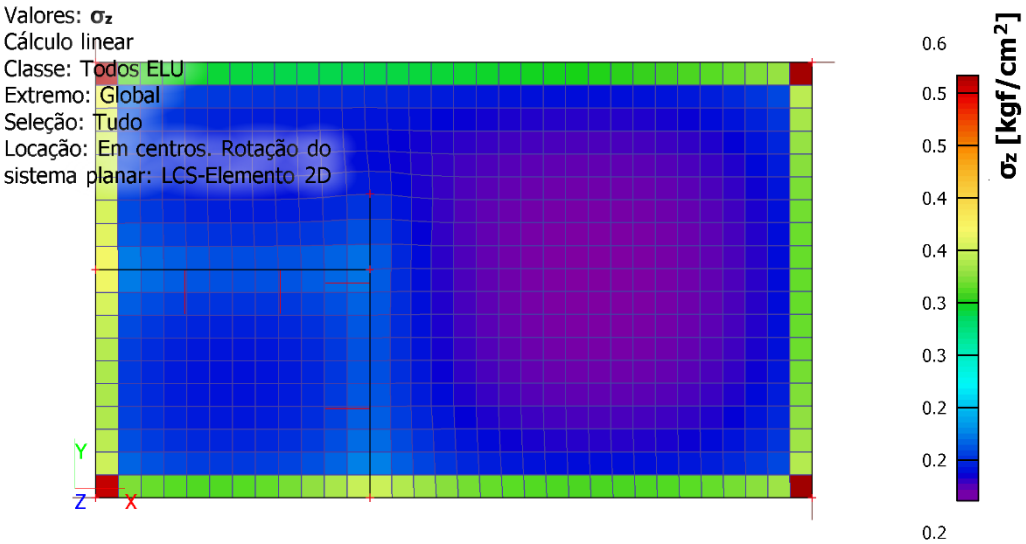


Figura 19 – Tensões de Contato no Radier do APH
Fonte: EGIS, 2024

$$\sigma_{máx} < \sigma_{adm} \rightarrow 60 < 127kPa \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

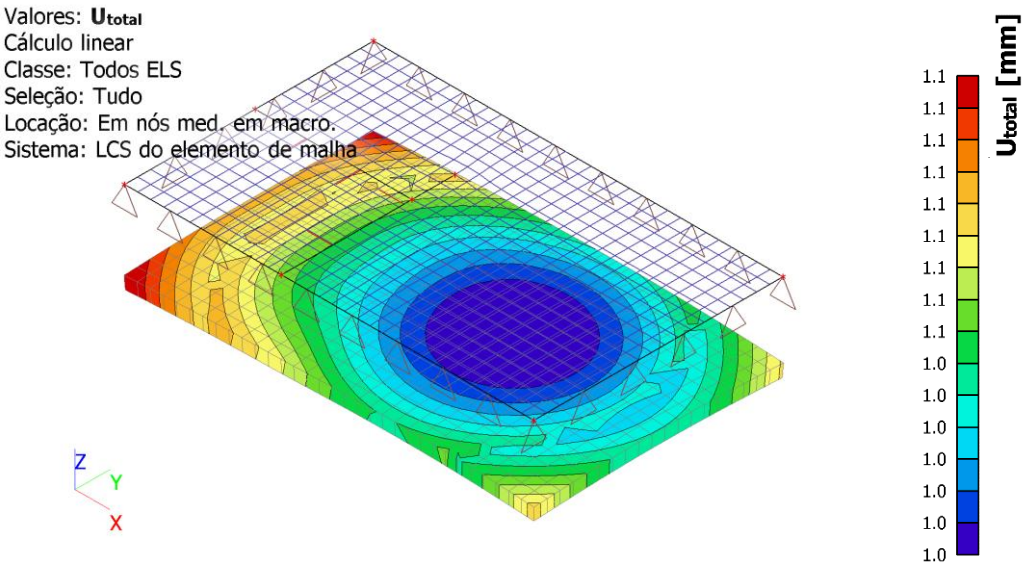


Figura 20 – Deformações em mm do Radier do APH
Fonte: EGIS, 2024

$$\delta_a < \delta_{máx} \rightarrow 1{,}1 < 25\ mm \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

Capacidade de carga – Edifício Operacional

Os cálculos de capacidade de carga estão apresentados na figura abaixo e indicam que a tensão admissível o radier é de 286 kPa.

Tabela 11 – Parâmetros de Solo para o Edifício Operacional

PARÂMETROS SP-203				
Camada	Descrição	γ (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)
1	Argila arenosa - NSPT 0-1	13	2	21
2	Argila arenosa - NSPT 6-10	17	7	28
4	Argila arenosa - NSPT >20	20	32	38
Parâmetros adotados				
Edifício Operacional		15	6	27

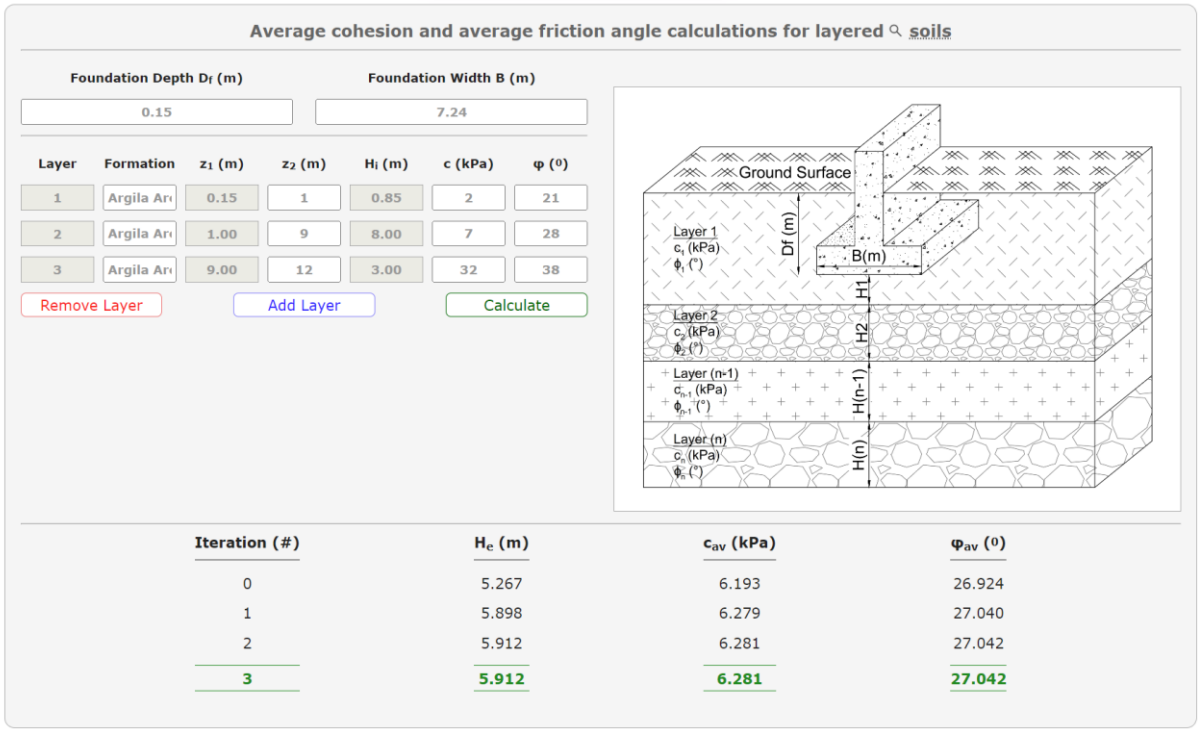


Figura 21 – Cálculo dos Parâmetros Equivalentes para o Radier do Edifício Operacional
Fonte: EGIS, 2024

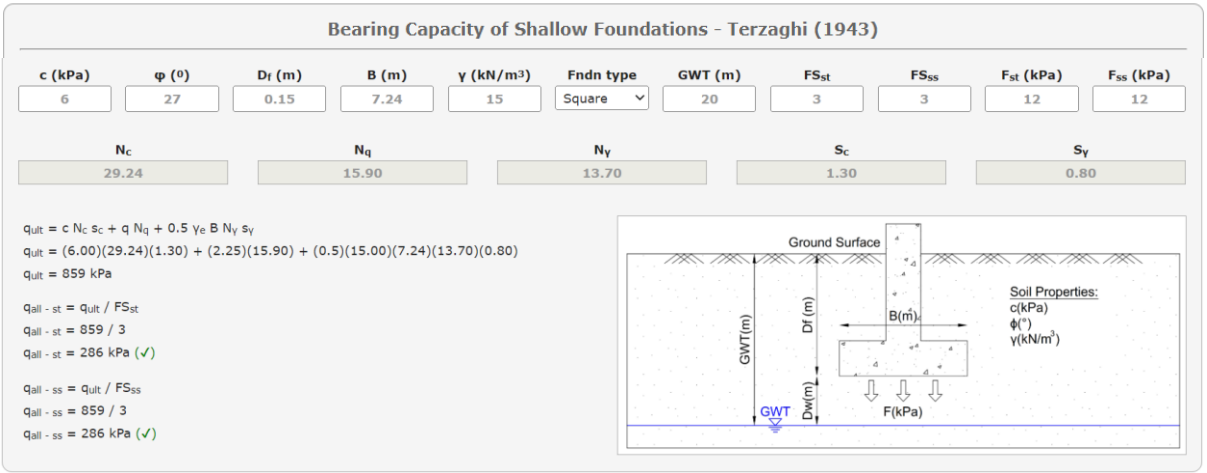


Figura 22 - Cálculo da Capacidade de Carga do Solo sob o Radier do Ed. Operacional
Fonte: EGIS, 2024

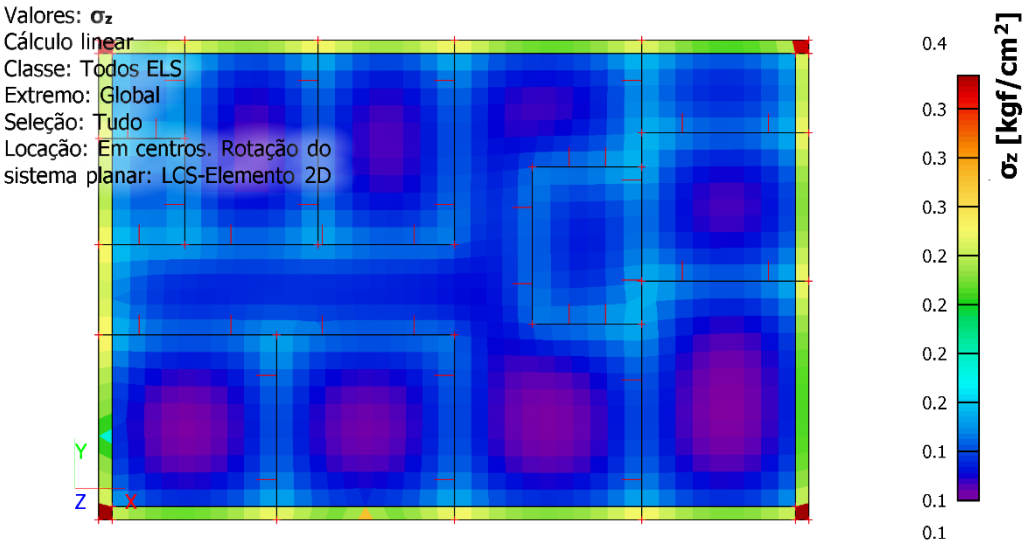


Figura 23 – Tensões de Contato no Radier do Edifício Operacional
Fonte: EGIS, 2024

$$\sigma_{máx} < \sigma_{adm} \rightarrow 40 < 286kPa \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

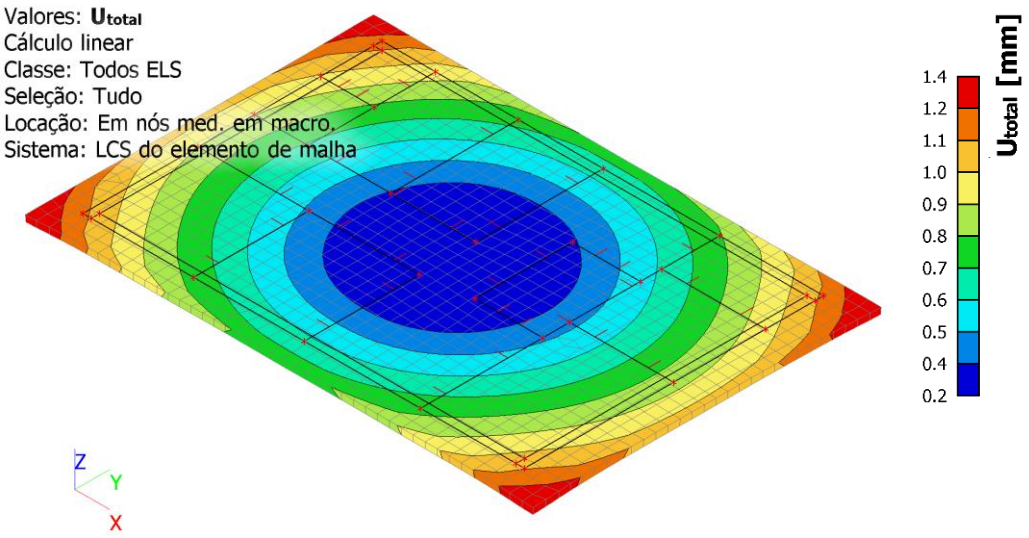


Figura 24 – Deformações em mm do Radier do Edifício Operacional
Fonte: EGIS, 2024

$$\delta_a < \delta_{máx} \rightarrow 1{,}4 < 25\ mm \rightarrow \boldsymbol{ok}!$$

7 RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Antes de qualquer procedimento de escavação, deve ser verificada a possibilidade de interferências enterradas (dutos, cabos, drenagens etc.) e executado o seu devido mapeamento e remanejamento para evitar acidentes e danos a elas.

As fundações deverão ser executadas conforme a NBR-6122/2019 e o manual de especificações de produtos e procedimentos da ABEF. A execução das fundações deverá ser acompanhada e liberada por engenheiro geotécnico, atendendo à carga de projeto.

As escavações provisórias necessárias à execução das fundações e/ou qualquer elemento enterrado, bem como os demais itens escopo da NR-18 devem ser devidamente observados e seguidas as determinações desta norma regulamentadora.

Fundações Rasas

O solo de apoio das sapatas e radiers deverão possuir as tensões admissíveis mínimas conforme informado no item 6 deste relatório. A execução das edificações, bem como de suas fundações, deverá ser liberada por consultor geotécnico de fundações do construtor e com aceitação da fiscalização da concessionária. Recomenda-se que, após a escavação, seja feito um preparo da base com compactação da camada final de apoio, a fim de melhorar a condição e minimizar diferenças de assentamento do solo local.

Particularmente, como preparo para a fundação do Edifício Operacional, é solicitado adotar o seguinte procedimento de preparação do subleito:

1) Verificar se de fato o solo local apresenta as características que foram empregadas no dimensionamento (portanto, conforme as sondagens de referência).

2) Realizar a compactação do solo com a energia do Proctor Normal – PN (para solos granulares utilizar, preferivelmente, a energia Proctor Modificada. Para solos lateríticos, recomenda-se o uso da energia Proctor Intermediária). A grau de compactação utilizado deve ser de pelo menos 95% (no caso dos materiais granulares, recomenda-se garantir uma Densidade Relativa superior a 66%.

8 CONSIDERAÇÕES FINAS

Apresentou-se, no decorrer do texto, as informações utilizadas e as premissas adotadas para cálculo da capacidade de carga do solo de suporte das edificações componentes da BSO-02.

A magnitude das cargas associadas às características do terreno permitiu adotar fundação superficial para todas as edificações, aplicando-se radier para os edifícios, sapatas para a cobertura metálica e para o castelo d'água.

Os parâmetros e hipóteses utilizados constam indicados e colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que venham a se fazer necessários e/ou convenientes.

9 REFERÊNCIAS

ABEF (2004): **Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF**, Editora Pini, São Paulo – SP;

ABGE (1998): **Geologia de Engenharia**, ABGE, São Paulo - SP, 576p;

ABMS (1993): **Solos do Interior de São Paulo**, ABMS, São Carlos – SP;

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BOWLES, J.E. (1985): **Foundations Analysis and Design**, McGraw Hill.

BROMS, B.B. (1964): **Lateral Resistance of Piles in Cohesionless Soils**. Soil Mech. and Found. Div., ASCE, 90, pp. 123-156.

TEIXEIRA, a. H.; GODOY, N. S. **Análise, projeto e execução de fundações rasas**, in: Hachich et al. (Ed.) Fundações: teoria e prática. São Paulo: PINI, Cap 7, p 225-261, 2016.

VAZ, L.F. (1996): **Classificação Genérica dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais**. In: Solos e Rochas, São Paulo, 19:117-136.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-L2-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/09/2024	Folha: 1 / 18
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	

Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do projeto executivo de Estrutura		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L2-001 A 004
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L3-001 A 003

Documentos Resultantes:

egis

00a	10/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 PROPOSTA DE PROJETO 3

1.2 LOCALIZAÇÃO 3

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE ESTRUTURA E FUNDAÇÕES 5

2.1 OBJETIVO 5

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 5

2.3 DESCRIÇÃO ESTRUTURAL 6

2.3.1 FUNDAÇÕES DAS EDIFICAÇÕES 6

2.3.2 FUNDAÇÃO DO CASTELO D'ÁGUA 6

2.3.3 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES. 7

2.4 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS 8

2.4.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL 8

2.4.2 TRABALHOS EM ALTURA 8

2.4.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL 9

2.4.4 ANDAIMES 9

2.4.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO 10

2.4.5.1 TOLERÂNCIAS 13

2.4.5.2 LASTRO 14

2.4.5.3 FORMAS 14

2.4.5.4 ESCORAMENTO 15

2.4.5.5 ARMAÇÃO 16

2.4.5.6 LANÇAMENTO 17

2.4.5.7 CURA 18

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o memorial descritivo do Projeto executivo de Estrutura da BSO 02. Cambará.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

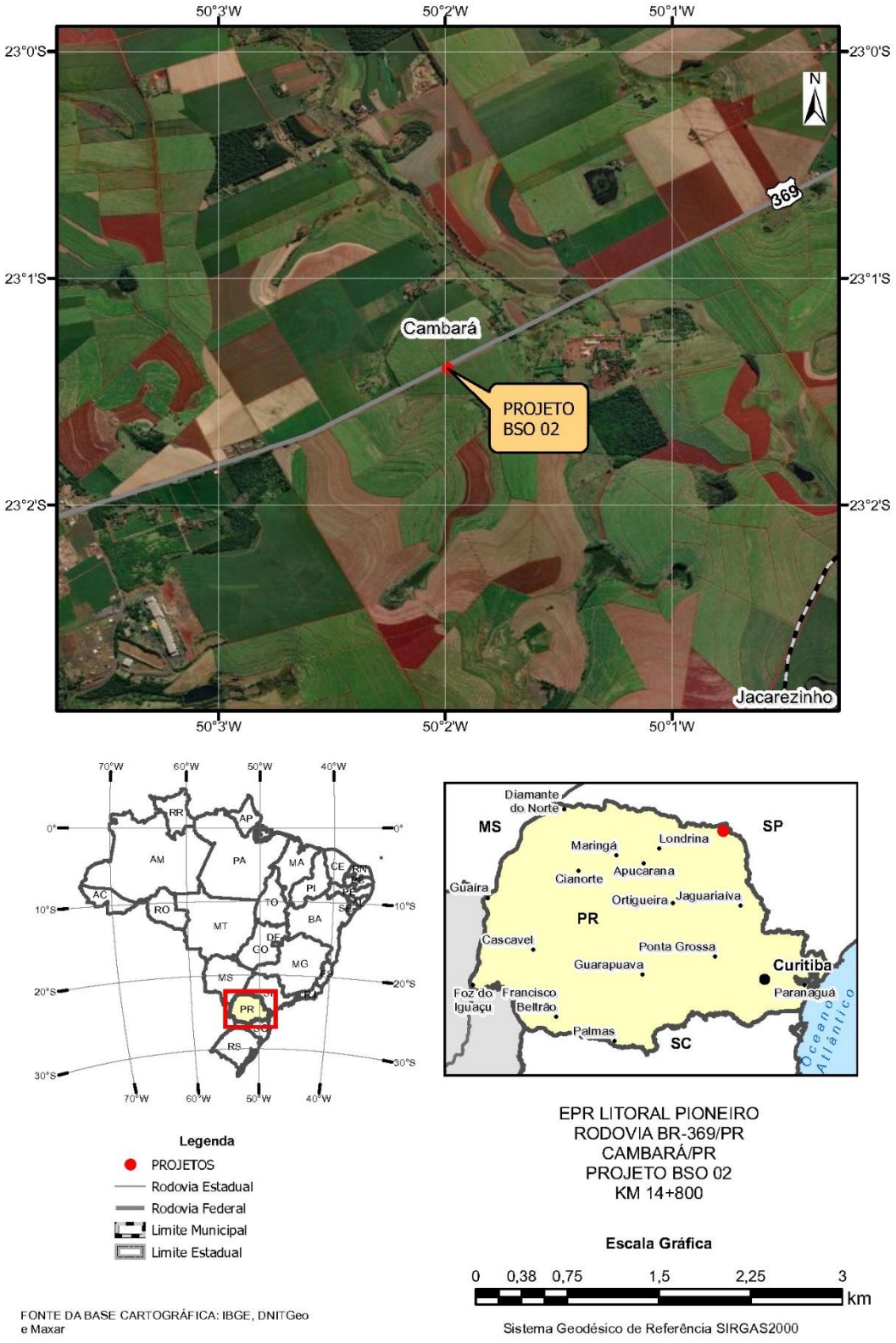


Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE ESTRUTURA E FUNDAÇÕES

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **projeto executivo** de Estrutura relativas às especificações técnicas estruturais que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**) e da cobertura metálica da área de estacionamento.

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se ao descritivo das fundações em concreto armado das edificações que compõem as instalações da Base de Serviço Operacional (BSO).

Além das edificações, a BSO também contará com área de estacionamento coberta em estrutura metálica para os veículos operacionais.

O partido estrutural foi concebido de forma a atender todas as diretrizes técnicas das seguintes normas ABNT:

ABNT NBR 06118 Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

ABNT NBR 06120 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

ABNT NBR 06123 Forças devidas ao vento em edificações

ABNT NBR 08681 Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

ABNT NBR 7680 Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial

ABNT NBR 12655 Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento

ABNT NBR 14037 Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos

ABNT NBR 14931 Execução de estruturas de concreto – Procedimento

2.3 DESCRIÇÃO ESTRUTURAL

2.3.1 FUNDAÇÕES DAS EDIFICAÇÕES

As edificações terão as suas estruturas com Sistema estrutural bloco de concreto autoclavado. Para especificação técnica desse sistema ver relatório específico. As estruturas serão apoiadas em fundação direta do tipo radier.

O radier será em concreto armado com uma espessura de 15cm. A armadura a ser utilizada é tela eletrosoldada tipo aço CA-60, sendo uma camada no topo e outra inferior. O cobrimento da armadura será de 3.5cm , conforme a NBR 6118:2014. A resistência do concreto a compressão de projeto é de 30MPa. Nas bordas do radier será executado uma viga de enrijecimento com seção transversal de 20x40cm. Qualquer tipo de armadura de arranque será concretado em conjunto com o radier.

Abaixo do radier será executada uma camada de lastro de concreto magro com resistência de 10MPa e espessura mínima de 5cm. Os tratamentos do solo de base deveram ser consultados os relatórios de geotecnia e geometria.

Sob o radier serão executados os acabamentos previstos no projeto de arquitetura. Os carregamentos previstos estão listados abaixo:

- Peso proprio concreto armado: 25kN/m3 (2500kgf/m3 – 2.5ton/m3).
- Impermeabilização:15kgf/m².
- Revestimentos (camada de regularização + acabamentos): 100kgf/m²
- Peso proprio cobertura: 50kgf/m2.
- Bloco de concreto celular autoclavado: 200kgf/m.
- Sobrecarga acidental no piso : 300kgf/m².
- Sobrecarga acidental cobertura: 25kgf/m².

2.3.2 FUNDAÇÃO DO CASTELO D'ÁGUA

O castelo d'água será em estrutura metálica do tipo cálice. O volume mínimo de reservatório será de 12000 litros (12m³). O projeto do cálice deverá ser consultado em fornecedor específico. A base da estrutura metálica possui aproximadamente 75cm de diâmetro. A fundação dessa estrutura será em sapata de concreto armado com uma projeção em planta de 180x180cm. A resistência do concreto será de 30 MPa.

A sapata será executada cerca de 10 cm acima do nível acabado. Está sendo previsto uma espessura de 60cm . Abaixo dela será executado uma camada de concreto magro com 5cm de espessura. Tratamentos do solo de base deverão ser consultados os relatórios de geotecnia e geometria.

As conexões da base do castelo d'água junto a sapata deverá ser consultada com fabricante (chumbadores pré-concretados).

2.3.3 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES.

A cobertura será em estrutura metálica apoiada sobre fundação de concreto armado. Os pilares terão seção tipo tubular em aço A36 e serão conectados a sapatas através de chumbadores pré-concretados ASTM A36.

A cobertura terá como premissa um gabarito livre de 4,5m de altura. O sistema estrutural será composto por treliças com perfis do tipo chapa dobrada para os banzos superiores, inferiores, diagonais e montantes em aço A36.

As terças terão um espaçamento máximo de 1,5m e serão de perfil do tipo U enrijecido em chapa dobra- aço A36. Sobre as terças será fixada telha trapezoidal galvanizada espessura de 5mm, termoacústica com EPS 30mm.

A geometria da cobertura será de duas águas com sistema de coletor por calhas nas extremidades. Para o sistema de captação ver projeto específico.

As ligações metálicas serão em sua maioria parafusada (parafusos A325 tipo 1) e em ligações pontuais será utilizado solda (eletrodos E-70xx).

Abaixo as cargas consideradas na cobertura:

- Peso proprio concreto armado: 25kN/m3 (2500kgf/m3 – 2.5ton/m³).
- Peso próprio aço A36: 74,5kN/m3 (7450kgf/m3 – 7.45ton/m³).
- Telhas metálica: 8kgf/m².
- Fechamento lateral: 8kgf/m².
- Utilidades gerais: 12kgf/m².
- Calhas:100kgf/m².
- Sobrecarga acidental: 50kgf/m².
- Vento conforme NBR 6123.
- Variação de temperatura de 15º(variação axial).

As fundações dos pilares metálicos serão em sapatas isoladas de concreto armado. A resistência estrutural será de 30MPa. Será previsto uma pilarete de concreto de aproximadamente 60cm, sendo que ao final a base metálica ficará cerca de 10cm acima do piso acabado. A projeção em planta da sapata será aproximadamente de 150x150cm.

Todos os elementos metálicos irão receber pintura de proteção. O projeto de fabricação deverá estudar as sequências de transporte e montagem da estrutura.

2.4 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

2.4.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL

Deverão ser observadas as Normas Regulamentadoras (NR) referentes à Segurança e Medicina do Trabalho, do capítulo V, título II, da CLT.

2.4.2 TRABALHOS EM ALTURA

Todo empregado que necessite trabalhar em altura superior a 2 metros do nível de solo mais próximo e que não seja em plataforma padrão com corrimão deverá utilizar cinto de segurança tipo paraquedista. Em andaimes será sempre obrigatório o uso de cinto de segurança.

Para trabalho em local elevado deverá ser providenciada proteção contra quedas de ferramentas ou objetos e isolada e sinalizada a área de risco.

Cintos de segurança desgastados ou com conectores soltos deverão ser imediatamente colocados fora de utilização.

Quando necessário deverá ser utilizado absorvedores de impacto e trava quedas.

Não será permitida ancoragem de cinto de segurança em corrimão não projetado para tal.

Em trabalho em telhado é obrigatória a utilização de cabo-guia de aço, para fixação do cinto de segurança.

Não será permitido o deslocamento em telhados diretamente sobre as telhas. Será obrigatória a distribuição do peso através de tábuas adequadamente colocadas sobre as telhas.

Não será permitida a elevação vertical de trabalhadores em caçambas de equipamentos.

Plataformas para elevação de pessoal (gaiolas) somente serão permitidas se projetadas e executas por profissional qualificado e autorizado, devendo possuir proteção contra quedas em todas as laterais e a porta abrindo para dentro.

Os equipamentos utilizados no transporte vertical de pessoas e materiais deverão ser inspecionados por pessoa qualificada, por ocasião da instalação e, posteriormente, no mínimo uma vez por semana.

O transporte de pessoas somente poderá ser feito em equipamentos dotados de cabos de aço de suspensão, sem emendas, com diâmetro mínimo de 12mm e deverão ser substituídos quando apresentarem, em um trecho de cinquenta centímetros de comprimento, mais de 5% (cinco por cento) de fios partidos.

Será terminantemente proibido o transporte simultâneo de cargas e pessoas no transporte vertical.

2.4.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL

As normas do Código Brasileiro de Trânsitodeverão ser observados, sendo expressamente proibido o transporte de pessoas em carroceria de veículo e caçamba de máquina. O transporte de pessoal só será permitido em vans ou ônibus.

2.4.4 ANDAIMES

Só poderão ser montados por pessoal treinado e credenciado para andaimes.

Deverão possuir guarda-corpo e rodapé, ser construído com altura de 1,2m para o travessão superior e 0,7m para o travessão intermediário.

Será proibido a utilização ou apoio de escadas sobre piso de andaimes.

Os montantes dos andaimes deverão ser apoiados em sapata sobre base sólida. Os andaimes fachadeiros deverão ter seus encaixes travados com parafusos, contra-pinos ou similares.

Os andaimes deverão ser firmemente fixados à estrutura.

Será proibido o deslocamento da estrutura do andaime, com trabalhador sobre o mesmo.

O ponto de instalação de qualquer equipamento de içar deverá ser escolhido de modo a não comprometer a estabilidade e segurança do andaime.

Andaime não estaiado não poderá exceder em 4 vezes a dimensão da base de apoio.

A movimentação de peça ou parte da montagem do andaime deverá ser feita por corda ou sistema próprio de içamento.

Andaime fachadeiro deverá possuir proteção por tela desde a primeira plataforma, até pelo menos 2 metros acima da última plataforma de trabalho.

Isolar com cerca e placas de aviso a área onde será montado o andaime.

Os andaimes deverão ser montados em conformidade com os requisitos da Norma ABNT NBR 6494 “Segurança nos Andaimes” e item 18.9 da NR18 da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho.

Andaimes em balanço, estruturais ou de formas incomuns só poderão ser montados após aprovação dos croquis de montagem pelo Gerenciador.

Para as Plataforma de andaimes, atentar:

- Tábuas deverão ser isentas de óleo ou graxa;

- Tábuas deverão estar próximas entre si;
- Se houver mais de 2 tábuas, deverão ter fixação com tubos e braçadeiras;
- Não serão permitidas tábuas em balanço;
- O vão livre das tábuas será limitado a 2 metros;
- Emendas topo a topo deverão ter uma travessa sob cada ponto;
- Tábuas em justaposição deverão ter transpasse de 1,00 m de cada lado da travessa;
- O tablado não deverá ter inclinação superior a 15% em qualquer direção.

Usar somente tábuas apropriadas com espessura mínima de 38mm.

Todos os andaimes de quadro deverão possuir travas diagonais.

Em andaimes não poderá ser instalado talha esticador de corrente ou qualquer dispositivo de içamento que possa comprometer a estabilidade e segurança.

Paralisada a montagem de andaime, o seu acesso deverá ser interditado e sinalizado com advertência cujos dizeres serão “ANDAIME INACABADO, NÃO UTILIZAR”.

2.4.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO

O concreto deverá ser preparado e atender aos critérios de controle da qualidade previstos na ABNT NBR 12655, enquanto o aço deverá atender a ABNT NBR 7480.

Quando se tratar de concreto dosado em central, além dos requisitos da ABNT NBR 12655, o concreto deverá ainda estar de acordo com o que estabelece a ABNT NBR 7212.

Destacam-se as seguintes recomendações:

- Cada produto deve ser claramente identificável na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias, e os produtos não podem ser estocados em contato direto com o solo.
- Antes de proceder à mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega de concreto dosado em central, é necessário verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.
- As condições e a quantidade disponível de equipamentos necessários ao lançamento e ao adensamento do concreto devem também ser verificadas nesta etapa.

- A equipe de trabalhadores devidamente treinados para a operação de concretagem deve estar dimensionada para realizar as etapas de preparo do concreto (se for o caso), lançamento e adensamento, no tempo estabelecido.

- No caso de concreto dosado em central, o trajeto a ser percorrido pelo caminhão betoneira no canteiro de obras até o ponto de descarga do concreto deve estar desimpedido e o terreno firme, de forma a evitar dificuldades na concretagem e atrasos no cronograma dessa operação.

- O concreto dosado em central deve ser transportado do local do amassamento ou da boca de descarga do caminhão betoneira até o local da concretagem num tempo compatível com as condições de lançamento. O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação.

- O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto do concreto nas fôrmas, evitando o uso de depósitos intermediários; quando estes forem necessários, no manuseio do concreto devem ser tomadas precauções para evitar segregação.

- A circulação dos caminhões deve ser facilitada, para que caminhões vazios possam deixar o local de descarga, dando espaço para entrada de outros. Após a descarga do concreto, a “bica” de descarga deve ser lavada no canteiro de obras.

- O traço do concreto a ser utilizado será em função da resistência do mesmo, que deverá ser de no mínimo 10 MPa para lastro e 30 MPa para os elementos estruturais. O agregado graúdo de ambos os concretos deverá ser de brita ou seixo;

- O preparo do concreto deverá ser mecânico e seu adensamento poderá ser feito por meio de vibradores convenientemente aplicados;

- Quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser executado o controle tecnológico do concreto por empresa ou profissional qualificado;

- Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;

- A inspeção e liberação do sistema de fôrmas, das armaduras e de outros itens da estrutura deve ser realizada antes da concretagem pela FISCALIZAÇÃO. O método de documentação dessa inspeção deve ser desenvolvido e aprovado pelas partes envolvidas antes do início dos trabalhos. Cada um desses aspectos deve ser cuidadosamente examinado, de modo a assegurar que está de acordo com o projeto, as especificações e as normas técnicas.

- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras. O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a

segregação entre seus componentes. A altura máxima permitida para o lançamento do concreto deverá ser de 02 (dois) metros.

• Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não devem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte. O molde da fôrma deve ser preenchido de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações do sistema de fôrmas.

• A concretagem de cada elemento estrutural deve ser realizada de acordo com um plano previamente estabelecido. Um plano de concretagem bem elaborado deve assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias à estrutura.

• A capacidade (pessoal e equipamentos) de lançamento deve permitir que o concreto se mantenha plástico e livre de juntas não previstas durante a concretagem.

• Todos os equipamentos utilizados no lançamento do concreto devem estar limpos e em condições de utilização e devem permitir que o concreto seja levado até o ponto mais distante a ser concretado na estrutura sem sofrer segregação.

• Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega. Concreto contaminado com solo ou outros materiais não deve ser lançado na estrutura.

• O uso de aditivos, dispersantes, arejadores, acelerados, retardadores de pega etc., só serão permitidos mediante autorização expressa da ENGENHARIA.

• Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e vedadas, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

• As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção de água de emassamento do concreto.

• Não será admitido a utilização da armadura como meio de vibração do concreto.

• Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a 3/4 do comprimento da agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior. Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto.

• Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para: evitar a perda de água pela superfície exposta; assegurar uma superfície com resistência adequada; assegurar a formação de uma capa superficial durável.

- As barras de aço não devem apresentar quaisquer indícios de oxidação, manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

- A armadura não poderá ficar em contato direto com a fôrma, devendo obedecer à distância mínima prevista pela ABNT NBR 6118 e/ou projetos listados no item 5 deste documento.

- Não será conveniente, em uma mesma concretagem, a mistura de tipos diferentes de cimento.

- Não serão permitidas juntas de concretagem com exceção das definidas em projeto.

2.4.5.1 TOLERÂNCIAS

A execução das estruturas de concreto deverá ser a mais cuidadosa possível, a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças e as dimensões e posição da armadura obedeçam às indicações do projeto com a maior precisão possível.

Para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície deverá ser respeitada as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para o comprimento dos elementos estruturais lineares deverá ser respeitado as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para fins de liberação dos gastalhos (colarinho) de pilares de um pavimento, a tolerância para posição dos eixos de cada pilar em relação ao projeto é de ± 5 mm.

Onde:

t_{tot} é a tolerância acumulativa ou total da edificação, em milímetros;

H_{tot} é a altura da edificação, em metros.

Dimensão (*s*) cm		Tolerância[1), 3)] (*t*) mm
Tipo de elemento estrutural	Posição da verificação	
Elementos de superfície	Horizontal	5
	Vertical	20[2)]
Elementos lineares	Horizontal	10
	Vertical	10

[1)] Em regiões especiais (tais como: apoios, ligações, intersecções de elementos estruturais, traspasse de armadura de pilares e outras) essas tolerâncias não se aplicam, devendo ser objeto de entendimento entre o reponsável pela execução da obra e o projetista estrutural.

[2)] Tolerância relativa ao alinhamento da armadura.

[3)] O cobrimento das barras e a distância mínima entre elas não podem ser inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6118.

O nivelamento das fôrmas, antes da concretagem, com relação às cotas de projeto, deverá respeitar a tolerância estabelecida a seguir:

$$5\ \text{mm} \leq t \leq \frac{\ell}{1\ 000} \leq 10\ \text{mm}$$

Onde:

t é a tolerância do nivelamento da fôrma, em milímetros;

L é a maior dimensão da fôrma, em metros.

2.4.5.2 LASTRO

Antes da execução das estruturas em concreto armado, deverá ser preparado um lastro de concreto magro com espessura mínima de 5 cm e fck de 10 MPa.

O Lastro deverá ter tempo de cura de pelo menos três dias.

2.4.5.3 FORMAS

As fôrmas serão de madeira tipo Madeirite Resinado, ou similar, com espessura maior ou igual a 12 mm, suficientemente ajustadas, escoradas e estanques, de modo a impedir o movimento e perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto.

As formas deverão suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696.

As formas deverão obedecer aos alinhamentos e dimensões das estruturas de concreto indicadas no projeto e serem construídas de maneira a assegurar a perfeita aparência das superfícies do concreto.

O uso adequado possibilita o reaproveitamento das fôrmas e dos materiais utilizados para sua construção. No entanto, em um processo de utilização sucessiva, devem ser verificadas as características e principalmente a capacidade resistente da fôrma e do material que a constitui.

Antes do lançamento do concreto, as fôrmas deverão ser todas conferidas e devem estar de acordo com o projeto estrutural, completamente limpas, isentas de quaisquer partículas de sujeiras. A retirada das fôrmas só poderá ser executada quando o concreto se encontrar suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam.

Para efeito das obras referidas nesta especificação, as formas se dividem em quatro tipos:

• Forma comum: Utilizada para superfícies de concreto que ficarão cobertas por reaterro, por revestimento ou internamente aos “caixões perdidos". Poderão ser utilizadas, neste caso, tábuas não aparelhadas e de comprimento e largura variáveis;

• Forma para superfície exposta: Utilizada para superfícies de concreto que não terão acabamento ou revestimento. Deverá ser lisa, isenta de irregularidades e com coloração homogênea. Deverão ser de madeira compensada ou revestida de outro material liso e não absorvente. Todas as bordas dos painéis deverão ser em esquadro e retas em ambas as direções;

• Forma para concreto aparente: Utilizada para superfícies de concreto que deverão ficar completamente lisas, isentas de irregularidades e com coloração homogênea, destinadas a acabamento final da estrutura da edificação. Deverão ser usados painéis de madeira compensada plastificada, que poderão ou não coincidir perfeitamente no comprimento, largura e alinhamento;

• Chapisco contra parede de escavação: Considerado como forma o chapisco de argamassa de cimento e areia lançado contra a parede de escavação estável.

2.4.5.4 ESCORAMENTO

O escoramento deverá ter eficiência/ resistência suficiente para suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696. A aprovação de projeto ou qualquer tipo de alteração deve ser aprovado pela ENGENHARIA. O escoramento deverá ser calculado para suportar o peso próprio, o peso do concreto fresco (2,6 t/m³) e sobrecarga de 200 kgf/m². Deverão ser considerados também a ação do vento, empuxos laterais, cursos d’água, cargas acidentais, componentes horizontais no caso de escoramento em leque etc.

Onde for prevista a utilização de concreto bombeado deverão ser consideradas também, no dimensionamento dos escoramentos, as vibrações produzidas durante o bombeamento. As deformações dos escoramentos deverão ser verificadas para que seja calculada a contra flecha necessária. Deverá ser elaborado o projeto de remoção e retirada do escoramento.

Os escoramentos poderão ser constituídos por elementos de madeira ou metálicos, desde que sejam aprovados pelo FISCALIZAÇÃO e estejam de acordo com esta especificação. Nos escoramentos de madeira deverão ser evitadas emendas em peças verticais, assim como em peças sujeitas a compressão. Quando isto for inevitável deverão ser eliminadas as possibilidades de deslocamentos laterais ou separação, através da utilização de reforços. Não deverão ser permitidas emendas nos elementos submetidos à flexão.

As peças verticais deverão ser contraventadas por meio de elementos longitudinais e transversais, fixados às mesmas por meio de talas, devendo haver apoio perfeito das vigas nos seus suportes. Peças de seção arredondada deverão ter superfície de contato de pelo menos 2/3 do seu diâmetro. As emendas das estruturas de madeira

deverão ser feitas exclusivamente com parafusos e porcas. Não será permitida a utilização de braçadeiras.

Os escoramentos metálicos com braçadeiras poderão ser admitidos desde que satisfaçam as condições estáticas e dinâmicas necessárias. Cuidados especiais deverão ser tomados nos apoios dos escoramentos (cunhas de madeira dura, caixas de areia, parafusos especiais etc.), para permitir ajustes, bem como permitir o descimbramento.

Quando forem utilizadas cunhas de madeira (exclusivamente madeira dura), estas terão inclinação de 1:10 e deverão ser suficientemente largas para permitir perfeito apoio do escoramento. As tábuas destinadas ao trânsito de carrinhos de mão ou similares deverão ser apoiadas nos escoramentos e nunca nas formas ou armaduras. Os acessos deverão ser feitos em forma de passarelas solidamente construídas ou escadas inclinadas. Para alturas inferiores a 5 m, escadas de estabilidade comprovada poderão ser utilizadas. As passarelas deverão ter largura mínima de 0,80 m.

Quando as rampas de acesso provisório tiverem inclinação superior à 18º, deverão ser colocadas peças transversais, espaçadas de, no máximo, 0,40 m. A inclinação máxima admitida para as rampas, é de 30º. As escadas de madeira deverão ser construídas com madeira resistente e peças retas, sendo proibida a fixação dos degraus unicamente com pregos. Em andaimes situados a mais de 2,00 m acima do terreno natural, assim como passarelas, saídas de escadas etc., deverão ser previstos corrimãos de tubos ou de tábuas na altura de 1,00 m.

A estabilidade dos escoramentos deverá ser verificada periodicamente, principalmente após interrupções longas das obras ou após temporais. Especial atenção deverá ser dada aos elementos de ligação. A desmontagem e a remoção dos escoramentos deverão ser realizadas sem golpes ou vibrações. Deverão ser feitas de modo uniforme, de acordo com o projeto apresentado pela CONTRATADA.

2.4.5.5 ARMAÇÃO

Em nenhum caso deve ser empregado na estrutura de concreto aço de qualidade diferente da especificada no projeto de armação. Cada produto deve ser claramente identificado na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias.

Após a cura do lastro deve-se posicionar as armações obedecendo rigorosamente sua disposição conforme projetos, respeitando sempre o cobrimento mínimo de 5 cm. Todos os elementos de aço utilizados no concreto armado devem estar de acordo com o que prescreve a ABNT NBR 7480.

O corte, estiramento e dobramento das barras e telas de aço deverão ser executadas a frio, de acordo com os detalhes do projeto executivo.

O dobramento das barras, inclusive ganchos, deve ser feito respeitando os diâmetros internos de curvatura da tabela seguinte:

Não será permitido o uso de barras e telas de aço que apresentarem defeitos prejudiciais ao aço, concreto ou aderência entre esses materiais como fissuras, espoliações, bolhas, oxidação excessiva, deformações, manchas de óleo, ou outras imperfeições.

As barras e telas deverão ser armazenadas em local limpo e seco e sem contato direto com o solo. Armaduras que apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão devem passar por limpeza superficial com escova de aço e jato d'água antes do lançamento do concreto.

As emendas deverão ser realizadas por transpasse, conforme especificado em projeto. A montagem da armadura deverá ser feita por amarração, utilizando arame.

O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresente relação água/cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos, ou metálicos com as partes em contato com a fôrma revestidas com material plástico ou outro material similar. Não deverão ser utilizados calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor do que o especificado no projeto.

O arame recozido deverá ser de fio de aço estruturado brando e galvanizado a zinco, de bitola adequada a cada caso

As telas soldadas, quando utilizadas, deverão obedecer às normas ABNT NBR 7480 e ABNT NBR 7481.

O aço utilizado nas telas soldadas será o CA-50 ou o CA-60.

2.4.5.6 LANÇAMENTO

Após o posicionamento das armaduras, realiza-se a concretagem atentando para as premissas mencionadas deste documento. Vale ressaltar que o controle tecnológico do concreto deverá obedecer às normas vigentes, com ensaios de ruptura à compressão axial, tração na flexão e slump test de todos os caminhões que fornecem o concreto para as obras.

Os agregados para a confecção do concreto deverão ser materiais resistentes e inertes, deverão ser limpos e puros, não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas. O agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro máximo ou igual a 4,8 mm. O agregado graúdo consistirá de pedra britada ou seixo rolado, constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros e proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.

A água para preparação do concreto deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleo, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., que possam prejudicar sua ação com os compostos do cimento.

Sempre que houver contado entre concreto existente com concreto novo deverá ser aplicada adesivo de aderência a base resina epóxi Sikadur 32 ou equivalente técnico. As superfícies a serem coladas ou reparadas devem estar limpas, porosas, isentas de pó, oleosidade e partículas soltas.

2.4.5.7 CURA

A superfície do concreto endurecido deverá ser protegida adequadamente contra a ação nociva do sol, do vento e de agentes mecânicos, e deverá ser umedecida com água doce e limpa, de modo a mantê-la úmida, em um período mínimo de dez dias após o lançamento do concreto.

As formas mantidas em contato com o concreto, deverão também ser mantidas saturadas de água até o final da cura ou até a sua retirada.

As superfícies horizontais deverão ser mantidas úmidas, mediante sua cobertura com algum material mantido saturado d´água (areia ou saco de aniagem), ou por rega direta e permanente, ou proteção por aplicação de produtos químicos do tipo Antisol ou similar.

2.16. Estrutura Metálica

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L3-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/09/2024	Folha: 1 / 132
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Memória de Cálculo do Projeto Executivo de Estrutura Metálica		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-ANT-DE-L2-001

Documentos Resultantes:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L3-001 a 004

egis

00c	10/01/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00b	04/11/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
00a	10/09/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4

1.1 PROJETO 4

1.2 LOCALIZAÇÃO 4

2 PARÂMETROS DE PROJETO 6

2.1 Software utilizado 6

2.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 6

2.2.1 Normas Essenciais 6

2.2.2 Normas Complementares 7

2.2.3 Normas Específicas 7

2.2.4 Recomendações 8

3 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES. 9

3.1 DIMENSIONAMENTO 9

3.1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS 9

3.1.2 VISTA GERAL DA COBERTURA 9

3.1.3 MATERIAIS UTILIZADOS 10

3.1.4 MODELO ESTRUTURAL 10

3.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES 30

3.3 REAÇÕES NAS BASES 67

3.4 DIMENSIONAMENTO DAS LIGAÇÕES 75

3.4.1 PLACA DE BASE 75

3.4.2 DETALHE 2 – EMENDAS ENTRE AS PLAT.1 / 2 83

3.4.3 DETALHE 3 – LIGAÇÃO ENTRE TRE.1 / 2 E PLAT.1 / 2 91

3.4.4 DETALHE 4 – LIGAÇÃO ENTRE TRE.1 / 2 E TERÇAS 100

3.4.5 DETALHE TÍP. PLAT. – LIG. ENTRE BANZOS / MONTANTES / DIAGONAIS 110

3.4.6 DETALHE TÍP. TRE. – LIG. ENTRE BANZOS / MONTANTES / DIAGONAIS 116

4 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS 122

4.1.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL 122

4.1.2 TRABALHOS EM ALTURA 122

4.1.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL 123

4.1.4 ANDAIMES 123

4.1.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO 124

4.1.5.1 TOLERÂNCIAS 127

4.1.5.2 LASTRO 128

4.1.5.3 FORMAS 128

4.1.5.4 ESCORAMENTO 129

4.1.5.5 ARMAÇÃO 130

4.1.5.6 LANÇAMENTO 131

4.1.5.7 CURA 131

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** a memória de cálculo de estruturas e fundações Projeto **Executivo** de implantação da BSO 02. Cambará.

1.1 PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra se localiza na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

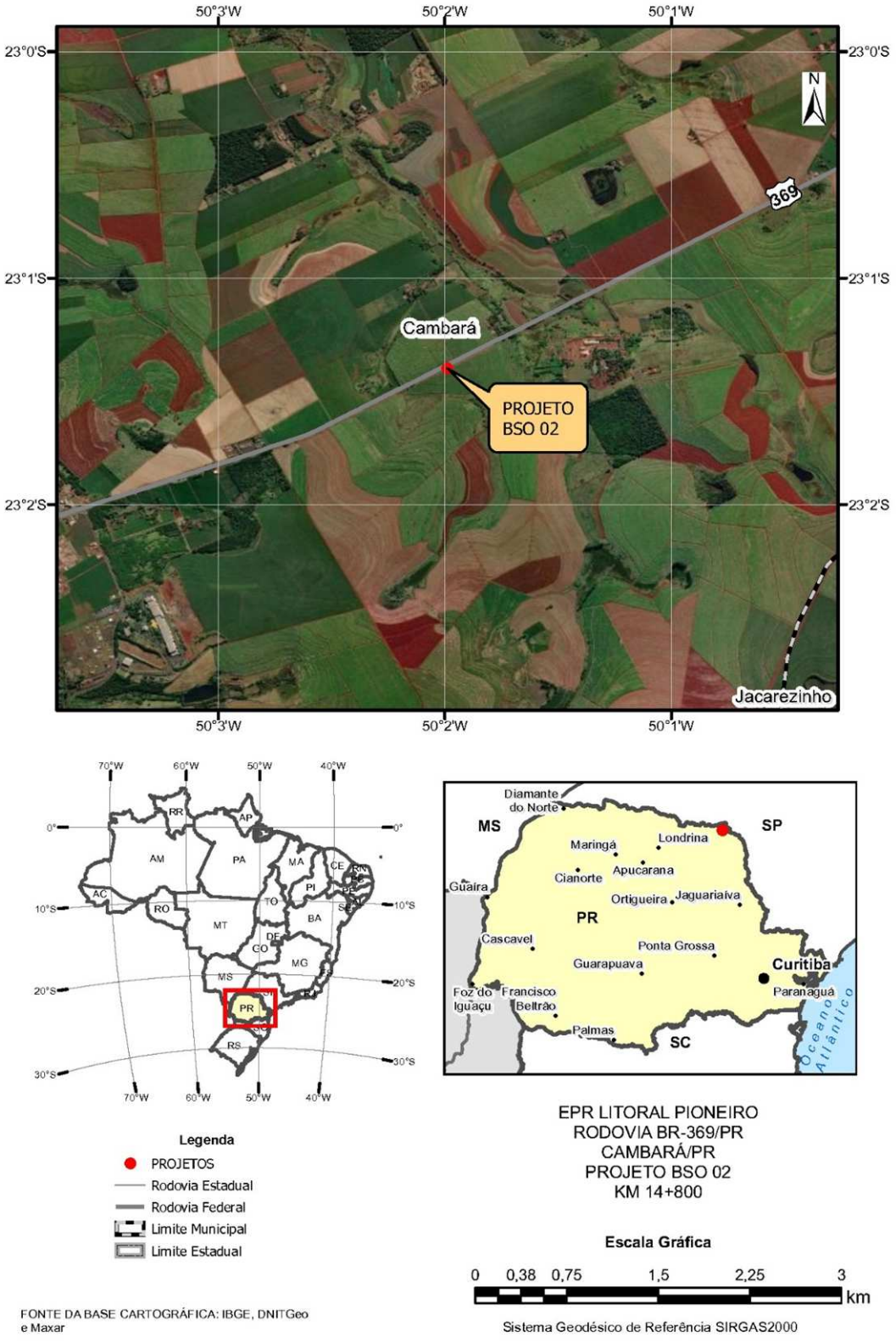


Figura 1 – Localização da Obra

2 PARÂMETROS DE PROJETO

2.1 Software utilizado

Para análise estrutural foi utilizado o software SCIA Engineer na versão V24. O dimensionamento foi realizado através de planilhas de cálculo desenvolvidas com base nas referências técnicas.

2.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O presente projeto destina-se ao descritivo das fundações em concreto armado das edificações que compõem as instalações da Base de Serviço Operacional (BSO).

Além das edificações, a BSO também contará com área de estacionamento coberta em estrutura metálica para os veículos operacionais.

O partido estrutural foi concebido de forma a atender todas as diretrizes técnicas das seguintes normas ABNT:

2.2.1 Normas Essenciais

Código	***Título***
ABNT NBR 05674	Manutenção de Edificações
ABNT NBR 06118	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 06120	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 06123	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
ABNT NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
ABNT NBR 15200	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
ABNT NBR 15421	Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos - Procedimento
ABNT NBR 15575	Coletânea de Normas Técnicas - edificações Habitacionais - Desempenho

IT08	Segurança Estrutural nas edificações - Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

2.2.2 Normas Complementares

Código	***Título***
ABNT NBR 7680	Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento
ABNT NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 15696	Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos

2.2.3 Normas Específicas

Código	***Título***
ABNT NBR 6136	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
ABNT NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento
ABNT NBR 7188	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

ABNT NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452	Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento
ABNT NBR 9607	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento
ABNT NBR 9783	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
ABNT NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 14861	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido - Requisitos e procedimentos
ABNT NBR 15961	Alvenaria estrutural - Blocos de concreto - Parte 1 e 2
ABNT NBR 15812	Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos
IT06	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

2.2.4 Recomendações

Código	***Título***
ABECE 001	Análise de Casos de Não Conformidade do Concreto
ABECE 002	Avaliação Técnica do Projeto
ABECE 003	Memorial Descritivo do Projeto Estrutural

3 COBERTURA METÁLICA E FUNDAÇÕES.

3.1 DIMENSIONAMENTO

3.1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Trata-se de uma cobertura metálica para veículos, composta por treliças transversais e longitudinais e terças para fixação das telhas metálicas.

O suporte da cobertura é dado por colunas metálicas assentes em bloco de fundação.

3.1.2 VISTA GERAL DA COBERTURA

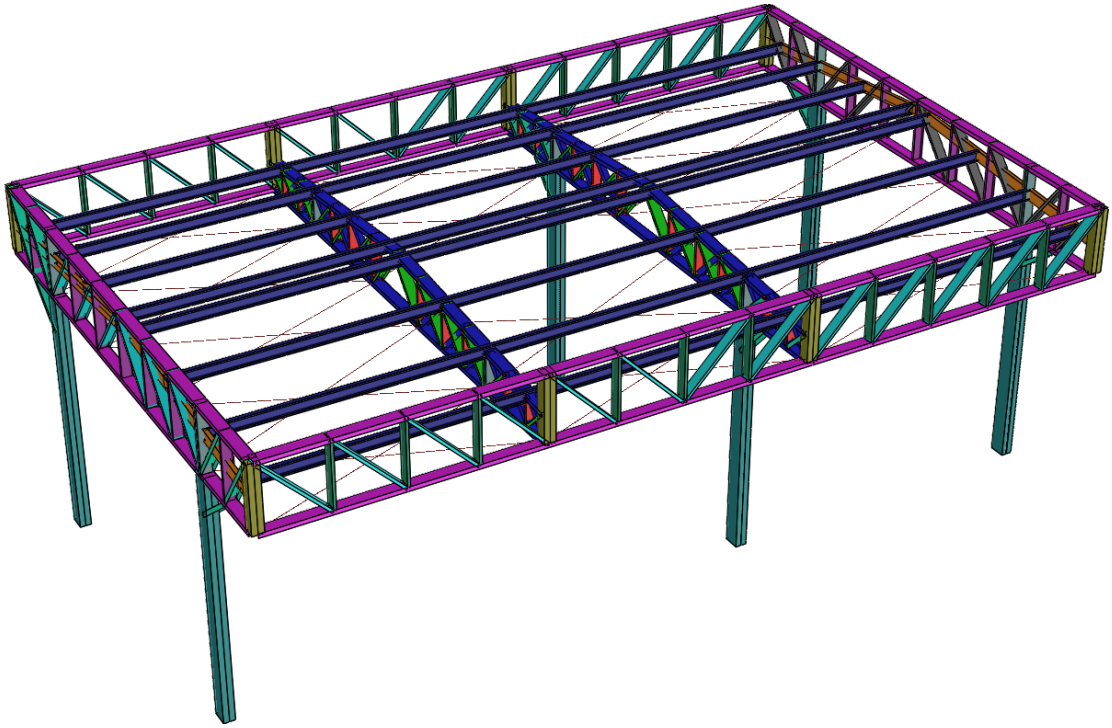


Figura 2 – Vista geral da cobertura.

3.1.3 MATERIAIS UTILIZADOS

As propriedades dos materiais especificadas no projeto estão listadas abaixo:

- Aço MR-250 (ASTM A 36) - fy=250 MPa (perfis chapa dobrada, cantoneiras e chapas);
- Parafusos ASTM A325 - fyb=635 MPa - fub=825 MPa;
- Chumbadores pré-concretados ASTM A 193 B7 - fyb=720 MPa - fub=860 MPa;;
- Soldas – eletrodos E-70XX (compatíveis com material base).

3.1.4 MODELO ESTRUTURAL

Abaixo é apresentado imagens com o modelo matemático e suas respectivas propriedades de barras.

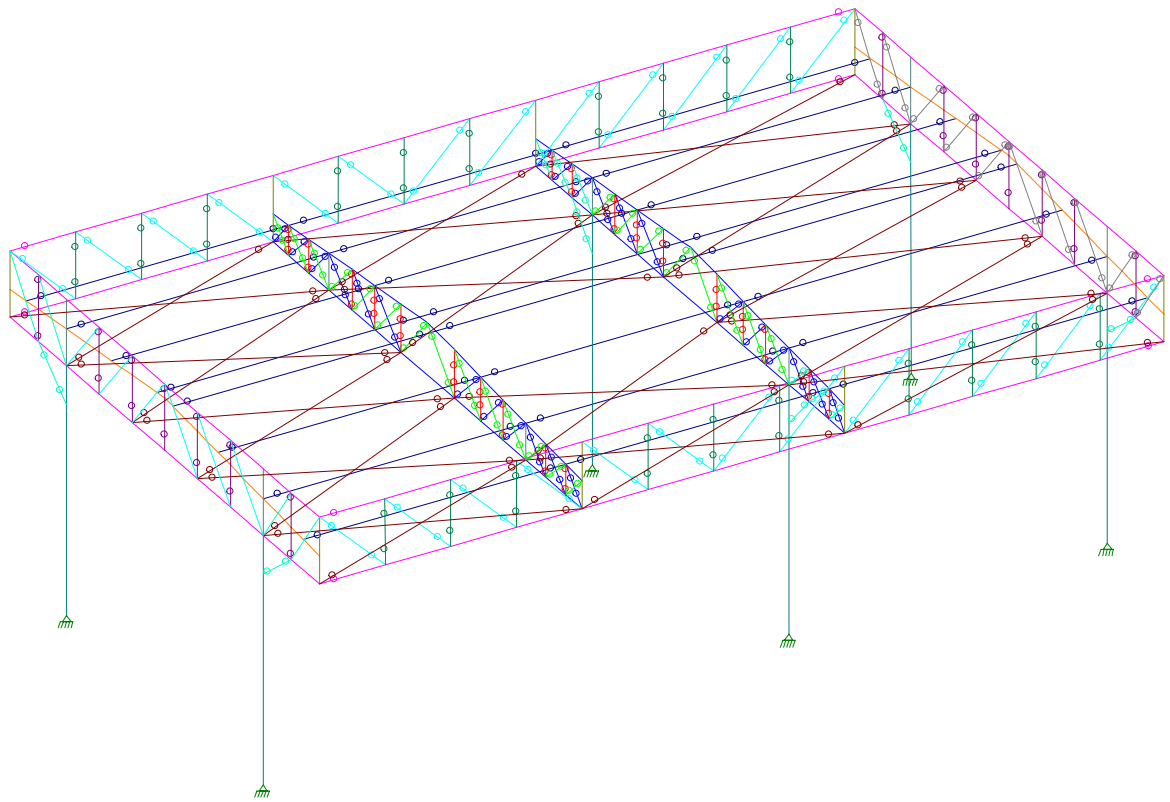


Figura 3 – Vista geral do modelo

NUMERAÇÃO DAS BARRAS

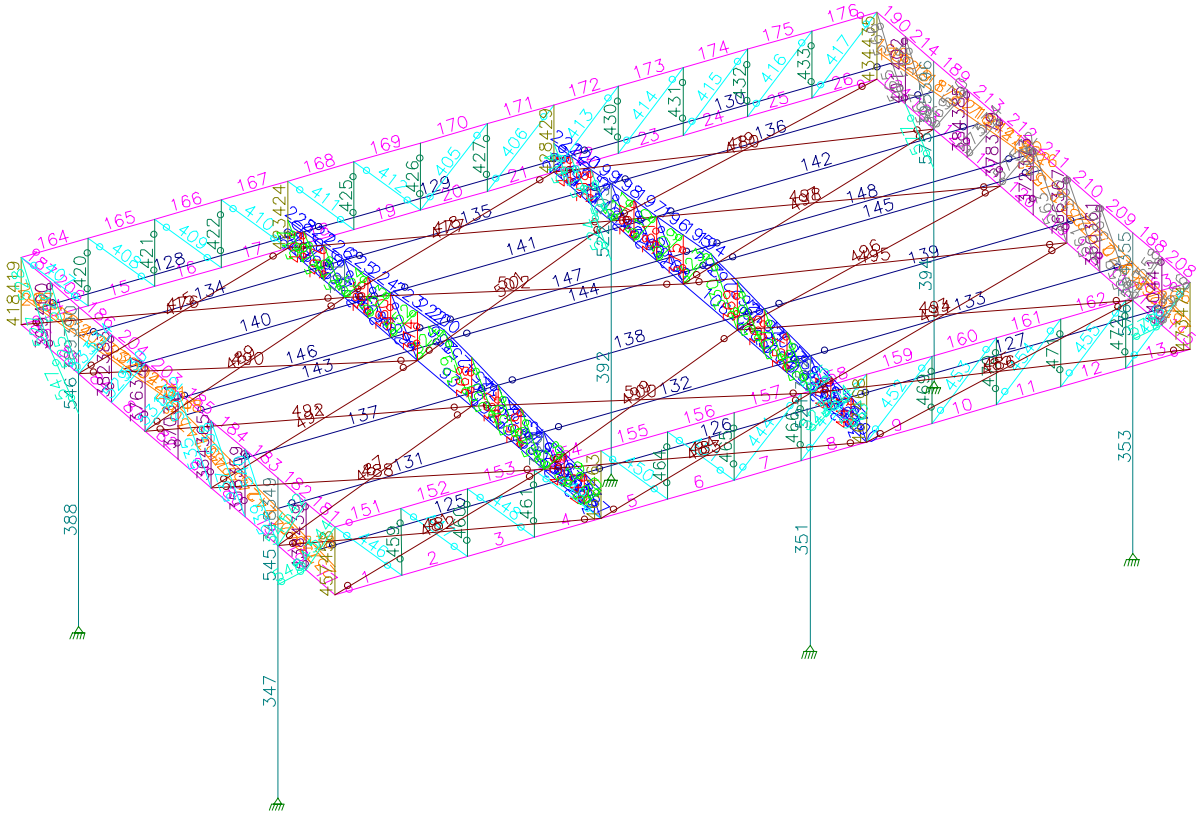


Figura 4 – VISTA GERAL

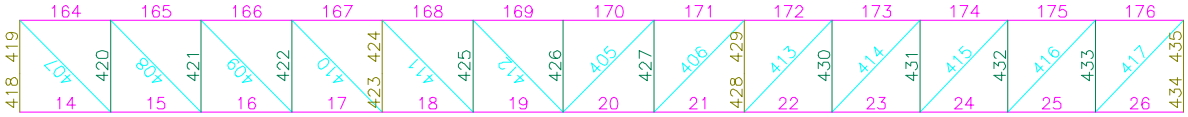


Figura 5 – PLATIBANDAS – PLAT.1 E PLAT.2

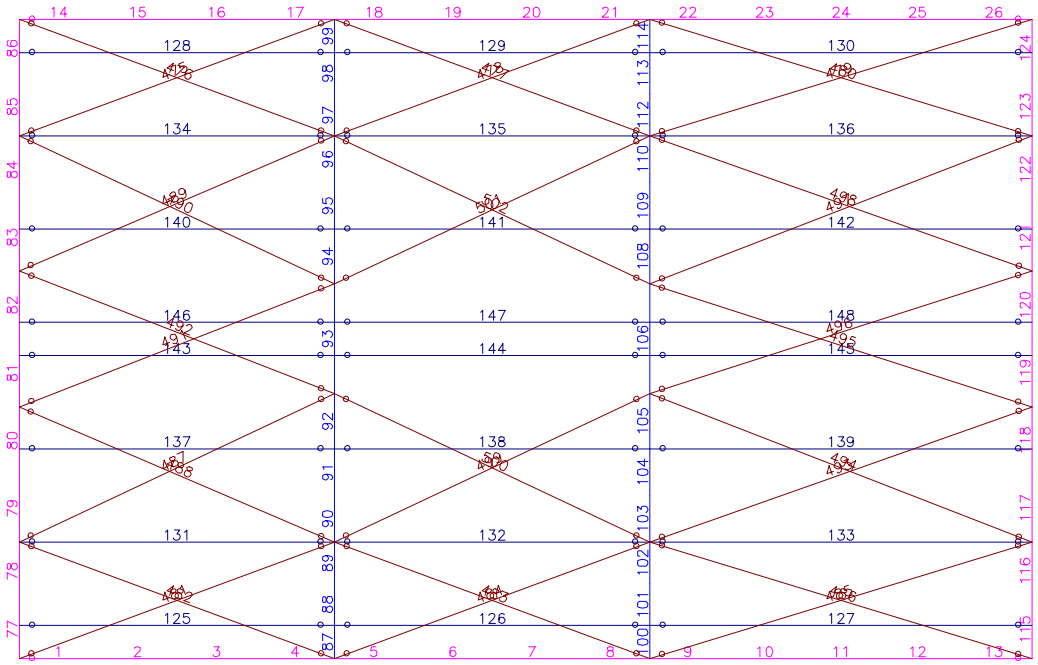


Figura 6 – PLANTA

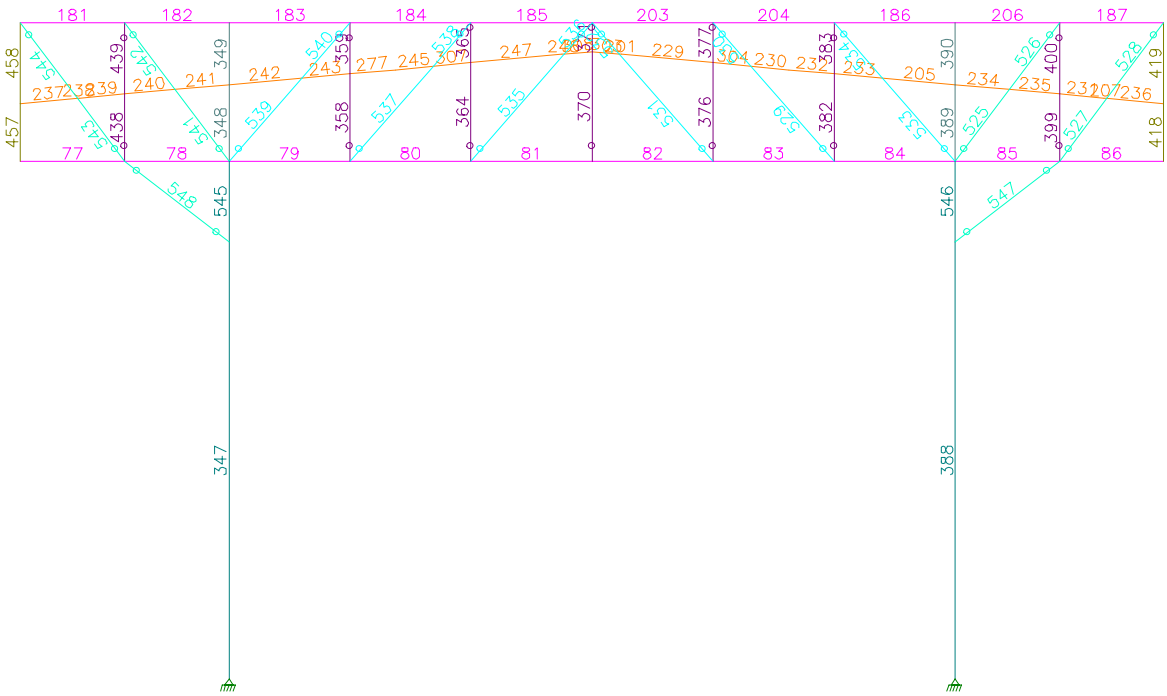


Figura 7 – PLATIBANDAS – PLAT.3 E PLAT.4

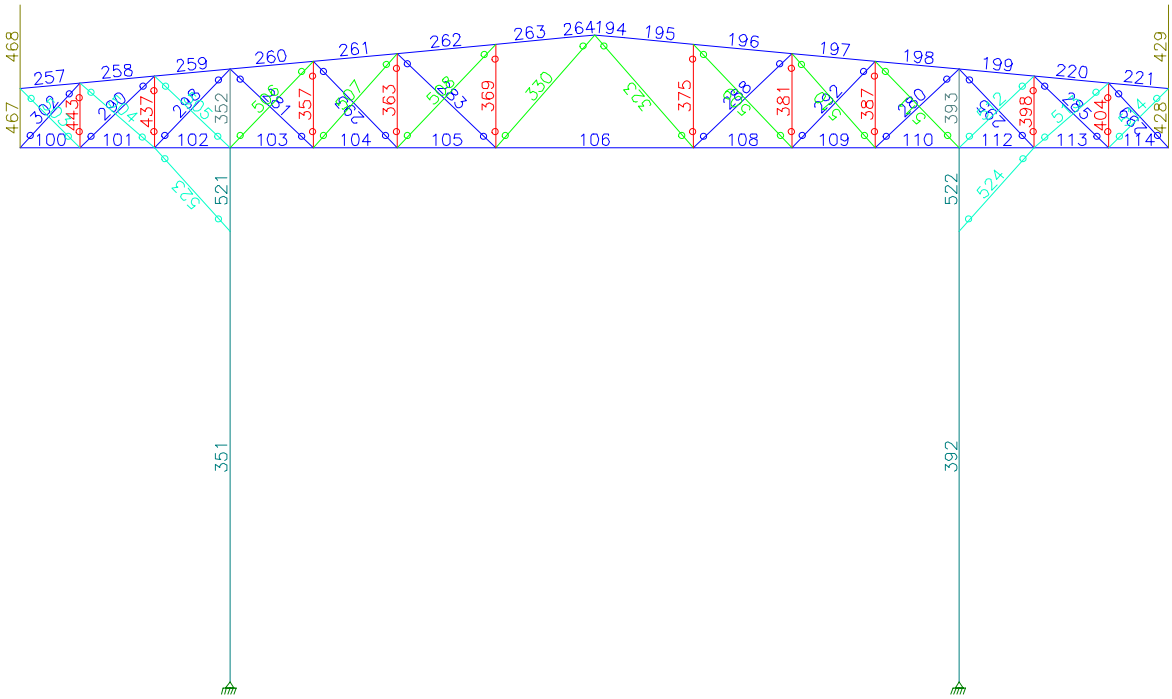


Figura 8 – TRELIÇA – TRE.1

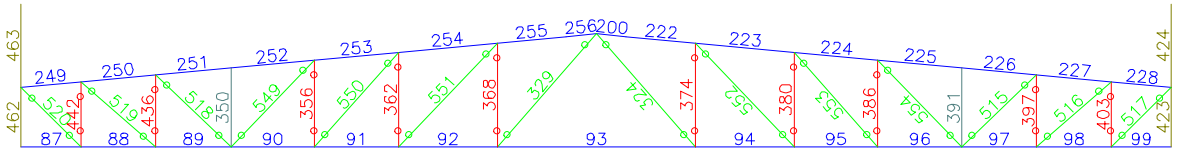


Figura 9 – TRELIÇA – TRE.2

NUMERAÇÃO DOS NÓS

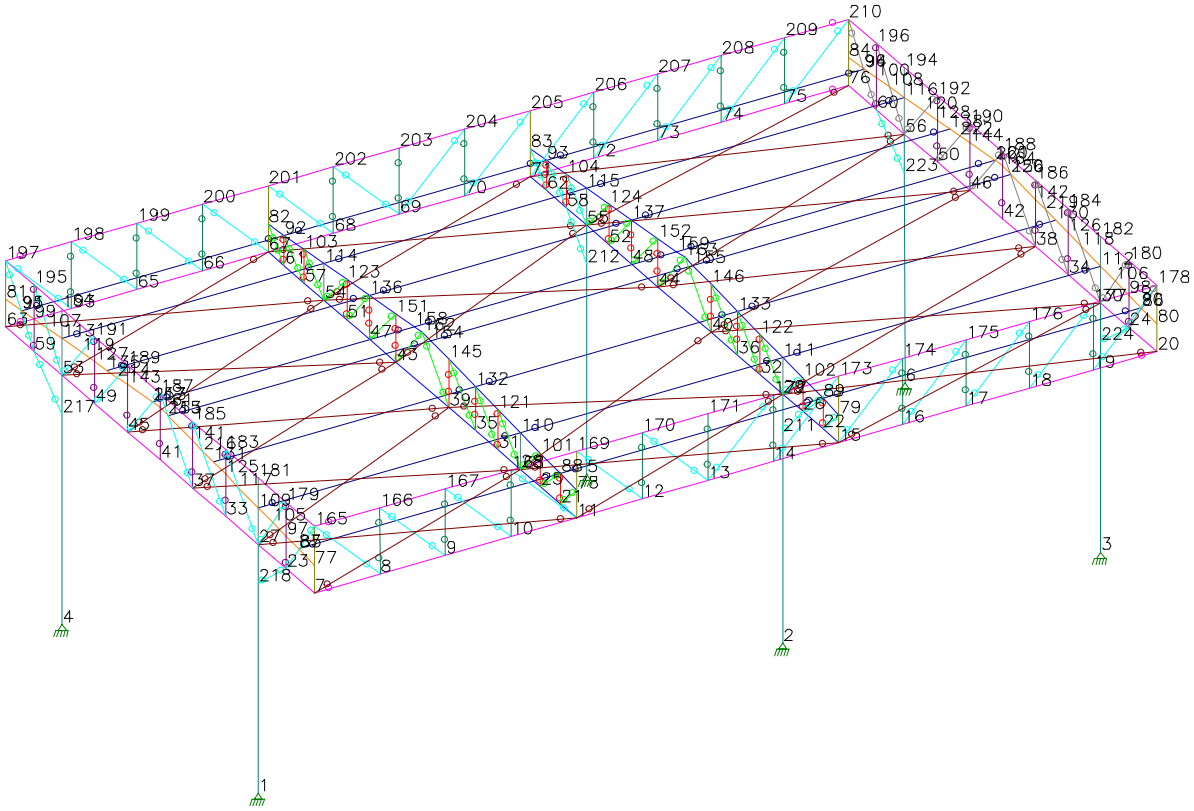


Figura 10 – VISTA GERAL

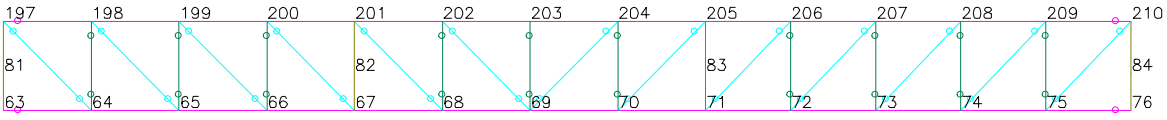


Figura 11 – PLATIBANDAS – PLAT.1 E PLAT.2

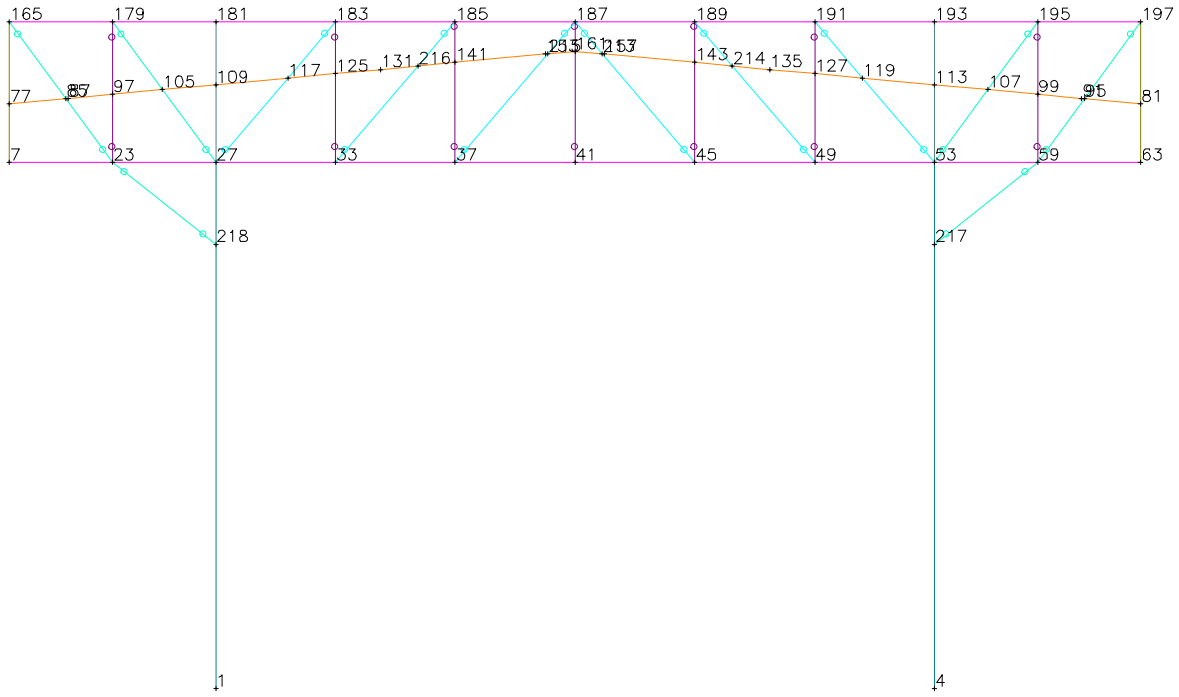


Figura 12 – PLATIBANDAS – PLAT.3 E PLAT.4

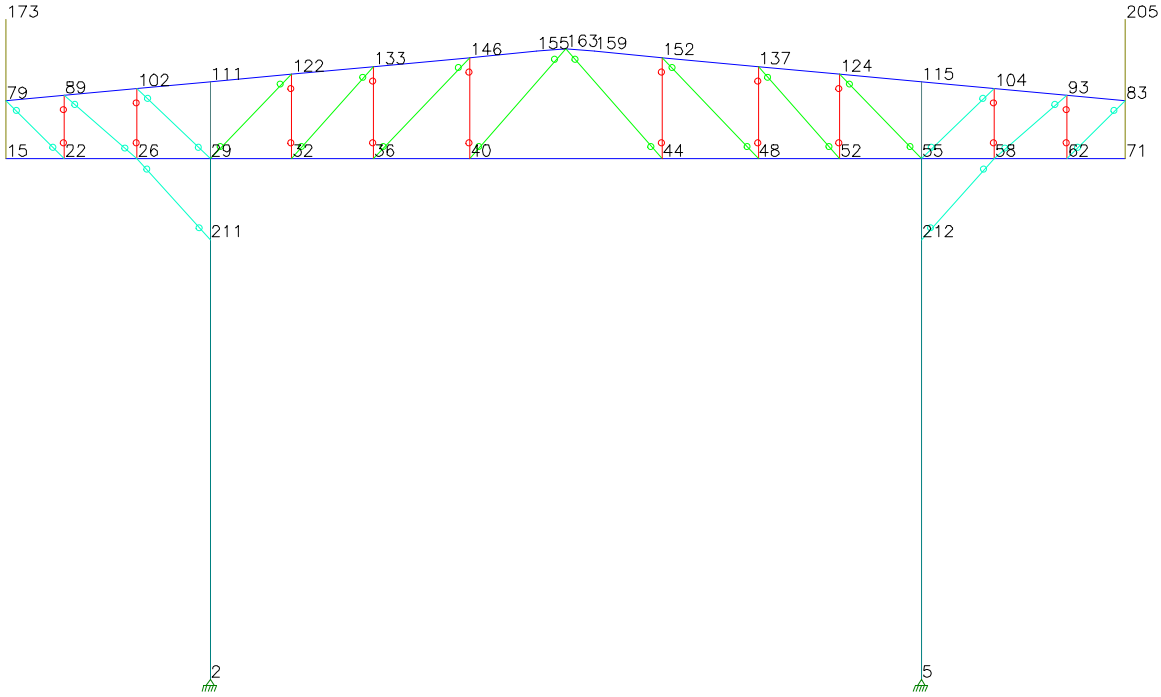


Figura 13 – TRELIÇA – TRE.1

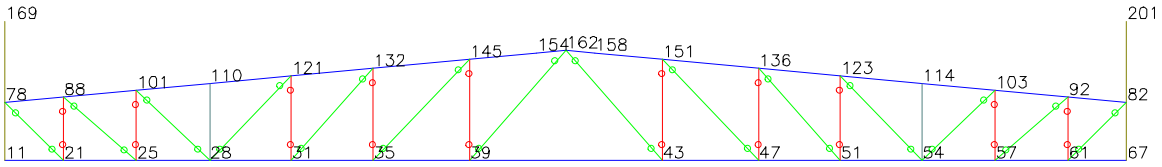


Figura 14 – TRELIÇA – TRE.2

PROPRIEDADES DAS BARRAS

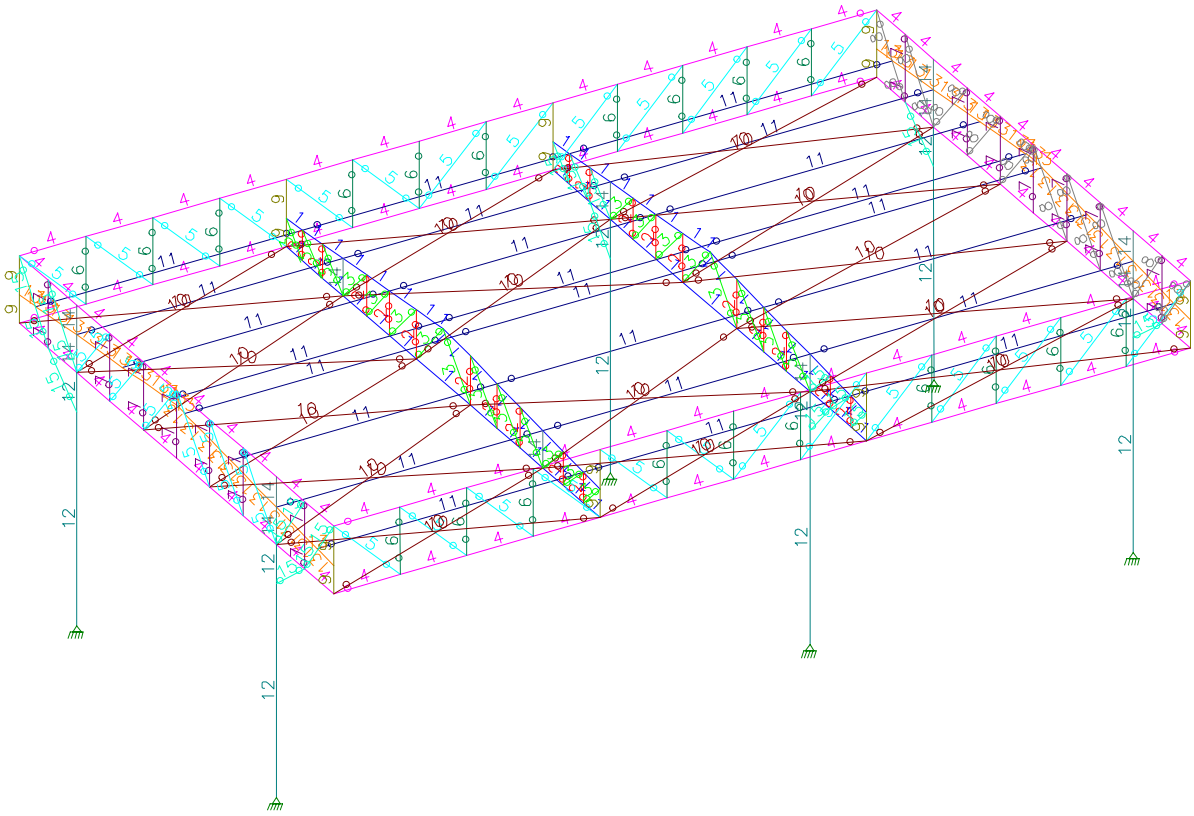


Figura 15 – Vista geral.

PROPRIEDADES DAS BARRAS

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)				
PROPRIEDADE N.1 - U#200x75#4.25				
A=0.1428E+02	I2=0.7400E+02	I3=0.8363E+03	J=0.8598E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=68.056		SF3=0.500
h2=20.000	h3=7.500	e2=10.000	e3=5.705	
U# 200x75#4.25				
PROPRIEDADE N.2 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.3042E+03	I3=0.1295E+02	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=5.000	h3=18.800	e2=4.036	e3=9.400	
U# 188x50#2.25				
PROPRIEDADE N.3 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.1295E+02	I3=0.3042E+03	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=18.800	h3=5.000	e2=9.400	e3=4.036	
U# 188x50#2.25				
PROPRIEDADE N.4 - U#200x75#4.25				
A=0.1428E+02	I2=0.7400E+02	I3=0.8363E+03	J=0.8598E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=68.056		SF3=0.500
h2=20.000	h3=7.500	e2=10.000	e3=5.705	
U# 200x75#4.25				
PROPRIEDADE N.5 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.1295E+02	I3=0.3042E+03	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=18.800	h3=5.000	e2=9.400	e3=4.036	
U# 188x50#2.25				
PROPRIEDADE N.6 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.1295E+02	I3=0.3042E+03	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=18.800	h3=5.000	e2=9.400	e3=4.036	
U# 188x50#2.25				
PROPRIEDADE N.7 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.3042E+03	I3=0.1295E+02	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=5.000	h3=18.800	e2=4.036	e3=9.400	
U# 188x50#2.25				
PROPRIEDADE N.8 - U#188x50#2.25				
A=0.6314E+01	I2=0.1295E+02	I3=0.3042E+03	J=0.1065E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=56.571		SF3=0.500
h2=18.800	h3=5.000	e2=9.400	e3=4.036	
U# 188x50#2.25				

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)

PROPRIEDADE N.9 -][U#200x100#4.75

A=0.3652E+02	I2=0.6346E+03	I3=0.2301E+04	J=0.2746E+01	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=155.65		SF3=0.500
h2=20.000	h3=20.000	e2=10.000	e3=10.000	

][U#200x100#4.75 D=0.

PROPRIEDADE N.10 - D12.5

A=0.1227E+01	I2=0.1198E+00	I3=0.1198E+00	J=0.2397E+00	SF2=0.000
Material = 1 - STEE		Perímetro=3.927		SF3=0.000
h2=1.250	h3=1.250	e2=0.625	e3=0.625	
	Circ., Diâmetro=	1.250		

PROPRIEDADE N.11 - Ue#200x75x25#4.75

A=0.1752E+02	I2=0.1035E+04	I3=0.1251E+03	J=0.1317E+01	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=74.704		SF3=0.500
h2=7.500	h3=20.000	e2=5.179	e3=10.000	

Ue# 200x75x25#4.75

PROPRIEDADE N.12 - [] U300x100x25#4.25

A=0.4437E+02	I2=0.2894E+04	I3=0.5911E+04	J=0.2672E+01	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=210.52		SF3=0.500
h2=30.000	h3=20.000	e2=15.000	e3=10.000	

[] U300x100x25#4.25 D=0.

PROPRIEDADE N.13 - U#200x75#4.25

A=0.1428E+02	I2=0.8363E+03	I3=0.7400E+02	J=0.8598E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=68.056		SF3=0.500
h2=7.500	h3=20.000	e2=5.705	e3=10.000	

U# 200x75#4.25

PROPRIEDADE N.14 -][U#188x50#2.25

A=0.1263E+02	I2=0.6084E+03	I3=0.3764E+02	J=0.2131E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=113.14		SF3=0.500
h2=10.000	h3=18.800	e2=5.000	e3=9.400	

][U#188x50#2.25 D=0.

PROPRIEDADE N.15 - U#200x75#4.25

A=0.1428E+02	I2=0.7400E+02	I3=0.8363E+03	J=0.8598E+00	SF2=0.500
Material = 1 - STEE		Perímetro=68.056		SF3=0.500
h2=20.000	h3=7.500	e2=10.000	e3=5.705	

U# 200x75#4.25

AÇÕES CONSIDERADAS NO MODELO ESTRUTURAL

As ações permanentes e acidentais consideradas para o cálculo da estrutura basearam-se nos parâmetros das normas NBR 6120, NBR 8800 e NBR 6123, estão a seguir apresentadas:

PERMANENTE:

- Telha metálica: 18 kgf/m²;
- Fechamento lateral: 8 kgf/m²;
- Utilidades: 12 kgf/m²;

SOBRECARGA:

- Sobrecarga acidental: 50 kgf/m²;
- Calhas (peso de água): 100 kgf/m.

VENTO:

- Esforços devido ao vento: Vo = 45 m/s $\rightarrow$ Vk = 39,6 m/s;
  S1 = 1,00;
  S2 = 0,88 (Rugosidade III, Classe A, H=5,0 m);
  S3 = 1,00 ;
  $q = 0,0613*Vk^2 = 96,1$ kgf/m² - Pressão dinâmica
- Cobertura isolada:
  Vento cobertura perpendicular: $q_{barla} = + 0,85*q = + 81,7$ kgf/m²
  $q_{sota} = - 0,19*q = - 18,3$ kgf/m²
  Vento cobertura paralelo a geratriz: $q = - 0,80*q = - 76,7$ kgf/m²
  Vento platibanda: $q_{barla} = + 1,3*q = + 125,0$ kgf/m²
  $q_{sota} = + 0,8*q = + 77,0$ kgf/m²
  $q_{par} = +- 0,05*q = +- 5,0$ kgf/m²

TEMPERATURA:

- $T_{máx} = 35°C$ e $T_{min} = 5°C$
- $\Delta T = 60\% \times (35°C – 5°C) = 18°$ (variação axial).

LISTA DE CARREGAMENTOS		
Nº	*Nº nos result.*	*nome*
1	1	PERMANENTE 1
2	2	PERMANENTE 2
3	3	SOBRECARGA
4	4	VENTO 1
5	5	VENTO 2
6	6	VENTO 3
7	7	VENTO 4
8	8	VENTO 5
9	9	VENTO 6
10	10	TEMPERATURA

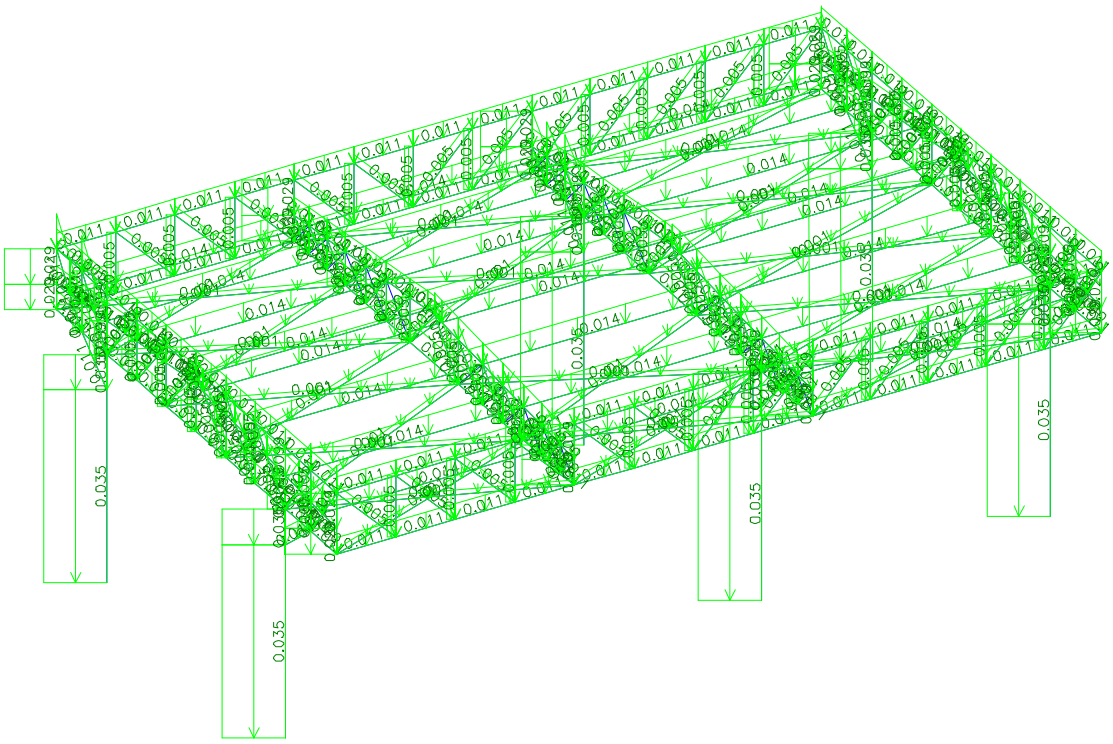
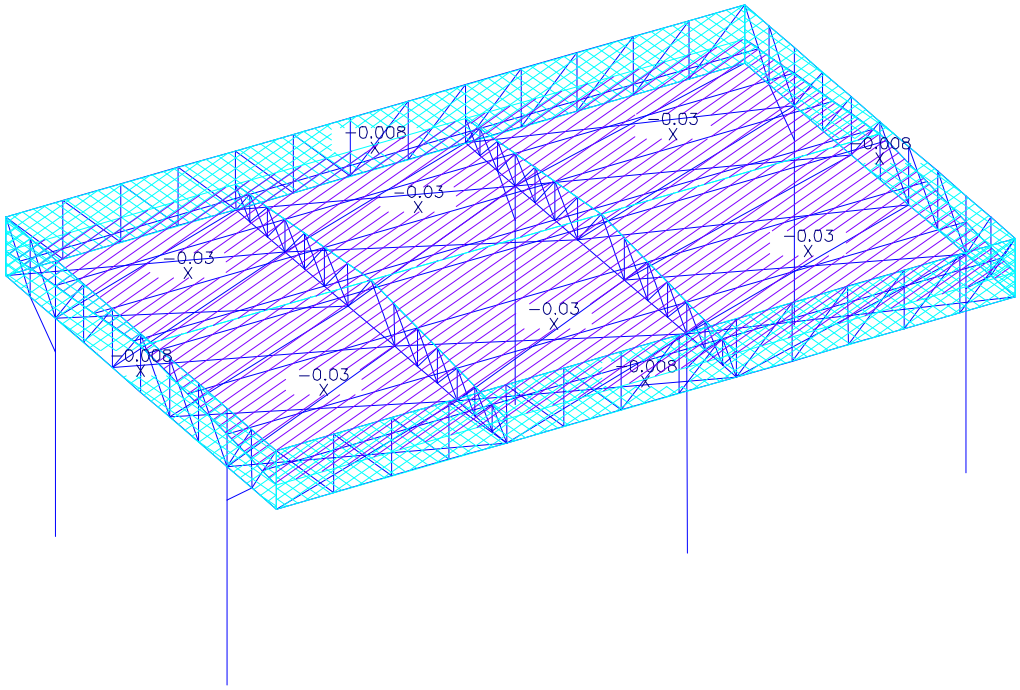


Figura 16 – LOAD 1 – PERMANENTE 1



17 – LOAD 2 – PERMANENTE 2

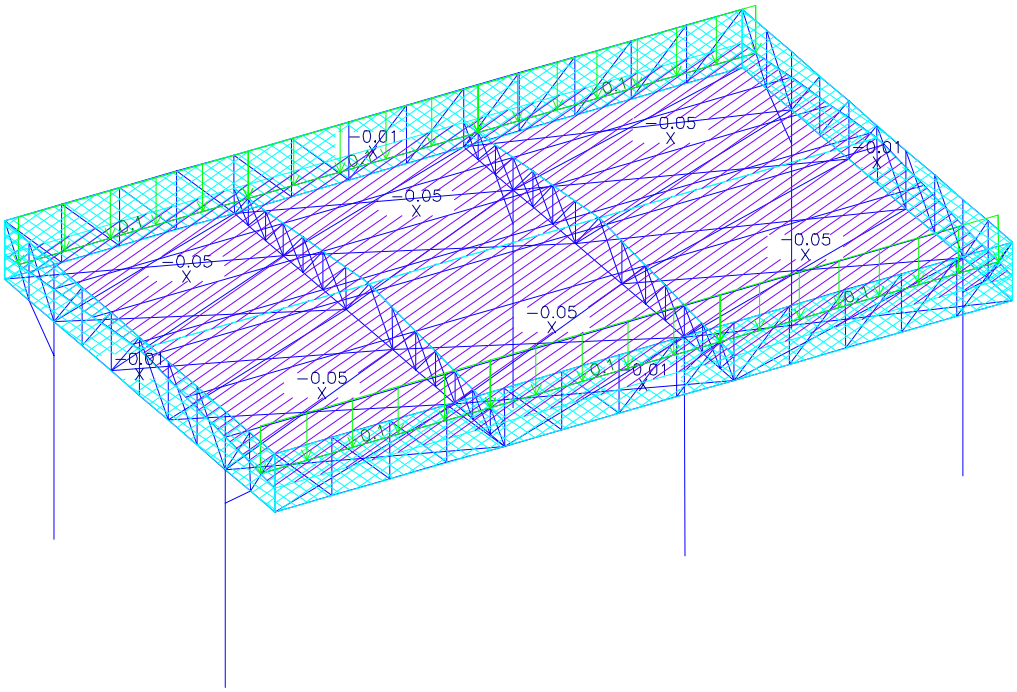


Figura 18 – LOAD 3 – SOBRECARGA

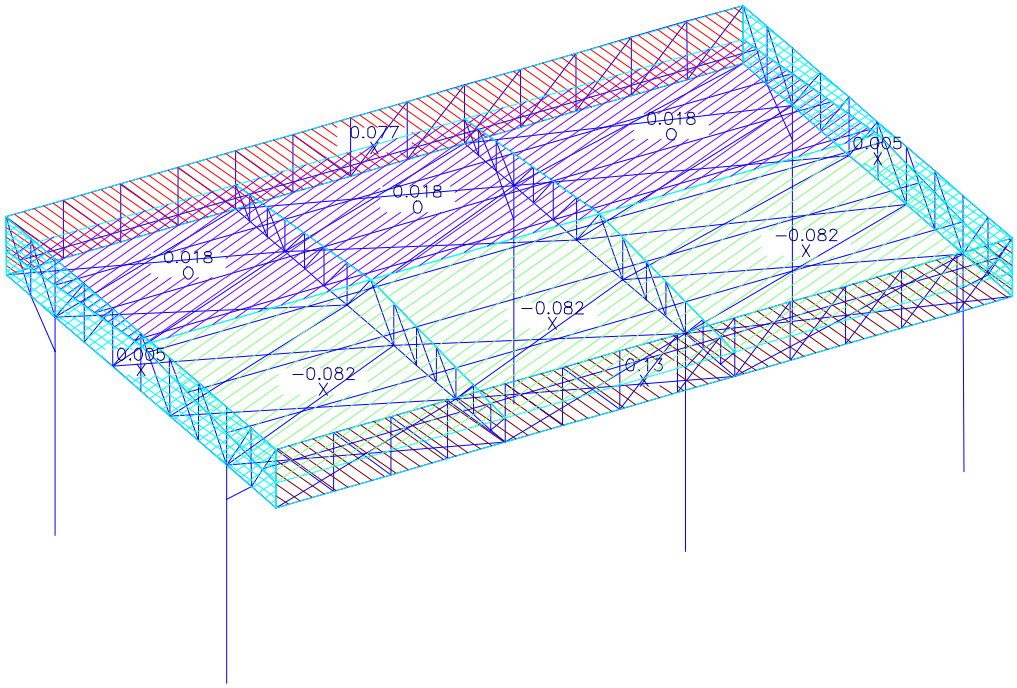


Figura 19 – LOAD 4 – VENTO 1

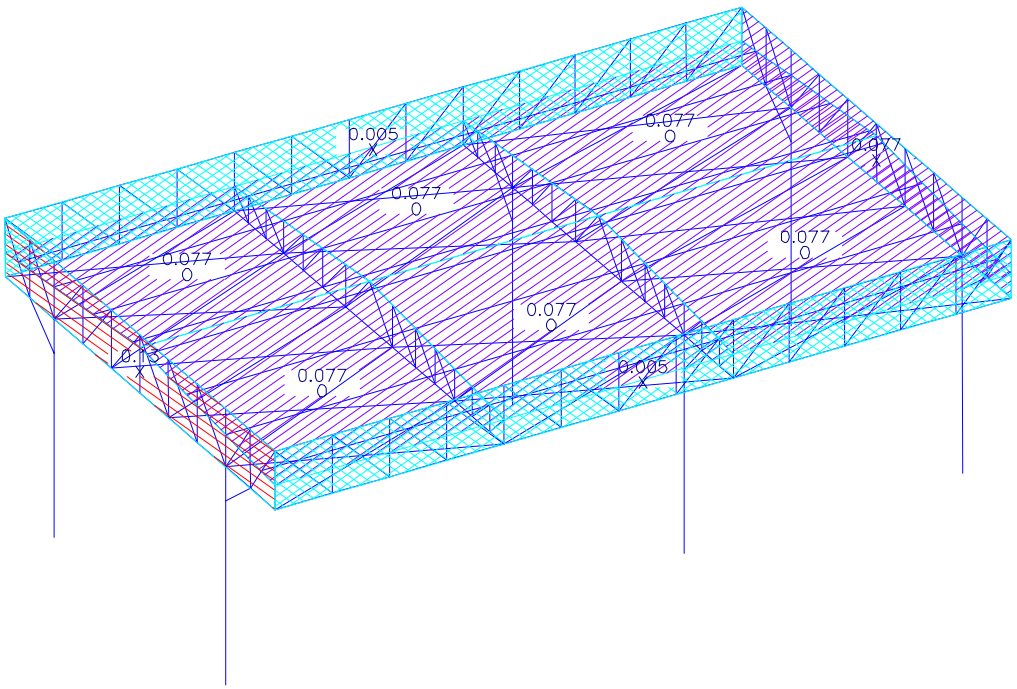


Figura 20 – LOAD 5 – VENTO 2

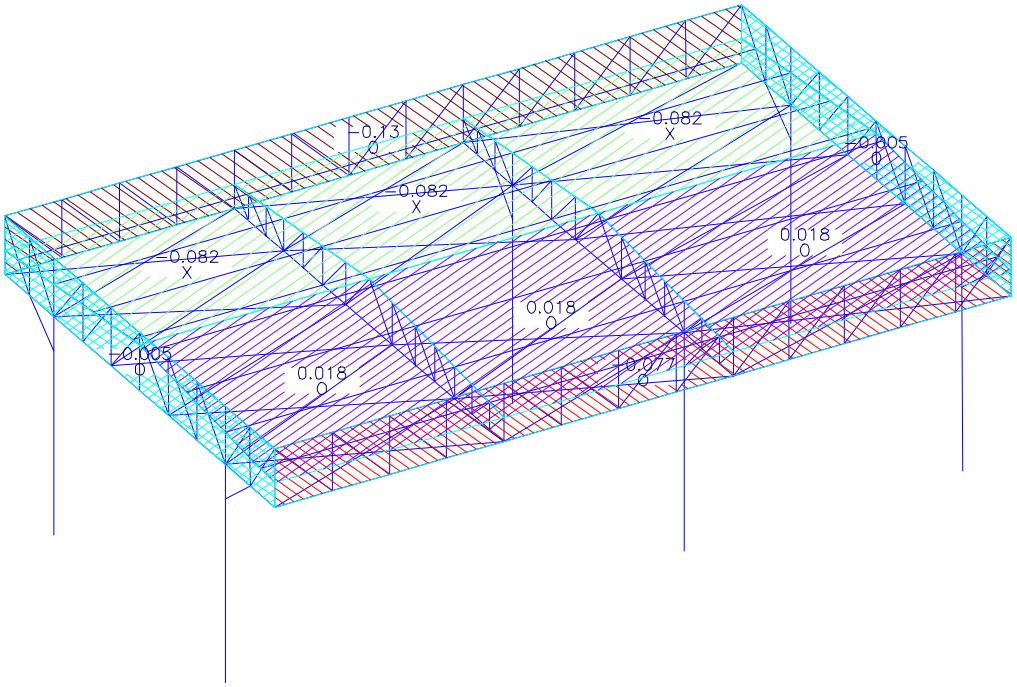


Figura 21 – LOAD 6 – VENTO 3

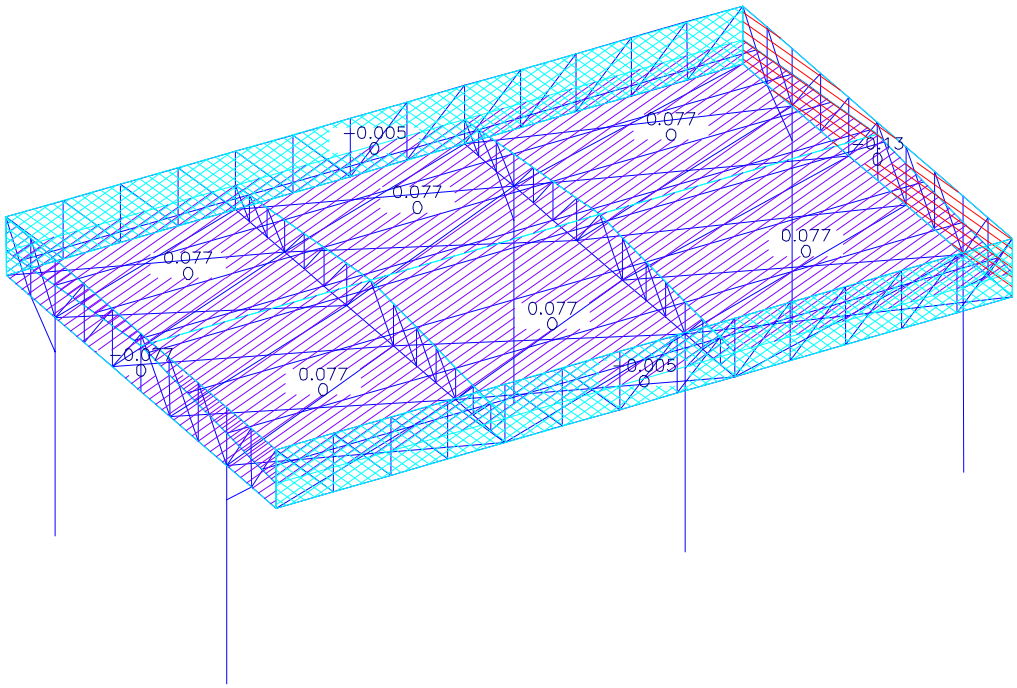


Figura 22 – LOAD 7 – VENTO 4

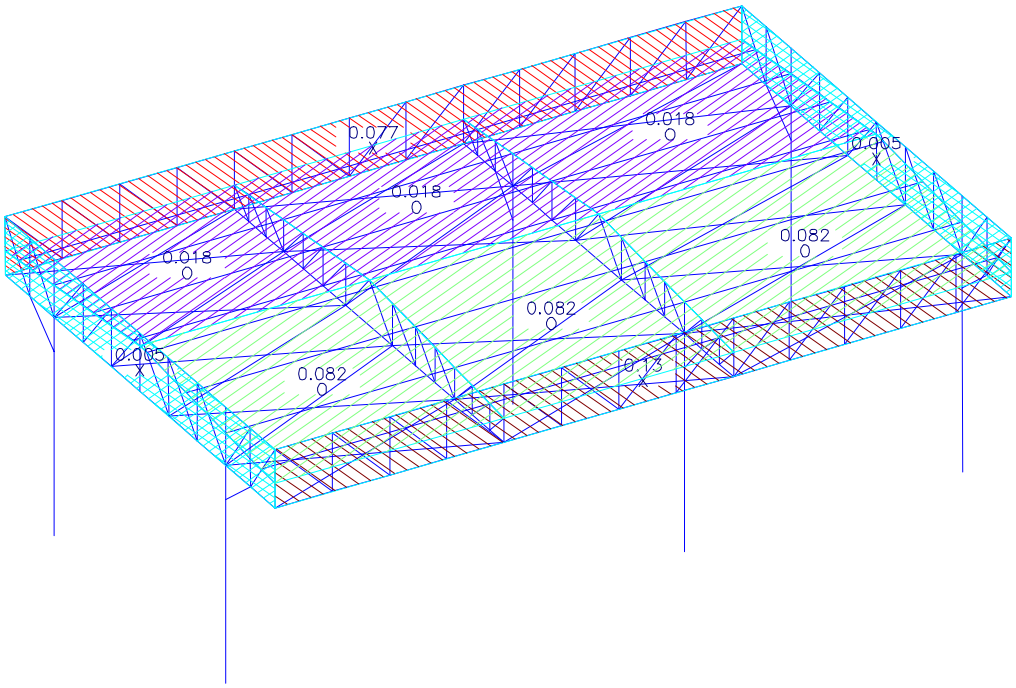


Figura 23 – LOAD 8 – VENTO 5

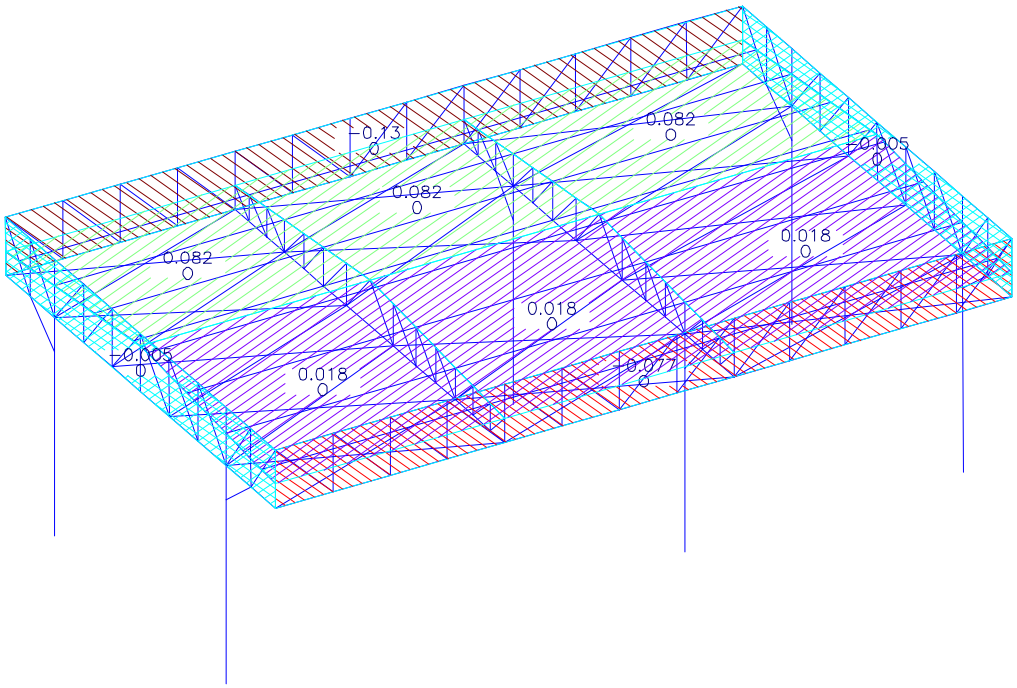


Figura 24 – LOAD 9 – VENTO 6

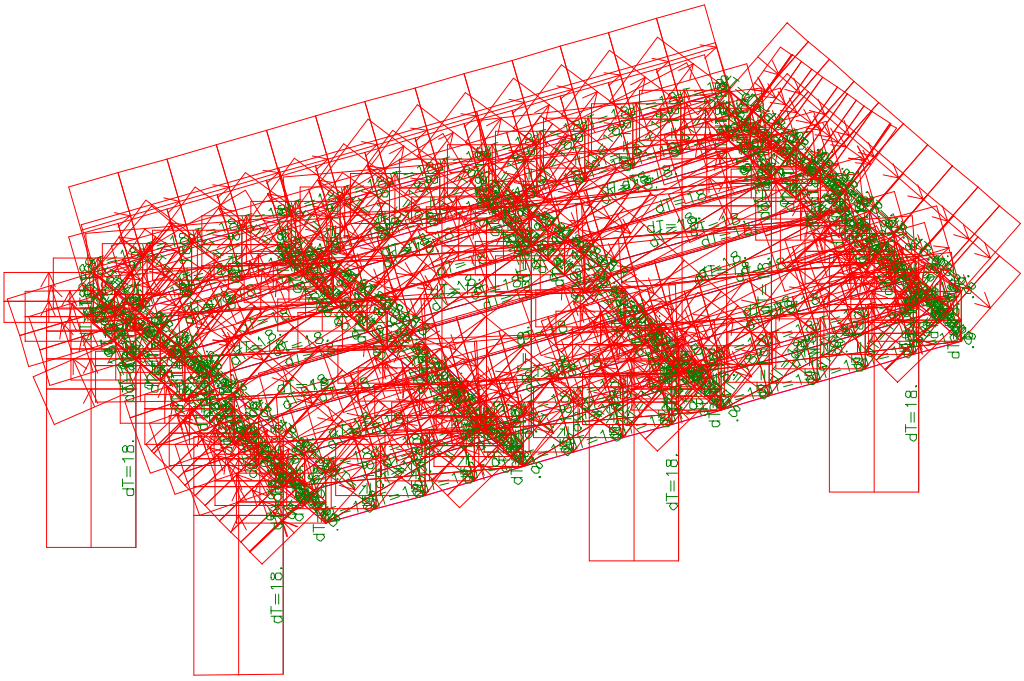


Figura 25 – LOAD 10 – TEMPERATURA

COMBINAÇÕES

ESTADO LIMITE ÚLTIMO

1,35 Permanente + 1,50 Multidão

1,35 Permanente + 1,50 Multidão + 0,84 Vento

1,35 Permanente + 1,50 Multidão + 0,72 Temperatura

1,35 Permanente + 1,40 Vento

1,35 Permanente + 1,20 Temperatura

1,35 Permanente + 1,50 Multidão + 0,84 Vento + 0,72 Temperatura

1,35 Permanente + 1,20 Multidão + 1,40 Vento + 0,72 Temperatura

1,35 Permanente + 1,20 Multidão + 0,84 Vento + 1,20 Temperatura

ESTADO LIMITE DE SERVIÇO

1,00 Permanente + 0,70 Multidão

1,00 Permanente + 0,30 Vento

1,00 Permanente + 0,30 Temperatura

1,00 Permanente + 0,70 Multidão + 0,30 Temperatura

1,00 Permanente + 0,60 Multidão + 0,30 Vento + 0,30 Temperatura

1,00 Permanente + 0,60 Multidão + 0,50 Temperatura

Tabela de Combinações						
Comb.						
1	ELU-01 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50			
2	ELU-02 #1 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 4 * 0.84		
3	ELU-02 #2 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 5 * 0.84		
4	ELU-02 #3 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 6 * 0.84		
5	ELU-02 #4 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 7 * 0.84		
6	ELU-02 #5 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 8 * 0.84		
7	ELU-02 #6 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 9 * 0.84		
8	ELU-03 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+10 * 0.72		
9	ELU-04 #1 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.40			
10	ELU-04 #2 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 5 * 1.40			
11	ELU-04 #3 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 6 * 1.40			
12	ELU-04 #4 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 7 * 1.40			
13	ELU-04 #5 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 8 * 1.40			
14	ELU-04 #6 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 9 * 1.40			
15	ELU-05 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+10 * 1.20			
16	ELU-06 #1 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 4 * 0.84	+10 * 0.72	
17	ELU-06 #2 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 5 * 0.84	+10 * 0.72	
18	ELU-06 #3 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 6 * 0.84	+10 * 0.72	
19	ELU-06 #4 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 7 * 0.84	+10 * 0.72	
20	ELU-06 #5 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 8 * 0.84	+10 * 0.72	
21	ELU-06 #6 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.50	+ 9 * 0.84	+10 * 0.72	
22	ELU-07 #1 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 4 * 1.40	+10 * 0.72	
23	ELU-07 #2 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 5 * 1.40	+10 * 0.72	
24	ELU-07 #3 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 6 * 1.40	+10 * 0.72	
25	ELU-07 #4 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 7 * 1.40	+10 * 0.72	
26	ELU-07 #5 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 8 * 1.40	+10 * 0.72	
27	ELU-07 #6 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 9 * 1.40	+10 * 0.72	
28	ELU-08 #1 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 4 * 0.84	+10 * 1.20	
29	ELU-08 #2 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 5 * 0.84	+10 * 1.20	
30	ELU-08 #3 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 6 * 0.84	+10 * 1.20	

Tabela de Combinações						
Comb.						
31	ELU-08 #4 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 7 * 0.84	+10 * 1.20	
32	ELU-08 #5 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 8 * 0.84	+10 * 1.20	
33	ELU-08 #6 1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.20	+ 9 * 0.84	+10 * 1.20	
34	ELS-01 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.70			
35	ELS-02 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 4 * 0.30			
36	ELS-02 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * 0.30			
37	ELS-02 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 6 * 0.30			
38	ELS-02 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 7 * 0.30			
39	ELS-02 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 8 * 0.30			
40	ELS-02 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 9 * 0.30			
41	ELS-03 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+10 * 0.50			
42	ELS-04 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.70	+10 * 0.30		
43	ELS-05 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 4 * 0.30	+10 * 0.30	
44	ELS-05 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 5 * 0.30	+10 * 0.30	
45	ELS-05 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 6 * 0.30	+10 * 0.30	
46	ELS-05 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 7 * 0.30	+10 * 0.30	
47	ELS-05 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 8 * 0.30	+10 * 0.30	
48	ELS-05 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+ 9 * 0.30	+10 * 0.30	
49	ELS-06 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.60	+10 * 0.50		

3.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES

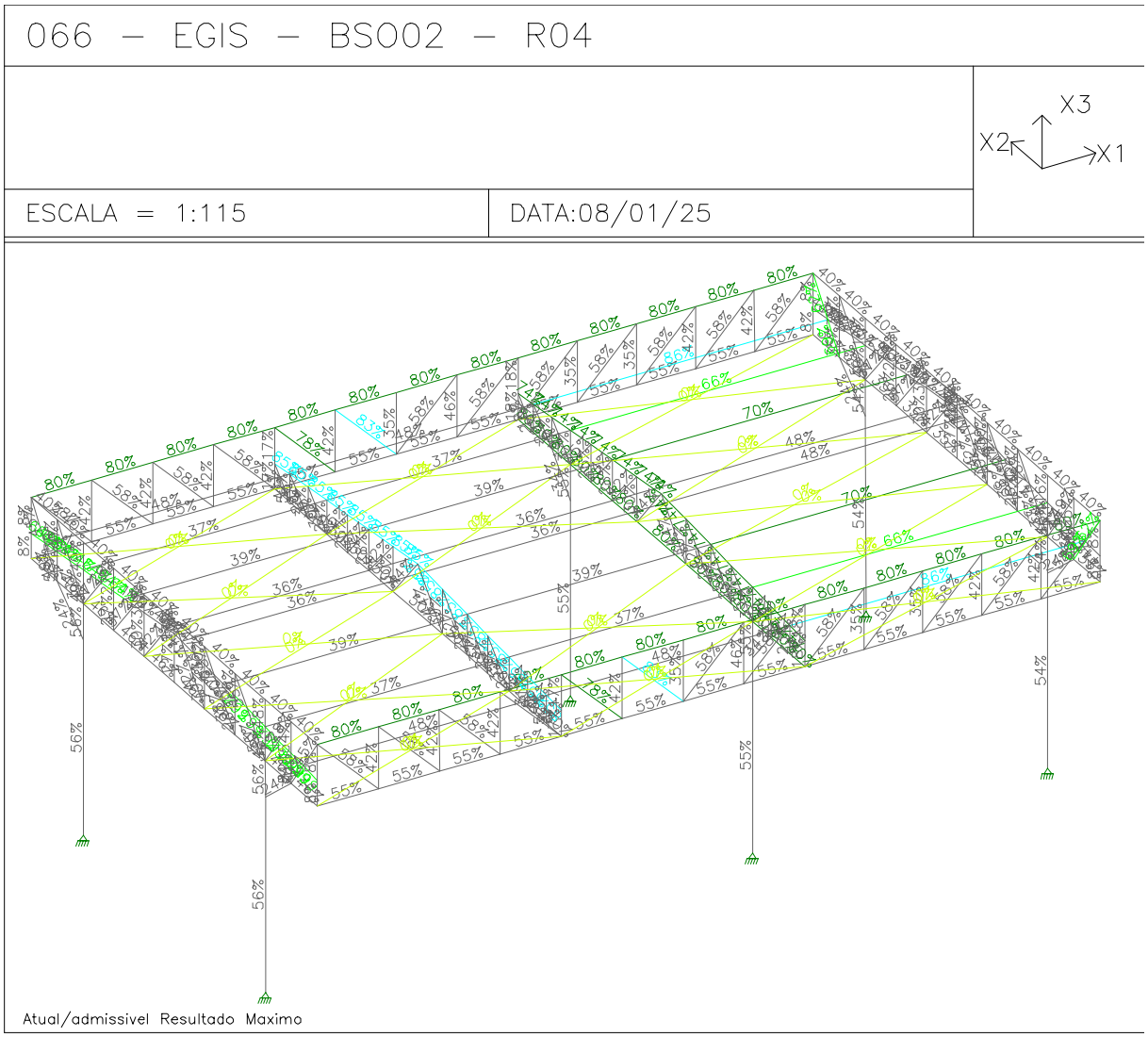


Figura 26 – GERAL - CAPACIDADE DE TRABALHO

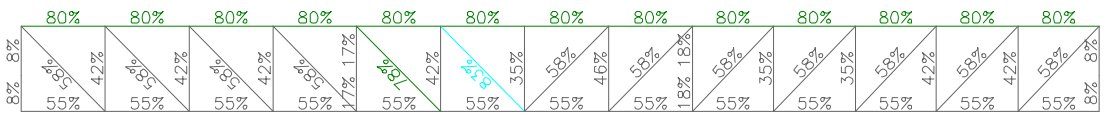


Figura 27 – PLATIBANDAS – PLAT.1 E 2 - CAPACIDADE DE TRABALHO

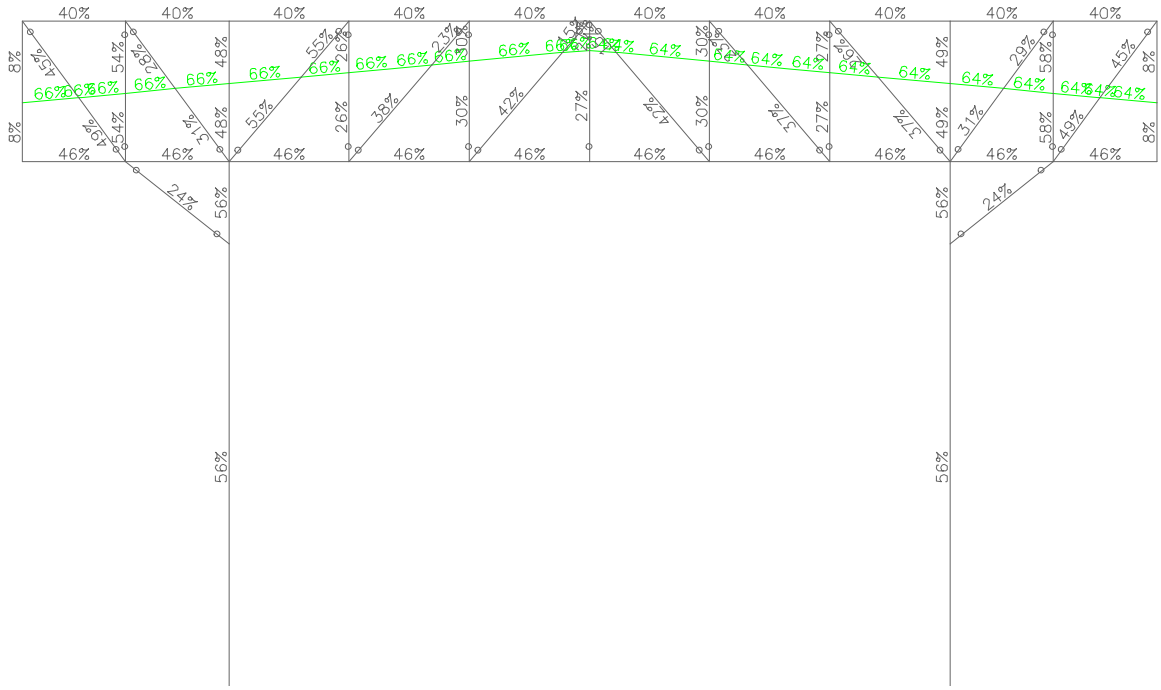


Figura 28 – PLATIBANDAS – PLAT.3 E 4 - CAPACIDADE DE TRABALHO

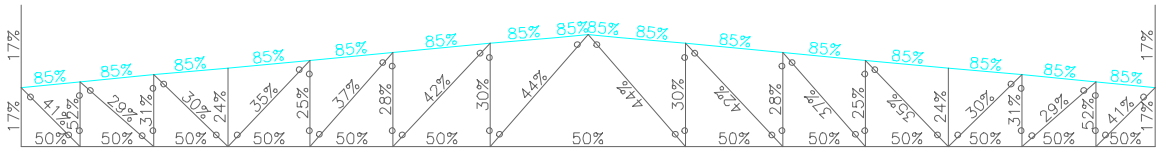


Figura 29 – TRELIÇA – TRE.1 - CAPACIDADE DE TRABALHO

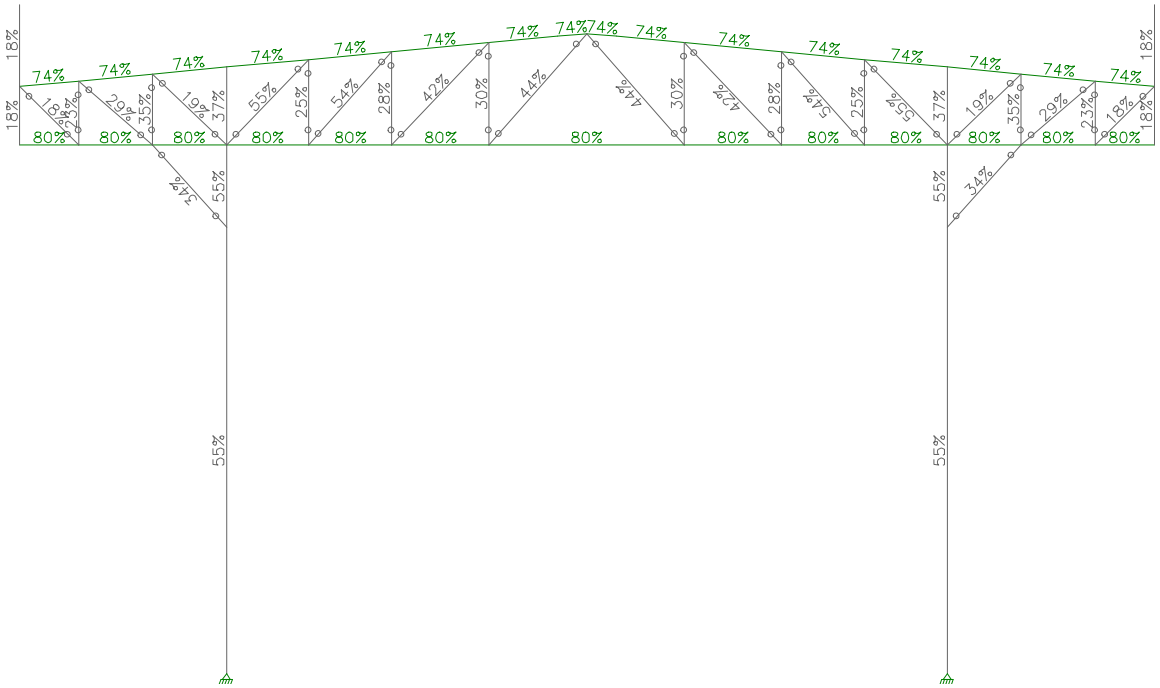


Figura 30 – TRELIÇA – TRE. 2 - CAPACIDADE DE TRABALHO

PLAT.1 E 2 - BANZO SUPERIOR – U 200x75x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS168 - 176

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 164 a 176

197 — 210 — 15.10

X3 (Eixo maior)
C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	1.17	2.34	3.52	4.69	4.69	5.87	7.05	8.23	9.40	9.4
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y	Y	Y	X Y	

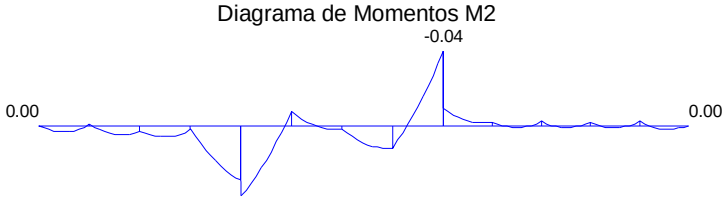
L =	10.54	11.68	12.82	13.96
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

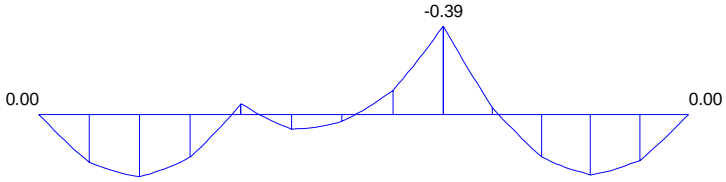
0.00 0.00 -0.01 0.01 0.00 0.00
0.00 0.03 0.00 -0.04 0.00 0.00
0.03 -0.04

Máx. Força AXIAL = 1.31 (trac.), -9.97 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.06

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS168 - 176

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

0.21 0.19 0.07 -0.11 -0.03 0.27

0.28 -0.05 0.03 -0.39 0.19 0.21

-0.05 -0.39

Máx. Força AXIAL = 1.31 (trac.), -9.97 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.34

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 7.78	Vu = 0.34 Vn = 11.67	0.03
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.39 Mn = 1.94	0.23
M3 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.39 Vu = 0.34	0.23
V3 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.06 Vn = 8.48	0.01
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.04 Mn = 0.32	0.15
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.04 Vu = 0.06	0.15
Deflection	$\frac{defl.}{L / 10} < 1.00$	Ixe = 836.35 Iye = 74.00	defl = 0.00850	0.01
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=(\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)})/2\beta$	(kL/r)x =49 (kL/r)y =51 ϕc = 0.85 λc = 0.58	Pu = 9.97 A = 14.28 Pn = 27.80 Fy = 250.00 Ae = 13.36 Fe = 746.50	0.42

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS168 - 176

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

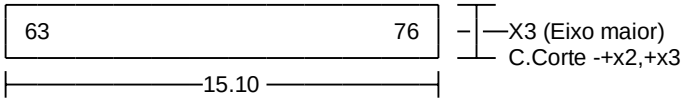
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Sc = 77.50 Sf = 83.63 Le = 1.17 Cb = 1.44 σt = 714.5 σey= 788.7 σex= 9116.9 ϕb = 0.90 Critical Segment from 8.23 to 9.40 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -0.11 and -0.39	Mu = 0.39 Mn = 1.94 Mc = 2.09 Me = 13.87 My = 2.09 ro = 9.01	0.23
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c * Pn} + \frac{Cmx * Mux}{\phi b * Mnx * \alpha x} + \frac{Cmy * Muy}{\phi b * Mny * \alpha y} < 1.00$ Critical Segment from 8.23 to 9.40 at: flange inferior - direita at L = 9.40	Cmx = 1.00 Cmy = 1.00 αx = 0.94 αy = 0.98 (0.42 + 0.24 + 0.15)	Mux = 0.39 Muy = 0.04 Mnx = 1.94 Mny = 0.32	0.80

PLAT.1 E 2 - BANZO INFERIOR – U 200x75x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS19 - 26

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 14 a 26



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	1.17	2.34	3.52	4.69	4.69	5.87	7.05	8.23	9.40	9.4
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y	Y	Y	X Y	

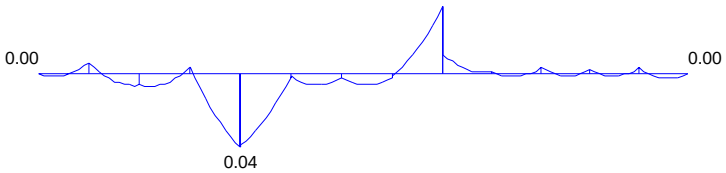
L =	10.54	11.68	12.82	13.96
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

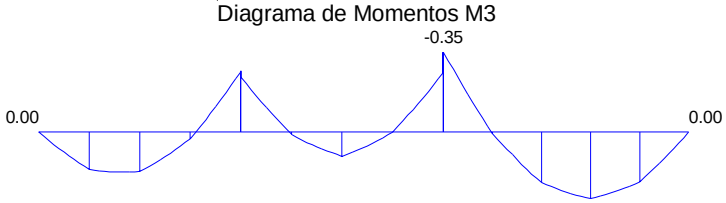
-0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.01 0.04 0.00 -0.03 0.00 0.00
0.04 -0.03

Máx. Força AXIAL = 9.40 (trac.), -1.88 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.04

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS19 - 26

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

0.16	0.03	0.01	0.00	0.01	0.29
0.17	-0.26	0.10	-0.35	0.22	0.21
	-0.26		-0.35		

Máx. Força AXIAL = 9.40 (trac.), -1.88 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.33

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 7.78	Vu = 0.33 Vn = 11.67	0.03
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.35 Mn = 1.94	0.20
M3 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.35 Vu = 0.33	0.20
V3 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.04 Vn = 8.48	0.01
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.04 Mn = 0.32	0.12
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.04 Vu = 0.02	0.12
Axial Force (C2.1-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 9.40 Ag = 14.28 An = 14.28 Fy = 265.16	0.28
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 8.23 to 9.40 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.00 and -0.26	Sc = 77.50 Sf = 83.63 Le = 1.17 Cb = 1.71 σt = 714.5 σey= 788.7 σex= 9116.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.35 Mn = 1.94 Mc = 2.09 Me = 16.52 My = 2.09 ro = 9.01	0.20

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS19 - 26

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Combined Stresses (tension) (C5.1.2-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ (-0.29 + -0.14 + -0.12) Critical Segment from 3.52 to 4.69 at: flange superior - direita at L = 4.70	Mux = 0.26 Mnx = 1.94 Muy = 0.04 Mny = 0.32	0.56

PLAT.1 E 2 – DIAGONAL/MONTANTE – U 188x50x2.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS412

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 412

69 — 202 — X3 (Eixo maior) — C.Corte -+x2,+x3

1.68

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

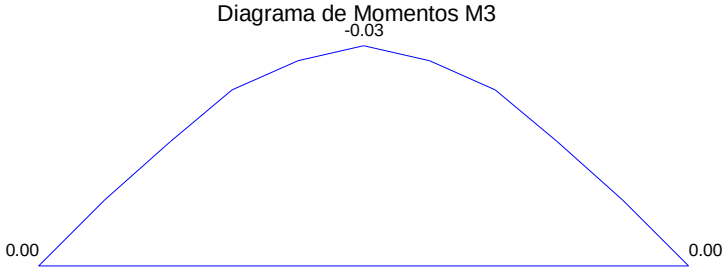
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 188x50#2.25

Ix = 304.20 Iy = 12.95cm4 Welx = 32.36 Wely = 3.21cm3 Área = 6.31
h = 188.00 b = 50.00mm t = 2.25 r = 2.25mm
J = 0.11 Cw = 817.58cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -23.82 e0y= 0.00mm jx = 113.4 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

Diagrama de Momentos M3



Máx. Força AXIAL = -4.04 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.05

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-3)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.6*t^2\sqrt{(5.34*Fy*E)}$	ϕv = 0.95	Vu = 0.05 Vn = 5.06	0.01
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 28.20 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.03 Mn = 0.71	0.05
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 3.20 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.08	0.06
Axial Force (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=\pi^2*E/(kL/r)^2$	(kL/r)x =24 (kL/r)y =117 ϕc = 0.85 λc = 1.29	Pu = 4.04 A = 6.31 Pn = 6.46 Fy = 250.00 Ae = 5.19 Fe = 149.85	0.74

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS412

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Sc = 28.87 Sf = 32.36 Le = 1.68 Cb = 1.18 σt = 192.6 σey= 149.9 σex= 3561.3 ϕb = 0.90 Critical Segment from 0.00 to 1.68 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Mu = 0.03 Mn = 0.61 Mc = 0.69 Me = 0.95 My = 0.81 ro = 7.48	0.05
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c * Pn} + \frac{Cmx * Mux}{\phi b * Mnx * \alpha x} + \frac{Cmy * Muy}{\phi b * Mny * \alpha y} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 1.68 at: flange inferior - esquerda at L = 0.84	Cmx = 1.00 Cmy = 1.00 αx = 0.98 αy = 0.57 (0.74 + 0.06 + 0.03)	Mux = 0.03 Muy = 0.00 Mnx = 0.61 Mny = 0.32	0.82

PLAT.1 E 2 – MONTANTE APOIO TRE.1 E TRE.2 – 2x U 188x100x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS428 - 429

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 428, 429

71 — 205

1.20

X3 (Eixo maior)
C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

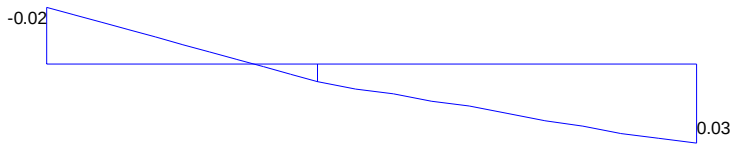
L =	0.50
Torção-Lat	+ -
Compressã	

Seção:][U# 200x100#4.75 D=0.

Ix = 2300.62 Iy = 634.61cm4 Welx = 230.1 Wely = 63.46cm3 Área = 36.52
h = 200.00 b = 200.00mm t = 4.75 r = 4.75mm
J = 2.75 Cw = 52394.9cm6
e0x= 0.00 e0y= 0.00mm jx = 0.00 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

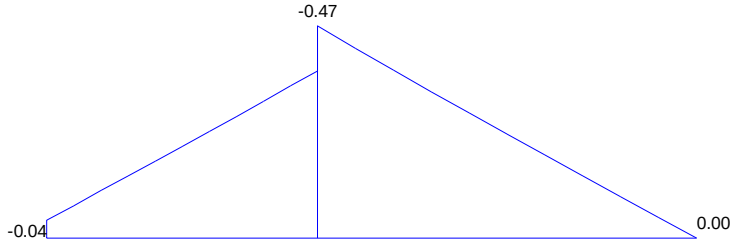
Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:
0.01

Máx. Força AXIAL = 0.47 (trac.), -3.09 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.06

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:
-0.47

Máx. Força AXIAL = 0.47 (trac.), -3.09 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.70

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS428 - 429

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 17.19	Vu = 0.70 Vn = 25.79	0.03
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 195.98 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.47 Mn = 4.90	0.11
M3 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.47 Vu = 0.70	0.11
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 47.34 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.03 Mn = 1.18	0.03
Axial Force (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=\pi^2*E/(kL/r)^2$	(kL/r)x =13 (kL/r)y =28 ϕc = 0.85 λc = 0.31	Pu = 3.09 A = 36.52 Pn = 77.48 Fy = 250.00 Ae = 32.26 Fe = 2616.46	0.05
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.50 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -0.04 and -0.37	Sc = 195.98 Sf = 230.06 Le = 0.50 Cb = 1.56 σt = 14721.5 σey= 14245.2 σex= 56980.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.47 Mn = 4.90 Mc = 5.75 Me = 741.02 My = 5.75 ro = 8.97	0.11
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-3)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.50 at: flange inferior - esquerda at L = 0.50	(0.05 + 0.11 + 0.01)	Mux = 0.47 Mnx = 4.90 Muy = 0.01 Mny = 1.18	0.16

PLAT.3 E 4 - BANZO SUPERIOR – U 200x75x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS184 - 187

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 181 a 187

165 — 197

9.60

X3 (Eixo maior)
C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.88	1.76	1.76	2.78	3.80	4.82	5.84	6.86	7.88	7.8
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	X Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	X Y

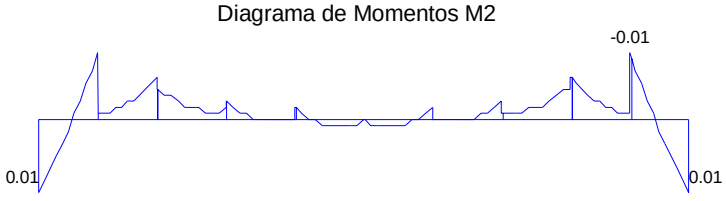
L =	8.76
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 46

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

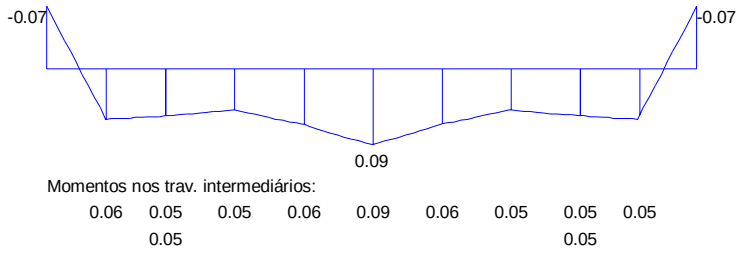
0.00 -0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 -0.01
-0.01 -0.01
0.00 -0.01

Máx. Força AXIAL = 1.35 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.03

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS184 - 187

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Máx. Força AXIAL = 1.35 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.15

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 7.78	Vu = 0.15 Vn = 11.67	0.01
M3 Moment (C3.1.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.09 Mn = 1.94	0.05
M2 Moment (C3.1.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.01 Mn = 0.32	0.04
Deflection	defl. / L / 250 < 1.00	Ixe = 836.35 Iye = 74.00	defl = 0.01357	0.35
Axial Force (C2.1-1)	Tu / ϕt*Ag*Fy < 1.00	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 1.35 Ag = 14.28 An = 14.28 Fy = 265.16	0.04
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 3.80 to 4.82 at: flange superior - esquerda Segment End Moments: 0.06 and 0.09	Sc = 77.50 Sf = 83.63 Le = 1.02 Cb = 1.11 σt = 921.4 σey= 1013.0 σex= 12137.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.09 Mn = 1.94 Mc = 2.09 Me = 13.82 My = 2.09 ro = 9.01	0.05

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Combined Stresses (tension) (C5.1.2-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 (-0.04 + -0.04 + -0.04) Critical Segment from 8.76 to 9.60 at: flange superior - direita at L = 9.60		Mux = 0.07 Mnx = 1.94 Muy = 0.01 Mny = 0.32	0.12

PLAT.3 E 4 - BANZO INFERIOR – U 200x75x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS81 - 77

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 86 a 77

63 — 7

9.60

X3 (Eixo maior)
C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.88	1.76	1.76	2.78	3.80	3.80	4.82	5.84	5.84	6.8
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	

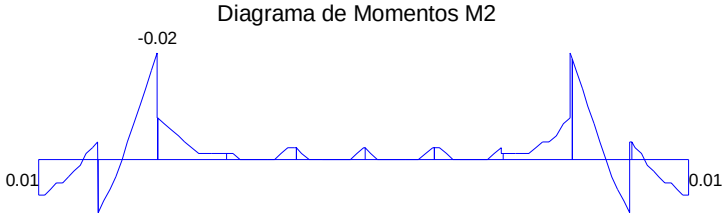
L =	7.88	7.88	8.76
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -
Compressã	X Y	Y	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 25

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

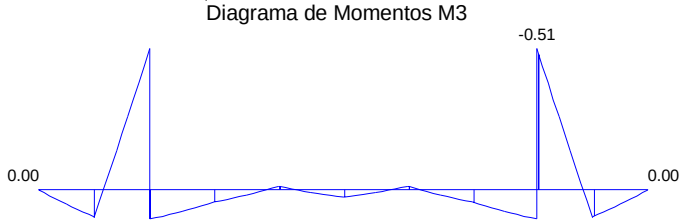
0.01 -0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 -0.02
-0.01 0.00 0.00 -0.02
0.00 0.00

Máx. Força AXIAL = -1.57 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.04

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS81 - 77

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

0.10	0.11	0.04	-0.01	-0.01	-0.49	
	0.11		-0.01	-0.01	-0.49	
				0.03	0.05	0.10

Máx. Força AXIAL = -1.57 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.70

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 7.78	Vu = 0.70 Vn = 11.67	0.06
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.51 Mn = 1.94	0.29
M3 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.51 Vu = 0.70	0.30
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.02 Mn = 0.32	0.06
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =26 (kL/r)y =45 ϕc = 0.85 λc = 0.46	Pu = 1.57 A = 14.28 Pn = 29.39 Fy = 250.00 Ae = 13.16 Fe = 1193.97	0.06
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 6.86 to 7.88 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.05 and -0.49	Sc = 77.50 Sf = 83.63 Le = 1.02 Cb = 3.08 σt = 921.4 σey= 1013.0 σex= 12137.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.51 Mn = 1.94 Mc = 2.09 Me = 38.28 My = 2.09 ro = 9.01	0.29

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

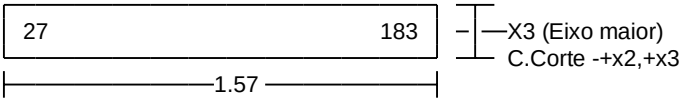
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-3)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ (0.06 + 0.29 + 0.06) Critical Segment from 6.86 to 7.88 at: flange inferior - direita at L = 7.85		Mux = 0.51 Mnx = 1.94 Muy = 0.02 Mny = 0.32	0.42

PLAT.3 E 4 – DIAGONAL/MONTANTE – U 188x50x2.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS539 - 540

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 539, 540



RESTRIÇÕES

- Seções : VS
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.95
Torção-Lat	+ -
Compressã	X

Seção: U# 188x50#2.25

Ix = 304.20 Iy = 12.95cm4 Welx = 32.36 Wely = 3.21cm3 Área = 6.31
h = 188.00 b = 50.00mm t = 2.25 r = 2.25mm
J = 0.11 Cw = 817.58cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -23.82 e0y= 0.00mm jx = 113.4 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 27

Máx. Força AXIAL = -1.89 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.01

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 28.20 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.71	0.01
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.96 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.01 Mn = 0.05	0.20
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.01 Vu = 0.01	0.20
Axial Force (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=\pi^2*E/(kL/r)^2$	(kL/r)x =14 (kL/r)y =107 ϕc = 0.85 λc = 1.18	Pu = 1.89 A = 6.31 Pn = 6.97 Fy = 250.00 Ae = 5.00 Fe = 179.17	0.32

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS539 - 540

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

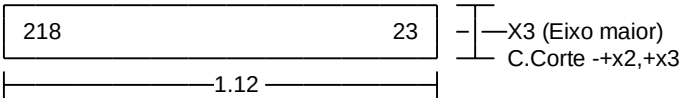
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b * Mn} < 1.00$	Sc = 1.96 Sf = 3.21 Le = 0.95 Cb = 1.37 σt = 550.6 σey= 470.9 σex= 10465.9 ϕb = 0.90 Critical Segment from 0.00 to 0.95 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -0.01 and 0.00	Mu = 0.01 Mn = 0.04 Mc = 0.08 Me = 1.74 My = 0.08 ro = 7.48	0.22
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c * Pn} + \frac{Cmx * Mux}{\phi b * Mnx * \alpha x} + \frac{Cmy * Muy}{\phi b * Mny * \alpha y} < 1.00$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 1.00 αy = 0.83 (0.32 + 0.00 + 0.27) Critical Segment from 0.00 to 0.95 at: flange superior - direita at L = 0.00	Mux = 0.00 Muy = 0.01 Mnx = 0.71 Mny = 0.05	0.59

PLAT.3 E 4 – MÃO FRANCESA – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS548

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 548



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Máx. Força AXIAL = -5.11 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.00

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.32	0.01
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=(\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)})/2\beta$	(kL/r)x =15 (kL/r)y =49 ϕc = 0.85 λc = 0.57	Pu = 5.11 A = 14.28 Pn = 29.07 Fy = 250.00 Ae = 13.35 Fe = 758.76	0.21
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 1.12 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 12.84 Sf = 12.97 Le = 1.12 Cb = 1.00 σt = 773.6 σey= 854.4 σex= 9116.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 1.02 Mc = 0.32 Me = 294.51 My = 0.32 ro = 9.01	0.00

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS548

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

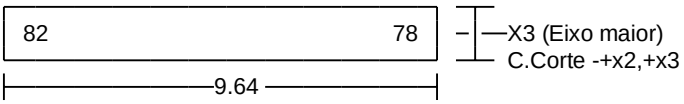
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x} + \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 1.12 at: flange inferior - esquerda at L = 0.56	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 1.00 αy = 0.96 (0.21 + 0.00 + 0.00)	Mux = 0.00 Muy = 0.00 Mnx = 1.94 Mny = 1.02	0.21

TRE.1 - BANZO SUPERIOR – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS254 - 249

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 228 a 249



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

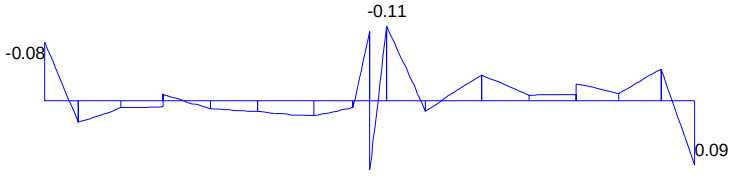
L =	0.50	0.50	1.13	1.76	1.76	2.46	3.16	3.16	3.99	4.5
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y
L =	4.57	4.82	5.07	5.07	5.65	6.48	6.48	7.18	7.88	7.8
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y
L =	8.51	9.14	9.14							
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -							
Compressã	Y	Y	X Y							

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

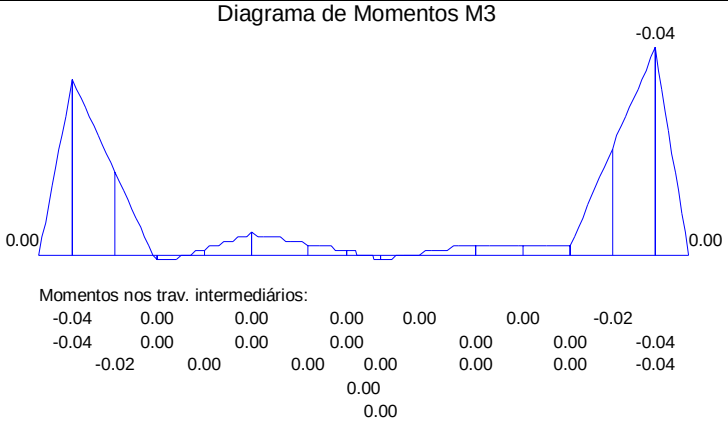
0.03 -0.01 0.01 0.01 0.02 -0.01 -0.01
0.03 -0.01 0.01 0.01 -0.04 -0.01 -0.05
0.01 0.01 0.02 -0.11 -0.04 -0.01 -0.05
-0.10
-0.11

Máx. Força AXIAL = -12.17 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.83

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS254 - 249

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Máx. Força AXIAL = -12.17 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.09

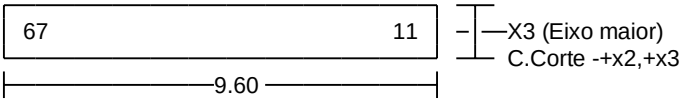
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 7.78	Vu = 0.09 Vn = 11.67	0.01
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.04 Mn = 1.94	0.03
V3 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.83 Vn = 8.48	0.10
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.11 Mn = 0.32	0.37
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.11 Vu = 0.82	0.38
Deflection	$\frac{defl.}{L/10} < 1.00$	Ixe = 836.35 Iye = 74.00	defl = 0.00888	0.01
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=(\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)})/2\beta$	(kL/r)x =18 (kL/r)y =36 ϕc = 0.85 λc = 0.26	Pu = 12.17 A = 14.28 Pn = 30.28 Fy = 250.00 Ae = 12.94 Fe = 3594.78	0.47

TRE.1 - BANZO INFERIOR – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS93 - 87

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 99 a 87



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.50	1.13	1.76	1.76	2.46	3.16	3.98	3.98	5.63	5.6
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	X Y	Y	Y	Y	X Y	Y	X Y	

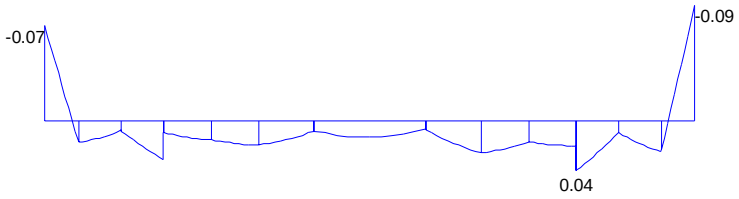
L =	6.45	7.15	7.85	7.85	8.48	9.11
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	X Y	Y	Y	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 2

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

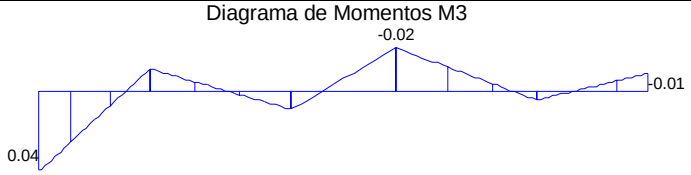
0.02 0.01 0.02 0.01 0.02 0.01
0.01 0.01 0.01 0.01 0.04 0.02
0.01 0.01 0.02 0.04

Máx. Força AXIAL = 10.90 (trac.), -0.09 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.22

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS93 - 87

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

0.02 -0.01 0.00 -0.02 0.00 0.00
0.01 0.00 0.01 -0.02 0.00 0.00
-0.01 0.01 -0.01 0.00

Máx. Força AXIAL = 10.90 (trac.), -0.09 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.03

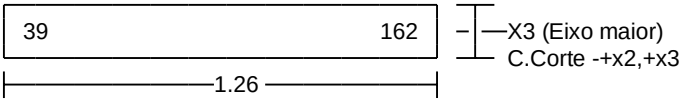
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.04 Mn = 1.94	0.02
V3 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.22 Vn = 8.48	0.03
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.09 Mn = 0.32	0.29
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.09 Vu = 0.22	0.29
Deflection	$\frac{defl.}{L / 10} < 1.00$	Ixe = 836.35 Iye = 74.00	defl = 0.00872	0.01
Axial Force (C2.1-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 10.90 Ag = 14.28 An = 14.28 Fy = 265.16	0.32
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 9.11 to 9.60 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.02 and -0.09	Sc = 12.97 Sf = 12.97 Le = 0.49 Cb = 1.20 σt = 3795.0 σey= 4238.2 σex= 56980.9 ϕb = 0.90	Mu = 0.09 Mn = 0.32 Mc = 0.32 Me = 39.01 My = 0.32 ro = 9.01	0.29
Combined Stresses (tension) (C5.1.2-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 7.15 to 7.85 at: flange inferior - direita at L = 7.85	(-0.34 + 0.00 + -0.13)	Mux = 0.00 Mnx = 1.94 Muy = 0.04 Mny = 0.32	0.47

TRE.1 – DIAGONAL/MONTANTE – U 188x50x2.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS329

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 329



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 188x50#2.25

Ix = 304.20 Iy = 12.95cm4 Welx = 32.36 Wely = 3.21cm3 Área = 6.31
h = 188.00 b = 50.00mm t = 2.25 r = 2.25mm
J = 0.11 Cw = 817.58cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -23.82 e0y= 0.00mm jx = 113.4 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Máx. Força AXIAL = 1.47 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.00

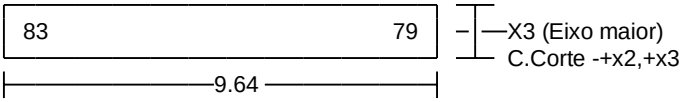
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 3.20 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.08	0.01
Axial Force (C2.1-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 1.47 Ag = 6.31 An = 6.31 Fy = 259.61	0.10
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 1.26 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 3.03 Sf = 3.21 Le = 1.26 Cb = 1.00 σt = 324.3 σey= 264.9 σex= 6331.2 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.32 Mc = 0.08 Me = 151.94 My = 0.08 ro = 7.48	0.00

TRE.2 - BANZO SUPERIOR – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS262 - 257

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra:
221 a 257



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

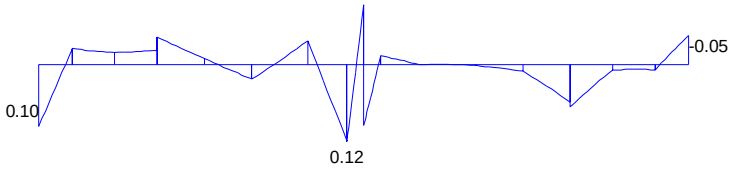
L =	0.50	0.50	1.13	1.76	1.76	2.46	3.16	3.16	3.99	4.5
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y
L =	4.57	4.82	5.07	5.07	5.65	6.48	6.48	7.18	7.88	7.8
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y	Y	Y	X Y
L =	8.51	9.14	9.14							
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -							
Compressã	Y	Y	X Y							

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

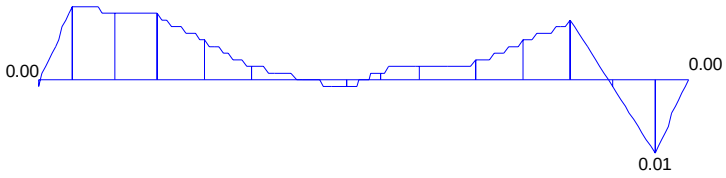
-0.03 -0.05 0.02 0.12 0.00 0.01 0.01
-0.03 -0.05 0.02 0.12 0.00 0.06 0.01
-0.02 -0.01 -0.04 -0.01 0.00 0.06 0.01
-0.10
-0.01

Máx. Força AXIAL = 9.65 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.89

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS262 - 257

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

-0.01 -0.01 0.00 0.00 0.00 -0.01 0.00
-0.01 -0.01 0.00 0.00 0.00 -0.01 0.01
-0.01 -0.01 0.00 0.00 0.00 -0.01 0.01
0.00
0.00

Máx. Força AXIAL = 9.65 (trac.) Máx. Força CORTANTE= 0.02

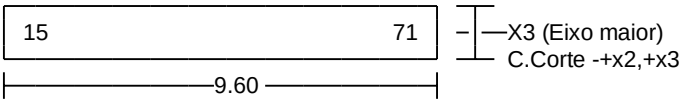
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.01 Mn = 1.94	0.01
V3 Shear (C3.2.1-2)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.89 Vn = 8.48	0.11
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.12 Mn = 0.32	0.43
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.12 Vu = 0.88	0.44
Axial Force (C2.1-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 9.65 Ag = 14.28 An = 14.28 Fy = 265.16	0.28
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 4.57 to 4.82 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.12 and -0.10	Sc = 12.97 Sf = 12.97 Le = 0.25 Cb = 1.67 σt = 14410.4 σey= 16953.0 σex= 227923.6 ϕb = 0.90	Mu = 0.10 Mn = 0.32 Mc = 0.32 Me = 258.66 My = 0.32 ro = 9.01	0.34
Combined Stresses (tension) (C5.1.2-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 3.99 to 4.57 at: flange inferior - direita at L = 4.57	(-0.30 + 0.00 + -0.43)	Mux = 0.00 Mnx = 1.94 Muy = 0.12 Mny = 0.32	0.73

TRE.2 - BANZO INFERIOR – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS106 - 114

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra:
100 a 114



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.50	1.13	1.76	1.76	2.46	3.16	3.98	3.98	5.63	5.6
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y	Y	X Y	Y	X Y

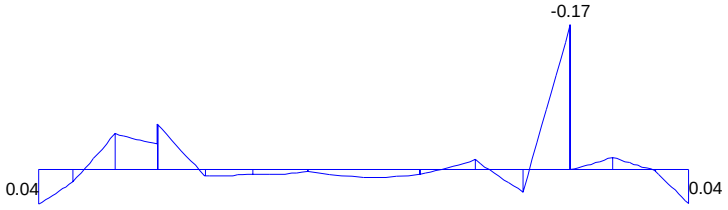
L =	6.45	7.15	7.85	7.85	8.48	9.11
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y	Y

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

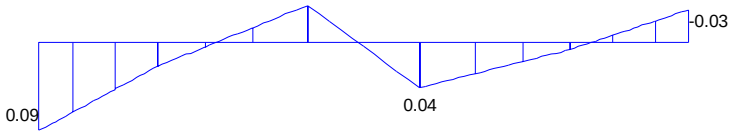
0.01	-0.05	0.00		0.01	0.03	-0.01	
	-0.04	0.01	0.00	0.01		-0.17	0.00
		-0.05	0.00		-0.01	-0.17	

Máx. Força AXIAL = 0.10 (trac.), -6.18 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.28

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS106 - 114

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos trav. intermediários:

0.07 0.02 -0.01 0.04 0.02 -0.01
0.05 0.00 -0.04 0.04 0.01 -0.02
0.02 -0.04 0.03 0.01

Máx. Força AXIAL = 0.10 (trac.), -6.18 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.05

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 77.50 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.09 Mn = 1.94	0.05
V3 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 5.65	Vu = 0.28 Vn = 8.48	0.03
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.17 Mn = 0.32	0.57
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.17 Vu = 0.28	0.58
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc^2) Fe=($\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)}$)/2$\beta$	(kL/r)x =22 (kL/r)y =31 ϕc = 0.85 λc = 0.34	Pu = 6.18 A = 14.28 Pn = 26.41 Fy = 250.00 Ae = 13.02 Fe = 2149.45	0.28
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 7.15 to 7.85 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.03 and -0.17	Sc = 12.97 Sf = 12.97 Le = 0.70 Cb = 1.33 σt = 1889.8 σey= 2134.6 σex= 25324.8 ϕb = 0.90	Mu = 0.17 Mn = 0.32 Mc = 0.32 Me = 18.03 My = 0.32 ro = 9.01	0.57

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS106 - 114

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

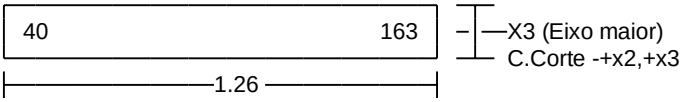
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x} + \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 0.99 αy = 0.98	Mux = 0.01 Muy = 0.17 Mnx = 1.94 Mny = 0.32	0.83
	(0.24 + 0.00 + 0.59)			
	Critical Segment from 7.15 to 7.85 at: flange superior - direita at L = 7.85			

TRE.2 – DIAGONAL/MONTANTE – U 188x50x2.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS330

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 330



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 188x50#2.25

Ix = 304.20 Iy = 12.95cm4 Welx = 32.36 Wely = 3.21cm3 Área = 6.31
h = 188.00 b = 50.00mm t = 2.25 r = 2.25mm
J = 0.11 Cw = 817.58cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -23.82 e0y= 0.00mm jx = 113.4 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 24

Máx. Força AXIAL = -2.23 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.00

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 3.20 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.08	0.01
Axial Force (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=\pi^2*E/(kL/r)^2$	(kL/r)x =18 (kL/r)y =88 ϕc = 0.85 λc = 0.97	Pu = 2.23 A = 6.31 Pn = 7.89 Fy = 250.00 Ae = 4.68 Fe = 264.89	0.33
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 1.26 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 3.03 Sf = 3.21 Le = 1.26 Cb = 1.00 σt = 324.3 σey= 264.9 σex= 6331.2 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.32 Mc = 0.08 Me = 151.94 My = 0.08 ro = 7.48	0.00

TRE.2 – MÃO FRANCESA – U 200x75x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS523

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 523

211 — 26 — 0.94

X3 (Eixo maior)
C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 200x75#4.25

Ix = 836.35 Iy = 74.00cm4 Welx = 83.63 Wely = 12.97cm3 Área = 14.28
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 0.86 Cw = 5072.96cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -41.83 e0y= 0.00mm jx = 111.6 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Máx. Força AXIAL = -8.61 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.00

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 12.97 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 0.32	0.00
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=(\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)})/2\beta$	(kL/r)x =12 (kL/r)y =41 ϕc = 0.85 λc = 0.49	Pu = 8.61 A = 14.28 Pn = 29.90 Fy = 250.00 Ae = 13.20 Fe = 1059.45	0.34
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.94 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 12.84 Sf = 12.97 Le = 0.94 Cb = 1.00 σt = 1077.8 σey= 1220.3 σex= 14245.2 ϕb = 0.90	Mu = 0.00 Mn = 1.02 Mc = 0.32 Me = 459.51 My = 0.32 ro = 9.01	0.00
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x} + \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.94 at: flange inferior - esquerda at L = 0.47	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 1.00 αy = 0.95 (0.34 + 0.00 + 0.00)	Mux = 0.00 Muy = 0.00 Mnx = 1.94 Mny = 1.02	0.34

TERÇAS – Ue 200x75x25x4.75 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS130

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 130

93 — 94 — 5.70

X2 (Eixo maior)

C.Corte -+x2,+x3

RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

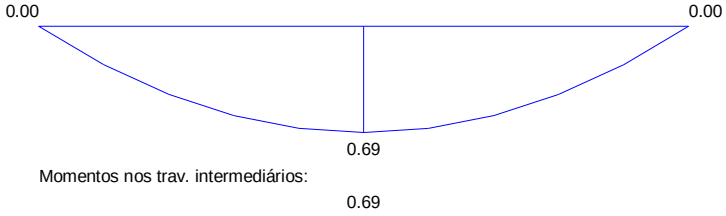
L =	2.85
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: Ue# 200x75x25#4.75

Ix = 1035.04 Iy = 125.09cm4 Welx = 103.5 Wely = 24.15cm3 Área = 17.52
h = 200.00 b = 75.00mm t = 4.75 r = 4.75mm
J = 1.32 Cw = 11008.5cm6 centro de cisal. no eixo
e0x= -57.70 e0y= 0.00mm jx = 109.1 jy = 0.00mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 45

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos trav. intermediários:

0.69

Máx. Força AXIAL = -0.06 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.48

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V3 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 8.60	Vu = 0.48 Vn = 12.90	0.04
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn}$ < 1.00	Se = 103.50 Fy = 322.63 ϕb = 0.90	Mu = 0.69 Mn = 3.34	0.23

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS130

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

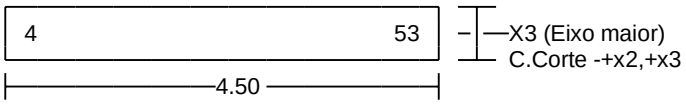
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.69 Vu = 0.00	0.23
Deflection	$\frac{defl.}{L/250} < 1.00$	Ixe = 1035.04 Iye = 125.09	defl = 0.01971	0.86
Axial Force (C4-2) (C4.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ $Pn=Ae*Fy*(0.658^{\lambda c^2})$ $Fe=(\sigma x+\sigma t-\sqrt{((\sigma x+\sigma t)^2-4\beta\sigma x\sigma t)})/2\beta$	(kL/r)x =74 (kL/r)y =107 ϕc = 0.85 λc = 1.28	Pu = 0.06 A = 17.52 Pn = 24.79 Fy = 280.88 Ae = 17.52 Fe = 171.46	0.00
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 2.85 to 5.70 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.69 and 0.00	Sc = 103.50 Sf = 103.50 Le = 2.85 Cb = 1.31 σt = 219.9 σey= 179.2 σex= 1498.4 ϕb = 0.90	Mu = 0.69 Mn = 2.95 Mc = 2.95 Me = 4.54 My = 3.34 ro = 9.98	0.26
Combined Stresses (compress.) (C5.2.2-3)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ Critical Segment from 2.85 to 5.70 at: flange inferior - esquerda at L = 2.85	(0.00 + 0.26 + 0.00)	Mux = 0.69 Mnx = 2.95 Muy = 0.00 Mny = 1.50	0.26

CM.1 A 6 – COLUNAS – 2x Ue 300x100x25x4.25 mm

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS388 - 546

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

Barra: 388, 546



RESTRIÇÕES

- Seções : Verificar
- Aço Tipo: MR250

DADOS de CALCULO

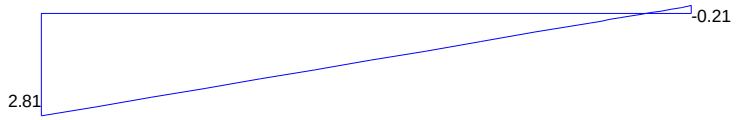
- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm. : 200 (compr.) 240 (trac.)
- Flecha admissível : 1/250
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: [] Ue# 300x100x25#4.25 D=0.

Ix = 5911.16 Iy = 2894.43cm4 Welx = 394.1 Wely = 289.4cm3 Área = 44.37
h = 300.00 b = 200.00mm t = 4.25 r = 4.25mm
J = 2.67 Cw = 4.98dm6
e0x= 0.00 e0y= 0.00mm jx = 0.00 jy = 0.00mm

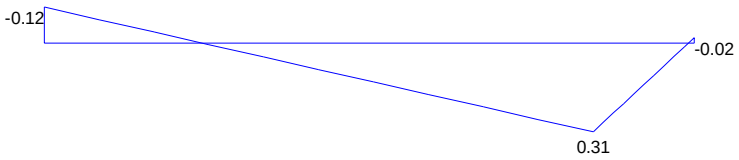
COMBINAÇAO de CALCULO= 25

Diagrama de Momentos M2



Máx. Força AXIAL = -2.10 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.67

Diagrama de Momentos M3



Máx. Força AXIAL = -2.10 (compr.) Máx. Força CORTANTE= 0.47

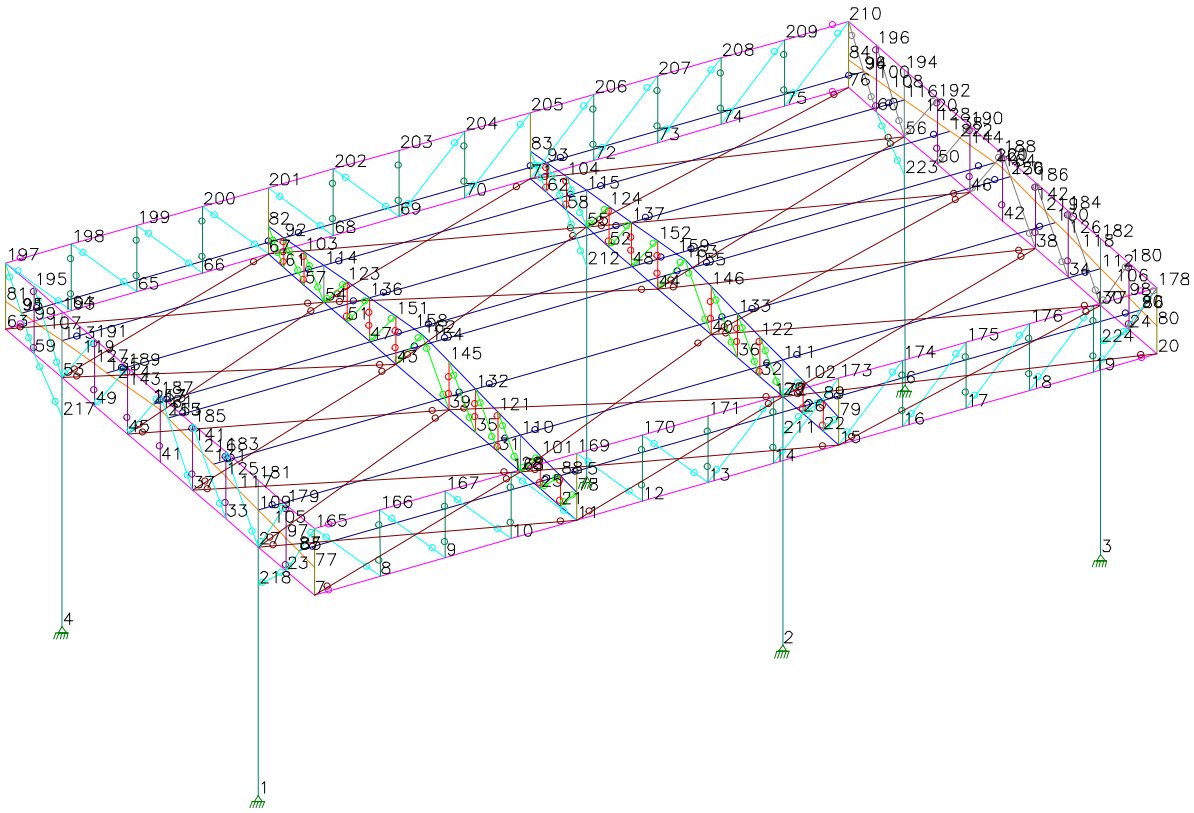
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESULT
V2 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 24.06	Vu = 0.47 Vn = 36.08	0.01
M3 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 394.08 Fy = 299.44 ϕb = 0.90	Mu = 0.31 Mn = 11.80	0.03

TABELA DE RESULTADOS DETALHADOS388 - 546

Momentos:tf*metro , Forças:tf , Tensões:MPa , Propriedades:cm

V3 Shear (C3.2.1-2)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 14.11	Vu = 0.67 Vn = 21.17	0.03
M2 Moment (C3.1.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 226.75 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 2.81 Mn = 5.67	0.55
M2 Moment and Shear (C3.3.2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 2.81 Vu = 0.67	0.55
Deflection	$\frac{defl.}{L / 10} < 1.00$	Ixe = 5911.16 Iye = 2894.43	defl = 0.00433	0.01
Axial Force (C4-2) (C4.1-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=π²*E/(kL/r)²	(kL/r)x =38 (kL/r)y =67 ϕc = 0.85 λc = 0.74	Pu = 2.10 A = 44.37 Pn = 75.59 Fy = 250.00 Ae = 38.01 Fe = 456.96	0.03
Lateral Torsional Buckling (C3.1.2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 4.50 at: flange superior - direita Segment End Moments: -0.12 and -0.02	Sc = 394.08 Sf = 394.08 Le = 4.50 Cb = 1.85 σt = 5751.7 σey= 654.1 σex= 1348.7 ϕb = 0.90	Mu = 0.31 Mn = 11.80 Mc = 11.80 Me = 224.21 My = 11.80 ro = 14.09	0.03
Combined Stresses (tension) (C5.1.2-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 4.50 at: flange superior - direita at L = 0.00	(0.00 + -0.01 + -0.55)	Mux = 0.12 Mnx = 11.80 Muy = 2.81 Mny = 5.67	0.56

3.3 REAÇÕES NAS BASES



COMBINAÇÕES - FUNDAÇÃO

1,00 Permanente + 1,07 Multidão

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,60 Vento

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 1,00 Vento

1,00 Permanente + 0,86 Temperatura

1,00 Permanente + 1,07 Multidão + 0,06 Vento + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 0,86 Multidão + 1,00 Vento + 0,51 Temperatura

1,00 Permanente + 0,86 Multidão + 0,60 Vento + 0,86 Temperatura

Tabela de Combinações						
Comb.						
1	FUN-01 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07			
2	FUN-02 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 4 * 0.60		
3	FUN-02 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 5 * 0.60		
4	FUN-02 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 6 * 0.60		
5	FUN-02 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 7 * 0.60		
6	FUN-02 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 8 * 0.60		
7	FUN-02 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 9 * 0.60		
8	FUN-03 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+10 * 0.51		
9	FUN-04 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 4 * 1.00			
10	FUN-04 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * 1.00			
11	FUN-04 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 6 * 1.00			
12	FUN-04 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 7 * 1.00			
13	FUN-04 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 8 * 1.00			
14	FUN-04 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 9 * 1.00			
15	FUN-05 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+10 * 0.86			
16	FUN-06 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 4 * 0.60	+10 * 0.51	
17	FUN-06 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 5 * 0.60	+10 * 0.51	
18	FUN-06 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 6 * 0.60	+10 * 0.51	
19	FUN-06 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 7 * 0.60	+10 * 0.51	
20	FUN-06 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 8 * 0.60	+10 * 0.51	
21	FUN-06 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.07	+ 9 * 0.60	+10 * 0.51	
22	FUN-07 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 4 * 1.00	+10 * 0.51	
23	FUN-07 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 5 * 1.00	+10 * 0.51	
24	FUN-07 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 6 * 1.00	+10 * 0.51	
25	FUN-07 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 7 * 1.00	+10 * 0.51	
26	FUN-07 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 8 * 1.00	+10 * 0.51	
27	FUN-07 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 9 * 1.00	+10 * 0.51	
28	FUN-08 #1 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 4 * 0.60	+10 * 0.86	

Tabela de Combinações						
Comb.						
29	FUN-08 #2 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 5 * 0.60	+10 * 0.86	
30	FUN-08 #3 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 6 * 0.60	+10 * 0.86	
31	FUN-08 #4 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 7 * 0.60	+10 * 0.86	
32	FUN-08 #5 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 8 * 0.60	+10 * 0.86	
33	FUN-08 #6 1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 0.86	+ 9 * 0.60	+10 * 0.86	

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
1	1	0.007	-0.095	3.540	0.167	0.025	0.000
	2	0.010	-0.529	4.159	1.310	0.035	0.000
	3	-0.234	-0.067	2.475	0.118	-1.004	0.000
	4	0.005	0.318	3.770	-0.940	0.018	0.000
	5	0.246	-0.075	2.558	0.131	1.042	0.000
	6	0.009	-0.506	2.211	1.295	0.030	0.000
	7	0.006	0.346	3.537	-1.016	0.014	0.000
	8	0.030	-0.071	3.563	0.099	0.099	0.000
	9	0.008	-0.762	2.747	1.974	0.028	0.000
	10	-0.398	0.008	-0.061	-0.013	-1.704	0.000
	11	-0.001	0.649	2.098	-1.776	-0.002	0.000
	12	0.400	-0.005	0.078	0.009	1.705	0.000
	13	0.006	-0.723	-0.500	1.949	0.019	0.000
	14	0.001	0.697	1.710	-1.903	-0.009	0.000
	15	0.042	0.002	1.752	-0.045	0.135	0.000
	16	0.033	-0.504	4.181	1.242	0.109	0.000
	17	-0.210	-0.042	2.497	0.050	-0.930	0.000
	18	0.028	0.343	3.793	-1.008	0.091	0.000
	19	0.269	-0.050	2.580	0.063	1.116	0.000
	20	0.032	-0.481	2.233	1.227	0.104	0.000
	21	0.029	0.371	3.559	-1.084	0.087	0.000
	22	0.034	-0.783	4.236	1.985	0.113	0.000
	23	-0.372	-0.013	1.429	-0.002	-1.619	0.000
	24	0.026	0.629	3.588	-1.765	0.084	0.000
	25	0.427	-0.025	1.567	0.020	1.791	0.000
	26	0.032	-0.743	0.989	1.960	0.104	0.000
	27	0.027	0.677	3.199	-1.892	0.077	0.000
	28	0.048	-0.476	3.838	1.176	0.157	0.000
	29	-0.195	-0.015	2.154	-0.016	-0.882	0.000
	30	0.043	0.371	3.449	-1.074	0.139	0.000
	31	0.284	-0.022	2.237	-0.003	1.163	0.000
	32	0.047	-0.453	1.890	1.162	0.151	0.000
	33	0.044	0.399	3.216	-1.150	0.135	0.000
	Máx	0.427	0.697	4.236	1.985	1.791	0.000
	Comb	25	14	22	22	25	22
	Mín	-0.398	-0.783	-0.500	-1.903	-1.704	0.000
	Comb	10	22	13	14	10	14

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
2	1	0.007	-0.178	5.271	0.294	0.025	0.000
	2	0.014	-0.557	6.580	1.359	0.043	0.000
	3	-0.235	-0.140	3.537	0.233	-1.005	0.000
	4	0.003	0.170	5.415	-0.721	0.014	0.000
	5	0.243	-0.144	3.523	0.239	1.036	0.000
	6	0.011	-0.510	3.331	1.312	0.033	0.000
	7	0.000	0.201	4.959	-0.798	0.003	0.000
	8	0.003	-0.157	5.212	0.230	0.013	0.000
	9	0.016	-0.703	4.573	1.893	0.041	0.000
	10	-0.400	-0.008	-0.498	0.017	-1.705	0.000
	11	-0.004	0.508	2.631	-1.573	-0.007	0.000
	12	0.396	-0.015	-0.522	0.026	1.696	0.000
	13	0.010	-0.624	-0.843	1.814	0.026	0.000
	14	-0.009	0.559	1.872	-1.702	-0.026	0.000
	15	-0.004	-0.037	2.292	0.010	-0.009	0.000
	16	0.010	-0.535	6.521	1.294	0.031	0.000
	17	-0.239	-0.119	3.479	0.168	-1.017	0.000
	18	-0.001	0.191	5.356	-0.785	0.002	0.000
	19	0.239	-0.123	3.465	0.174	1.024	0.000
	20	0.007	-0.488	3.272	1.247	0.021	0.000
	21	-0.004	0.222	4.901	-0.863	-0.009	0.000
	22	0.015	-0.767	6.829	1.969	0.040	0.000
	23	-0.401	-0.072	1.758	0.093	-1.706	0.000
	24	-0.005	0.444	4.887	-1.497	-0.008	0.000
	25	0.395	-0.079	1.734	0.102	1.695	0.000
	26	0.009	-0.688	1.414	1.891	0.025	0.000
	27	-0.010	0.495	4.128	-1.626	-0.027	0.000
	28	0.007	-0.500	5.916	1.215	0.020	0.000
	29	-0.243	-0.083	2.874	0.089	-1.028	0.000
	30	-0.005	0.226	4.751	-0.864	-0.009	0.000
	31	0.235	-0.087	2.859	0.095	1.013	0.000
	32	0.004	-0.453	2.667	1.168	0.011	0.000
	33	-0.008	0.257	4.296	-0.942	-0.020	0.000
	Máx	0.396	0.559	6.829	1.969	1.696	0.000
	Comb	12	14	22	22	12	13
	Mín	-0.401	-0.767	-0.843	-1.702	-1.706	0.000
	Comb	23	22	13	14	23	24

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
3	1	-0.014	-0.014	2.269	0.023	-0.013	0.000
	2	-0.014	-0.350	2.569	0.927	-0.010	0.000
	3	-0.247	-0.021	1.705	0.037	-1.028	0.000
	4	-0.017	0.327	2.463	-0.887	-0.023	0.000
	5	0.227	-0.015	1.636	0.026	1.009	0.000
	6	-0.007	-0.361	1.412	0.959	-0.001	0.000
	7	-0.018	0.327	2.343	-0.901	-0.029	0.000
	8	-0.033	0.010	2.305	-0.043	-0.075	0.000
	9	-0.007	-0.565	1.646	1.511	-0.001	0.000
	10	-0.394	-0.017	0.206	0.029	-1.696	0.000
	11	-0.012	0.564	1.469	-1.511	-0.021	0.000
	12	0.396	-0.006	0.091	0.010	1.698	0.000
	13	0.005	-0.582	-0.282	1.565	0.016	0.000
	14	-0.012	0.565	1.269	-1.535	-0.032	0.000
	15	-0.038	0.037	1.208	-0.106	-0.109	0.000
	16	-0.034	-0.326	2.605	0.860	-0.072	0.000
	17	-0.266	0.002	1.741	-0.029	-1.089	0.000
	18	-0.037	0.351	2.499	-0.953	-0.084	0.000
	19	0.208	0.009	1.672	-0.041	0.947	0.000
	20	-0.026	-0.337	1.448	0.892	-0.062	0.000
	21	-0.037	0.351	2.379	-0.967	-0.091	0.000
	22	-0.032	-0.549	2.585	1.459	-0.068	0.000
	23	-0.419	-0.001	1.144	-0.023	-1.764	0.000
	24	-0.037	0.580	2.408	-1.563	-0.089	0.000
	25	0.370	0.010	1.030	-0.042	1.630	0.000
	26	-0.021	-0.566	0.656	1.513	-0.052	0.000
	27	-0.038	0.581	2.208	-1.587	-0.100	0.000
	28	-0.045	-0.308	2.410	0.811	-0.112	0.000
	29	-0.277	0.021	1.546	-0.078	-1.130	0.000
	30	-0.048	0.369	2.304	-1.002	-0.125	0.000
	31	0.197	0.028	1.477	-0.090	0.907	0.000
	32	-0.038	-0.318	1.253	0.843	-0.103	0.000
	33	-0.048	0.370	2.184	-1.016	-0.131	0.000
	Máx	0.396	0.581	2.605	1.565	1.698	0.000
	Comb	12	27	16	13	12	12
	Mín	-0.419	-0.582	-0.282	-1.587	-1.764	0.000
	Comb	23	13	13	27	23	22

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
4	1	0.007	0.095	3.540	-0.167	0.025	0.000
	2	0.005	-0.318	3.770	0.940	0.018	0.000
	3	-0.234	0.067	2.475	-0.118	-1.004	0.000
	4	0.010	0.529	4.159	-1.310	0.035	0.000
	5	0.246	0.075	2.558	-0.131	1.042	0.000
	6	0.006	-0.346	3.537	1.016	0.014	0.000
	7	0.009	0.506	2.211	-1.295	0.030	0.000
	8	0.030	0.071	3.563	-0.099	0.099	0.000
	9	-0.001	-0.649	2.098	1.776	-0.002	0.000
	10	-0.398	-0.008	-0.061	0.013	-1.704	0.000
	11	0.008	0.762	2.747	-1.974	0.028	0.000
	12	0.400	0.005	0.078	-0.009	1.705	0.000
	13	0.001	-0.697	1.710	1.903	-0.009	0.000
	14	0.006	0.723	-0.500	-1.949	0.019	0.000
	15	0.042	-0.002	1.752	0.045	0.135	0.000
	16	0.028	-0.343	3.792	1.008	0.091	0.000
	17	-0.210	0.042	2.497	-0.050	-0.930	0.000
	18	0.033	0.504	4.181	-1.242	0.109	0.000
	19	0.269	0.050	2.580	-0.063	1.116	0.000
	20	0.029	-0.371	3.559	1.084	0.087	0.000
	21	0.032	0.481	2.233	-1.227	0.104	0.000
	22	0.026	-0.629	3.588	1.765	0.084	0.000
	23	-0.372	0.013	1.429	0.002	-1.619	0.000
	24	0.034	0.783	4.236	-1.985	0.113	0.000
	25	0.427	0.025	1.567	-0.020	1.791	0.000
	26	0.027	-0.677	3.199	1.892	0.077	0.000
	27	0.032	0.743	0.989	-1.960	0.104	0.000
	28	0.043	-0.371	3.449	1.074	0.139	0.000
	29	-0.195	0.015	2.154	0.016	-0.882	0.000
	30	0.048	0.476	3.838	-1.176	0.157	0.000
	31	0.284	0.022	2.237	0.003	1.163	0.000
	32	0.044	-0.399	3.216	1.150	0.135	0.000
	33	0.047	0.453	1.890	-1.162	0.151	0.000
	Máx	0.427	0.783	4.236	1.903	1.791	0.000
	Comb	25	24	24	13	25	13
	Mín	-0.398	-0.697	-0.500	-1.985	-1.704	0.000
	Comb	10	13	14	24	10	24

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
5	1	0.007	0.178	5.271	-0.294	0.025	0.000
	2	0.003	-0.170	5.415	0.721	0.014	0.000
	3	-0.235	0.140	3.537	-0.233	-1.005	0.000
	4	0.014	0.557	6.580	-1.359	0.043	0.000
	5	0.243	0.144	3.523	-0.239	1.036	0.000
	6	0.000	-0.201	4.959	0.798	0.003	0.000
	7	0.011	0.510	3.331	-1.312	0.033	0.000
	8	0.003	0.157	5.212	-0.230	0.013	0.000
	9	-0.004	-0.508	2.631	1.573	-0.007	0.000
	10	-0.400	0.008	-0.498	-0.017	-1.705	0.000
	11	0.016	0.703	4.573	-1.893	0.041	0.000
	12	0.396	0.015	-0.522	-0.026	1.696	0.000
	13	-0.009	-0.559	1.872	1.702	-0.026	0.000
	14	0.010	0.624	-0.843	-1.814	0.026	0.000
	15	-0.004	0.037	2.292	-0.010	-0.009	0.000
	16	-0.001	-0.191	5.356	0.785	0.002	0.000
	17	-0.239	0.119	3.479	-0.168	-1.017	0.000
	18	0.010	0.535	6.521	-1.294	0.031	0.000
	19	0.239	0.123	3.465	-0.174	1.024	0.000
	20	-0.004	-0.222	4.901	0.863	-0.009	0.000
	21	0.007	0.488	3.272	-1.247	0.021	0.000
	22	-0.005	-0.444	4.887	1.497	-0.008	0.000
	23	-0.401	0.072	1.758	-0.093	-1.706	0.000
	24	0.015	0.767	6.829	-1.969	0.040	0.000
	25	0.395	0.079	1.734	-0.102	1.695	0.000
	26	-0.010	-0.495	4.128	1.626	-0.027	0.000
	27	0.009	0.688	1.414	-1.891	0.025	0.000
	28	-0.005	-0.226	4.751	0.864	-0.009	0.000
	29	-0.243	0.083	2.874	-0.089	-1.028	0.000
	30	0.007	0.500	5.916	-1.215	0.020	0.000
	31	0.235	0.087	2.859	-0.095	1.013	0.000
	32	-0.008	-0.257	4.296	0.942	-0.020	0.000
	33	0.004	0.453	2.667	-1.168	0.011	0.000
	Máx	0.396	0.767	6.829	1.702	1.696	0.000
	Comb	12	24	24	13	12	22
	Mín	-0.401	-0.559	-0.843	-1.969	-1.706	0.000
	Comb	23	13	14	24	23	14

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)							
nó	*cmb*	*X1*	*X2*	*X3*	*X4*	*X5*	*X6*
6	1	-0.014	0.014	2.269	-0.023	-0.013	0.000
	2	-0.017	-0.327	2.463	0.887	-0.023	0.000
	3	-0.247	0.021	1.705	-0.037	-1.028	0.000
	4	-0.014	0.350	2.569	-0.927	-0.010	0.000
	5	0.227	0.015	1.636	-0.026	1.009	0.000
	6	-0.018	-0.327	2.343	0.901	-0.029	0.000
	7	-0.007	0.361	1.412	-0.959	-0.001	0.000
	8	-0.033	-0.010	2.305	0.043	-0.075	0.000
	9	-0.012	-0.564	1.469	1.511	-0.021	0.000
	10	-0.394	0.017	0.206	-0.029	-1.696	0.000
	11	-0.007	0.565	1.646	-1.511	-0.001	0.000
	12	0.396	0.006	0.091	-0.010	1.698	0.000
	13	-0.012	-0.565	1.269	1.535	-0.032	0.000
	14	0.005	0.582	-0.282	-1.565	0.016	0.000
	15	-0.038	-0.037	1.208	0.106	-0.109	0.000
	16	-0.037	-0.351	2.499	0.953	-0.084	0.000
	17	-0.266	-0.003	1.741	0.029	-1.089	0.000
	18	-0.034	0.326	2.605	-0.860	-0.072	0.000
	19	0.208	-0.009	1.672	0.041	0.947	0.000
	20	-0.037	-0.351	2.379	0.967	-0.091	0.000
	21	-0.026	0.337	1.448	-0.892	-0.062	0.000
	22	-0.037	-0.580	2.408	1.563	-0.089	0.000
	23	-0.419	0.001	1.144	0.023	-1.764	0.000
	24	-0.032	0.549	2.585	-1.459	-0.068	0.000
	25	0.370	-0.010	1.030	0.042	1.630	0.000
	26	-0.038	-0.581	2.208	1.587	-0.100	0.000
	27	-0.021	0.566	0.656	-1.513	-0.052	0.000
	28	-0.048	-0.369	2.304	1.002	-0.125	0.000
	29	-0.277	-0.021	1.546	0.078	-1.130	0.000
	30	-0.045	0.308	2.410	-0.811	-0.112	0.000
	31	0.197	-0.028	1.477	0.090	0.907	0.000
	32	-0.048	-0.370	2.184	1.016	-0.131	0.000
	33	-0.038	0.318	1.253	-0.843	-0.103	0.000
	Máx	0.396	0.582	2.605	1.587	1.698	0.000
	Comb	12	14	18	26	12	24
	Mín	-0.419	-0.581	-0.282	-1.565	-1.764	0.000
	Comb	23	26	14	14	23	12

3.4 DIMENSIONAMENTO DAS LIGAÇÕES

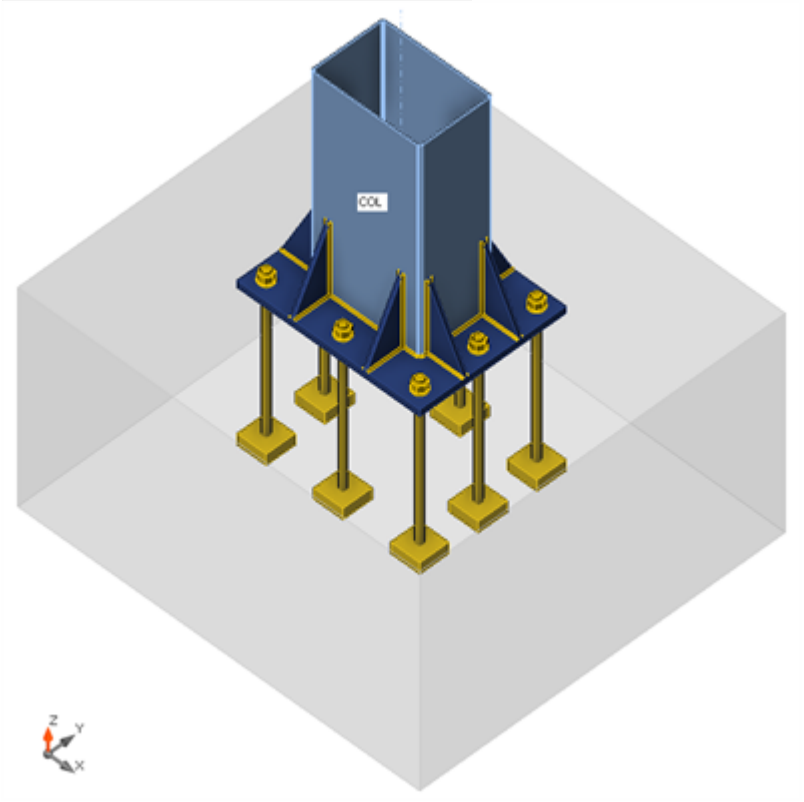
3.4.1 PLACA DE BASE

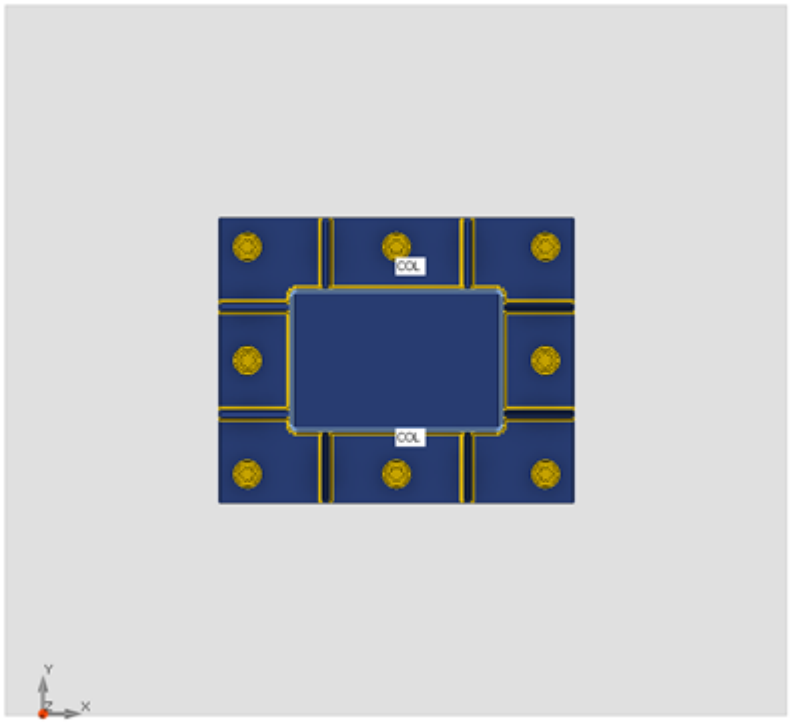
Geometria

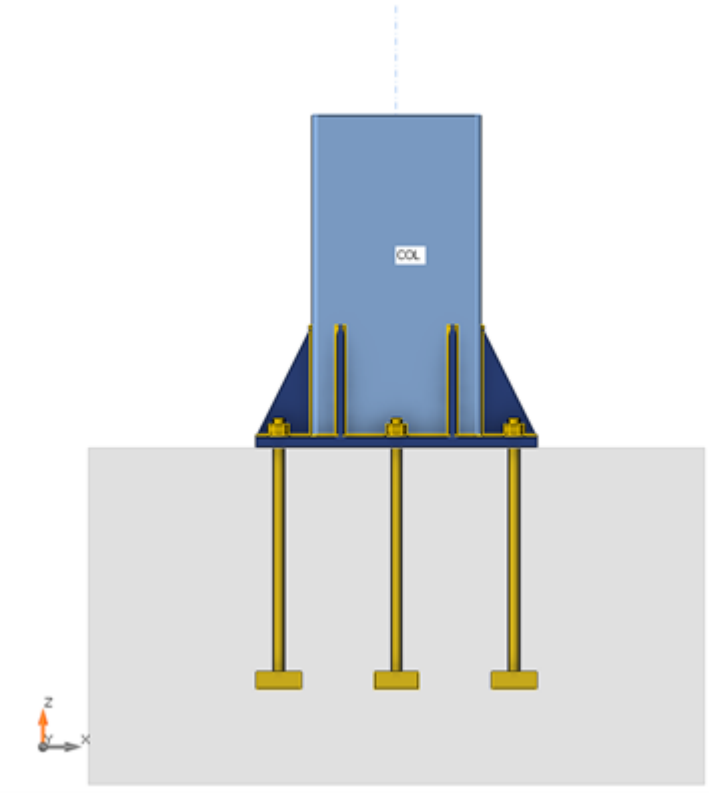
Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Desloc ex [mm]	Desloc ey [mm]	Desloc ez [mm]
COL	2 - RHS300x200	0,0	90,0	0,0	0,00	0,00	0,00

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
COL / final		Nó	0,00




COL
COL
Y
X


COL
Z
Y
X

Seções transversais

Nome	Material
2 - RHS300x200	A36

Chumbadores

Nome	Diâmetro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Área bruta [mm²]
3/4 F1554 Gr.36	19,05	248,2	400,0	285,02

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL / Fim	-96,0	0,0	16,0	0,0	-32,0	0,0
LE2	COL / Fim	14,0	0,0	10,0	0,0	-25,0	0,0
LE3	COL / Fim	-25,0	-5,0	0,0	0,0	0,0	23,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-16,0	0,0	-96,0	0,0	-32,0	0,0
LE2	-10,0	0,0	14,0	0,0	-25,0	0,0
LE3	0,0	-5,0	-25,0	-23,0	0,0	0,0

Bloco de fundação

Item	Valor	Unidade
BdC 1		
Dimensões	1000,00 x 1100,00	mm
Altura	600,00	mm
Chumbador	3/4 F1554 Gr.36	
Comprimento de ancoragem	400,00	mm
Transferência da força cortante	Atrito	

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	0,0 < 5,0%	OK
Deformação local	0,2 < 3%	OK
Chumbadores	62,0 < 100%	OK
Soldas	75,2 < 100%	OK
Bloco de concreto	6,4 < 100%	OK
Cisalhamento	53,5 < 100%	OK
Flambagem	2,87	

Chapas

Nome	t_p	Cargas	σ_{Ed}	ε_{Pl}	$\sigma_{c,Ed}$	Status

	[mm]		[MPa]	[%]	[MPa]	
COL	4,25	LE1	223,4	0,0	0,0	OK
BP1	19,00	LE3	103,8	0,0	0,0	OK
RIB1	9,50	LE2	134,4	0,0	0,0	OK
RIB2	9,50	LE2	134,3	0,0	0,0	OK
RIB3	9,50	LE1	181,1	0,0	0,0	OK
RIB4	9,50	LE1	181,1	0,0	0,0	OK
RIB5	9,50	LE3	157,3	0,0	0,0	OK
RIB6	9,50	LE3	156,5	0,0	0,0	OK
RIB7	9,50	LE3	142,8	0,0	0,0	OK
RIB8	9,50	LE3	141,9	0,0	0,0	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

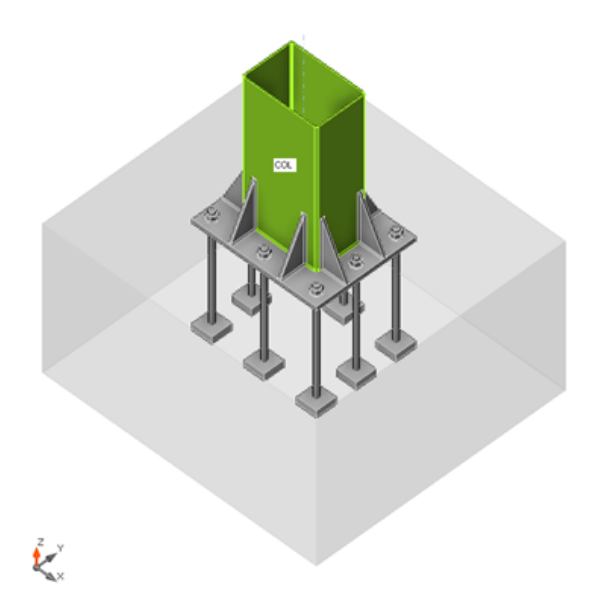
t_p Espessura da chapa
σ_{Ed} Tensão equivalente
ε_{Pl} Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensão de contato
F_y Resistência ao escoamento
ε_{lim} Limite de deformação plástica

Deformação local

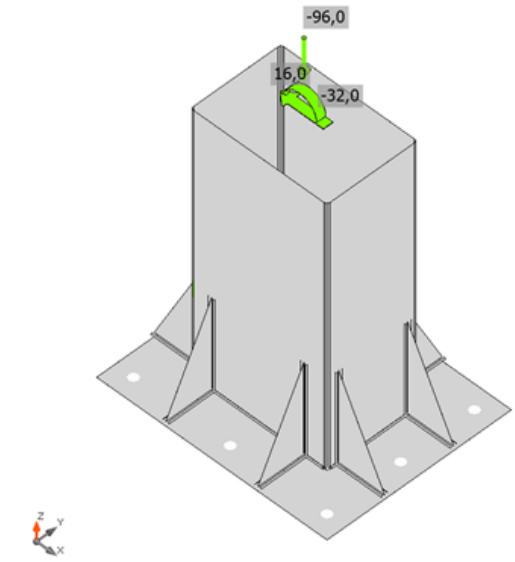
Nome	d_0 [mm]	Cargas	δ [mm]	δ_{lim} [mm]	δ/d_0 [%]	Status da verificação
COL	200,00	LE3	0,33	6,00	0,2	OK

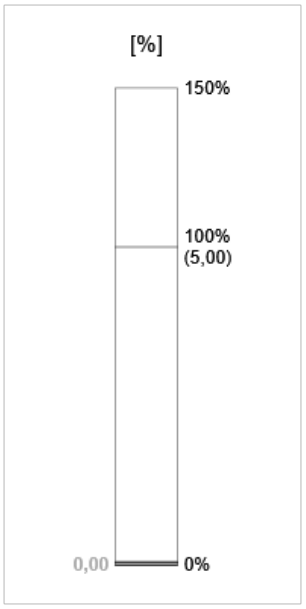
Explicação do símbolo

d_0 Tamanho da seção transversal
δ Deformação local da seção transversal
δ_{lim} Deformação permitida



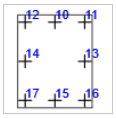
Verificação geral, LE1





Verificação de deformação, LE1

Chumbadores

Formato	Item	Cargas	N_f [kN]	V [kN]	ϕN_{cbg} [kN]	ϕN_p [kN]	ϕN_{sb} [kN]	ϕV_{cp} [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Det	Status
	A10	LE3	11,3	0,0	246,2	944,4	649,3	554,2	35,6	0,0	17,8	OK	OK
	A11	LE1	0,0	0,0	0,0	944,4	0,0	554,2	0,0	0,0	0,0	OK	OK
	A12	LE3	15,9	0,0	246,2	944,4	649,3	554,2	35,6	0,0	17,8	OK	OK
	A13	LE2	9,2	0,0	226,9	944,4	649,3	554,2	37,3	0,0	19,3	OK	OK
	A14	LE3	33,1	0,0	246,2	944,4	649,3	554,2	54,8	0,0	36,7	OK	OK
	A15	LE2	37,4	0,0	226,9	944,4	649,3	554,2	62,0	0,0	45,1	OK	OK
	A16	LE2	14,4	0,0	226,9	944,4	649,3	554,2	37,3	0,0	19,3	OK	OK
	A17	LE2	14,4	0,0	226,9	944,4	649,3	554,2	37,3	0,0	19,3	OK	OK

Dados do projeto

Grau	ϕN_{sa} [kN]	ϕV_{sa} [kN]
3/4 F1554 Gr.36 - 1	60,3	33,6

Explicação do símbolo

N_f	Força de tração
V	Resultante das forças cortantes do parafuso Vy e Vz em planos de cisalhamento
ϕN_{cbg}	Resistência à ruptura do concreto em tração – ACI 318-14 – 17.4.2
ϕN_p	Resistência do arrancamento sob tração – ACI 318-14 – 17.4.3
ϕN_{sb}	Resistência à ruptura da face lateral do concreto em tração – ACI 318-14 – 17.4
ϕV_{cp}	Resistência do concreto ao efeito de alavanca em cisalhamento – ACI 318-14 – 17.5.3
Ut_t	Utilização em tração
Ut_s	Utilização em cisalhamento
Ut_{ts}	Utilização em tração e cisalhamento
ϕN_{sa}	Resistência do aço do chumbador à tração – ACI 318-14 – 17.4.1
ϕV_{sa}	Resistência do aço do chumbador ao cisalhamento – ACI 318-14 – 17.5.1

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Status
BP1	RIB1	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	2,0	9,4	21,6	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE2	2,5	11,3	22,2	OK	OK
COL-w 1	RIB1	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE2	3,1	8,9	35,1	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE2	3,0	9,0	32,9	OK	OK
BP1	RIB2	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE2	2,4	11,2	21,7	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,6	9,8	16,3	OK	OK
COL-w 1	RIB2	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE2	3,0	9,0	32,8	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE2	3,1	8,9	35,1	OK	OK
BP1	RIB3	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,50	9,95	LE1	2,0	11,4	17,1	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE1	2,1	11,1	18,6	OK	OK
COL-w 3	RIB3	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE1	4,2	8,7	48,1	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE1	3,7	8,9	41,5	OK	OK
BP1	RIB4	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE1	2,0	11,0	18,6	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,8	9,6	18,5	OK	OK
COL-w 3	RIB4	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE1	3,7	8,9	41,5	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE1	4,2	8,7	48,1	OK	OK
BP1	RIB5	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,0	7,9	12,3	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,2	10,9	11,3	OK	OK

COL-w 2	RIB5	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	3,5	8,6	41,2	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	2,8	9,1	30,4	OK	OK
BP1	RIB6	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,2	9,1	13,6	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,2	7,8	15,3	OK	OK
COL-w 2	RIB6	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	2,8	9,1	30,3	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	3,5	8,6	41,1	OK	OK
BP1	RIB7	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE1	1,2	9,0	13,8	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,9	10,8	17,5	OK	OK
COL-w 4	RIB7	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	3,2	8,7	37,0	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	2,6	9,1	28,6	OK	OK
BP1	RIB8	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE3	1,9	10,7	18,0	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	99,00	9,90	LE2	1,0	8,4	11,5	OK	OK
COL-w 4	RIB8	E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	2,6	9,2	28,5	OK	OK
		E70xx	◢ 3,54 ◣	◢ 5,00 ◣	199,00	9,95	LE3	3,2	8,7	36,8	OK	OK
BP1	COL	E70xx	◢ 3,54	◢ 5,00	967,10	3,30	LE1	1,9	2,5	75,2	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	482,6

Explicação do símbolo

t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
◢	Solda de filete
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Bloco de concreto

Item	Cargas	A_1 [mm²]	A_2 [mm²]	σ [MPa]	$\phi f_{p,max}$ [MPa]	Ut [%]	Status
BdC 1	LE1	77958,88	721882,47	1,9	30,5	6,4	OK

Explicação do símbolo

A_1	Área carregada
A_2	Área de apoio
σ	Tensão média no concreto
$\phi f_{p,max}$	Capacidade de carga do concreto
Ut	Utilização

Cisalhamento no plano de contato

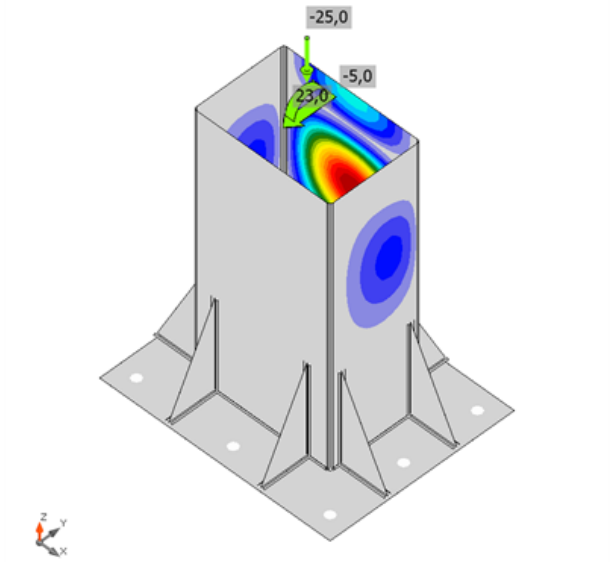
Item	Cargas	V [kN]	ϕV_r [kN]	μ [-]	Ut [%]	Status
BP1	LE2	10,0	18,7	0,40	53,5	OK

Explicação do símbolo

V	Força cortante
ϕV_r	Resistência ao cisalhamento
μ	Coeficiente de atrito entre a placa de base e o concreto
Ut	Utilização

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	5,08
	2	5,25
	3	6,83
	4	7,46
	5	8,31
	6	8,64
LE2	1	9,20
	2	9,56
	3	12,70
	4	13,21
	5	18,00
	6	20,41
LE3	1	2,87
	2	2,93
	3	4,56
	4	5,50
	5	8,00
	6	8,36



Forma do primeiro modo de flambagem, LE3

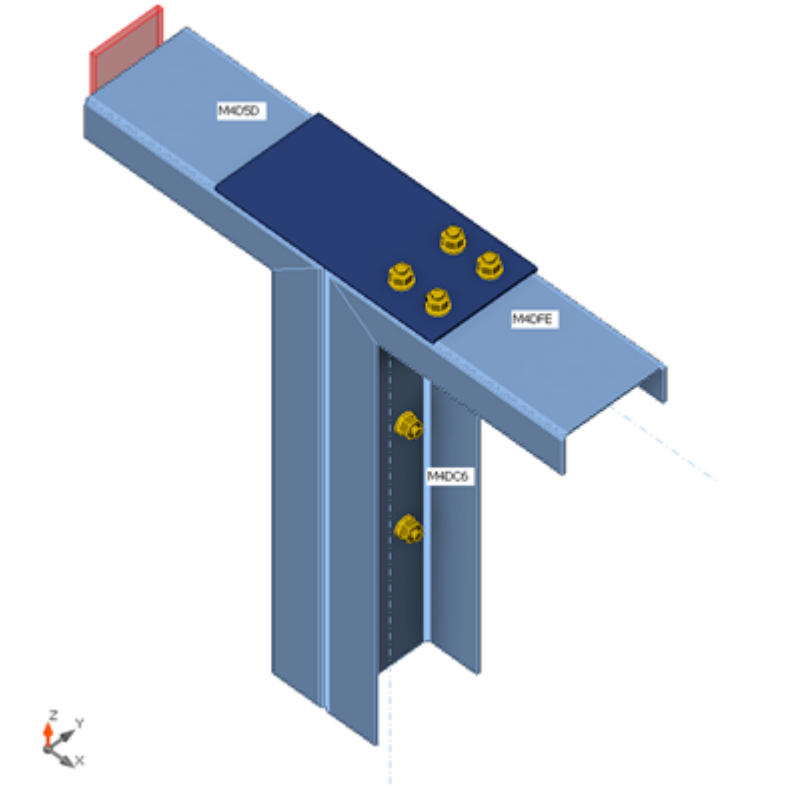
3.4.2 DETALHE 2 – EMENDAS ENTRE AS PLAT.1 / 2

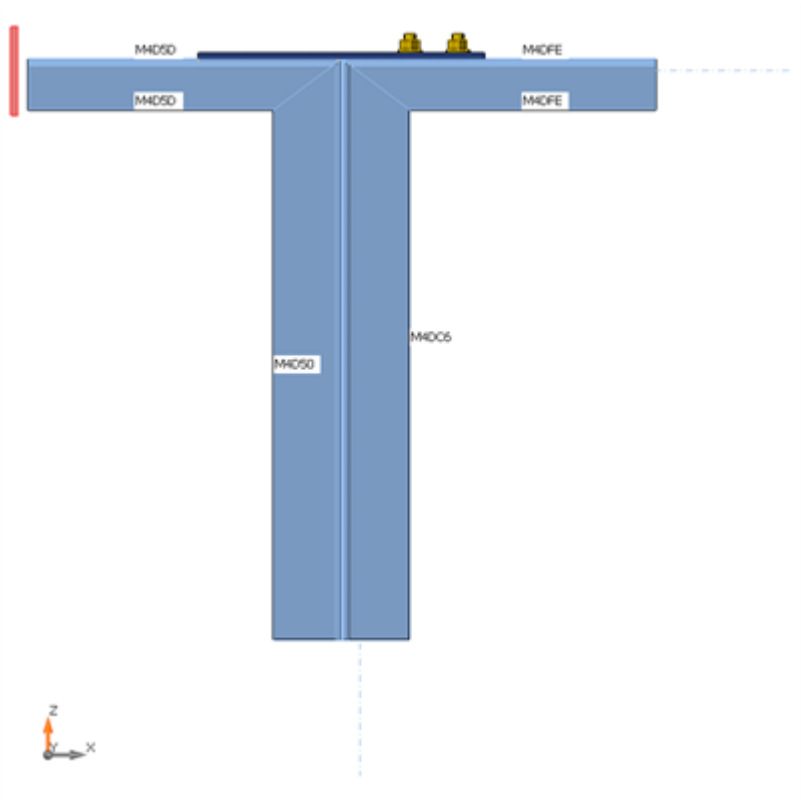
Geometria

Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Deslocamento ex [mm]	Deslocamento ey [mm]	Deslocamento ez [mm]
M4DFE	216 - CFU200x75	0,0	0,0	-90,0	0,00	17,95	0,00
M4D50	217 - CFU200x100	0,0	90,0	90,0	0,00	26,96	0,00
M4DC6	217 - CFU200x100	0,0	-90,0	90,0	0,00	26,96	0,00
M4D5D	216 - CFU200x75	0,0	0,0	-90,0	0,00	17,95	0,00

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
M4DFE / final		Posição	0,00
M4D50 / início		Posição	0,00
M4DC6 / final		Posição	0,00
M4D5D / início	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Posição	0,00





Seções transversais

Nome	Material
216 - CFU200x75	A36
217 - CFU200x100	A36

Parafusos

Nome	Diâmetro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Área bruta [mm^2]
5/8 A325	15,88	634,3	827,4	197,93

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M4DC6 / Fim	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D5D / Início	162,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4DFE / Fim	-162,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D50 / Início	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE2	M4DC6 / Fim	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D5D / Início	-143,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4DFE / Fim	143,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D50 / Início	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
LE2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	1,0 < 5,0%	OK
Parafusos	59,5 < 100%	OK
Soldas	0,0 < 100%	OK
Flambagem	5,19	

Chapas

Nome	t_p [mm]	Cargas	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M4DFE	4,75	LE2	225,4	1,0	0,0	OK
M4D50	4,75	LE1	219,3	0,1	0,0	OK
M4DC6	4,75	LE2	223,5	0,0	0,0	OK
M4D5D	4,75	LE1	202,1	0,0	0,0	OK
Plate 5EF2	8,00	LE2	214,3	0,0	40,1	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

t_p Espessura da chapa
σ_{Ed} Tensão equivalente
ε_{Pl} Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensão de contato
F_y Resistência ao escoamento
ε_{lim} Limite de deformação plástica

Resultado detalhado para M4DFE

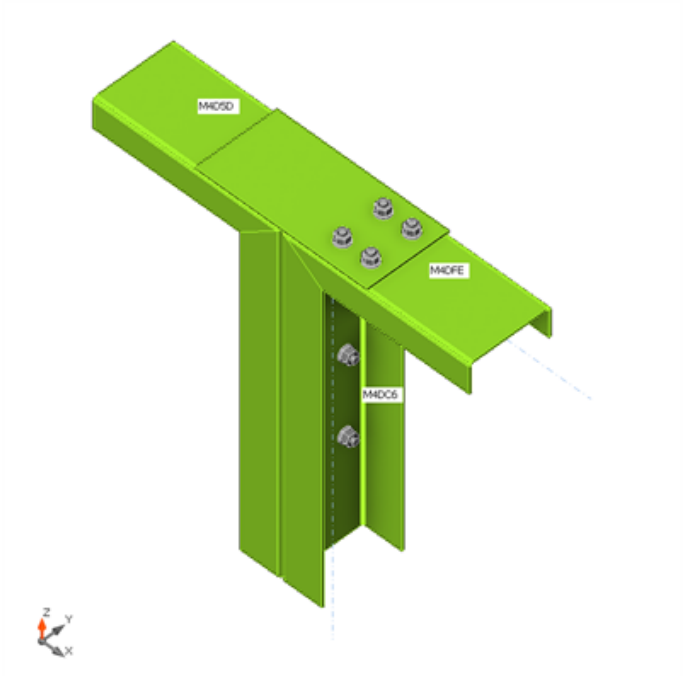
Valores de cálculo utilizados na análise

$\phi F_y =$ 223,4 MPa

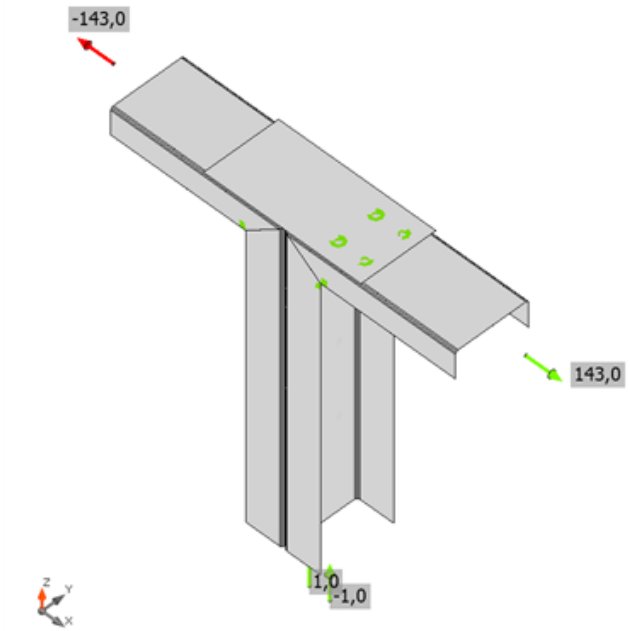
Onde:

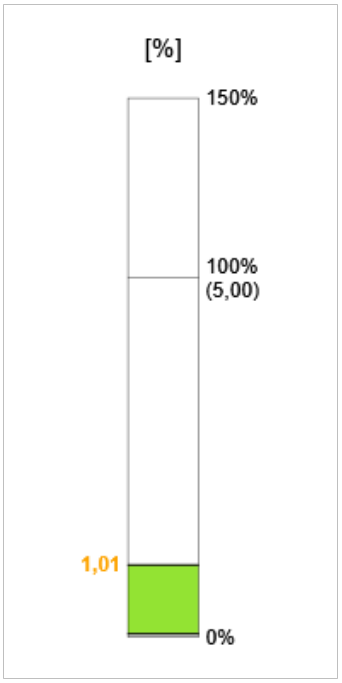
$F_y = 248{,}2$ MPa – resistência característica ao escoamento

$\phi = 0{,}90$ – fator de resistência para o material de aço AISC 360-22 – B3.1

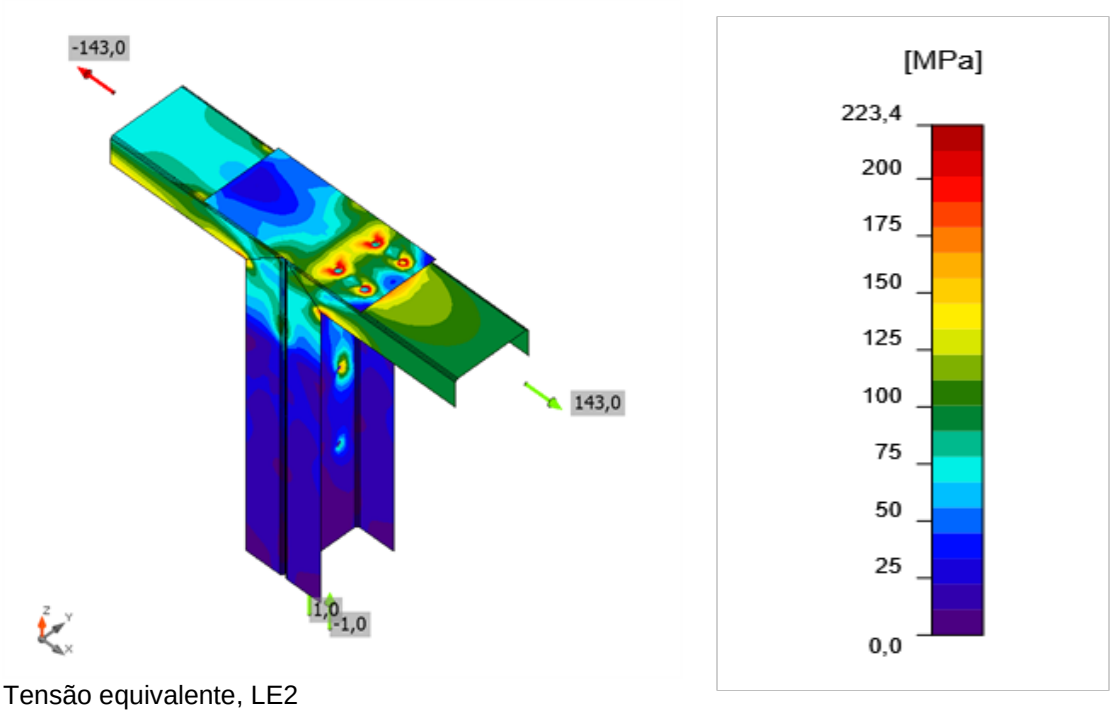


Verificação geral, LE2



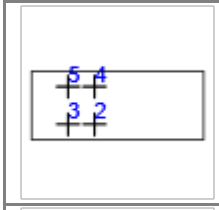
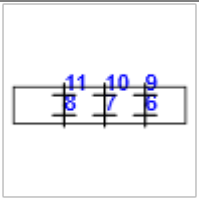


Verificação de deformação, LE2



Tensão equivalente, LE2

Parafusos

Formato	Item	Grau	Cargas	F_t [kN]	V [kN]	$\phi R_{n,suporte}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Det	Status
	B2	5/8 A325 - 1	LE2	10,2	31,8	54,3	11,1	58,5	0,0	OK	OK
	B3	5/8 A325 - 1	LE2	5,0	32,3	54,3	5,5	59,5	0,0	OK	OK
	B4	5/8 A325 - 1	LE2	10,2	31,8	54,3	11,1	58,6	0,0	OK	OK
	B5	5/8 A325 - 1	LE2	5,1	32,3	54,3	5,5	59,5	0,0	OK	OK
	B6	5/8 A325 - 1	LE2	27,0	0,1	54,3	29,4	0,2	0,0	OK	OK
	B7	5/8 A325 - 1	LE2	12,8	0,1	54,3	13,9	0,1	0,0	OK	OK
	B8	5/8 A325 - 1	LE2	2,9	0,0	54,3	3,2	0,1	0,0	OK	OK
	B9	5/8 A325 - 1	LE2	27,1	0,1	54,3	29,5	0,2	0,0	OK	OK
	B10	5/8 A325 - 1	LE2	13,0	0,1	54,3	14,1	0,1	0,0	OK	OK
	B11	5/8 A325 - 1	LE2	2,1	0,1	54,3	2,3	0,1	0,0	OK	OK

Dados do projeto

Grau	$\phi R_{n,tração}$ [kN]	$\phi R_{n,cisalhamento}$ [kN]
5/8 A325 - 1	92,0	55,2

Explicação do símbolo

F_t	Força de tração
V	Resultante das forças cortantes do parafuso Vy e Vz em planos de cisalhamento
$\phi R_{n,suporte}$	Capacidade de carga do parafuso

Ut_t	Utilização em tração
Ut_s	Utilização em cisalhamento
Ut_{ts}	Utilização em tração e cisalhamento
$\phi R_{n,tração}$	Resistência à tração do parafuso - AISC 360-22 – J3.7
$\phi R_{n,cisalhamento}$	Resistência ao cisalhamento do parafuso - AISC 360-22 – J3.7

Resultado detalhado para B3

Verificação de resistência à tração (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nt} \cdot$ 92,0 kN ≥ $F_t =$ 5,0 kN

Onde:

$F_{nt} =$ 620,0 MPa – tensão de tração nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm^2 – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação da resistência ao cisalhamento (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b =$ 55,2 kN ≥ $V =$ 32,3 kN

Onde:

$F_{nv} =$ 372,0 MPa – tensão de cisalhamento nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm^2 – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação de capacidade de carga (AISC 360-22 – J3-6)

$R_n = 1,20 \cdot l_c \cdot t \cdot \leq 2,40 \cdot d \cdot t \cdot F_u$

$\phi R_n =$ 54,3 kN ≥ $V =$ 32,3 kN

Onde:

$l_c =$ 52,54 mm – distância livre, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou borda do material

$t =$ 4,75 mm – espessura da chapa

$d =$ 15,88 mm – diâmetro de um parafuso

$F_u =$ 400,0 MPa – resistência à tração do material conectado

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para apoio em furos de parafusos

Interação da verificação da tração e cisalhamento (AISC 360-22 – J3-2)

A tensão necessária, tanto em cisalhamento quanto em tração, é menor ou igual a

30% da tensão disponível correspondente e os efeitos das tensões combinadas não precisam ser investigados.

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Status
Plate 5EF2	M4D5D-arc 1	E70xx	-	-	202,37	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 2	E70xx	-	-	202,37	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 2	E70xx	-	-	205,84	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 3	E70xx	-	-	205,84	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 3	E70xx	-	-	207,12	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-w 1	E70xx	-	-	207,12	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-w 1	E70xx	-	-	207,12	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 4	E70xx	-	-	207,12	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 4	E70xx	-	-	205,84	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 5	E70xx	-	-	205,84	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 5	E70xx	-	-	202,37	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 5EF2	M4D5D-arc 6	E70xx	-	-	202,37	-	-	-	-	-	OK	OK
M4DC6-tfl 1	M4DFE-bfl 1	E70xx	-	-	218,33	-	-	-	-	-	OK	OK
M4DC6-bfl 1	M4DFE-tfl 1	E70xx	-	-	218,33	-	-	-	-	-	OK	OK
M4DC6-w 1	M4DFE-w 1	E70xx	-	-	362,00	-	-	-	-	-	OK	OK
M4D50-tfl 1	M4D5D-bfl 1	E70xx	-	-	218,33	-	-	-	-	-	OK	OK
M4D50-bfl 1	M4D5D-tfl 1	E70xx	-	-	218,33	-	-	-	-	-	OK	OK
M4D50-w 1	M4D5D-w 1	E70xx	-	-	362,00	-	-	-	-	-	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	0,0

Explicação do símbolo

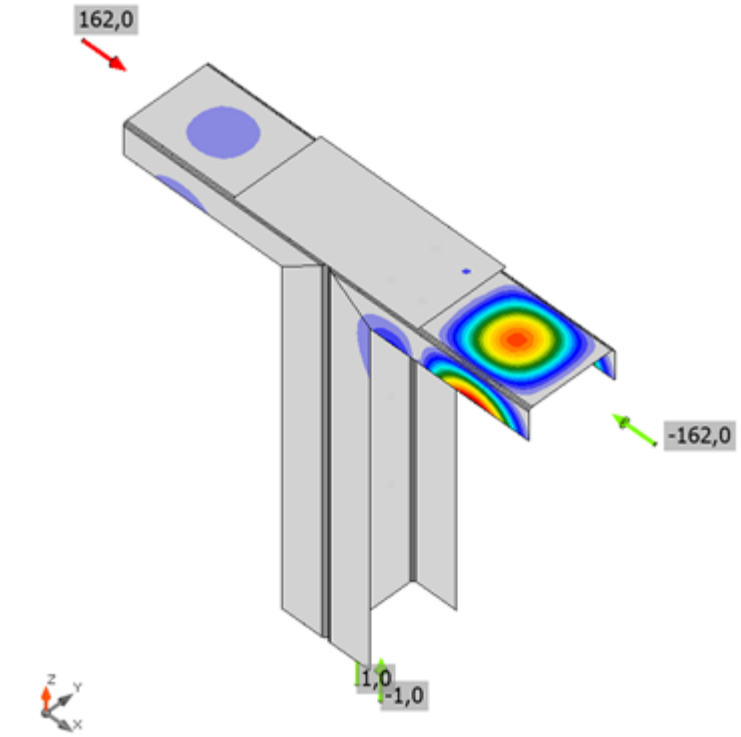
t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Resultado detalhado para Plate 5EF2 / M4D5D-arc 1

As soldas de entalhe não são verificadas. Sua resistência é assumida como a mesma do elemento soldado.

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	5,19
	2	5,22
	3	5,83
	4	6,02
	5	7,84
	6	7,91
LE2	1	32,66
	2	35,94
	3	36,77
	4	37,38
	5	39,26
	6	39,48



Forma do primeiro modo de flambagem, LE1

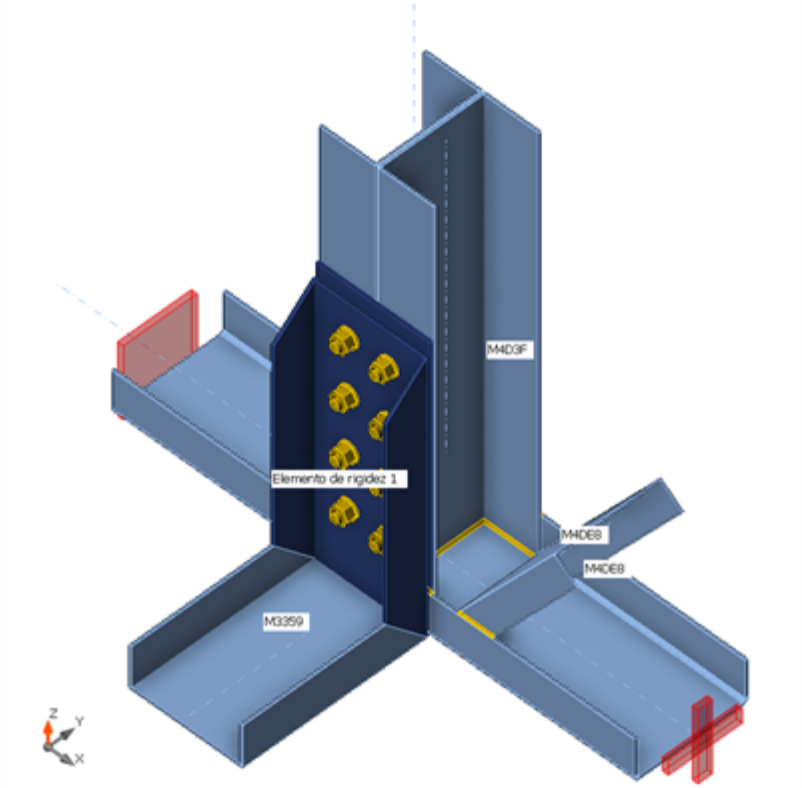
3.4.3 DETALHE 3 – LIGAÇÃO ENTRE TRE.1 / 2 E PLAT.1 / 2

Geometria

Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Desloc ex [mm]	Desloc ey [mm]	Desloc ez [mm]
M4E02	216 - CFU200x75	0,0	0,0	90,0	0,00	17,95	0,00
M3359	6 - U200	90,0	0,0	90,0	0,00	20,48	0,00
M4D43	151 - U 188x100x4.25	0,0	90,0	90,0	0,00	27,75	0,00
M4D3F	151 - U 188x100x4.25	0,0	-90,0	90,0	0,00	27,75	0,00
M4DE8	162 - U 188x50x2.25	-180,0	-52,8	-90,0	0,00	80,19	0,00

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
M4E02 / início	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Posição	0,00
M4E02 / final	Mx-My-Mz	Posição	0,00
M3359 / início		Posição	0,00
M4D43 / final		Posição	0,00
M4D3F / início		Posição	0,00
M4DE8 / início		Posição	0,00



Seções transversais

Nome	Material
216 - CFU200x75	A36
6 - U200x75x4.25	A36
151 - U 188x100x4.25	A36
162 - U 188x50x2.25	A36

Parafusos

Nome	Diâmetro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Área bruta [mm²]
16 A325	15,88	634,3	827,4	197,93

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M4E02 / Início	-142,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4E02 / Fim	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M3359 / Início	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D43 / Fim	-20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D3F / Início	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4DE8 / Início	-59,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	3,7	8,3	7,0	-0,2	-5,3	0,0

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	1,8 < 5,0%	OK
Parafusos	6,4 < 100%	OK
Soldas	89,4 < 100%	OK
Flambagem	2,89	

Chapas

Nome	t_p [mm]	Cargas	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M4E02	4,75	LE1	227,0	1,8	0,0	OK
M3359-bfl 1	4,25	LE1	148,5	0,0	0,0	OK
M3359-tfl 1	4,25	LE1	148,4	0,0	0,0	OK
M3359-w 1	4,25	LE1	139,0	0,0	0,0	OK
M4D43-bfl 1	4,25	LE1	124,3	0,0	0,0	OK
M4D43-tfl 1	4,25	LE1	208,0	0,0	3,6	OK
M4D43-w 1	4,25	LE1	122,6	0,0	0,0	OK
M4D3F-bfl 1	4,25	LE1	161,0	0,0	0,0	OK
M4D3F-tfl 1	4,25	LE1	195,3	0,0	1,9	OK
M4D3F-w 1	4,25	LE1	130,3	0,0	0,0	OK
M4DE8-bfl 1	2,25	LE1	224,8	0,7	0,0	OK
M4DE8-tfl 1	2,25	LE1	225,3	1,0	0,0	OK
M4DE8-w 1	2,25	LE1	224,1	0,4	0,0	OK
Elemento de rigidez 1-bfl 1	4,25	LE1	210,7	0,0	0,0	OK
Elemento de rigidez 1-tfl 1	4,25	LE1	210,8	0,0	0,0	OK
Elemento de rigidez 1-w 1	4,25	LE1	224,0	0,3	0,0	OK
Plate 4D47	6,00	LE1	39,1	0,0	1,1	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

t_p	Espessura da chapa
σ_{Ed}	Tensão equivalente
ε_{Pl}	Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensão de contato
F_y	Resistência ao escoamento
ε_{lim}	Limite de deformação plástica

Resultado detalhado para M4E02

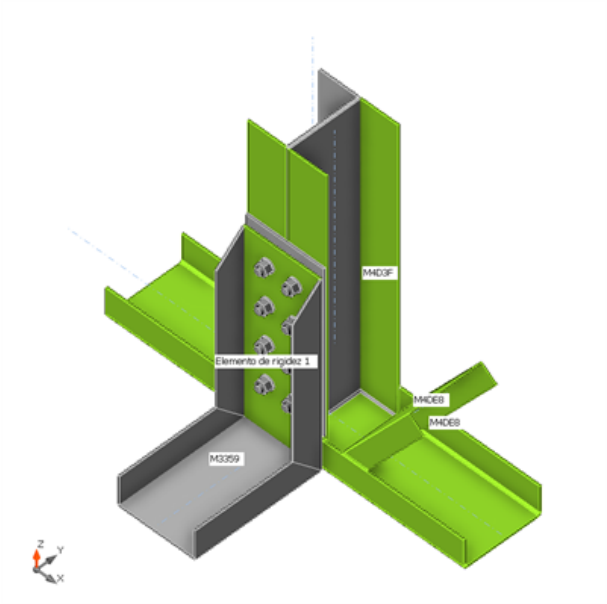
Valores de cálculo utilizados na análise

$\phi F_y =$ 223,4 MPa

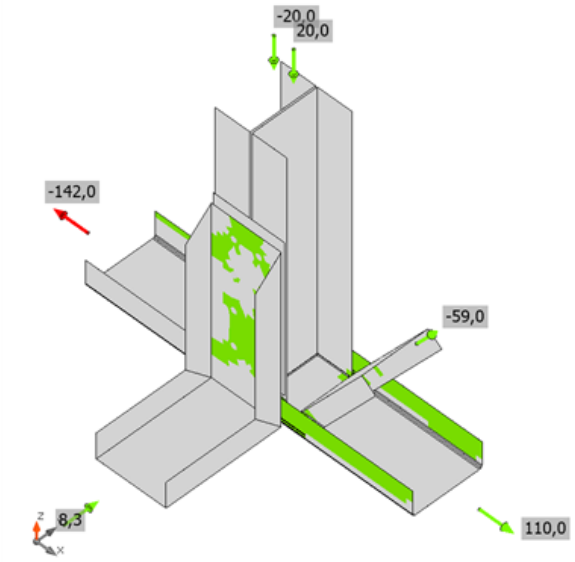
Onde:

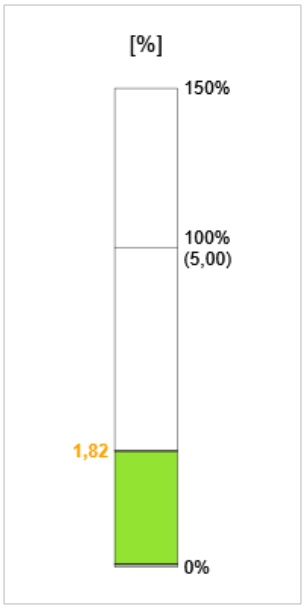
$F_y =$ 248,2 MPa – resistência característica ao escoamento

$\phi =$ 0,90 – fator de resistência para o material de aço AISC 360-22 – B3.1

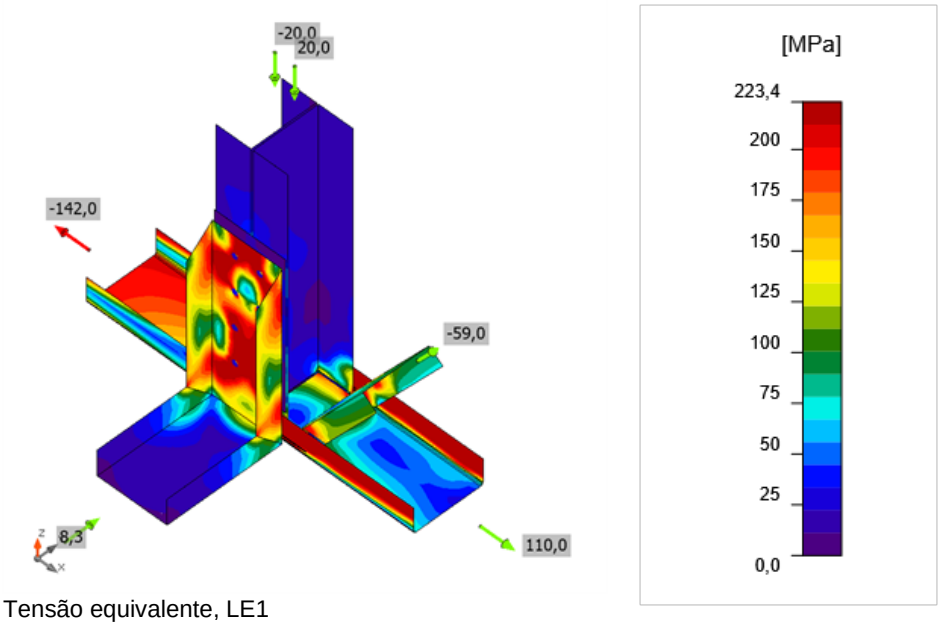


Verificação geral, LE1



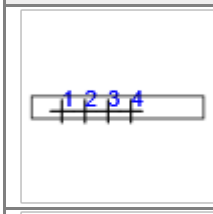
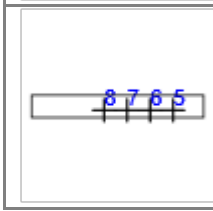


Verificação de deformação, LE1



Tensão equivalente, LE1

Parafusos

Formato	Item	Grau	Cargas	F_t [kN]	V [kN]	$\phi R_{n,suporte}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Det	Stat
	B1	16 A325 - 1	LE1	-3,7	3,1	48,6	-4,0	6,4	0,0	OK	OK
	B2	16 A325 - 1	LE1	-2,5	2,3	48,6	-2,7	4,8	0,0	OK	OK
	B3	16 A325 - 1	LE1	-1,2	1,3	48,6	-1,3	2,7	0,0	OK	OK
	B4	16 A325 - 1	LE1	3,3	1,9	48,6	3,5	4,0	0,0	OK	OK
	B5	16 A325 - 1	LE1	-3,7	3,1	48,6	-4,0	6,4	0,0	OK	OK
	B6	16 A325 - 1	LE1	-2,5	2,3	48,6	-2,7	4,8	0,0	OK	OK
	B7	16 A325 - 1	LE1	-1,2	1,3	48,6	-1,3	2,6	0,0	OK	OK
	B8	16 A325 - 1	LE1	3,3	2,0	48,6	3,5	4,0	0,0	OK	OK

Dados do projeto

Grau	$\phi R_{n,tração}$ [kN]	$\phi R_{n,cisalhamento}$ [kN]
16 A325 - 1	92,0	55,2

Explicação do símbolo

F_t	Força de tração
V	Resultante das forças cortantes do parafuso Vy e Vz em planos de cisalhamento
$\phi R_{n,suporte}$	Capacidade de carga do parafuso
Ut_t	Utilização em tração
Ut_s	Utilização em cisalhamento
Ut_{ts}	Utilização em tração e cisalhamento
$\phi R_{n,tração}$	Resistência à tração do parafuso - AISC 360-22 – J3.7
$\phi R_{n,cisalhamento}$	Resistência ao cisalhamento do parafuso - AISC 360-22 – J3.7

Resultado detalhado para B5

Verificação de resistência à tração (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nt} \cdot$ 92,0 kN ≥ $F_t =$ -3,7 kN

Onde:

$F_{nt} =$ 620,0 MPa – tensão de tração nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm^2 – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação da resistência ao cisalhamento (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b =$ 55,2 kN ≥ $V =$ 3,1 kN

Onde:

$F_{nv} =$ 372,0 MPa – tensão de cisalhamento nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm^2 – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação de capacidade de carga (AISC 360-22 – J3-6)

$R_n = 1,20 \cdot l_c \cdot t \cdot$ ≤ $2,40 \cdot d \cdot t \cdot F_u$

$\phi R_n =$ 48,6 kN ≥ $V =$ 3,1 kN

Onde:

$l_c =$ 71,76 mm – distância livre, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou borda do material

$t =$ 4,25 mm – espessura da chapa

$d =$ 15,88 mm – diâmetro de um parafuso

$F_u =$ 400,0 MPa – resistência à tração do material conectado

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para apoio em furos de parafusos

Interação da verificação da tração e cisalhamento (AISC 360-22 – J3-2)
A tensão necessária, tanto em cisalhamento quanto em tração, é menor ou igual a 30% da tensão disponível correspondente e os efeitos das tensões combinadas não precisam ser investigados.

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Stat
Elemento de rigidez 1-tfl 1	M3359-bfl 1	E70xx	-	-	103,06	-	-	-	-	-	OK	OK
Elemento de rigidez 1-bfl 1	M3359-tfl 1	E70xx	-	-	103,06	-	-	-	-	-	OK	OK
Elemento de rigidez 1-w 1	M3359-w 1	E70xx	-	-	195,75	-	-	-	-	-	OK	OK
M4DE8-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	61,18	15,29	LE1	9,3	11,5	81,3	OK	OK
M4DE8-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	56,20	14,05	LE1	6,9	9,0	75,8	OK	OK
M4DE8-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	56,20	14,05	LE1	7,8	8,7	89,4	OK	OK
M4DE8-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	53,59	17,86	LE1	9,8	11,9	82,8	OK	OK
M4DE8-tfl 1	M4E02-arc 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	53,74	17,91	LE1	9,3	11,8	78,8	OK	OK
M4DE8-bfl 1	M4E02-arc 5	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	53,74	17,91	LE1	9,3	12,0	77,6	OK	OK
M4DE8-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	53,74	17,91	LE1	12,2	15,4	79,5	OK	OK
M4DE8-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	56,20	14,05	LE1	7,4	8,7	84,8	OK	OK
M4DE8-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	56,40	14,10	LE1	9,7	13,0	75,1	OK	OK
M4DE8-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	61,18	15,29	LE1	9,2	11,6	79,0	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-arc 4	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	2,2	14,9	14,9	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-arc 5	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	6,3	13,8	45,2	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-arc 5	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	2,8	12,5	22,7	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	6,0	10,2	58,9	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	4,5	13,6	32,8	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	3,6	11,4	32,0	OK	OK
M4D43-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	1,8	12,5	14,8	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	1,1	10,0	10,7	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	5,1	13,6	37,5	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	2,7	14,1	19,4	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	5,8	12,6	45,7	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-arc 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	1,7	11,6	14,2	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-arc 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	4,2	14,5	29,1	OK	OK
M4D43-tfl 1	M4E02-arc 3	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	2,3	14,8	15,5	OK	OK

M4D3F-bfl 1	M4E02-arc 4	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	5,9	14,0	41,9	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-arc 5	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	2,4	10,3	23,2	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-arc 5	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	6,4	10,2	63,5	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	7,4	11,6	63,3	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-arc 6	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	11,2	14,9	75,5	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	6,9	11,7	58,7	OK	OK
M4D3F-bfl 1	M4E02-bfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	5,4	10,7	50,1	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	8,9	11,8	75,2	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-tfl 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	6,5	10,0	64,9	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	11,2	14,8	75,6	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-arc 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	7,7	12,0	64,3	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-arc 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	6,9	10,3	67,6	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-arc 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,28	16,21	LE1	2,5	10,1	24,6	OK	OK
M4D3F-tfl 1	M4E02-arc 3	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	4,8	13,6	35,0	OK	OK
M4E02-w 1	M4D43	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	5,4	10,1	53,1	OK	OK
M4E02-w 1	M4D43	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	2,4	10,3	23,4	OK	OK
M4E02-w 1	M4D43	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	183,15	15,26	LE1	4,7	14,0	33,7	OK	OK
M4E02-w 1	M4D3F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,58	16,26	LE1	4,6	10,3	44,4	OK	OK
M4E02-w 1	M4D3F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	97,57	16,26	LE1	8,7	11,6	75,1	OK	OK
M4E02-w 1	M4D3F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	183,15	15,26	LE1	3,0	12,9	23,6	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	0,0
E70xx	482,6

Explicação do símbolo

t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
◢	Solda de filete
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Resultado detalhado para M4DE8-tfl 1 / M4E02-arc 1

Verificação da resistência da solda (AISC 360-22 – J2-4)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot$ 8,7 kN ≥ $F_n =$ 7,8 kN

Onde:

$F_{nw} =$ 291,5 MPa – tensão nominal do material de solda:

$F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot sin^{1,5}\theta)$

, onde:

$F_{EXX} =$

482,6 MPa – número de classificação do eletrodo, ou seja, resistência à tração mínima especificada

$\theta =$

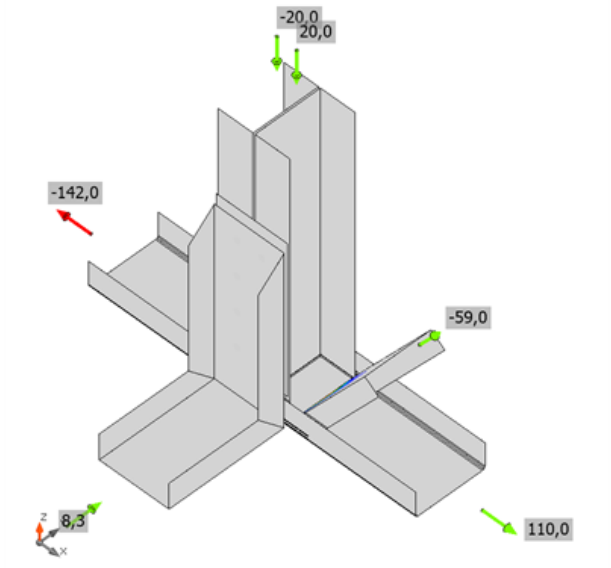
3,3° – ângulo da carga medido a partir do eixo longitudinal da solda

$A_{we} =$ 39,74 mm² – área efetiva do elemento crítico de solda

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para ligações soldadas

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	2,89
	2	4,91
	3	7,62
	4	8,32
	5	9,50
	6	9,56



Forma do primeiro modo de flambagem, LE1

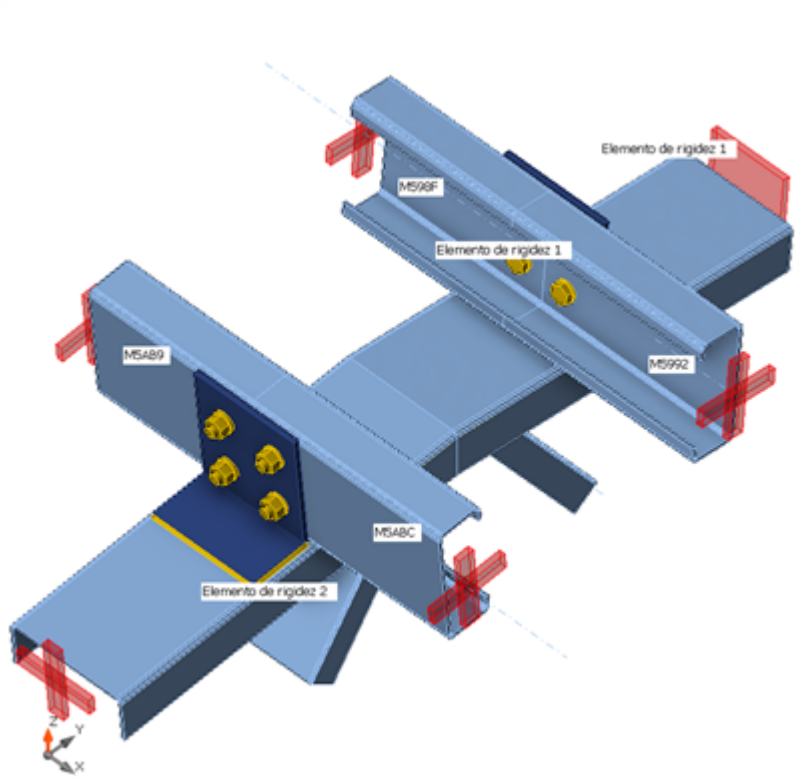
3.4.4 DETALHE 4 – LIGAÇÃO ENTRE TRE.1 / 2 E TERÇAS

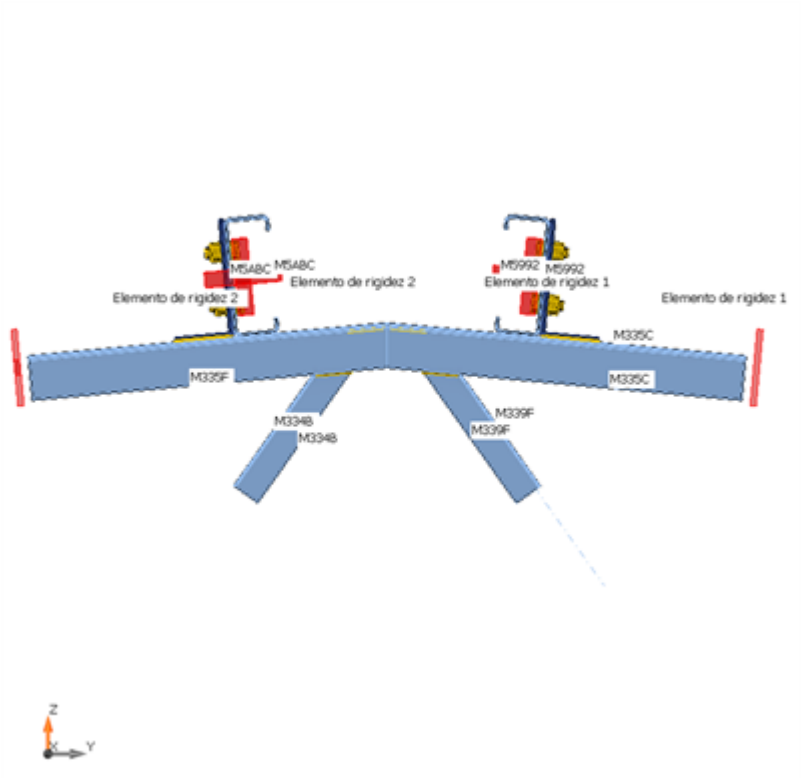
Geometria

Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Desloc ex [mm]	Desloc ey [mm]	Desloc ez [mm]
M5AB9	31 - Ue 200x75x25x4.75	0,0	0,0	5,2	0,00	-270,23	104,00
M598F	31 - Ue 200x75x25x4.75	-180,0	0,0	5,2	0,00	-200,10	98,50
M335C	219 - CFU200x75	-90,0	5,2	-90,0	0,00	20,48	0,00
M339F	220 - CFU188x50	90,0	-54,6	-90,0	0,00	-13,94	0,00
M335F	219 - CFU200x75	90,0	5,2	-90,0	0,00	14,04	0,00
M334B	220 - CFU188x50	90,0	54,6	-90,0	0,00	-71,33	0,00
M5992	31 - Ue 200x75x25x4.75	-180,0	0,0	5,2	0,00	-200,10	98,50
M5ABC	31 - Ue 200x75x25x4.75	0,0	0,0	5,2	0,00	-270,23	104,50

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
M5AB9 / início	Mx-My-Mz	Posição	0,00
M598F / final	Mx-My-Mz	Posição	0,00
M335C / início	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Posição	0,00
M339F / final		Posição	0,00
M335F / início	Mx-My-Mz	Posição	0,00
M334B / início		Posição	0,00
M5992 / início	Mx-My-Mz	Posição	0,00
M5ABC / final	Mx-My-Mz	Posição	0,00


Elemento de rigidez 1
M508F
Elemento de rigidez 1
M5A89
M5992
M5A8C
Elemento de rigidez 2
Z
Y
X


M5A8C
M5A8C
Elemento de rigidez 2
Elemento de rigidez 2
M5992
M5992
Elemento de rigidez 1
Elemento de rigidez 1
M335C
M335F
M335C
M339F
M339F
M334B
M334B
Z
Y

Seções transversais

Nome	Material
31 - Ue 150x60x20x3.35(CFC200x75)	A36
219 - CFU200x75	A36
220 - CFU188x50	A36
54 - L200	A36

Parafusos

Nome	Diâmetro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Área bruta [mm^2]
5/8 A325	15,88	634,3	827,4	197,93
16 A325	15,88	634,3	827,4	197,93

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M335C / Início	105,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M339F / Fim	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M335F / Início	94,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M334B / Início	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M5992 / Início	0,0	0,0	-9,4	0,0	0,0	0,0
	M598F / Fim	0,0	0,0	-7,4	0,0	0,0	0,0
	M5ABC / Fim	0,0	0,0	-9,4	0,0	0,0	0,0
	M5AB9 / Início	0,0	0,0	-7,4	0,0	0,0	0,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	-0,5	-15,3	-0,4	0,0	0,0

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	0,2 < 5,0%	OK
Parafusos	20,2 < 100%	OK
Soldas	75,0 < 100%	OK
Flambagem	2,39	

Chapas

Nome	t_p [mm]	Cargas	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M5AB9	4,75	LE1	133,5	0,0	0,0	OK
M598F	4,75	LE1	207,8	0,0	0,0	OK
M335C	4,25	LE1	223,5	0,1	0,0	OK
M339F	2,25	LE1	207,8	0,1	0,0	OK
M335F	4,25	LE1	223,9	0,2	0,0	OK
M334B	2,25	LE1	190,8	0,0	0,0	OK
M5992	4,75	LE1	212,2	0,0	0,0	OK
M5ABC	4,75	LE1	186,3	0,0	0,0	OK
Elemento de rigidez 1-bfl 1	7,95	LE1	221,3	0,0	0,0	OK
Elemento de rigidez 1-w 1	7,95	LE1	223,7	0,1	54,5	OK
Elemento de rigidez 2-bfl 1	7,95	LE1	97,9	0,0	0,0	OK
Elemento de rigidez 2-w 1	7,95	LE1	76,9	0,0	20,4	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

t_p	Espessura da chapa
σ_{Ed}	Tensão equivalente
ε_{Pl}	Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensão de contato
F_y	Resistência ao escoamento
ε_{lim}	Limite de deformação plástica

Resultado detalhado para M335F

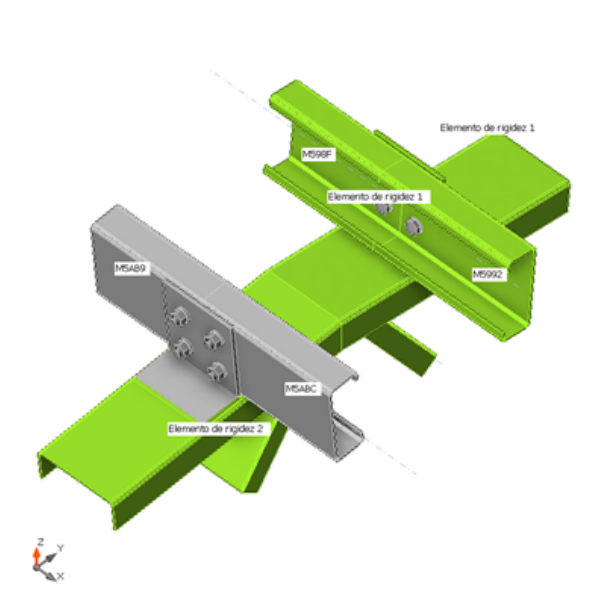
Valores de cálculo utilizados na análise

$\phi F_y =$ 223,4 MPa

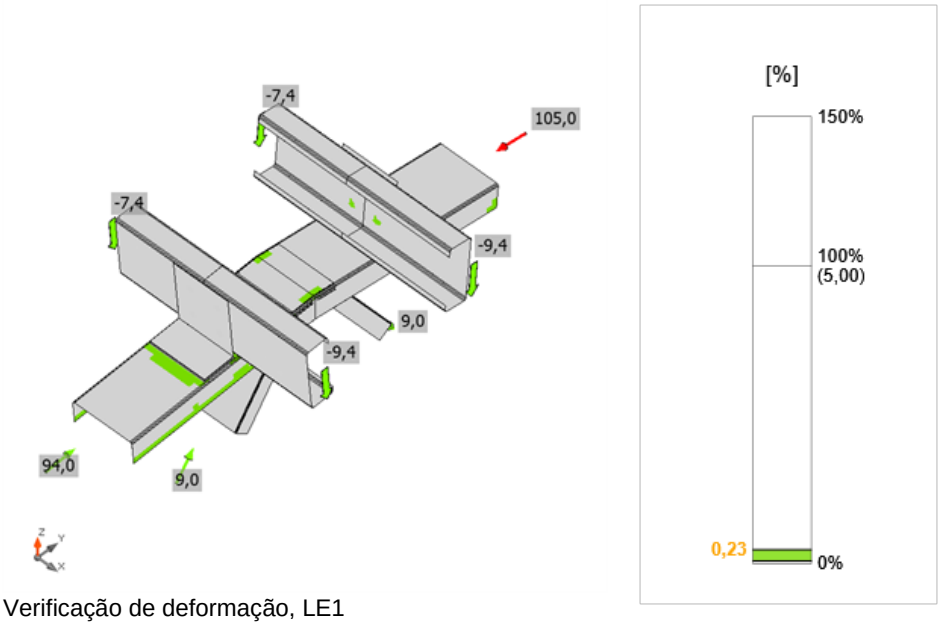
Onde:

$F_y =$ 248,2 MPa – resistência característica ao escoamento

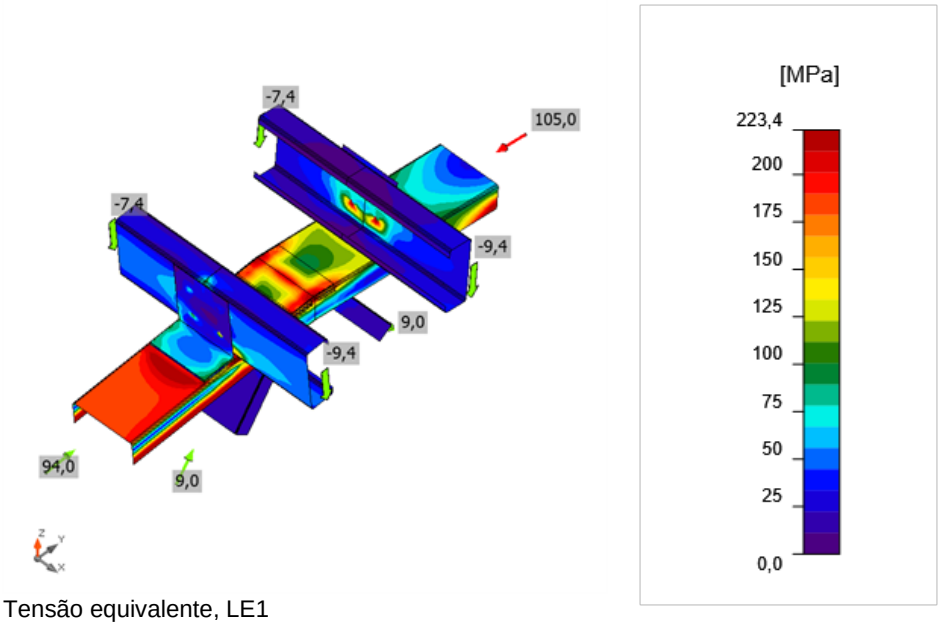
$\phi =$ 0,90 – fator de resistência para o material de aço AISC 360-22 – B3.1



Verificação geral, LE1

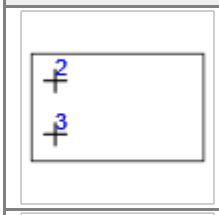
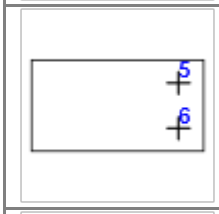
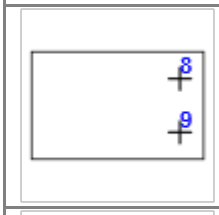
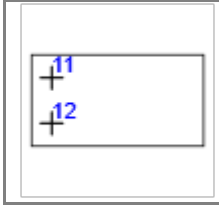


Verificação de deformação, LE1



Tensão equivalente, LE1

Parafusos

Formato	Item	Grau	Cargas	F_t [kN]	V [kN]	$\phi R_{n,suporte}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Det	Status
	B2	5/8 A325 - 1	LE1	4,0	7,9	54,3	4,4	14,5	0,0	OK	OK
	B3	5/8 A325 - 1	LE1	4,3	7,9	54,3	4,7	14,5	0,0	OK	OK
	B5	16 A325 - 2	LE1	4,2	2,3	54,3	4,5	4,2	0,0	OK	OK
	B6	16 A325 - 2	LE1	7,7	2,3	54,3	8,3	4,2	0,0	OK	OK
	B8	16 A325 - 2	LE1	1,6	5,3	54,3	1,8	9,8	0,0	OK	OK
	B9	16 A325 - 2	LE1	18,1	3,7	54,3	19,7	6,8	0,0	OK	OK
	B11	16 A325 - 2	LE1	1,6	6,0	54,3	1,7	11,1	0,0	OK	OK
	B12	16 A325 - 2	LE1	18,6	4,1	54,3	20,2	7,6	0,0	OK	OK

Dados do projeto

Grau	$\phi R_{n,tração}$ [kN]	$\phi R_{n,cisalhamento}$ [kN]
5/8 A325 - 1	92,0	55,2
16 A325 - 2	92,0	55,2

Explicação do símbolo

F_t	Força de tração
V	Resultante das forças cortantes do parafuso Vy e Vz em planos de cisalhamento
$\phi R_{n,suporte}$	Capacidade de carga do parafuso
Ut_t	Utilização em tração
Ut_s	Utilização em cisalhamento
Ut_{ts}	Utilização em tração e cisalhamento
$\phi R_{n,tração}$	Resistência à tração do parafuso - AISC 360-22 – J3.7
$\phi R_{n,cisalhamento}$	Resistência ao cisalhamento do parafuso - AISC 360-22 – J3.7

Resultado detalhado para B12

Verificação de resistência à tração (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nt} \cdot$ 92,0 kN ≥ $F_t =$ 18,6 kN

Onde:

$F_{nt} =$ 620,0 MPa – tensão de tração nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm² – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação da resistência ao cisalhamento (AISC 360-22 – J3-1)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nv} \cdot A_b =$ 55,2 kN ≥ $V =$ 4,1 kN

Onde:

$F_{nv} =$ 372,0 MPa – tensão de cisalhamento nominal AISC 360-22 – Tabela J3.2

$A_b =$ 197,93 mm² – área bruta da seção transversal do parafuso

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência

Verificação de capacidade de carga (AISC 360-22 – J3-6)

$R_n = 1,20 \cdot l_c \cdot t \cdot$ ≤ $2,40 \cdot d \cdot t \cdot F_u$

$\phi R_n =$ 54,3 kN ≥ $V =$ 4,1 kN

Onde:

$l_c =$ 132,92 mm – distância livre, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou borda do material

$t =$ 4,75 mm – espessura da chapa

$d =$ 15,88 mm – diâmetro de um parafuso

$F_u =$ 400,0 MPa – resistência à tração do material conectado

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para apoio em furos de parafusos

Interação da verificação da tração e cisalhamento (AISC 360-22 – J3-2)
A tensão necessária, tanto em cisalhamento quanto em tração, é menor ou igual a 30% da tensão disponível correspondente e os efeitos das tensões combinadas não precisam ser investigados.

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Stat
M334B-tfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	2,8	13,2	21,6	OK	OK
M334B-bfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	3,3	11,8	27,8	OK	OK
M334B-bfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	4,4	13,8	31,7	OK	OK
M334B-bfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,16	14,89	LE1	4,1	9,4	43,7	OK	OK
M334B-bfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,94	LE1	4,9	11,3	43,5	OK	OK
M334B-tfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,94	LE1	4,8	11,4	42,4	OK	OK
M334B-tfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,16	14,89	LE1	3,9	9,3	42,4	OK	OK
M334B-tfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	3,4	11,0	31,2	OK	OK
M334B-tfl 1	M335F	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	3,3	12,4	26,5	OK	OK
M339F-bfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	2,3	9,9	22,9	OK	OK
M339F-bfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	5,1	9,2	56,1	OK	OK
M339F-bfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	3,1	10,0	31,4	OK	OK
M339F-bfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	2,9	11,6	25,1	OK	OK
M339F-bfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	2,1	13,3	15,8	OK	OK
M339F-tfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,56	14,94	LE1	2,8	11,8	24,0	OK	OK
M339F-tfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	3,4	9,6	35,0	OK	OK
M339F-tfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,16	14,89	LE1	4,6	9,2	50,3	OK	OK
M339F-tfl 1	M335C	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	119,36	14,89	LE1	1,9	9,9	19,4	OK	OK
M335F-w 1	Elemento de rigidez 2	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	550,35	15,95	LE1	11,0	14,6	75,0	OK	OK
M335C-w 1	Elemento de rigidez 1	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	550,35	15,95	LE1	6,5	14,7	44,5	OK	OK
M335C-w 1	M335F-w 1	E70xx	-	-	366,00	-	-	-	-	-	OK	OK
M335C-bfl 1	M335F-tfl 1	E70xx	-	-	133,56	-	-	-	-	-	OK	OK
M335C-tfl 1	M335F-bfl 1	E70xx	-	-	133,56	-	-	-	-	-	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	482,6

Explicação do símbolo

t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
◢	Solda de filete
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Resultado detalhado para M335F-w 1 / Elemento de rigidez 2

Verificação da resistência da solda (AISC 360-22 – J2-4)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot$ 14,6 kN ≥ $F_n =$ 11,0 kN

Onde:

$F_{nw} =$ 432,3 MPa – tensão nominal do material de solda:

$F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot sin^{1,5}\theta)$

, onde:

$F_{EXX} =$

482,6 MPa – número de classificação do eletrodo, ou seja, resistência à tração mínima especificada

$\theta =$

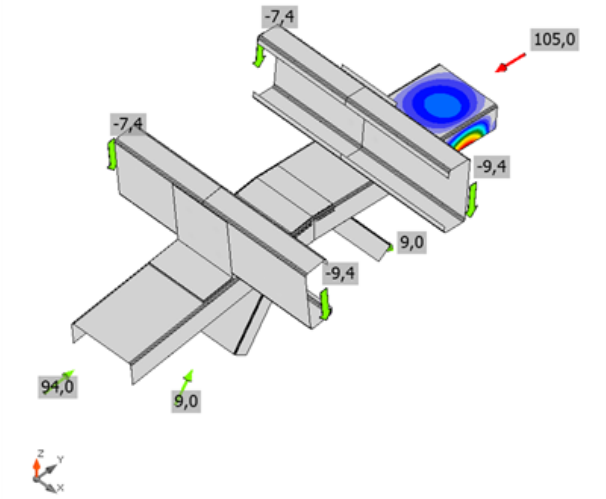
82,2° – ângulo da carga medido a partir do eixo longitudinal da solda

$A_{we} =$ 45,13 mm² – área efetiva do elemento crítico de solda

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para ligações soldadas

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	2,39
	2	2,60
	3	2,69
	4	2,85
	5	4,07
	6	4,33



Forma do primeiro modo de flambagem, LE1

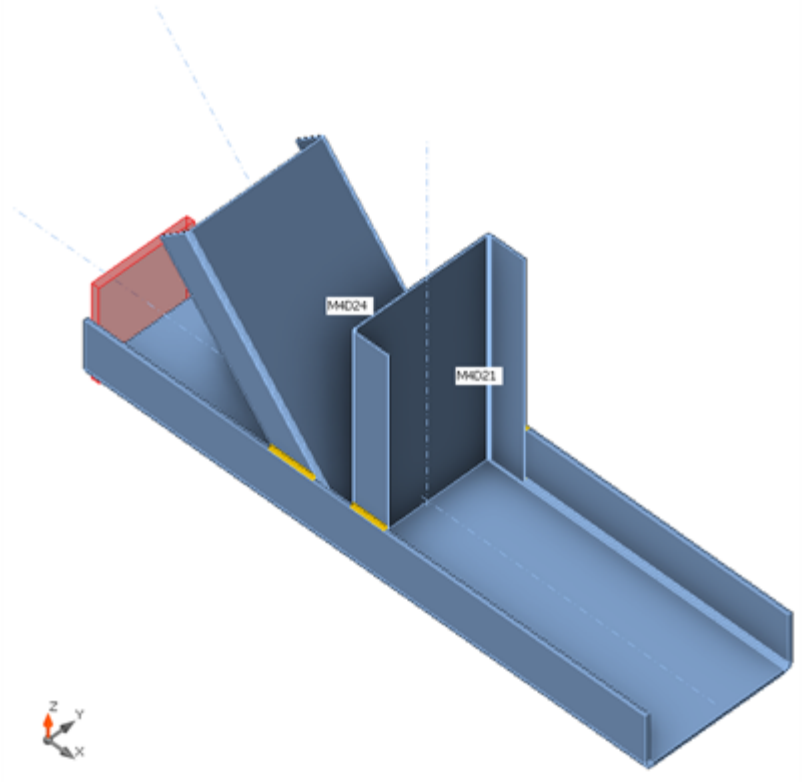
3.4.5 DETALHE TÍP. PLAT. – LIG. ENTRE BANZOS / MONTANTES / DIAGONAIS

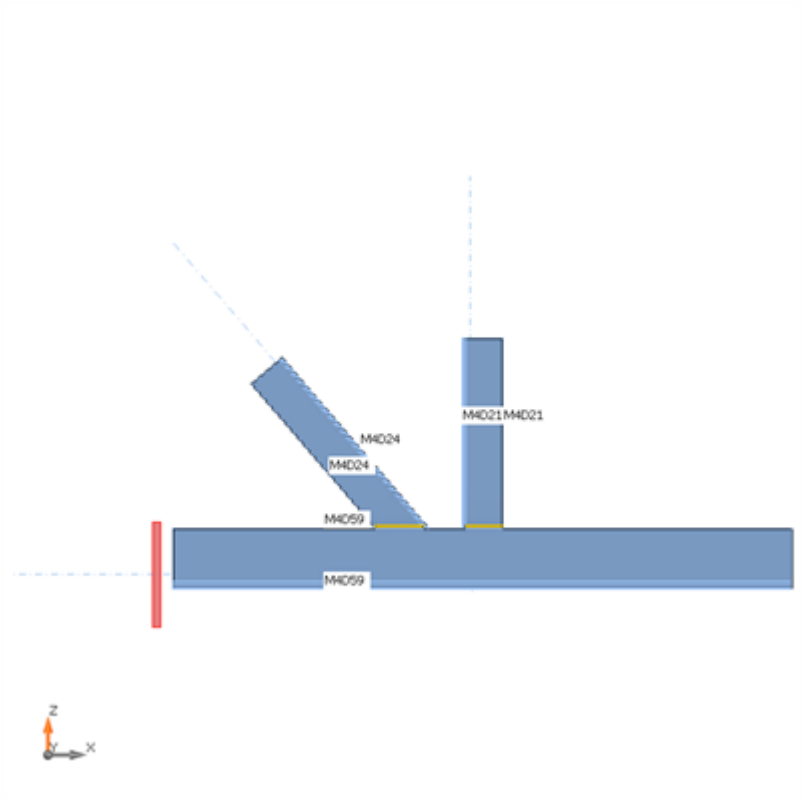
Geometria

Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Deslocamento ex [mm]	Deslocamento ey [mm]	Deslocamento ez [mm]
M4D59	216 - CFU200x75	0,0	0,0	90,0	0,00	17,95	0,00
M4D24	218 - CFU188x50	-180,0	49,3	-90,0	0,00	11,18	0,00
M4D21	218 - CFU188x50	0,0	90,0	-90,0	0,00	-15,36	0,00

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
M4D59 / início	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Posição	0,00
M4D59 / final		Posição	0,00
M4D24 / final		Posição	0,00
M4D21 / final		Posição	0,00





Seções transversais

Nome	Material
216 - CFU200x75	A36
218 - CFU188x50	A36

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M4D59 / Início	-32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D59 / Fim	71,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D21 / Fim	-47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4D24 / Fim	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-2,6	0,0	0,8	0,0	0,7	0,0

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	0,5 < 5,0%	OK
Soldas	76,6 < 100%	OK
Flambagem	1,94	

Chapas

Nome	t_p [mm]	Cargas	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M4D59	4,75	LE1	221,1	0,1	0,0	OK
M4D24	2,25	LE1	223,9	0,3	0,0	OK
M4D21	2,25	LE1	224,3	0,5	0,0	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

t_p	Espessura da chapa
σ_{Ed}	Tensão equivalente
ε_{Pl}	Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensão de contato
F_y	Resistência ao escoamento
ε_{lim}	Limite de deformação plástica

Resultado detalhado para M4D21

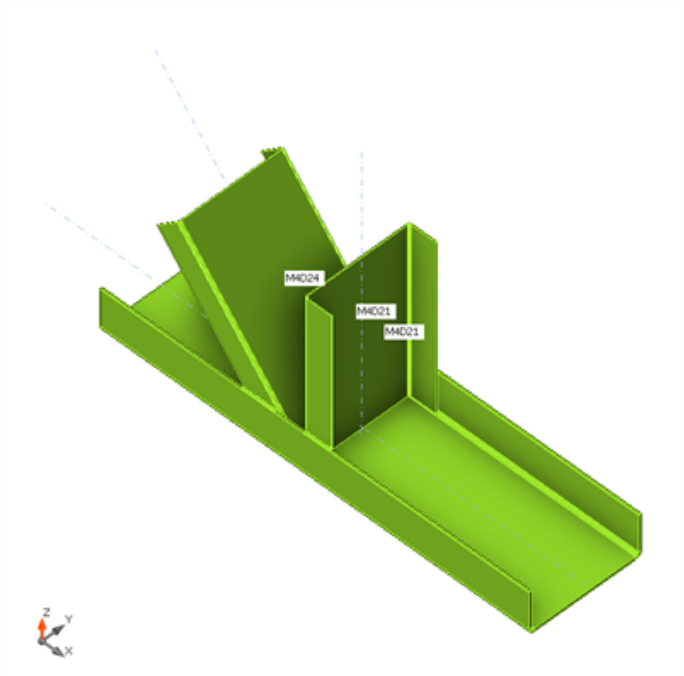
Valores de cálculo utilizados na análise

$\phi F_y =$ 223,4 MPa

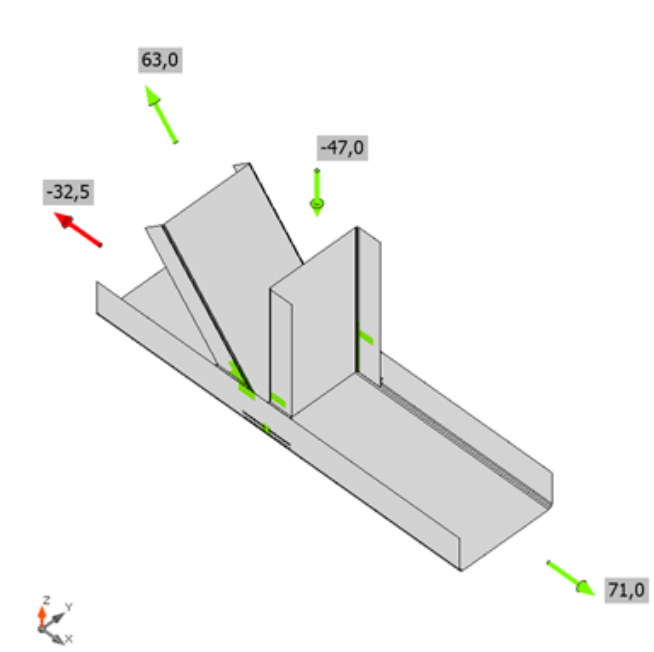
Onde:

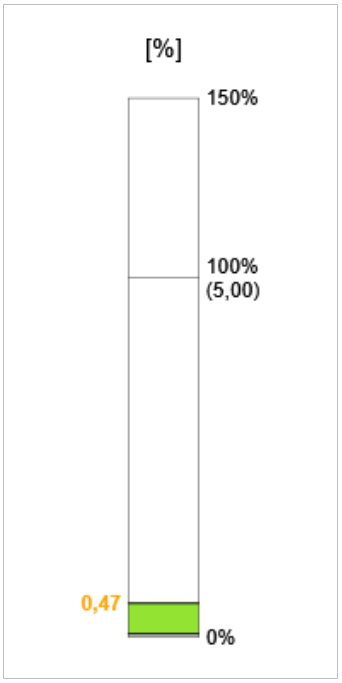
$F_y = 248{,}2$ MPa – resistência característica ao escoamento

$\phi = 0{,}90$ – fator de resistência para o material de aço AISC 360-22 – B3.1

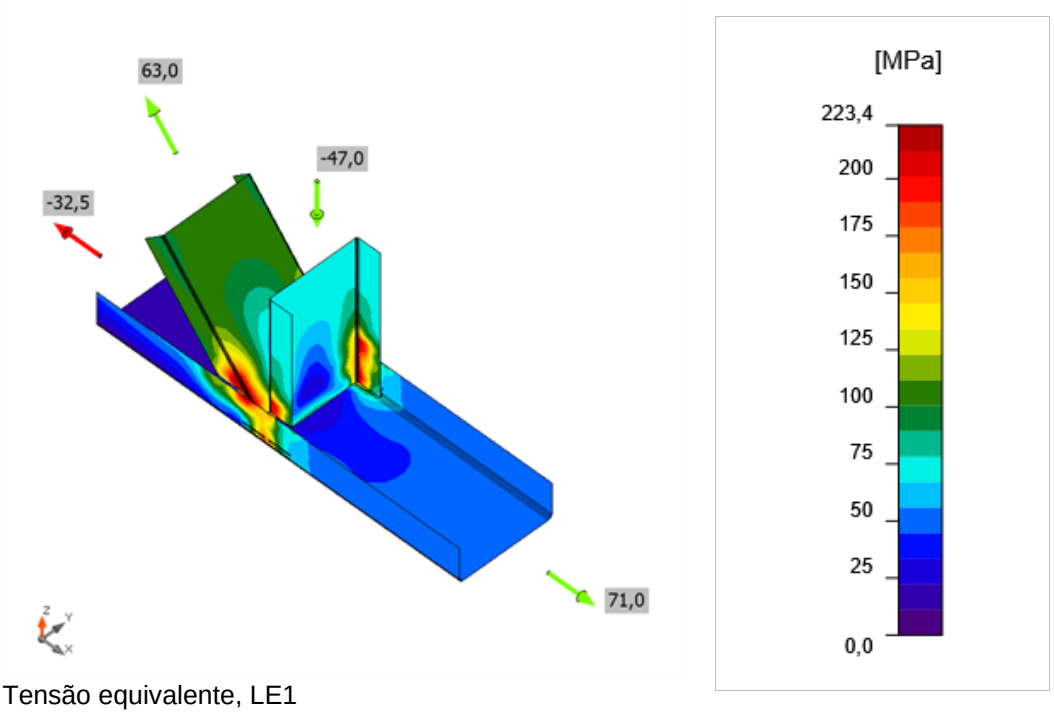


Verificação geral, LE1





Verificação de deformação, LE1



Tensão equivalente, LE1

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Status
M4D24-bfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	91,09	15,25	LE1	10,1	13,4	75,0	OK	OK
M4D21-tfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	185,10	15,12	LE1	8,4	13,3	62,9	OK	OK
M4D24-bfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	199,31	14,95	LE1	8,4	11,0	76,6	OK	OK
M4D24-tfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	199,31	14,95	LE1	8,4	11,0	76,5	OK	OK
M4D21-bfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	185,10	15,12	LE1	8,3	13,3	62,6	OK	OK
M4D24-tfl 1	M4D59	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	91,09	15,25	LE1	10,1	13,4	75,0	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	482,6

Explicação do símbolo

t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
◢	Solda de filete
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Resultado detalhado para M4D24-bfl 1 / M4D59

Verificação da resistência da solda (AISC 360-22 – J2-4)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot$ 11,0 kN ≥ $F_n =$ 8,4 kN

Onde:

$F_{nw} =$ 347,3 MPa – tensão nominal do material de solda:

$F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot sin^{1,5}\theta)$

, onde:

$F_{EXX} =$

482,6 MPa – número de classificação do eletrodo, ou seja, resistência à tração mínima especificada

$\theta =$

32,8° – ângulo da carga medido a partir do eixo longitudinal da solda

$A_{we} =$ 42,29 mm² – área efetiva do elemento crítico de solda

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para ligações soldadas

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	1,94
	2	2,24
	3	2,63
	4	3,55
	5	4,46
	6	4,62

Forma do primeiro modo de flambagem, LE1

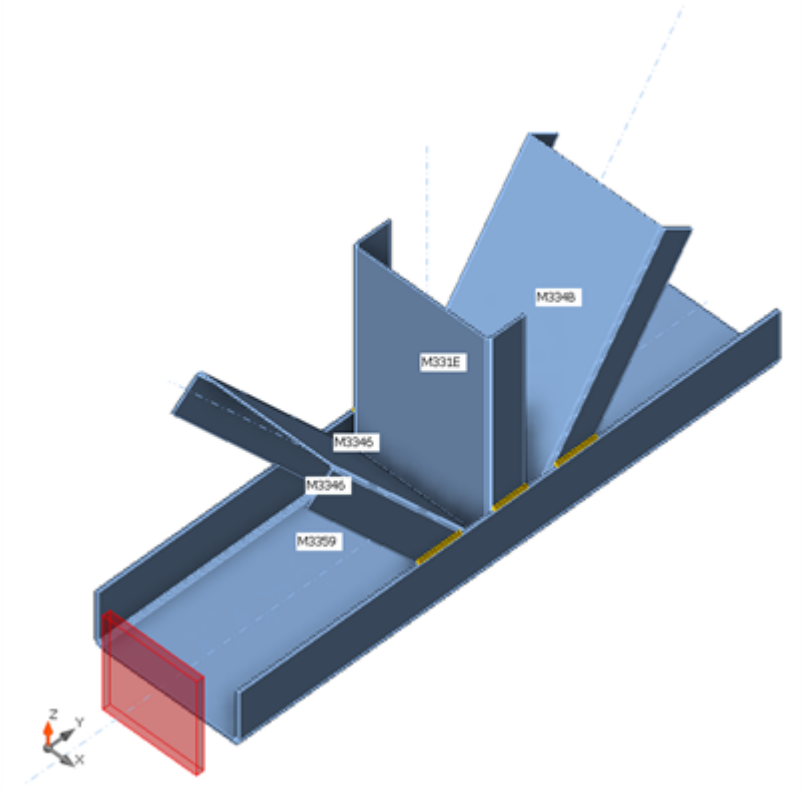
3.4.6 DETALHE TÍP. TRE. – LIG. ENTRE BANZOS / MONTANTES / DIAGONAIS

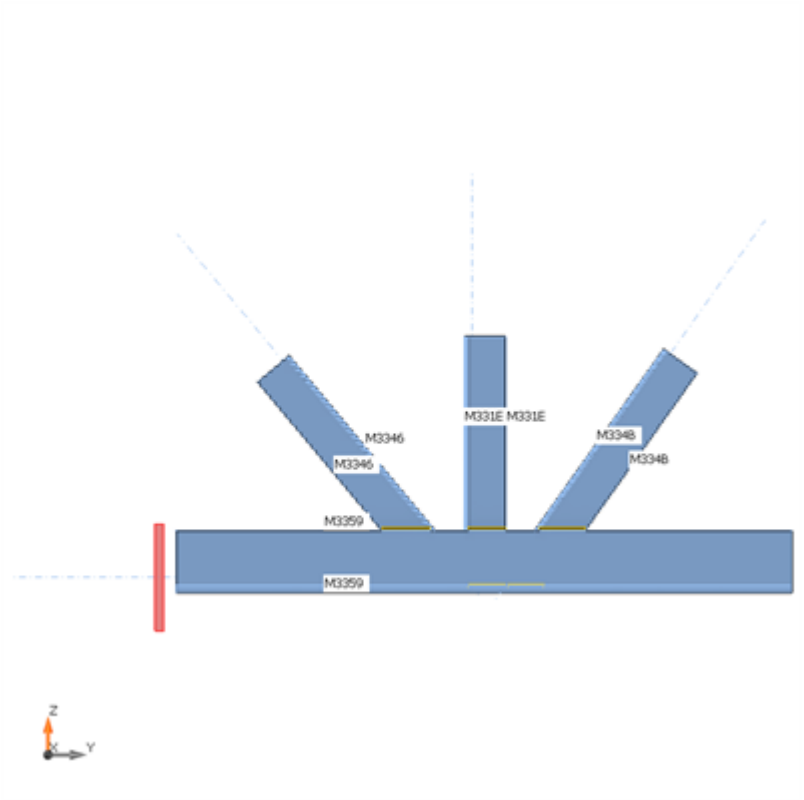
Geometria

Nome	Seção transversal	β – Direção [°]	γ - Passo [°]	α - Rotação [°]	Desloc ex [mm]	Desloc ey [mm]	Desloc ez [mm]
M334B	220 - CFU188x50	90,0	54,6	-90,0	0,00	15,00	0,00
M3359	219 - CFU200x75	90,0	0,0	90,0	0,00	20,48	0,00
M3346	220 - CFU188x50	-90,0	50,1	-90,0	0,00	5,25	0,00
M331E	220 - CFU188x50	0,0	90,0	0,0	0,00	-13,94	0,00

Apoios e forças

Nome	Apoio	Forças em	X [mm]
M334B / final		Posição	0,00
M3359 / início	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Posição	0,00
M3359 / final		Posição	0,00
M3346 / final		Posição	0,00
M331E / final		Posição	0,00





Seções transversais

Nome	Material
220 - CFU188x50	A36
219 - CFU200x75	A36

Efeitos da carga (forças em equilíbrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M3359 / Início	-114,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M3359 / Fim	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M331E / Fim	-2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M3346 / Fim	-11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M334B / Fim	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Forças desbalanceadas

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	-0,8	0,3	0,6	0,0	0,0

Verificação

Nome	Valor	Status da verificação
Análise	100,0%	OK
Chapas	0,0 < 5,0%	OK
Soldas	31,7 < 100%	OK
Flambagem	8,25	

Chapas

Nome	t_p [mm]	Cargas	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M334B	2,25	LE1	141,1	0,0	0,0	OK
M3359	4,25	LE1	115,2	0,0	0,0	OK
M3346	2,25	LE1	165,8	0,0	0,0	OK
M331E	2,25	LE1	79,8	0,0	0,0	OK

Dados do projeto

Material	F_y [MPa]	ε_{lim} [%]
A36	248,2	5,0

Explicação do símbolo

t_p Espessura da chapa
σ_{Ed} Tensão equivalente
ε_{Pl} Deformação plástica
$\sigma_{c,Ed}$ Tensão de contato
F_y Resistência ao escoamento
ε_{lim} Limite de deformação plástica

Resultado detalhado para M3346

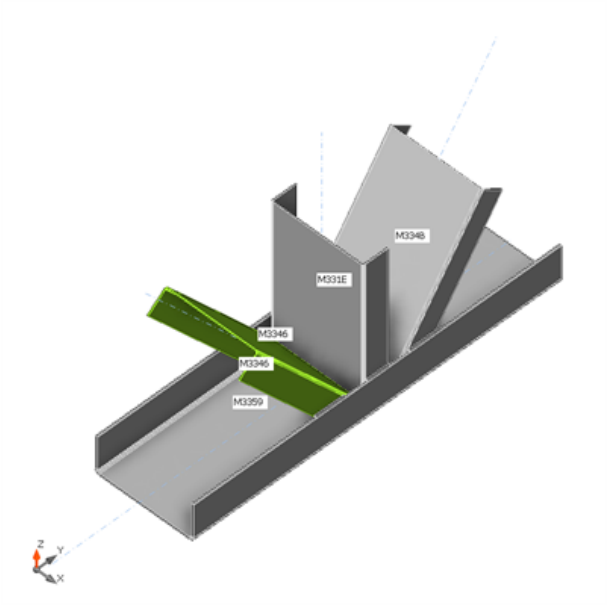
Valores de cálculo utilizados na análise

$\phi F_y =$ 223,4 MPa

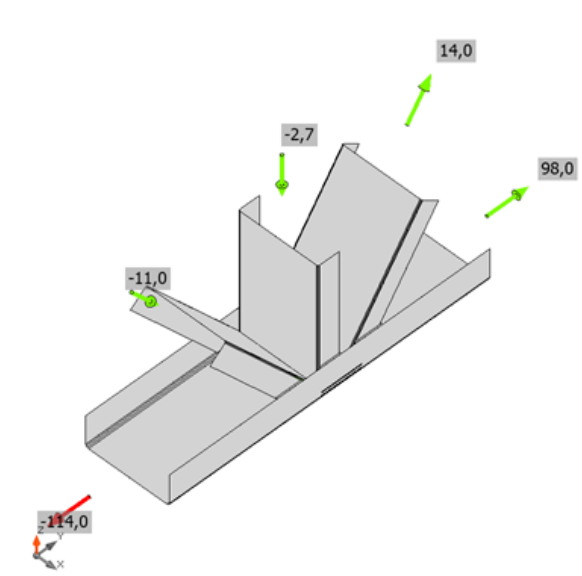
Onde:

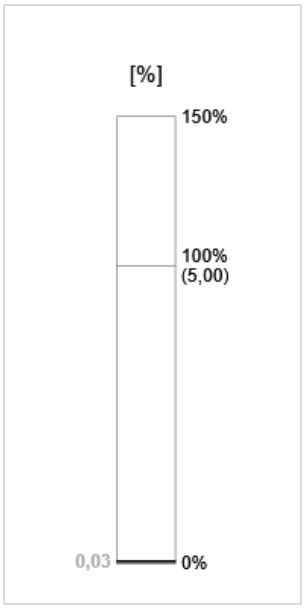
$F_y =$ 248,2 MPa – resistência característica ao escoamento

$\phi =$ 0,90 – fator de resistência para o material de aço AISC 360-22 – B3.1

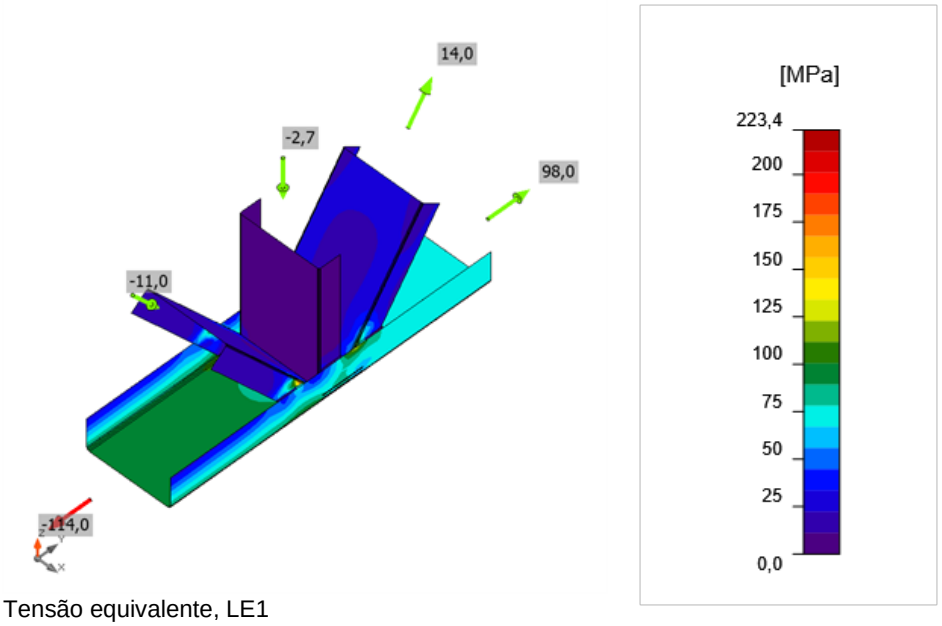


Verificação geral, LE1





Verificação de deformação, LE1



Tensão equivalente, LE1

Soldas

Item	Borda	Xu	t_w [mm]	w [mm]	L [mm]	L_c [mm]	Cargas	F_n [kN]	ϕR_n [kN]	Ut [%]	Det	Stat
M334B-bfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	252,04	13,91	LE1	3,2	10,3	31,7	OK	OK
M334B-bfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	181,68	14,79	LE1	1,8	9,6	18,8	OK	OK
M334B-bfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	177,76	14,79	LE1	2,0	9,5	20,9	OK	OK
M334B-bfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	175,55	14,05	LE1	2,3	11,4	20,3	OK	OK
M334B-tfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	175,00	14,05	LE1	1,5	11,3	13,3	OK	OK
M334B-tfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	175,55	14,05	LE1	2,3	11,4	20,4	OK	OK
M334B-tfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	177,76	14,79	LE1	2,0	9,5	20,7	OK	OK
M334B-tfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	181,68	14,79	LE1	1,8	9,6	18,8	OK	OK
M334B-tfl 1	M3359	E70xx	◢ 2,83	◢ 4,00	252,04	13,91	LE1	3,2	10,2	31,3	OK	OK

Dados do projeto

Material	F_{exx} [MPa]
E70xx	482,6

Explicação do símbolo

t_w	Espessura da garganta da solda
w	Tamanho da perna da solda
L	Comprimento da solda
L_c	Comprimento do elemento crítico de solda
F_n	Força no elemento crítico de solda
ϕR_n	Resistência da solda - AISC 360-22 – J2-4
Ut	Utilização
◢	Solda de filete
F_{exx}	Resistência última avaliada pelo número de classificação do eletrodo

Resultado detalhado para M334B-bfl 1 / M3359

Verificação da resistência da solda (AISC 360-22 – J2-4)

$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot$ 10,3 kN ≥ $F_n =$ 3,2 kN

Onde:

$F_{nw} =$ 347,6 MPa – tensão nominal do material de solda:

$F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot sin^{1,5}\theta)$

, onde:

$F_{EXX} =$

482,6 MPa – número de classificação do eletrodo, ou seja, resistência à tração mínima especificada

$\theta =$

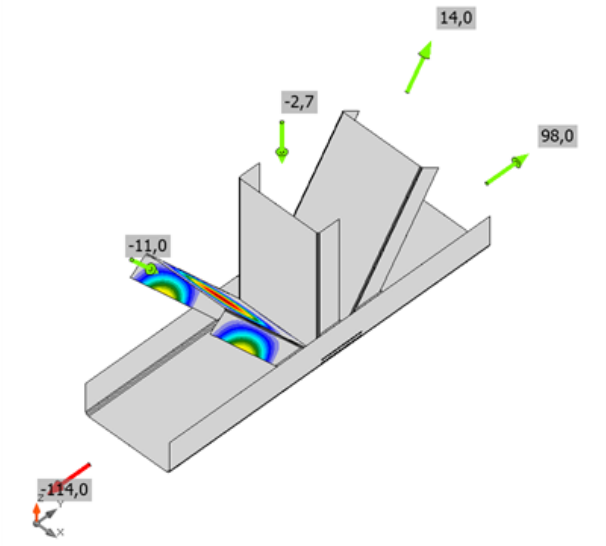
32,9° – ângulo da carga medido a partir do eixo longitudinal da solda

$A_{we} =$ 39,33 mm² – área efetiva do elemento crítico de solda

$\phi =$ 0,75 – fator de resistência para ligações soldadas

Flambagem

Cargas	Formato	Fator [-]
LE1	1	8,25
	2	9,27
	3	9,71
	4	14,45
	5	16,48
	6	18,78



Forma do primeiro modo de flambagem, LE1

4 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

4.1.1 SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTEÇÃO AMBIENTAL

Deverão ser observadas as Normas Regulamentadoras (NR) referentes à Segurança e Medicina do Trabalho, do capítulo V, título II, da CLT.

4.1.2 TRABALHOS EM ALTURA

Todo empregado que necessite trabalhar em altura superior a 2 metros do nível de solo mais próximo e que não seja em plataforma padrão com corrimão deverá utilizar cinto de segurança tipo paraquedista. Em andaimes será sempre obrigatório o uso de cinto de segurança.

Para trabalho em local elevado deverá ser providenciada proteção contra quedas de ferramentas ou objetos e isolada e sinalizada a área de risco.

Cintos de segurança desgastados ou com conectores soltos deverão ser imediatamente colocados fora de utilização.

Quando necessário deverá ser utilizado absorvedores de impacto e trava quedas.

Não será permitida ancoragem de cinto de segurança em corrimão não projetado para tal.

Em trabalho em telhado é obrigatória a utilização de cabo-guia de aço, para fixação do cinto de segurança.

Não será permitido o deslocamento em telhados diretamente sobre as telhas. Será obrigatória a distribuição do peso através de tábuas adequadamente colocadas sobre as telhas.

Não será permitida a elevação vertical de trabalhadores em caçambas de equipamentos.

Plataformas para elevação de pessoal (gaiolas) somente serão permitidas se projetadas e executas por profissional qualificado e autorizado, devendo possuir proteção contra quedas em todas as laterais e a porta abrindo para dentro.

Os equipamentos utilizados no transporte vertical de pessoas e materiais deverão ser inspecionados por pessoa qualificada, por ocasião da instalação e, posteriormente, no mínimo uma vez por semana.

O transporte de pessoas somente poderá ser feito em equipamentos dotados de cabos de aço de suspensão, sem emendas, com diâmetro mínimo de 12mm e deverão ser substituídos quando apresentarem, em um trecho de cinquenta centímetros de comprimento, mais de 5% (cinco por cento) de fios partidos.

Será terminantemente proibido o transporte simultâneo de cargas e pessoas no transporte vertical.

4.1.3 TRANSPORTE, DESLOCAMENTO DE PESSOAL E DE MATERIAL

As normas do Código Brasileiro de Trânsitodeverão ser observados, sendo expressamente proibido o transporte de pessoas em carroceria de veículo e caçamba de máquina. O transporte de pessoal só será permitido em vans ou ônibus.

4.1.4 ANDAIMES

Só poderão ser montados por pessoal treinado e credenciado para andaimes.

Deverão possuir guarda-corpo e rodapé, ser construído com altura de 1,2m para o travessão superior e 0,7m para o travessão intermediário.

Será proibido a utilização ou apoio de escadas sobre piso de andaimes.

Os montantes dos andaimes deverão ser apoiados em sapata sobre base sólida. Os andaimes fachadeiros deverão ter seus encaixes travados com parafusos, contra-pinos ou similares.

Os andaimes deverão ser firmemente fixados à estrutura.

Será proibido o deslocamento da estrutura do andaime, com trabalhador sobre o mesmo.

O ponto de instalação de qualquer equipamento de içar deverá ser escolhido de modo a não comprometer a estabilidade e segurança do andaime.

Andaime não estaiado não poderá exceder em 4 vezes a dimensão da base de apoio.

A movimentação de peça ou parte da montagem do andaime deverá ser feita por corda ou sistema próprio de içamento.

Andaime fachadeiro deverá possuir proteção por tela desde a primeira plataforma, até pelo menos 2 metros acima da última plataforma de trabalho.

Isolar com cerca e placas de aviso a área onde será montado o andaime.

Os andaimes deverão ser montados em conformidade com os requisitos da Norma ABNT NBR 6494 “Segurança nos Andaimes” e item 18.9 da NR18 da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho.

Andaimes em balanço, estruturais ou de formas incomuns só poderão ser montados após aprovação dos croquis de montagem pelo Gerenciador.

Para as Plataforma de andaimes, atentar:

- Tábuas deverão ser isentas de óleo ou graxa;
- Tábuas deverão estar próximas entre si;

- Se houver mais de 2 tábuas, deverão ter fixação com tubos e braçadeiras;
- Não serão permitidas tábuas em balanço;
- O vão livre das tábuas será limitado a 2 metros;
- Emendas topo a topo deverão ter uma travessa sob cada ponto;
- Tábuas em justaposição deverão ter transpasse de 1,00 m de cada lado da travessa;
- O tablado não deverá ter inclinação superior a 15% em qualquer direção.

Usar somente tábuas apropriadas com espessura mínima de 38mm.

Todos os andaimes de quadro deverão possuir travas diagonais.

Em andaimes não poderá ser instalado talha esticador de corrente ou qualquer dispositivo de içamento que possa comprometer a estabilidade e segurança.

Paralisada a montagem de andaime, o seu acesso deverá ser interditado e sinalizado com advertência cujos dizeres serão “ANDAIME INACABADO, NÃO UTILIZAR”.

4.1.5 ESTRUTURAS DE CONCRETO

O concreto deverá ser preparado e atender aos critérios de controle da qualidade previstos na ABNT NBR 12655, enquanto o aço deverá atender a ABNT NBR 7480.

Quando se tratar de concreto dosado em central, além dos requisitos da ABNT NBR 12655, o concreto deverá ainda estar de acordo com o que estabelece a ABNT NBR 7212.

Destacam-se as seguintes recomendações:

- Cada produto deve ser claramente identificável na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias, e os produtos não podem ser estocados em contato direto com o solo.
- Antes de proceder à mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega de concreto dosado em central, é necessário verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.
- As condições e a quantidade disponível de equipamentos necessários ao lançamento e ao adensamento do concreto devem também ser verificadas nesta etapa.
- A equipe de trabalhadores devidamente treinados para a operação de concretagem deve estar dimensionada para realizar as etapas de preparo do concreto (se for o caso), lançamento e adensamento, no tempo estabelecido.

• No caso de concreto dosado em central, o trajeto a ser percorrido pelo caminhão betoneira no canteiro de obras até o ponto de descarga do concreto deve estar desimpedido e o terreno firme, de forma a evitar dificuldades na concretagem e atrasos no cronograma dessa operação.

• O concreto dosado em central deve ser transportado do local do amassamento ou da boca de descarga do caminhão betoneira até o local da concretagem num tempo compatível com as condições de lançamento. O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação.

• O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto do concreto nas fôrmas, evitando o uso de depósitos intermediários; quando estes forem necessários, no manuseio do concreto devem ser tomadas precauções para evitar segregação.

• A circulação dos caminhões deve ser facilitada, para que caminhões vazios possam deixar o local de descarga, dando espaço para entrada de outros. Após a descarga do concreto, a “bica” de descarga deve ser lavada no canteiro de obras.

• O traço do concreto a ser utilizado será em função da resistência do mesmo, que deverá ser de no mínimo 10 MPa para lastro e 30 MPa para os elementos estruturais. O agregado graúdo de ambos os concretos deverá ser de brita ou seixo;

• O preparo do concreto deverá ser mecânico e seu adensamento poderá ser feito por meio de vibradores convenientemente aplicados;

• Quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser executado o controle tecnológico do concreto por empresa ou profissional qualificado;

• Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;

• A inspeção e liberação do sistema de fôrmas, das armaduras e de outros itens da estrutura deve ser realizada antes da concretagem pela FISCALIZAÇÃO. O método de documentação dessa inspeção deve ser desenvolvido e aprovado pelas partes envolvidas antes do início dos trabalhos. Cada um desses aspectos deve ser cuidadosamente examinado, de modo a assegurar que está de acordo com o projeto, as especificações e as normas técnicas.

• O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras. O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes. A altura máxima permitida para o lançamento do concreto deverá ser de 02 (dois) metros.

• Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não devem ter inclinação excessiva, de

modo a evitar a segregação decorrente do transporte. O molde da fôrma deve ser preenchido de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações do sistema de fôrmas.

- A concretagem de cada elemento estrutural deve ser realizada de acordo com um plano previamente estabelecido. Um plano de concretagem bem elaborado deve assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias à estrutura.

- A capacidade (pessoal e equipamentos) de lançamento deve permitir que o concreto se mantenha plástico e livre de juntas não previstas durante a concretagem.

- Todos os equipamentos utilizados no lançamento do concreto devem estar limpos e em condições de utilização e devem permitir que o concreto seja levado até o ponto mais distante a ser concretado na estrutura sem sofrer segregação.

- Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega. Concreto contaminado com solo ou outros materiais não deve ser lançado na estrutura.

- O uso de aditivos, dispersantes, arejadores, acelerados, retardadores de pega etc., só serão permitidos mediante autorização expressa da ENGENHARIA.

- Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e vedadas, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

- As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção de água de emassamento do concreto.

- Não será admitido a utilização da armadura como meio de vibração do concreto.

- Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a 3/4 do comprimento da agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior. Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto.

- Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para: evitar a perda de água pela superfície exposta; assegurar uma superfície com resistência adequada; assegurar a formação de uma capa superficial durável.

- As barras de aço não devem apresentar quaisquer indícios de oxidação, manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

- A armadura não poderá ficar em contato direto com a fôrma, devendo obedecer à distância mínima prevista pela ABNT NBR 6118 e/ou projetos listados no item 5 deste documento.

- Não será conveniente, em uma mesma concretagem, a mistura de tipos diferentes de cimento.

- Não serão permitidas juntas de concretagem com exceção das definidas em projeto.

4.1.5.1 TOLERÂNCIAS

A execução das estruturas de concreto deverá ser a mais cuidadosa possível, a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças e as dimensões e posição da armadura obedeçam às indicações do projeto com a maior precisão possível.

Para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície deverá ser respeitada as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para o comprimento dos elementos estruturais lineares deverá ser respeitado as seguintes tolerâncias dimensionais:

Para fins de liberação dos gastalhos (colarinho) de pilares de um pavimento, a tolerância para posição dos eixos de cada pilar em relação ao projeto é de ± 5 mm.

Onde:

t_{tot} é a tolerância acumulativa ou total da edificação, em milímetros;

H_{tot} é a altura da edificação, em metros.

Dimensão (*s*) cm		Tolerância[1), 3)] (*t*) mm
Tipo de elemento estrutural	Posição da verificação	
Elementos de superfície	Horizontal	5
	Vertical	20[2)]
Elementos lineares	Horizontal	10
	Vertical	10

[1)] Em regiões especiais (tais como: apoios, ligações, intersecções de elementos estruturais, traspasse de armadura de pilares e outras) essas tolerâncias não se aplicam, devendo ser objeto de entendimento entre o reponsável pela execução da obra e o projetista estrutural.

[2)] Tolerância relativa ao alinhamento da armadura.

[3)] O cobrimento das barras e a distância mínima entre elas não podem ser inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6118.

O nivelamento das fôrmas, antes da concretagem, com relação às cotas de projeto, deverá respeitar a tolerância estabelecida a seguir:

$$5\ \text{mm} \le t \le \frac{\ell}{1\ 000} \le 10\ \text{mm}$$

Onde:

t é a tolerância do nivelamento da fôrma, em milímetros;

L é a maior dimensão da fôrma, em metros.

4.1.5.2 LASTRO

Antes da execução das estruturas em concreto armado, deverá ser preparado um lastro de concreto magro com espessura mínima de 5 cm e fck de 10 MPa.

O Lastro deverá ter tempo de cura de pelo menos três dias.

4.1.5.3 FORMAS

As fôrmas serão de madeira tipo Madeirite Resinado, ou similar, com espessura maior ou igual a 12 mm, suficientemente ajustadas, escoradas e estanques, de modo a impedir o movimento e perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto.

As formas deverão suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696.

As formas deverão obedecer aos alinhamentos e dimensões das estruturas de concreto indicadas no projeto e serem construídas de maneira a assegurar a perfeita aparência das superfícies do concreto.

O uso adequado possibilita o reaproveitamento das fôrmas e dos materiais utilizados para sua construção. No entanto, em um processo de utilização sucessiva, devem ser verificadas as características e principalmente a capacidade resistente da fôrma e do material que a constitui.

Antes do lançamento do concreto, as fôrmas deverão ser todas conferidas e devem estar de acordo com o projeto estrutural, completamente limpas, isentas de quaisquer partículas de sujeiras. A retirada das fôrmas só poderá ser executada quando o concreto se encontrar suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam.

Para efeito das obras referidas nesta especificação, as formas se dividem em quatro tipos:

- Forma comum: Utilizada para superfícies de concreto que ficarão cobertas por reaterro, por revestimento ou internamente aos “caixões perdidos". Poderão ser utilizadas, neste caso, tábuas não aparelhadas e de comprimento e largura variáveis;

- Forma para superfície exposta: Utilizada para superfícies de concreto que não terão acabamento ou revestimento. Deverá ser lisa, isenta de irregularidades e com coloração homogênea. Deverão ser de madeira compensada ou revestida de outro material liso e não absorvente. Todas as bordas dos painéis deverão ser em esquadro e retas em ambas as direções;

- Forma para concreto aparente: Utilizada para superfícies de concreto que deverão ficar completamente lisas, isentas de irregularidades e com coloração homogênea, destinadas a acabamento final da estrutura da edificação. Deverão ser usados painéis de madeira compensada plastificada, que poderão ou não coincidir perfeitamente no comprimento, largura e alinhamento;

- Chapisco contra parede de escavação: Considerado como forma o chapisco de argamassa de cimento e areia lançado contra a parede de escavação estável.

4.1.5.4 ESCORAMENTO

O escoramento deverá ter eficiência/ resistência suficiente para suportar a pressão do concreto, cargas atuantes, movimentos e deflexões das partes componentes. Deverão ser observadas as recomendações do projeto e das normas ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15696. A aprovação de projeto ou qualquer tipo de alteração deve ser aprovado pela ENGENHARIA. O escoramento deverá ser calculado para suportar o peso próprio, o peso do concreto fresco (2,6 t/m³) e sobrecarga de 200 kgf/m². Deverão ser considerados também a ação do vento, empuxos laterais, cursos d'água, cargas acidentais, componentes horizontais no caso de escoramento em leque etc.

Onde for prevista a utilização de concreto bombeado deverão ser consideradas também, no dimensionamento dos escoramentos, as vibrações produzidas durante o bombeamento. As deformações dos escoramentos deverão ser verificadas para que seja calculada a contra flecha necessária. Deverá ser elaborado o projeto de remoção e retirada do escoramento.

Os escoramentos poderão ser constituídos por elementos de madeira ou metálicos, desde que sejam aprovados pelo FISCALIZAÇÃO e estejam de acordo com esta especificação. Nos escoramentos de madeira deverão ser evitadas emendas em peças verticais, assim como em peças sujeitas a compressão. Quando isto for inevitável deverão ser eliminadas as possibilidades de deslocamentos laterais ou separação, através da utilização de reforços. Não deverão ser permitidas emendas nos elementos submetidos à flexão.

As peças verticais deverão ser contraventadas por meio de elementos longitudinais e transversais, fixados às mesmas por meio de talas, devendo haver apoio perfeito das vigas nos seus suportes. Peças de seção arredondada deverão ter superfície de contato de pelo menos 2/3 do seu diâmetro. As emendas das estruturas de madeira deverão ser feitas exclusivamente com parafusos e porcas. Não será permitida a utilização de braçadeiras.

Os escoramentos metálicos com braçadeiras poderão ser admitidos desde que satisfaçam as condições estáticas e dinâmicas necessárias. Cuidados especiais deverão ser tomados nos apoios dos escoramentos (cunhas de madeira dura, caixas de areia, parafusos especiais etc.), para permitir ajustes, bem como permitir o descimbramento.

Quando forem utilizadas cunhas de madeira (exclusivamente madeira dura), estas terão inclinação de 1:10 e deverão ser suficientemente largas para permitir perfeito apoio do escoramento. As tábuas destinadas ao trânsito de carrinhos de mão ou

similares deverão ser apoiadas nos escoramentos e nunca nas formas ou armaduras. Os acessos deverão ser feitos em forma de passarelas solidamente construídas ou escadas inclinadas. Para alturas inferiores a 5 m, escadas de estabilidade comprovada poderão ser utilizadas. As passarelas deverão ter largura mínima de 0,80 m.

Quando as rampas de acesso provisório tiverem inclinação superior à 18º, deverão ser colocadas peças transversais, espaçadas de, no máximo, 0,40 m. A inclinação máxima admitida para as rampas, é de 30º. As escadas de madeira deverão ser construídas com madeira resistente e peças retas, sendo proibida a fixação dos degraus unicamente com pregos. Em andaimes situados a mais de 2,00 m acima do terreno natural, assim como passarelas, saídas de escadas etc., deverão ser previstos corrimãos de tubos ou de tábuas na altura de 1,00 m.

A estabilidade dos escoramentos deverá ser verificada periodicamente, principalmente após interrupções longas das obras ou após temporais. Especial atenção deverá ser dada aos elementos de ligação. A desmontagem e a remoção dos escoramentos deverão ser realizadas sem golpes ou vibrações. Deverão ser feitas de modo uniforme, de acordo com o projeto apresentado pela CONTRATADA.

4.1.5.5 ARMAÇÃO

Em nenhum caso deve ser empregado na estrutura de concreto aço de qualidade diferente da especificada no projeto de armação. Cada produto deve ser claramente identificado na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias.

Após a cura do lastro deve-se posicionar as armações obedecendo rigorosamente sua disposição conforme projetos, respeitando sempre o cobrimento mínimo de 5 cm. Todos os elementos de aço utilizados no concreto armado devem estar de acordo com o que prescreve a ABNT NBR 7480.

O corte, estiramento e dobramento das barras e telas de aço deverão ser executadas a frio, de acordo com os detalhes do projeto executivo.

O dobramento das barras, inclusive ganchos, deve ser feito respeitando os diâmetros internos de curvatura da tabela seguinte:

Não será permitido o uso de barras e telas de aço que apresentarem defeitos prejudiciais ao aço, concreto ou aderência entre esses materiais como fissuras, espoliações, bolhas, oxidação excessiva, deformações, manchas de óleo, ou outras imperfeições.

As barras e telas deverão ser armazenadas em local limpo e seco e sem contato direto com o solo. Armaduras que apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão devem passar por limpeza superficial com escova de aço e jato d’água antes do lançamento do concreto.

As emendas deverão ser realizadas por transpasse, conforme especificado em projeto. A montagem da armadura deverá ser feita por amarração, utilizando arame.

O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresente relação água/cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos, ou metálicos com as partes em contato com a fôrma revestidas com material plástico ou outro material similar. Não deverão ser utilizados calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor do que o especificado no projeto.

O arame recozido deverá ser de fio de aço estruturado brando e galvanizado a zinco, de bitola adequada a cada caso

As telas soldadas, quando utilizadas, deverão obedecer às normas ABNT NBR 7480 e ABNT NBR 7481.

O aço utilizado nas telas soldadas será o CA-50 ou o CA-60.

4.1.5.6 LANÇAMENTO

Após o posicionamento das armaduras, realiza-se a concretagem atentando para as premissas mencionadas deste documento. Vale ressaltar que o controle tecnológico do concreto deverá obedecer às normas vigentes, com ensaios de ruptura à compressão axial, tração na flexão e slump test de todos os caminhões que fornecem o concreto para as obras.

Os agregados para a confecção do concreto deverão ser materiais resistentes e inertes, deverão ser limpos e puros, não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas. O agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro máximo ou igual a 4,8 mm. O agregado graúdo consistirá de pedra britada ou seixo rolado, constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros e proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.

A água para preparação do concreto deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleo, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., que possam prejudicar sua ação com os compostos do cimento.

Sempre que houver contado entre concreto existente com concreto novo deverá ser aplicada adesivo de aderência a base resina epóxi Sikadur 32 ou equivalente técnico. As superfícies a serem coladas ou reparadas devem estar limpas, porosas, isentas de pó, oleosidade e partículas soltas.

4.1.5.7 CURA

A superfície do concreto endurecido deverá ser protegida adequadamente contra a ação nociva do sol, do vento e de agentes mecânicos, e deverá ser umedecida com água doce e limpa, de modo a mantê-la úmida, em um período mínimo de dez dias após o lançamento do concreto.

As formas mantidas em contato com o concreto, deverão também ser mantidas saturadas de água até o final da cura ou até a sua retirada.

As superfícies horizontais deverão ser mantidas úmidas, mediante sua cobertura com algum material mantido saturado d´água (areia ou saco de aniagem), ou por rega direta e permanente, ou proteção por aplicação de produtos químicos do tipo Antisol ou similar.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L3-101	Rev.: 00
	Emissão: -	Folha: 1 / 56
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Pedro Fereguetti – CREA: 60638-MG	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: -	Rodovia: BR-369PR	ANTT
Trecho: KM 014+800		Verificado:
Objeto: Memória de Cálculo da Cobertura – BSO-SAU		Aprovado:

Documento de Referência:

- ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L3-101
- ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-L3-102

Documentos Resultantes:

CERNE CONSTRUÇÕES

00	17/12/2024	Pedro Fereguetti	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

2 NORMAS APLICÁVEIS 4

3 MATERIAIS 5

4 CARREGAMENTOS 6

5 ESFORÇOS SOLICITANTES 17

6 DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO: ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU) 24

7 DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES 51

8 CONSIDERAÇÕES GERAIS 56

1 APRESENTAÇÃO

Faz parte do escopo deste memorial o dimensionamento da estrutura da cobertura da EPR – Paraná – BSO-SAU tipo 1

O sistema estrutural consiste perfis formados a frio com as tesouras de treliças triangulares apoiadas nas paredes de vedação. As paredes de vedação proporcionam a estabilização horizontal da estrutura da cobertura. A cobertura possui 8,34 m x 11,76 m e pé direito de 2,70 m.

A abstração do modelo real em modelo discreto foi feita através do software de modelagem STRAP, onde foram utilizados elementos finitos de barras na sua representação.

2 NORMAS APLICÁVEIS

NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;

NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;

NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;

NBR 6123 – Forças devido ao vento em edificações;

3 MATERIAIS

•	Perfis Formados a Frio Tipo U	Fy 250 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 250)
•	Perfis Formados a Frio Cartola	Fy 230 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 230)
•	Chapas	Fy 250 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 250)

4 CARREGAMENTOS

4.1 Peso Próprio (PP)

Conforme peso específico do aço de 7850 kg/m³.

4.2 Carga Permanente (CP)

Telha metálica = 5 kg/m²

4.3 Sobrecarga (SC)

Sobrecarga na Cobertura = 25 kg/m²

4.4 Vento

Os esforços de vento foram calculados de acordo com a NBR 6123

Dados:

V = 43 m/s Velocidade básica do vento;

S1 = 1,00 Fator topográfico;

S2 = 0,836 Categoria III, Classe A

S3 = 1,00

q = 0,613 x Vk2

Vk = V0 x S1 x S2 x S3

V¬k = 43 x 1,00 x 0,836 x 1,00 = 35,95 m/s

q = 0,613 x 33,852 = 792,15 N/m² = 77,68 kgf/m²

Coeficiente de Pressão Interna (Quatro faces igualmente permeáveis)

C_{pi} = 0,00

-0,30

4.5 Variação de Temperatura

O efeito da variação de temperatura foi desprezado com base nas dimensões específicas da estrutura em questão. Segundo a NBR 8800:2024, para casos em que a variação uniforme de temperatura não é levada em conta na análise estrutural, é recomendável que a distância entre as subestruturas de contraventamento não ultrapasse 60 metros em edificações industriais. Adicionalmente, conforme apontado por Ildony H. Bellei, “Em estruturas convencionais protegidas dos raios solares, para uso em temperatura ambiente, o efeito da temperatura é desprezado.”

4.6 Modelo Geométrico

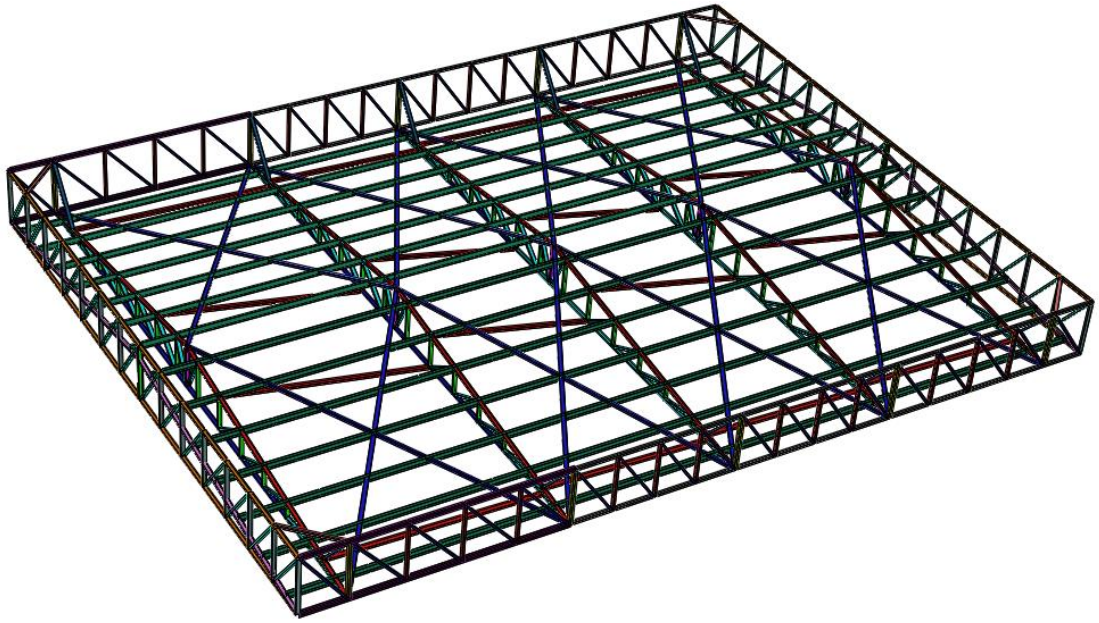


Figura 1. Vista Isométrica

As barras foram modeladas utilizando elementos finitos de barras. O círculo ao final de cada barra indica umas ligações rotuladas. Quando não houver esta representação, entenda-se como ligação engastada.

Para o sistema de apoio, o programa segue a seguinte representação e convenção:

Engastado	Define Apoios Engastados aplicados aos nós do modelo,onde todos os graus de liberdade de translação e rotação relevantes ao tipo de modelo serão restringidas.
Articulado	Define Apoios Engastados aplicados aos nós do modelo,onde todos os graus de liberdade de translação relevantes ao tipo de modelo serão restringidos.
Outro	Define outro tipo de apoio, onde o usuário define quais graus de liberdade estão restringidos e quais estão livres para transladar e rotacionar.

Figura 2. Sistema de Representação dos Apoios.

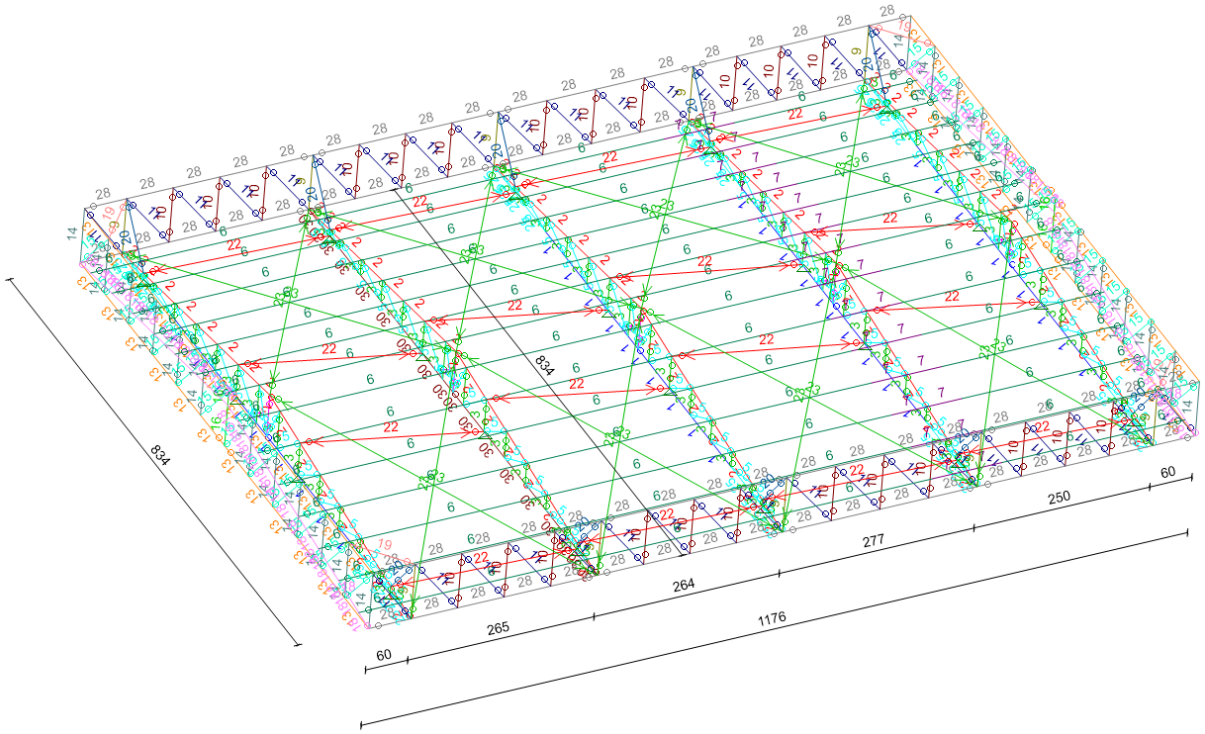
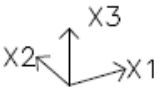


Figura 3. Vista 3D - Número das propriedades.



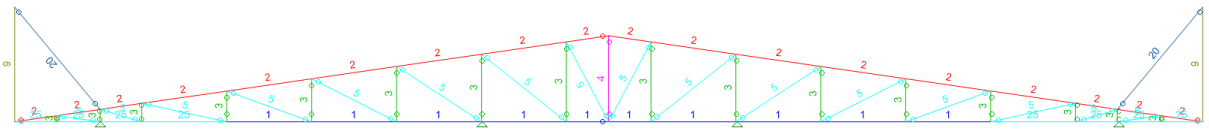


Figura 4. Tesoura Eixo 1,3,4 e 5 - Número das propriedades

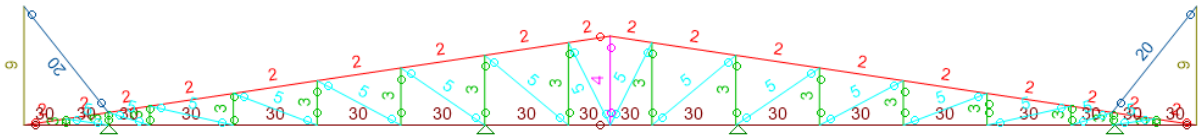
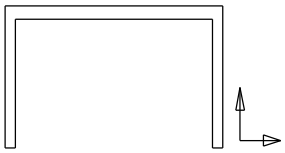


Figura 5. Tesoura Eixo 2 - Número das propriedades

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

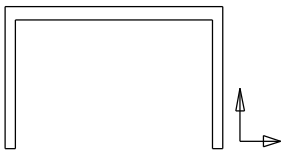
PROPRIEDADE N.1 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



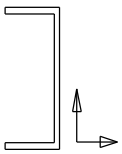
PROPRIEDADE N.2 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



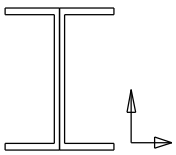
PROPRIEDADE N.3 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.4705E+01 I3=0.7464E+00 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=2.500 h3=5.000 e2=1.817 e3=2.500
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =25.0mm



PROPRIEDADE N.4 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.9411E+01 I3=0.2610E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.5 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

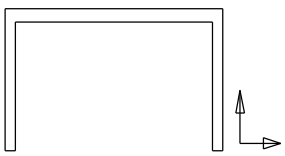
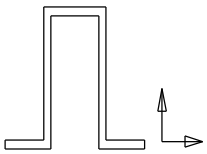


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

PROPRIEDADE N.6 - Car65X35X27#0.80

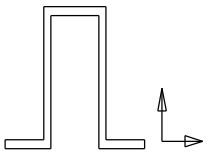
TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

A=0.1710E+01 I2=0.1042E+02 I3=0.7407E+01 J=0.3648E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=42.908 SF3=0.500
h2=8.740 h3=6.500 e2=4.370 e3=3.535
Chapa dobrada Car65X35X27#0.80
H =65.0mm t =0.8mm
B =87.4mm



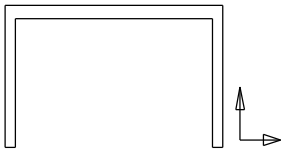
PROPRIEDADE N.7 - Car65x35x27#1.30

A=0.2736E+01 I2=0.1632E+02 I3=0.1157E+02 J=0.1541E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=42.350 SF3=0.500
h2=8.640 h3=6.500 e2=4.320 e3=3.538
Chapa dobrada Car65x35x27#1.30
H =65.0mm t =1.3mm
B =86.4mm



PROPRIEDADE N.8 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.9 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.2610E+01 I3=0.9411E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

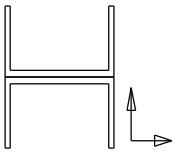
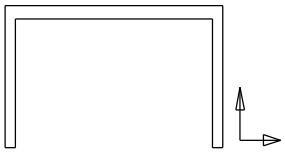


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

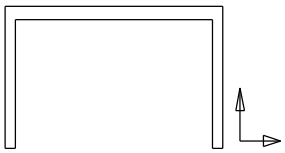
PROPRIEDADE N.10 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



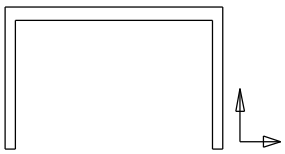
PROPRIEDADE N.11 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.13 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.14 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.4705E+01 I3=0.7464E+00 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=2.500 h3=5.000 e2=1.817 e3=2.500
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =25.0mm

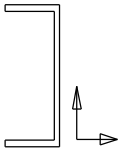
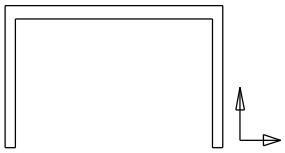


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

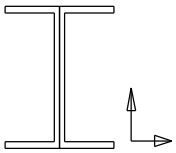
PROPRIEDADE N.15 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



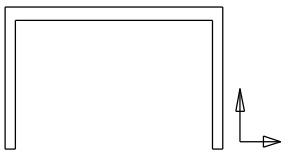
PROPRIEDADE N.16 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.9411E+01 I3=0.2610E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.18 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.19 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

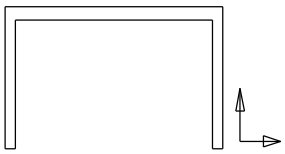
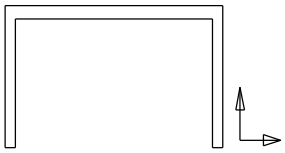


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

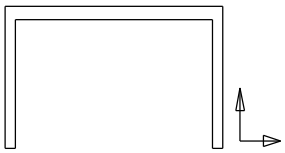
PROPRIEDADE N.20 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



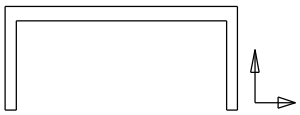
PROPRIEDADE N.21 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.22 - U#75x25#0.65

A=0.7986E+00 I2=0.4550E+00 I3=0.6584E+01 J=0.1125E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=24.703 SF3=0.500
h2=7.500 h3=2.500 e2=3.750 e3=1.972
Chapa dobrada U#75x25#0.65
H =25.0mm t =0.6mm
B =75.0mm



PROPRIEDADE N.23 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

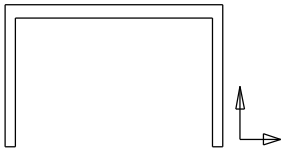
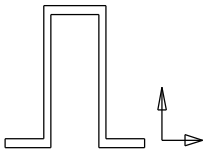


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

PROPRIEDADE N.24 - Car65x35x27#1.30

A=0.1710E+01 I2=0.1042E+02 I3=0.7407E+01 J=0.3648E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=42.908 SF3=0.500
h2=8.740 h3=6.500 e2=4.370 e3=3.535
Chapa dobrada Car65x35x27#1.30
H =65.0mm t =0.8mm
B =87.4mm



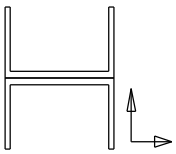
PROPRIEDADE N.25 - U#55x25#2.00

A=0.1969E+01 I2=0.1168E+01 I3=0.8849E+01 J=0.2625E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=20.085 SF3=0.500
h2=5.500 h3=2.500 e2=2.750 e3=1.814
Chapa dobrada U#55x25#2.00
H =25.0mm t =2.0mm
B =55.0mm



PROPRIEDADE N.27 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.2610E+01 I3=0.9411E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.28 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.2610E+01 I3=0.9411E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

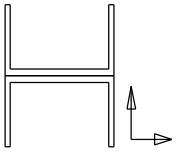
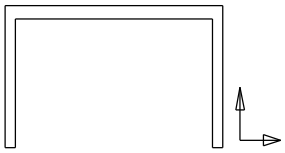


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

PROPRIEDADE N.30 - U#50x25#2.00

A=0.1868E+01 I2=0.1131E+01 I3=0.7065E+01 J=0.2491E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.085 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.782



Chapa dobrada U#50x25#2.00
H =25.0mm t =2.0mm
B =50.0mm

5 ESFORÇOS SOLICITANTES

5.1 Carregamento Peso Próprio (PP)

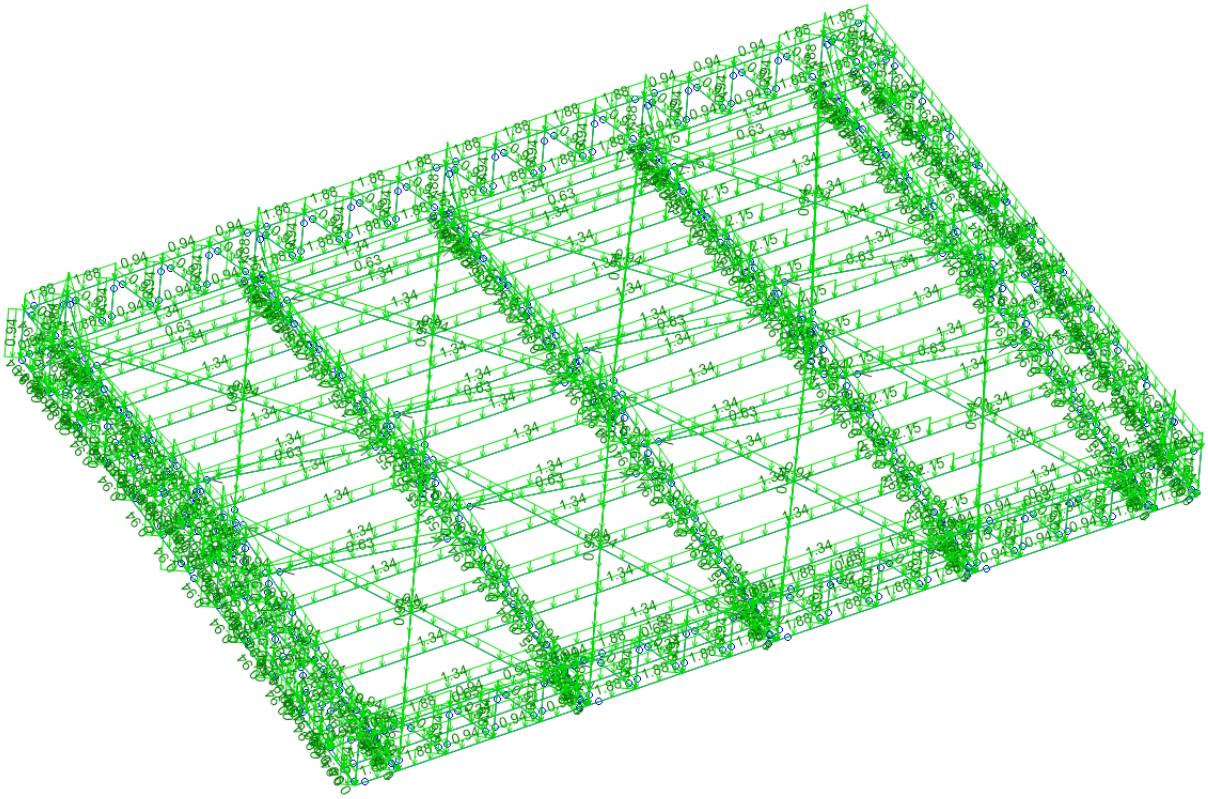


Figura 6. Representação Carregamento PP

5.2 Carga Permanente (CP)

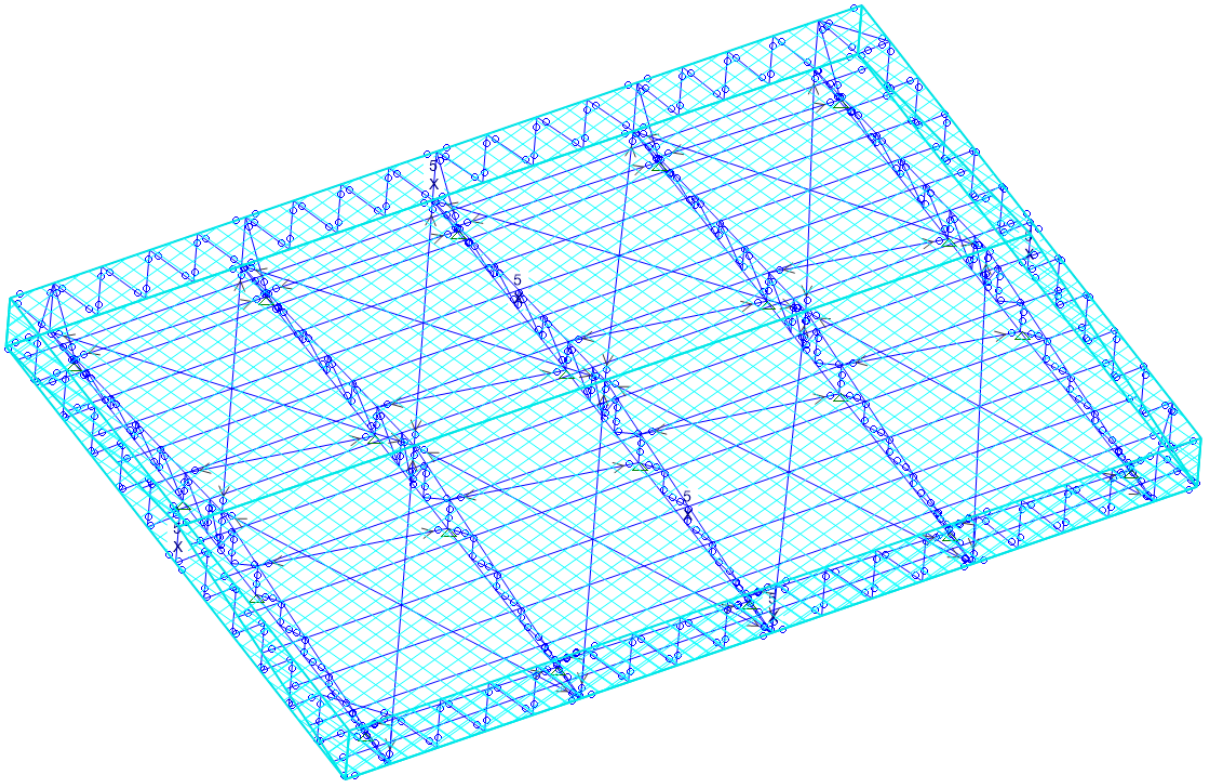


Figura 7. Representação Carregamento CP

5.3 **Sobrecarga**

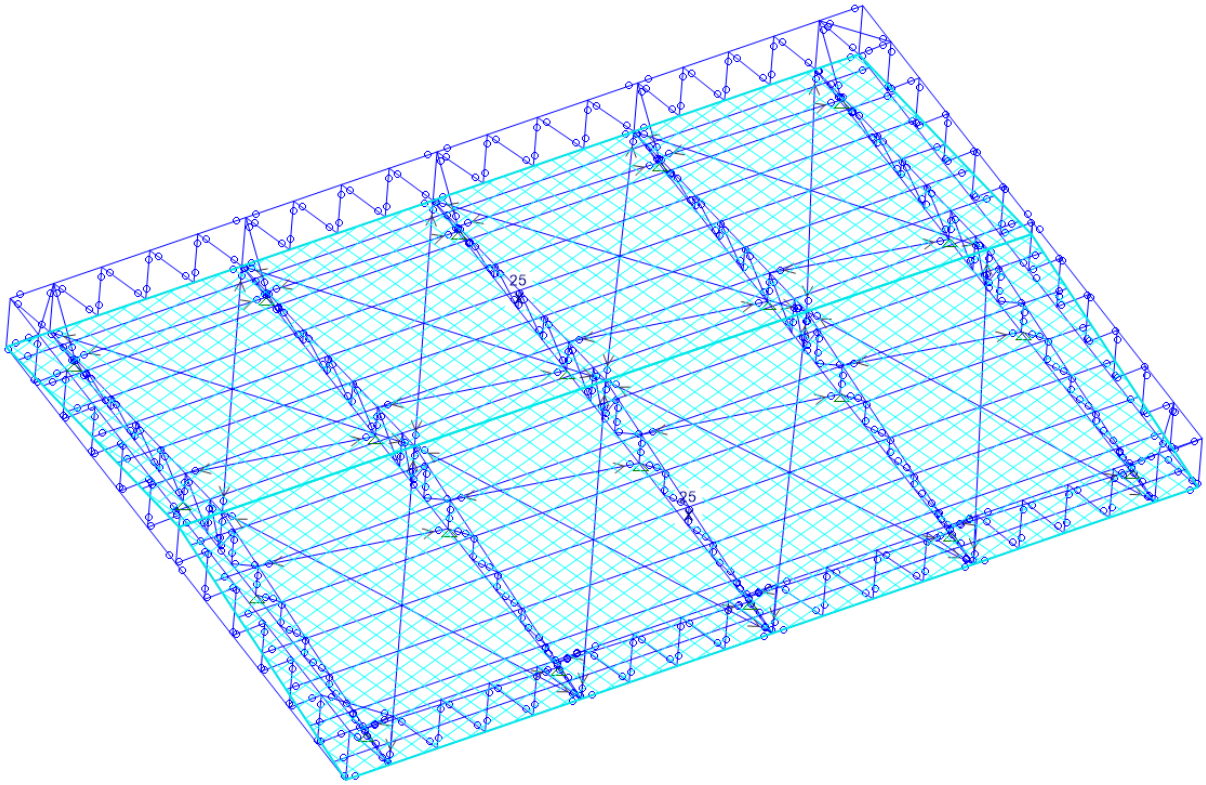


Figura 8. Representação Carregamento SC - Cobertura.

5.4 Carregamento Vento

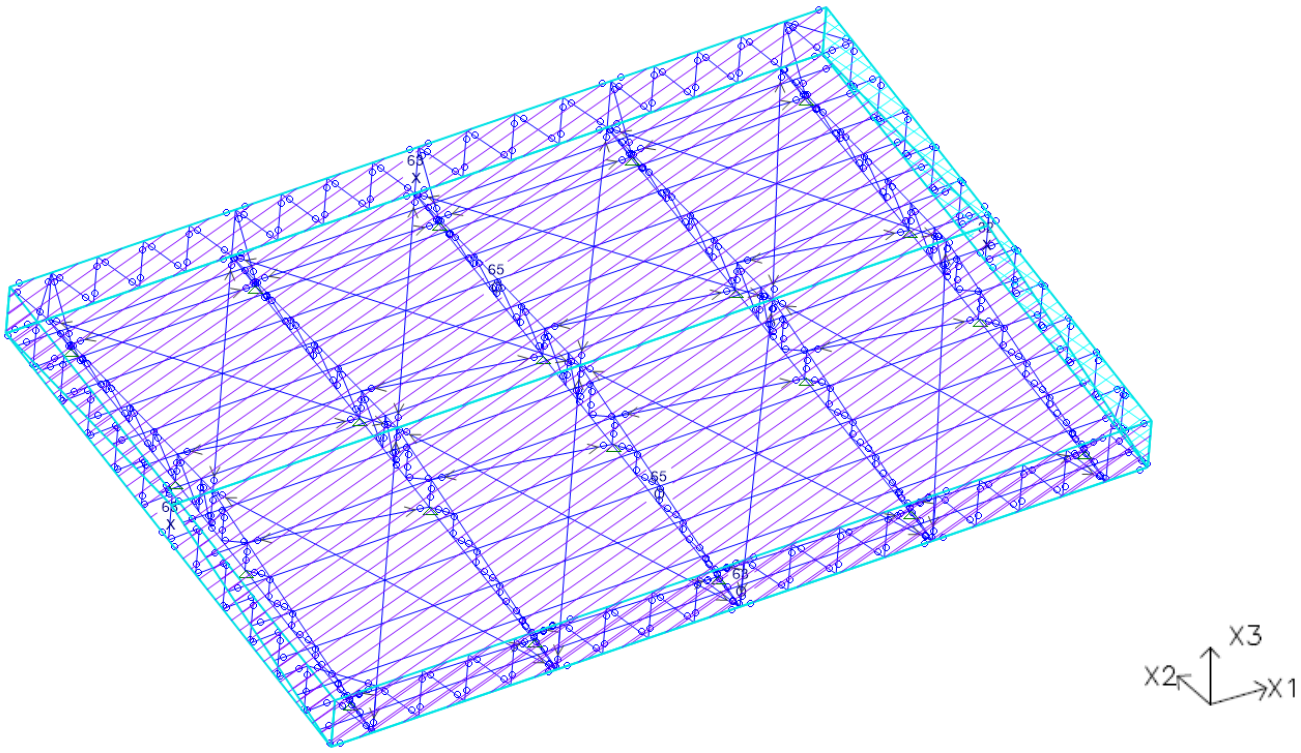


Figura 9. Representação Carregamento VENTO +X1 – CPI 0,0.

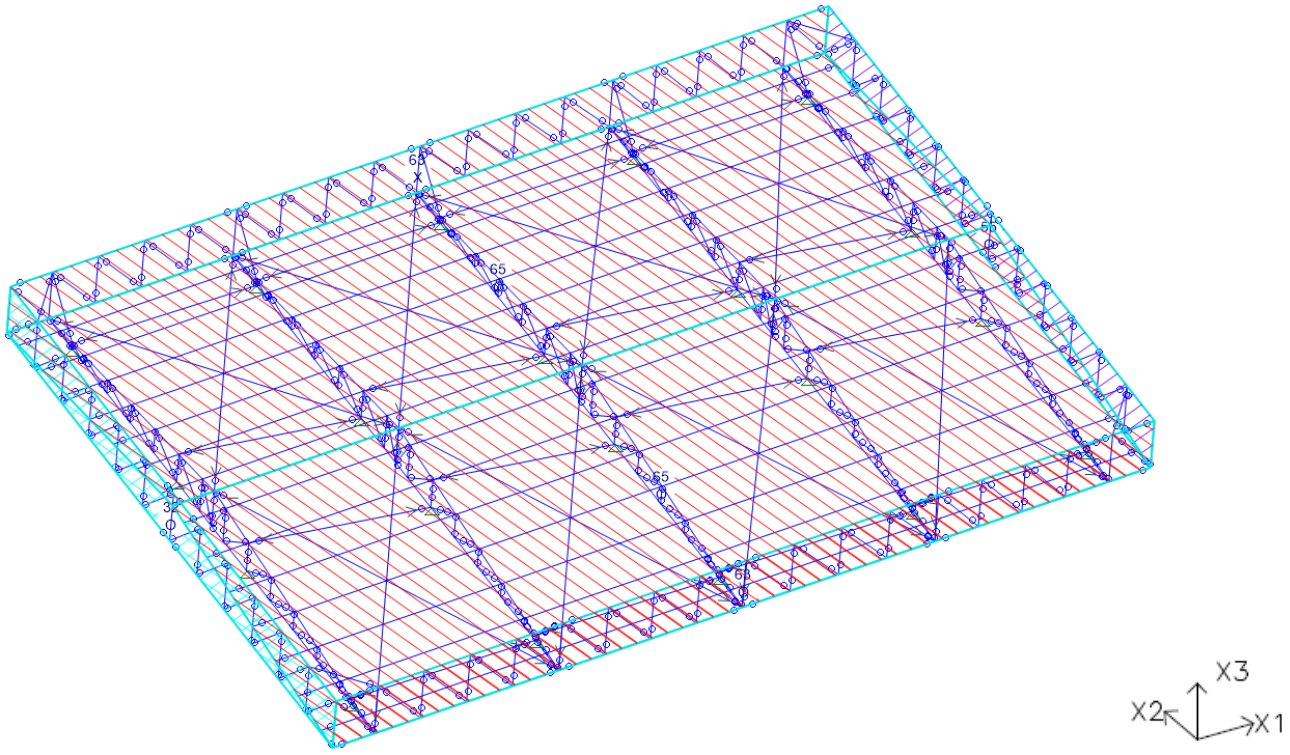


Figura 10. Representação Carregamento VENTO -X1 – CPI 0,0.

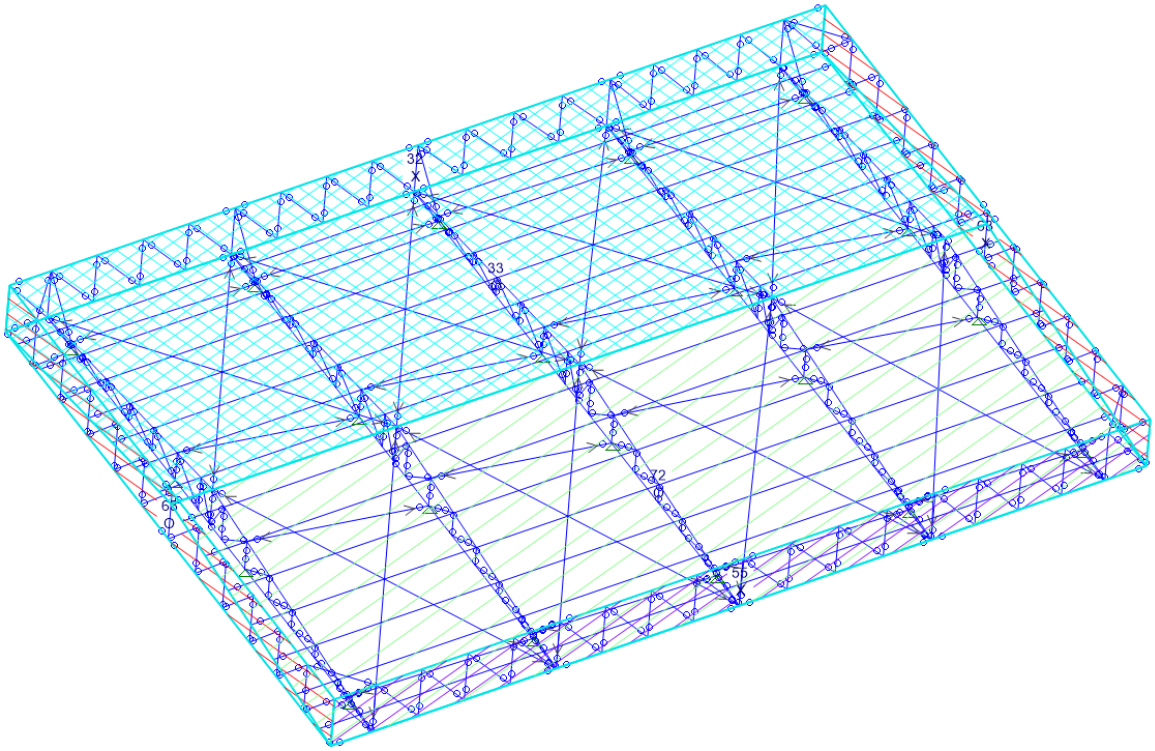


Figura 11. Representação Carregamento VENTO +X2 – CPI 0,00

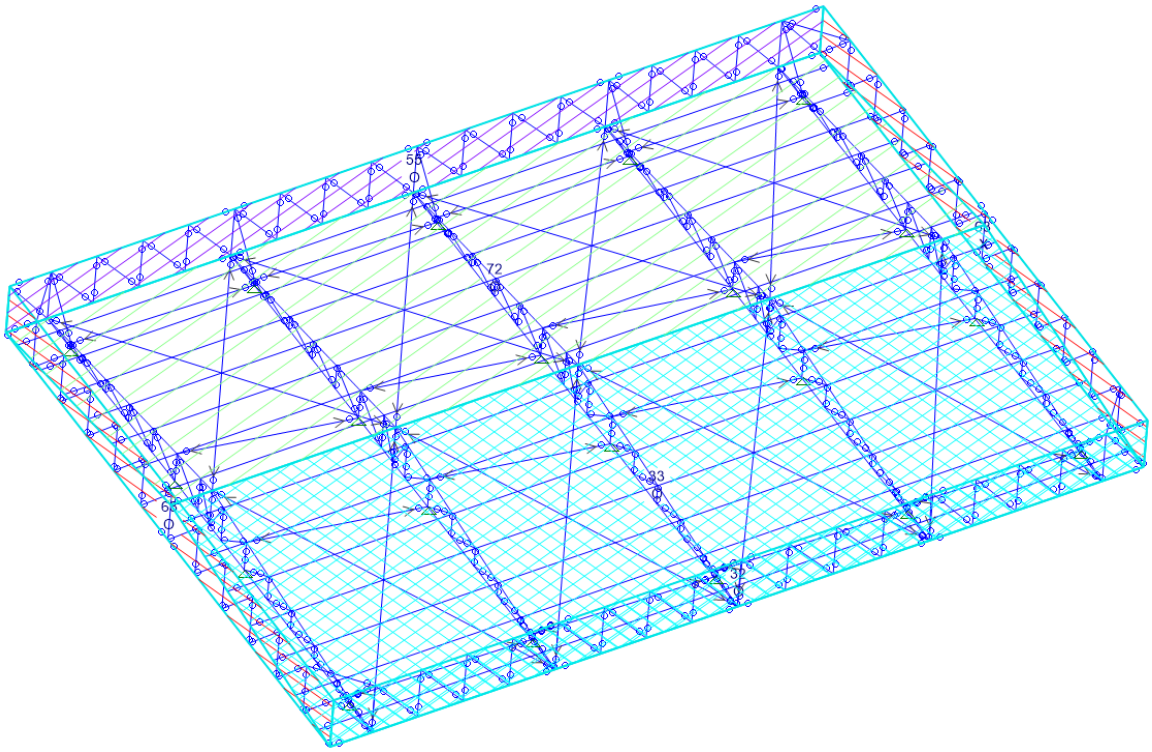


Figura 12. Representação Carregamento VENTO -X2 – CPI 0,00

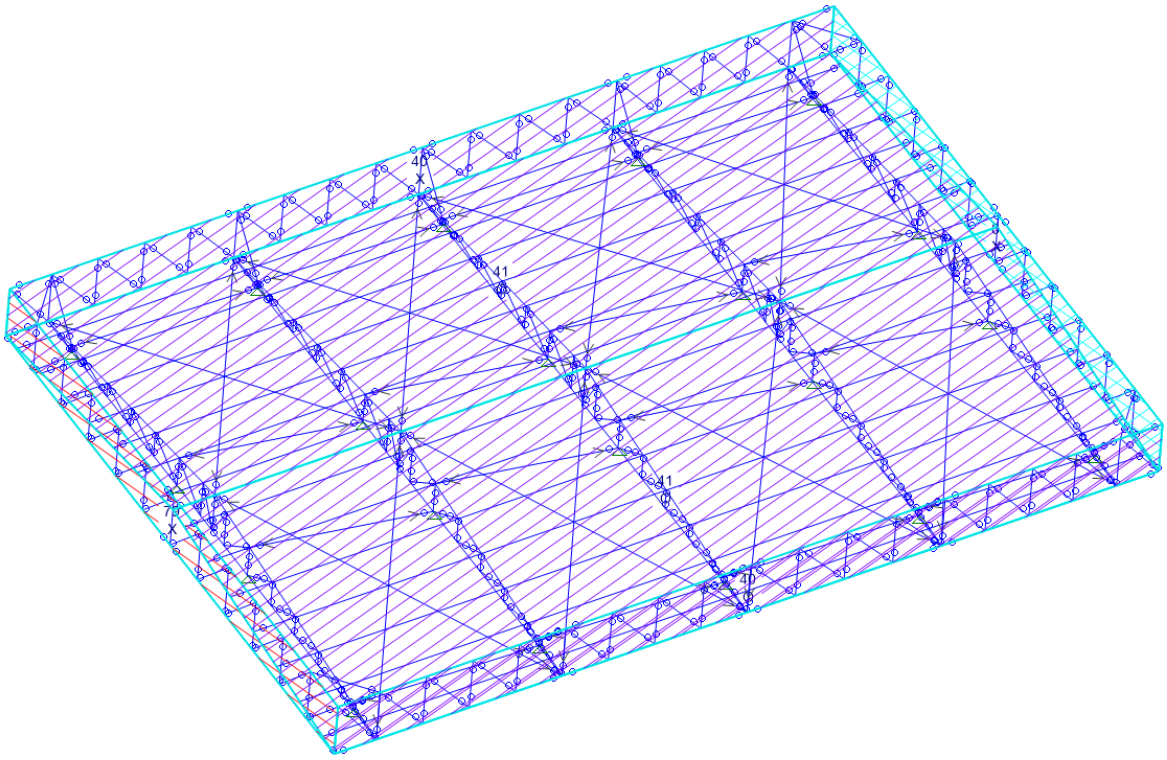


Figura 13. Representação Carregamento VENTO X1 + CPI -0,30

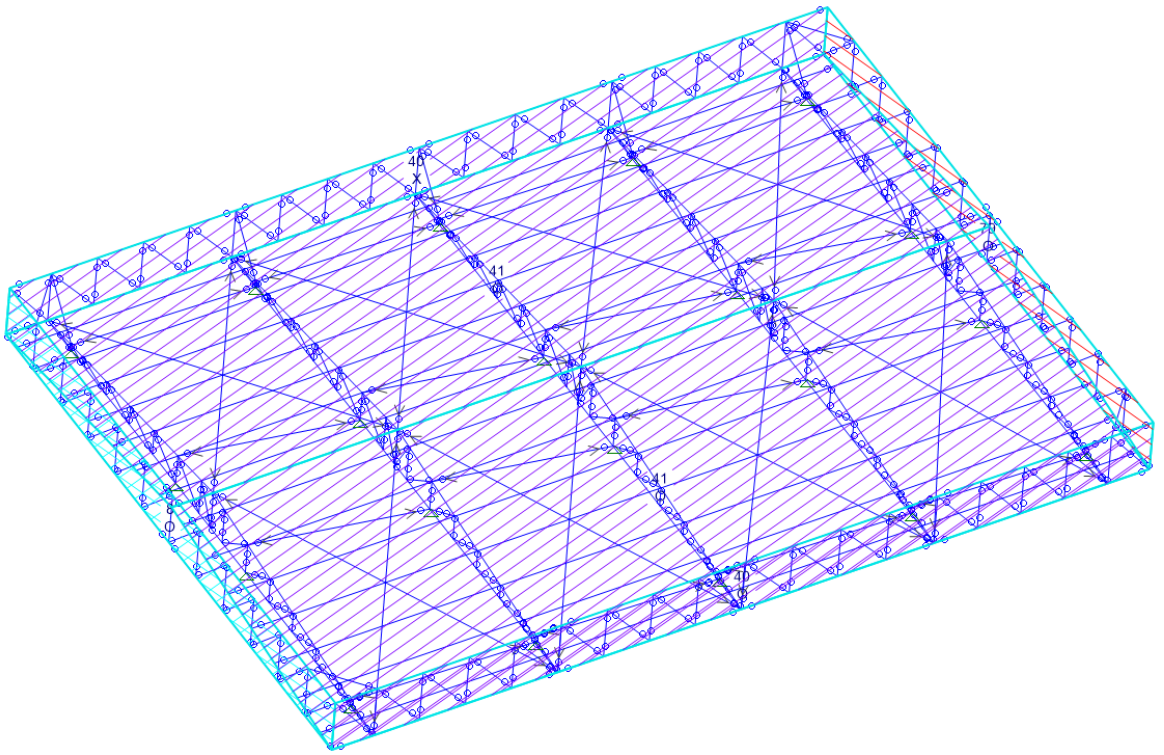


Figura 14. Representação Carregamento VENTO -X1 – CPI -0,30

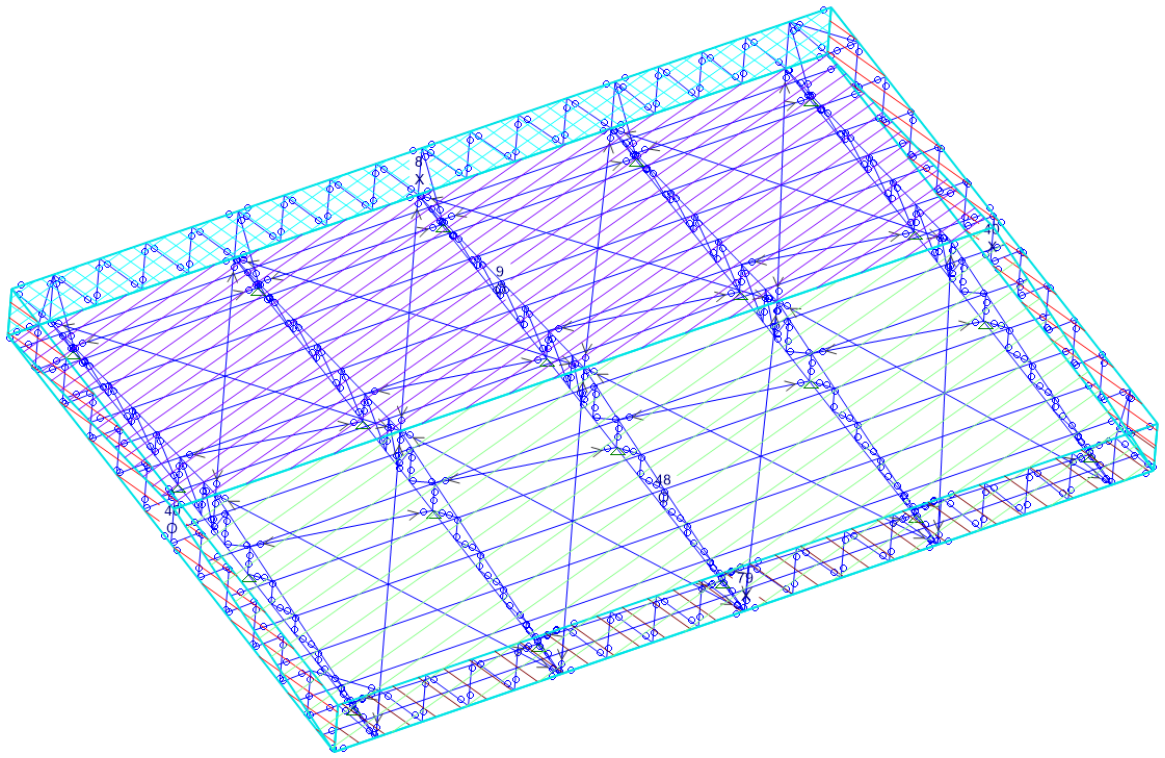


Figura 15. Representação Carregamento VENTO +X2 – CPI -0,30

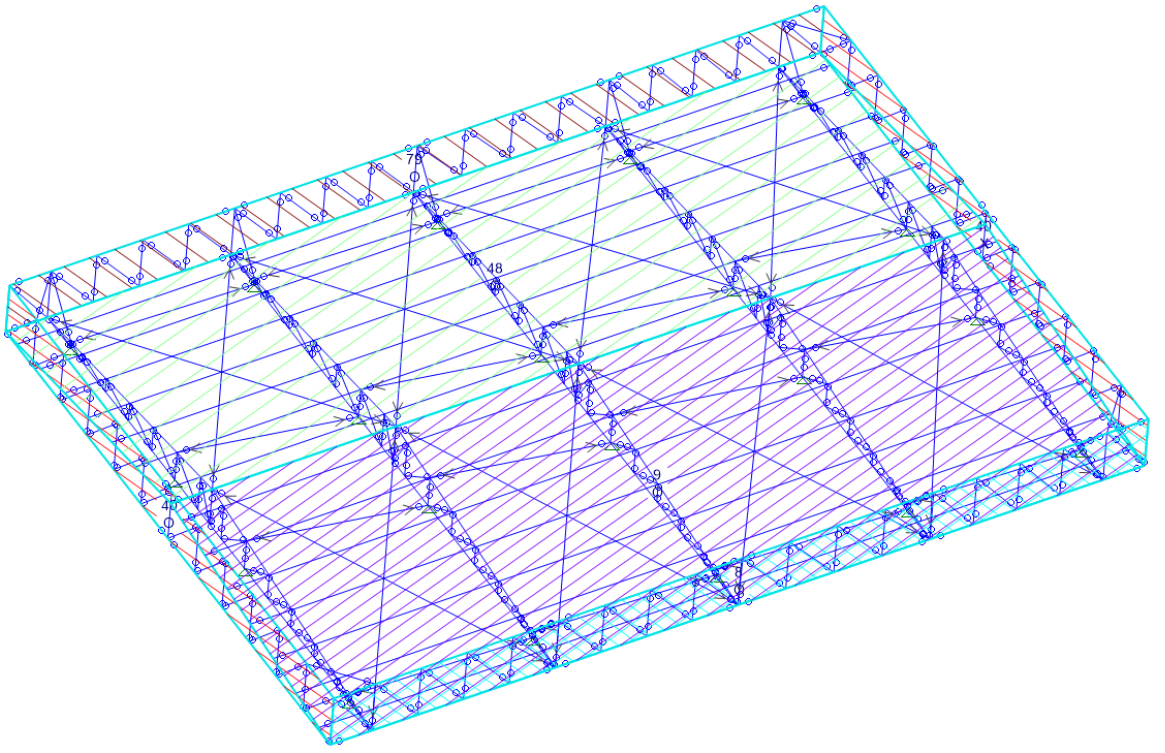


Figura 16. Representação Carregamento VENTO -X2 – CPI -0,30

6 DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO: ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

O dimensionamento eletrônico é representado pelo software em forma de porcentagem de utilização do elemento, seja ele no Estado Limite Último ou no Estado Limite de Serviço.

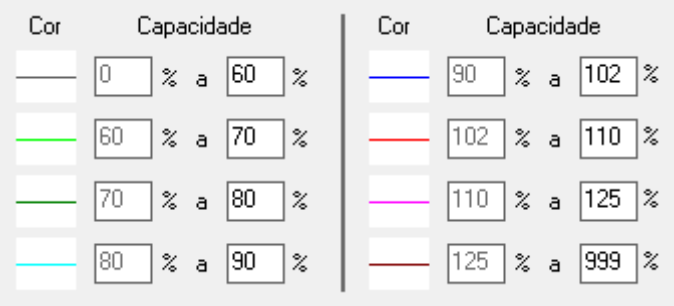


Figura 17. Tabela de Cores Dimensionamento Eletrônico.

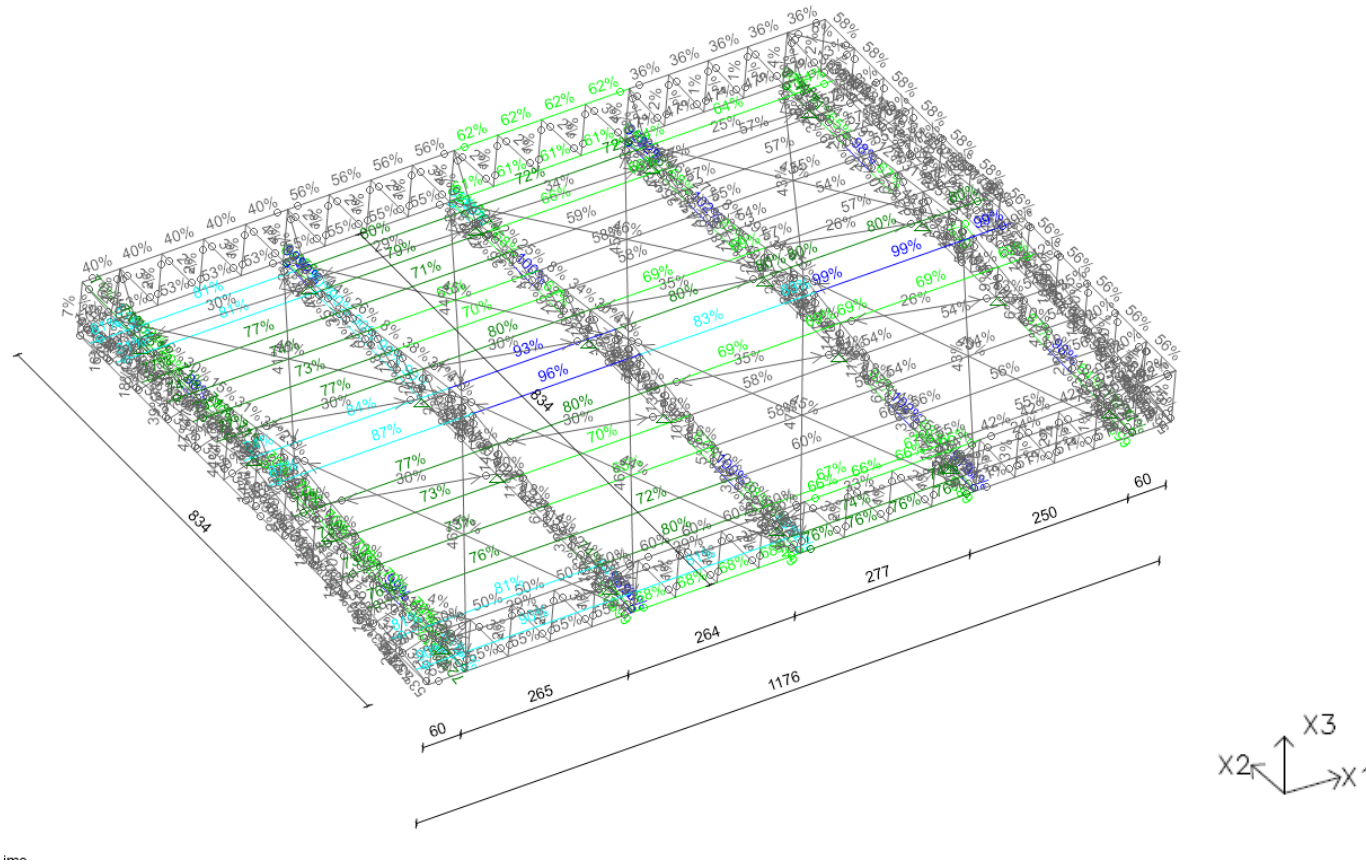


Figura 18. Visão Geral Dimensionamento – 3D.

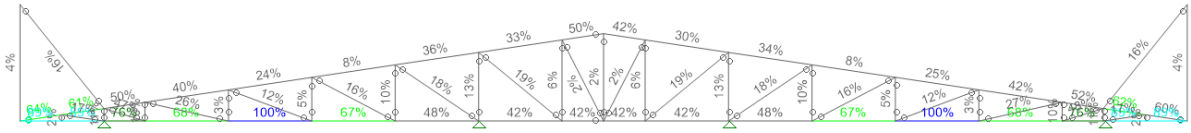


Figura 19. Visão Geral Dimensionamento – Tesoura 1,3,4 e 5.

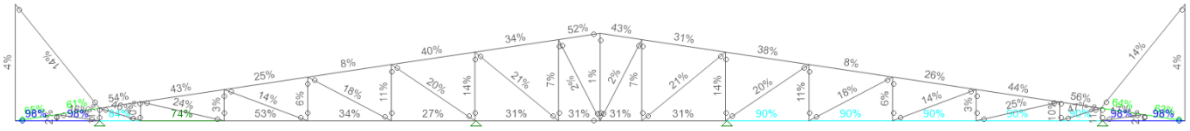


Figura 20. Visão Geral Dimensionamento – Tesoura 2.

6.1 Combinação de Esforços

Os Carregamentos foram combinados conforme a tabela a seguir.

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES

Nº	Combinação
1	PP * 1.25 + CP * 1.40
2	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.5
3	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #1
4	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #2
5	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #3
6	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #4
7	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #5
8	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #6

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
9	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #7
10	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #8
11	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #1
12	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #2
13	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #3
14	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #4
15	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #5
16	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #6
17	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #7
18	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #8
19	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #1
20	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #2
21	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #3
22	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #4
23	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #5
24	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #6
25	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #7

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
26	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #8
27	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #1
28	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #2
29	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #3
30	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #4
31	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #5
32	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #6
33	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #7
34	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #8
35	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00
36	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60
37	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #1
38	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #2
39	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #3
40	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #4
41	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #5
42	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #6

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
43	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #7
44	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #8
45	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #1
46	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #2
47	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #3
48	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #4
49	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #5
50	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #6
51	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #7
52	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #8

6.2 Banzo Inferior da Tesoura Perfil U50x25#1.25.

Resultados Detalhados para a Barra 1596

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1596

788 — 787 — X3 (Eixo maior) c.c. em -x2,-x3

0.60

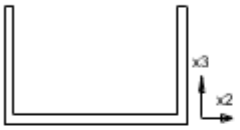
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

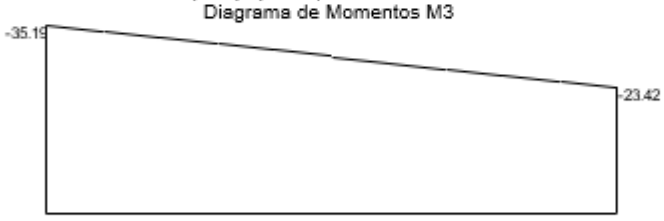
COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = -246.17 (compr.) Força Cortante Máx. = 0.76

Diagrama de Momentos M3



Força Axial Máx. = -246.17 (compr.) Força Cortante Máx. = 19.75

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 19.75 Vn = 843.75	0.02
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 35.19 Mn = 40.75	0.96
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 35.19 Vu = 19.75	0.96

Resultados Detalhados para a Barra 1596

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

M2 Moment (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.38 Mn = 10.27	0.04
Distortion M2 F4.1	M / 0.9Mn < 1.00	λd = 0.249 Mcr = 165.30 β = 1.26 Lcr = 41.89	M = 0.38 Mn = 10.27 Fd = 1373.22	0.04
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	Pu / ϕc*Pn < 1.00 Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσ t))/2β	(kL/r)x =30 (kL/r)y =76 ϕc = 0.85 λc = 0.98	Pu = 246.17 A = 1.20 Pn = 1890.04 Fy = 250.00 Ae = 1.13 Fe = 260.48	0.15
Axial Distortion E4.1	Pu / ϕb*Pnd < 1.00	λd = 0.529 Pcrd = 10708.79 Lcr = 46.36	Pu = 246.17 Pnd = 2996.57 Fcrd = 893.42	0.10
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 0.60 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -35.19 and -23.42	Sc = 1.64 Sf = 1.88 Le = 0.60 Cb = 1.15 σt = 272.5 σe = 350.1 σe = 2163.5 ϕb = 0.90	Mu = 35.19 Mn = 45.04 Mc = 46.23 Me = 113.00 My = 47.05 ro = 2.64	0.87
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 0.60 at: flange superior - direita at L = 0.00	(0.00 + -0.96 + -0.04)	Mux = 35.19 Mnx = 40.75 Muy = 0.38 Mny = 10.27	1.00

COMBINAÇAO = 29

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 4.71 Iye = 0.75	defl = 0.00030	0.09

6.3 Banzo Inferior da Tesoura Perfil U50x25#2.00.

Resultados Detalhados para a Barra 1533 - 1539

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra:
1533, 1534, 1535,
1538, 1539

748 — 730 — 2.68

X3 (Eixo maior)
c.c. em -x2,-x3

Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

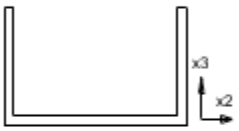
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.60	1.20	1.80	1.80	2.40
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	X Y	Y

Seção: U# 50x25#2.00



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 2.0mm	r	= 2.0mm				
Area	= 1.9cm2	I2	= 1.1cm4	I3	= 7.07cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.6cm3	W3	= 2.83cm3		
Cw	= 4.68cm6	e3	= 17.82mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.65mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.16mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:

-0.14	-0.19	-0.44	-1.38
		-0.44	

Força Axial Máx. = 522.92 (tração), -351.72 (compr.) Força Cortante Máx. = 12.39

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:

-11.43	-22.94	-34.47	-46.08
		-34.47	

Força Axial Máx. = 522.92 (tração), -351.72 (compr.) Força Cortante Máx. = 19.20

Resultados Detalhados para a Barra 1533 - 1539

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.84	Vu = 19.20 Vn = 1260.00	0.02
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 2.83 Fy = 296.61 ϕb = 0.90	Mu = 51.40 Mn = 83.83	0.68
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 51.40 Vu = 19.20	0.68
V3 Shear ((G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.84	Vu = 12.39 Vn = 1260.00	0.01
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 1.98 Mn = 15.87	0.14
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 1.98 Vu = 11.96	0.14
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.202 Mcr = 390.23 β = 1.20 Lcr = 32.22	M = 1.58 Mn = 15.87 Fd = 2131.42	0.11
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =93 (kL/r)y =77 ϕc = 0.85 λc = 1.25	Pu = 351.72 A = 1.87 Pn = 2672.19 Fy = 275.66 Ae = 1.87 Fe = 175.82	0.15
Axial Distortion E4.1	$\frac{Pu}{\phi b*Pnd} < 1.00$	λd = 0.414 Pcrd = 27238.64 Lcr = 35.65	Pu = 351.72 Pnd = 4671.25 Fcrd = 1457.78	0.09
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 2.40 to 2.68 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -46.08 and -51.40	Sc = 2.83 Sf = 2.83 Le = 0.28 Cb = 1.04 σt = 1119.0 σe = 1552.6 σe = 9306.3 ϕb = 0.90	Mu = 51.40 Mn = 83.83 Mc = 83.83 Me = 672.27 My = 83.83 ro = 2.61	0.68
Combined Stresses (compress.) (H1.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pno} + \frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ (0.08 + 0.68 + 0.14) Critical Segment from 2.40 to 2.68 at: flange inferior - direita at L = 2.68		Mux = 51.40 Mnx = 83.83 Muy = 1.98 Mny = 15.87	0.90

Resultados Detalhados para a Barra 1533 - 1539

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

COMBINAÇAO = 37

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 7.07 Iye = 1.13	defl = 0.00358	0.24

6.4 Reforço Banzo Inferior da Tesoura Perfil U55x25#2.00

Resultados Detalhados para a Barra 1699 - 1700

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1699, 1700

790 — 804 — X3 (Eixo maior) c.c. em -x2,-x3

0.60

Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.30
Torção-Lat	+ -
Compressã	Y

Seção: U# 55x25#2.00



h	=	55.0mm	b	=	25.0mm		
t	=	2.0mm	r	=	2.0mm		
Area	=	2.0cm2	I2	=	1.2cm4	I3	= 8.85cm4
J	=	0.0cm4	W2	=	0.6cm3	W3	= 3.22cm3
Cw	=	5.88cm6	e3	=	18.14mm	e2	= 27.50mm
			e03	=	-15.09mm	e02	= 0.0mm
			j3	=	31.25mm	j2	= 0.0mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:
-5.45

Força Axial Máx. = -569.01 (compr.) Força Cortante Máx. = 26.73

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:
-26.25

Força Axial Máx. = -569.01 (compr.) Força Cortante Máx. = 89.09

Resultados Detalhados para a Barra 1699 - 1700

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.94	Vu = 89.09 Vn = 1410.00	0.07
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 3.22 Fy = 296.61 ϕb = 0.90	Mu = 52.98 Mn = 95.45	0.62
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 52.98 Vu = 89.09	0.62
V3 Shear ((G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.84	Vu = 26.73 Vn = 1260.00	0.02
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.64 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 5.53 Mn = 16.10	0.38
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 5.53 Vu = 26.73	0.38
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.218 Mcr = 337.70 β = 1.00 Lcr = 34.14	M = 5.53 Mn = 16.10 Fd = 1695.93	0.38
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =28 (kL/r)y =39 ϕc = 0.85 λc = 0.55	Pu = 569.01 A = 1.97 Pn = 4754.22 Fy = 274.35 Ae = 1.97 Fe = 900.71	0.14
Axial Distortion E4.1	$\frac{Pu}{\phi b*Pnd} < 1.00$	λd = 0.410 Pcrd = 29250.27 Lcr = 37.78	Pu = 569.01 Pnd = 4921.25 Fcrd = 1485.92	0.14
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.30 to 0.60 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -26.25 and -52.98	Sc = 3.22 Sf = 3.22 Le = 0.30 Cb = 1.25 σt = 1054.9 σe = 1300.1 σe = 9428.0 ϕb = 0.90	Mu = 52.98 Mn = 95.45 Mc = 95.45 Me = 784.56 My = 95.45 ro = 2.71	0.62
Combined Stresses (compress.) (H1.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pno} + \frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ (0.12 + 0.62 + 0.17) Critical Segment from 0.30 to 0.60 at: flange inferior - direita at L = 0.60		Mux = 52.98 Mnx = 95.45 Muy = 2.50 Mny = 16.10	0.91

Resultados Detalhados para a Barra 1699 - 1700

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

COMBINAÇAO = 37

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 8.85 Iye = 1.17	defl = 0.00027	0.08

6.5 Banzo Superior da Tesoura – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 1467

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1467

686 — 697 — 0.31

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

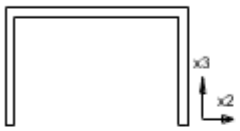
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 11

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = 727.22 (tração) Força Cortante Máx. = 13.18

Diagrama de Momentos M3



Força Axial Máx. = 727.22 (tração) Força Cortante Máx. = 39.30

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 39.30 Vn = 843.75	0.05
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 11.21 Mn = 40.75	0.31
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 11.21 Vu = 39.30	0.31

Resultados Detalhados para a Barra 1467

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

V3 Shear ((G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 13.18 Vn = 843.75	0.02
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 3.94 Mn = 10.27	0.43
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 3.94 Vu = 13.18	0.43
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 727.22 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.27
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.31 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -3.94 and 0.04	Sc = 0.41 Sf = 0.41 Le = 0.31 Cb = 1.75 σt = 869.4 σe = 1311.3 σe = 7956.9 ϕb = 0.90	Mu = 3.94 Mn = 10.27 Mc = 10.27 Me = 204.67 My = 10.27 ro = 2.64	0.43
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.31 at: flange superior - esquerda at L = 0.00	(-0.27 + -0.31 + -0.16)	Mux = 11.21 Mnx = 40.75 Muy = 3.94 Mny = 27.34	0.74

COMBINAÇAO = 37

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	$\frac{defl.}{L / 180} < 1.00$	Ixe = 4.71 Iye = 0.75	defl = 0.00006	0.03

6.6 Diagonal das Tesouras – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 1720

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1720

805 — 825 — 0.31

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

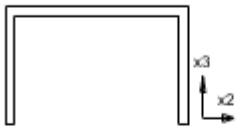
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

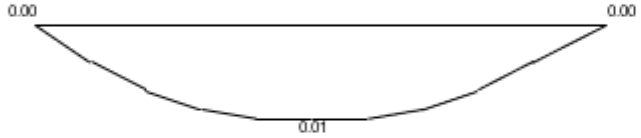
Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 21

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = -936.36 (compr.) Força Cortante Máx. = 0.14

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	Pu / ϕc*Pn < 1.00 Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =15 (kL/r)y =39 ϕc = 0.85 λc = 0.55	Pu = 936.36 A = 1.20 Pn = 2302.39 Fy = 250.00 Ae = 1.04 Fe = 840.81	0.48
Axial Distortion E4.1	Pu / ϕb*Pnd < 1.00	λd = 0.454 Pcrd = 14552.34 Lcr = 46.36	Pu = 936.36 Pnd = 2996.57 Fcrd = 1214.08	0.37
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 0.31 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 0.40 Sf = 0.41 Le = 0.31 Cb = 1.00 σt = 873.0 σe = 1317.0 σe = 7991.1 ϕb = 0.90	Mu = 0.01 Mn = 26.87 Mc = 10.27 Me = 5720.66 My = 10.27 ro = 2.64	0.00

Resultados Detalhados para a Barra 1720

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Combined Stresses (compress.)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x}$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 0.99 αy = 0.94	Mux = 0.00 Muy = 0.01 Mnx = 40.75 Mny = 26.87	0.48
(H1.2-1)	$+ \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$	(0.48 + 0.00 + 0.00)		
	Critical Segment from 0.00 to 0.31 at: flange inferior - esquerda at L = 0.15			

6.7 Montante das Tesouras – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 1710

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1710

820 — 811 — 0.47

X2 (Eixo maior)

c.c. em +x2,+x3

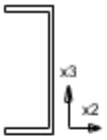
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 4.71cm4	I3	= 0.7cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 1.9cm3	W3	= 0.4cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 25.0mm	e2	= 18.17mm		
		e03	= 0.0mm	e02	= -15.63mm		
		j3	= 0.0mm	j2	= 29.22mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Força Axial Máx. = 374.36 (tração) Força Cortante Máx. = 0.00

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 374.36 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.14

6.8 Terças – Perfil Cr 65x35x27#0.80/ Cr 65x35x27#1.30

Resultados Detalhados para a Barra 2136 - 2137

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 2136, 2302, 2137

795 — 974 — 3.10

X2 (Eixo maior)

c.c. em +x2,+x3

Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

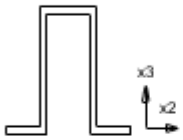
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

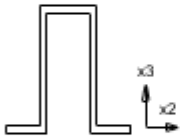
L =		0.50	2.50
Torção-Lat	Contínuo	+ -	+ -
Compressã	Contínuo	Y	Y

Seção: Car 65x35x27#1.30



h	= 65.0mm	b	= 86.40mm				
t	= 1.30mm	r	= 1.30mm				
Area	= 2.74cm2	I2	= 16.32cm4	I3	= 11.57cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 4.61cm3	W3	= 2.68cm3		
Cw	= 57.97cm6	e3	= 35.38mm	e2	= 43.20mm		
		e03	= 49.97mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= -53.08mm	j2	= 0.0mm		

Seção: Car 65X35X27#0.80



h	= 65.0mm	b	= 87.40mm				
t	= 0.80mm	r	= 0.80mm				
Area	= 1.7cm2	I2	= 10.42cm4	I3	= 7.41cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 2.95cm3	W3	= 1.7cm3		
Cw	= 37.36cm6	e3	= 35.35mm	e2	= 43.70mm		
		e03	= 50.26mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= -53.39mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:

7.62 8.21

Força Axial Máx. = 28.91 (tração), -5.41 (compr.) Força Cortante Máx. = 74.12

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:

-7.28 -21.72

Força Axial Máx. = 28.91 (tração), -5.41 (compr.) Força Cortante Máx. = 36.44

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	$\phi v = 0.95$ $h*t = 0.25$	Vu = 36.44 Vn = 381.60	0.10
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.13 Fy = 250.00 $\phi b = 0.90$	Mu = 21.72 Mn = 28.26	0.85
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 21.72 Vu = 36.44	0.86
Distortion M3 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	$\lambda d = 0.569$ Mcr = 131.00 $\beta = 1.00$ Lcr = 89.95	M = 21.72 Mn = 42.37 Fd = 302.44	0.57
V3 Shear ((G2.1-2b)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*t^2\sqrt{(5.34*Fy*E)}$	$\phi v = 0.95$	Vu = 50.17 Vn = 1278.89	0.04
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.58 Fy = 250.00 $\phi b = 0.90$	Mu = 17.02 Mn = 39.56	0.48
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 17.02 Vu = 0.29	0.48
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	$\phi t = 0.90$ Area Red.= 1.00	Tu = 28.91 Ag = 1.71 An = 1.71 Fy = 250.00	0.01
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 3.10 at: flange superior - esquerda at L = 2.50	(-0.01 + -0.13 + -0.85)	Mux = 8.21 Mnx = 70.28 Muy = 21.72 Mny = 28.26	0.99

COMBINAÇAO = 38

Resultados Detalhados para a Barra 2136 - 2137

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	$\frac{defl.}{L / 180} < 1.00$	Ixe = 10.42 Iye = 7.41	defl = 0.00149	0.09

6.9 Contraventamentos Vertical – Perfil U75x25#0.65

Resultados Detalhados para a Barra 2201

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 2201

754 — 792 — 5.04

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

Ignorar: deformações

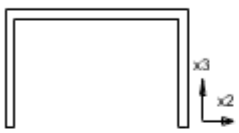
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

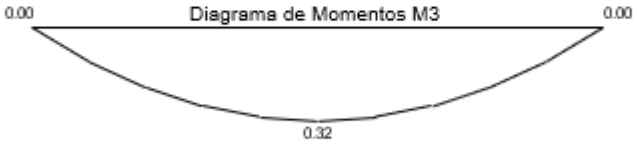
COMBINACAO de CALCULO= 11

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = 158.85 (tração) Força Cortante Máx. = 2.93

Diagrama de Momentos M3



Força Axial Máx. = 158.85 (tração) Força Cortante Máx. = 0.26

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.12 Mn = 40.75	0.00
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 3.70 Mn = 10.27	0.40

Resultados Detalhados para a Barra 2201

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 3.70 Vu = 0.00	0.40
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.279 Mcr = 131.53 β = 1.00 Lcr = 41.89	M = 3.70 Mn = 10.27 Fd = 1092.68	0.40
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	φt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 158.85 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.06
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Sc = 0.40 Sf = 0.41 Le = 5.04 Cb = 1.14 σt = 61.7 σe = 4.9 σe = 31.1 φb = 0.90	Mu = 3.70 Mn = 26.87 Mc = 10.27 Me = 28.56 My = 10.27 ro = 2.64	0.15
	Critical Segment from 0.00 to 5.04 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00			
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$	(-0.06 + -0.01 + -0.40)	Mux = 0.32 Mnx = 40.75 Muy = 3.70 Mny = 10.27	0.47
	Critical Segment from 0.00 to 5.04 at: flange inferior - direita at L = 2.52			

6.10 Banzo Superior Treliça da Platibanda – Perfil Uc50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 1822 - 1956

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 1822, 1954, 1955, 1956

878 — 880 — 2.77

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

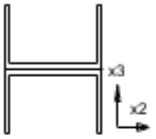
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.69	1.38	2.07
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y

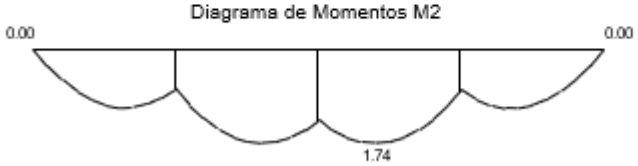
Seção: 2Uc# 50x25#1.25



h	=	50.0mm	b	=	50.0mm		
t	=	1.25mm	r	=	1.25mm		
Area	=	2.40cm2	I2	=	2.61cm4	I3	= 9.41cm4
J	=	0.0cm4	W2	=	1.0cm3	W3	= 3.76cm3
Cw	=	14.34cm6	e3	=	25.0mm	e2	= 25.0mm
			e03	=	0.0mm	e02	= 0.0mm
			j3	=	13.70mm	j2	= 0.0mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 17

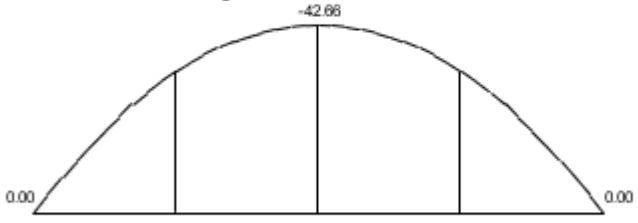
Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:
0.74 1.33 0.79

Força Axial Máx. = 152.90 (tração) Força Cortante Máx. = 4.98

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:
-31.96 -42.66 -32.25

Força Axial Máx. = 152.90 (tração) Força Cortante Máx. = 61.18

Resultados Detalhados para a Barra 1822 - 1956

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 1.12	Vu = 61.18 Vn = 1687.50	0.04
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 3.26 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 42.66 Mn = 81.50	0.58
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 42.66 Vu = 0.65	0.58
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.81 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 1.74 Mn = 20.37	0.09
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 1.74 Vu = 0.03	0.09
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 152.90 Ag = 2.40 An = 2.40 Fy = 250.00	0.03
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.69 to 1.38 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -31.98 and -42.66	Sc = 3.26 Sf = 3.76 Le = 0.69 Cb = 1.06 σt = 588.9 σe = 455.7 σe = 1621.4 ϕb = 0.90	Mu = 42.66 Mn = 81.50 Mc = 94.11 Me = 295.66 My = 94.11 ro = 2.24	0.58
Combined Stresses (tension) (H1.1-1)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnxt} + \frac{Muy}{\phi b*Mnyt} + \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$		Mux = 42.19 Mnxt= 105.47 Muy = 1.63 Mnyt= 26.10	0.54
Combined Stresses (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} < 1.00$ at: flange inferior - esquerda at L = 1.52		Mux = 42.19 Mnx = 81.50 Muy = 1.63 Mny = 20.37	0.66

COMBINACAO = 35

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	$\frac{defl.}{L / 180} < 1.00$	Ixe = 9.41 Iye = 2.61	defl = 0.00393	0.26

6.11 Contraventamento Horizontais – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 2176

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 2176

821 — 774 — 2.81

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

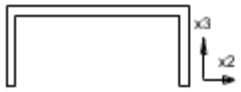
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

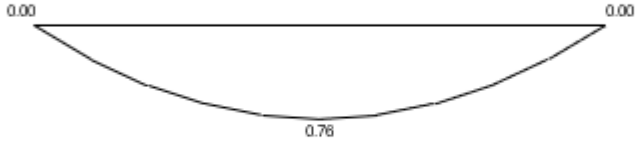
Seção: U# 75x25#0.65



h	= 75.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 0.65mm	r	= 0.65mm				
Area	= 0.8cm2	I2	= 0.5cm4	I3	= 6.58cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.2cm3	W3	= 1.8cm3		
Cw	= 4.51cm6	e3	= 19.72mm	e2	= 37.50mm		
		e03	= -13.29mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 42.28mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 15

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = 54.42 (tração) Força Cortante Máx. = 1.09

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.22 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.76 Mn = 5.48	0.16
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.76 Vu = 0.00	0.16
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.407 Mcr = 34.74 β = 1.00 Lcr = 75.38	M = 0.76 Mn = 5.77 Fd = 378.50	0.15
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 54.42 Ag = 0.80 An = 0.80 Fy = 250.00	0.03

Resultados Detalhados para a Barra 2176

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 2.81 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 0.21 Sf = 0.23 Le = 2.81 Cb = 1.00 σt = 24.2 σe = 14.6 σe = 209.1 ϕb = 0.90	Mu = 0.76 Mn = 14.21 Mc = 5.77 Me = 143.60 My = 5.77 ro = 3.25	0.06
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 (-0.03 + 0.00 + -0.16) Critical Segment from 0.00 to 2.81 at: flange inferior - direita at L = 1.40		Mux = 0.00 Mnx = 26.42 Muy = 0.76 Mny = 5.46	0.19

COMBINAÇAO = 27

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 6.58 Iye = 0.45	defl = 0.00551	0.35

7 DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES

As ligações entre os elementos estruturais são realizadas através de parafusos auto-atarraxantes. Os parafusos são fixados pelas mesas dos perfis, trabalhando a cisalhamento.

É utilizado o parafuso auto-atarraxante de cabeça sextavada Ø4,8x19 mm.

Nomenclaturas:

d é o diâmetro nominal do parafuso;

t1 é a espessura do elemento conectado em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

t2 a espessura do elemento conectado que não está em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

fu1 é a resistência à ruptura na tração do elemento conectado em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

fu2 é a resistência à ruptura na tração do elemento conectado que não está em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

Fv,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso (menor valor entre Fc,Rd e Fss,Rd);

Fc,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso, associada à resistência do metal base;

Fss,Rk é a força de cisalhamento resistente nominal do parafuso, fornecida pelo fabricante ou determinada por ensaio;

Fss,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo do parafuso;

7.1 Disposições Construtivas

A distância entre centros de parafusos adjacentes não deve ser inferior a 3 x d e a distância do centro do parafuso à borda de qualquer elemento conectado não deve ser inferior a 1,5 x d.

7.2 Força de Cisalhamento Resistente ao Cálculo

A força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso (Fv,Rd) é o menor valor obtido entre os itens abaixo:

Resistência do metal-base:

para t2/t1 ≤ 1,0, Fc,Rd é o menor dos valores:

Fc,Rd = 4,2(t23d)0,5 fu2 / γ = 4,2 x (0,125³ x 0,48)0,5 x 4000 / 2 = 257,2 kgf

Fc,Rd = 2,7 t1 d fu1 / γ = 2,7 x 0,125 x 0,48 x 4000 / 2 = 324 kgf

Fc,Rd = 2,7 t2 d fu2 / γ = 2,7 x 0,125 x 0,48 x 4000 / 2 = 324 kgf

Fc,Rd = 257,2 kgf (1 parafuso)

Resistência do parafuso ao cisalhamento

A força de cisalhamento resistente de cálculo do parafuso deve ser tomada como:

Fss,Rd = Fss,Rk / γ

Para garantir a resistência mínima em relação ao metal base, o parafuso deve possuir uma resistência ao cisalhamento mínima de:

Fss,Rk = Fc,Rd x γ = 257,2 x 2 = 514,4 kgf

7.3 Ligação dos Montantes e Diagonais

As ligações dos montantes deverão ser executadas com no mínimo dois parafusos auto-atarraxantes. Para as diagonais das treliças as ligações são feitas com no mínimo 4 parafusos auto-atarraxantes.

LIGAÇÕES COM 2 PARAFUSOS

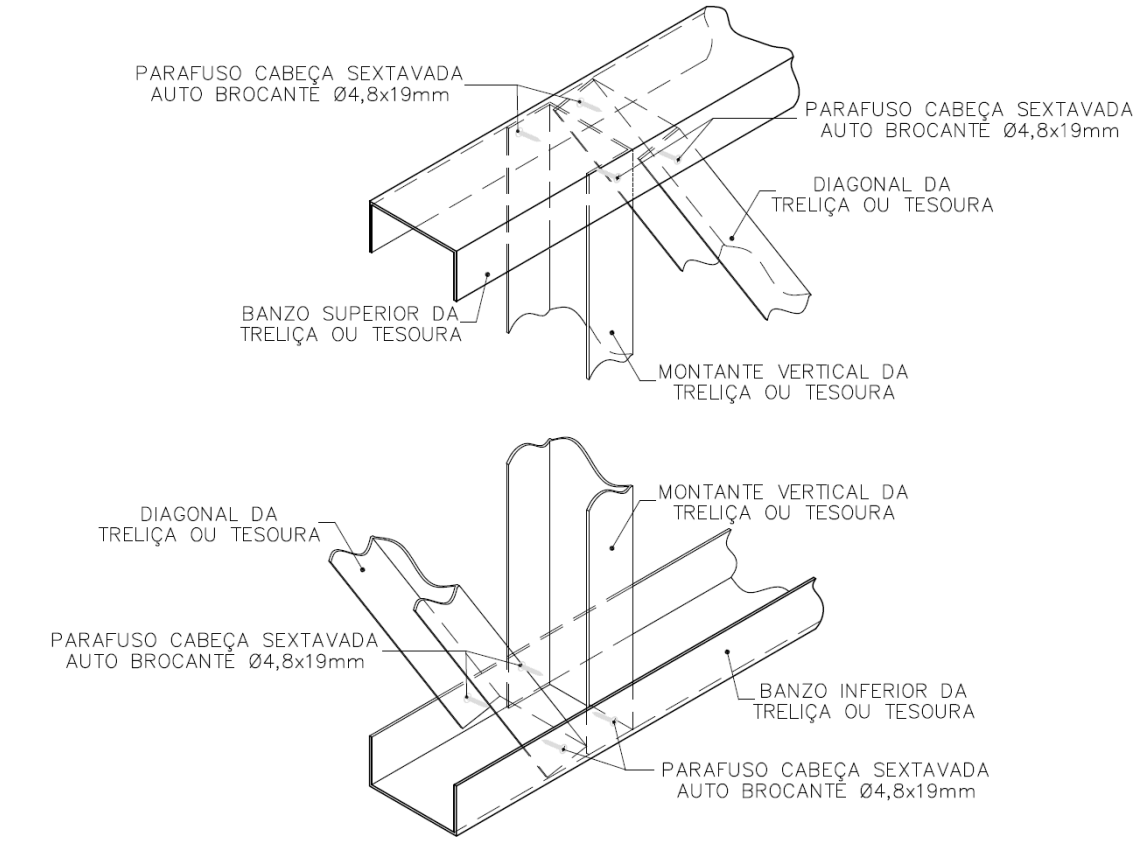


Figura 21. Detalhe da ligação dos montantes (2 Parafusos)

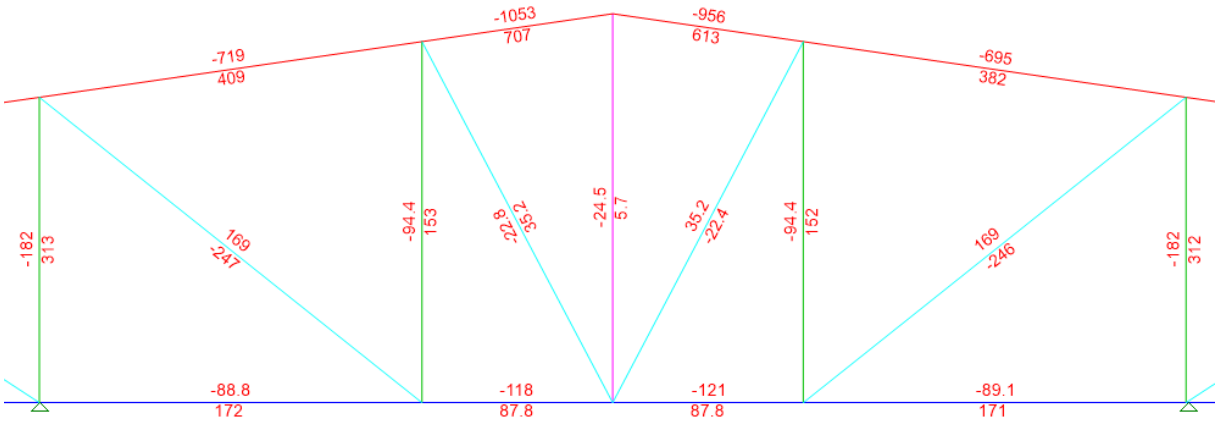


Figura 22. Esforços atuantes nos montantes

Esforço atuante: $F_{c,Sd}$ = 312 *kgf*

Número de Parafusos: n= 2

Esforço Resistente: $F_{c,Rd}$ = 2 x 257,2 *kgf* (calculado em 7.2) = 514,4 kgf

LIGAÇÕES COM 4 PARAFUSOS

Nas ligações das diagonais deverão ser utilizados no mínimo 4 parafusos.

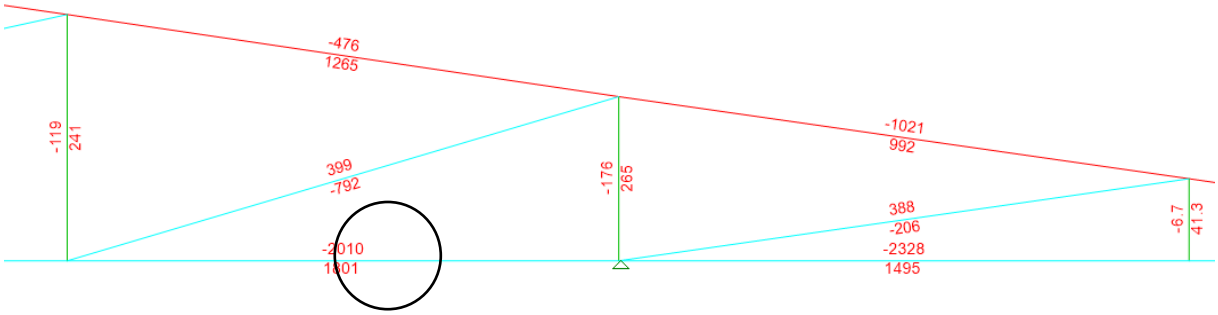


Figura 23. Esforços axiais nas barras – Indicação da Diagonal com maior esforço.

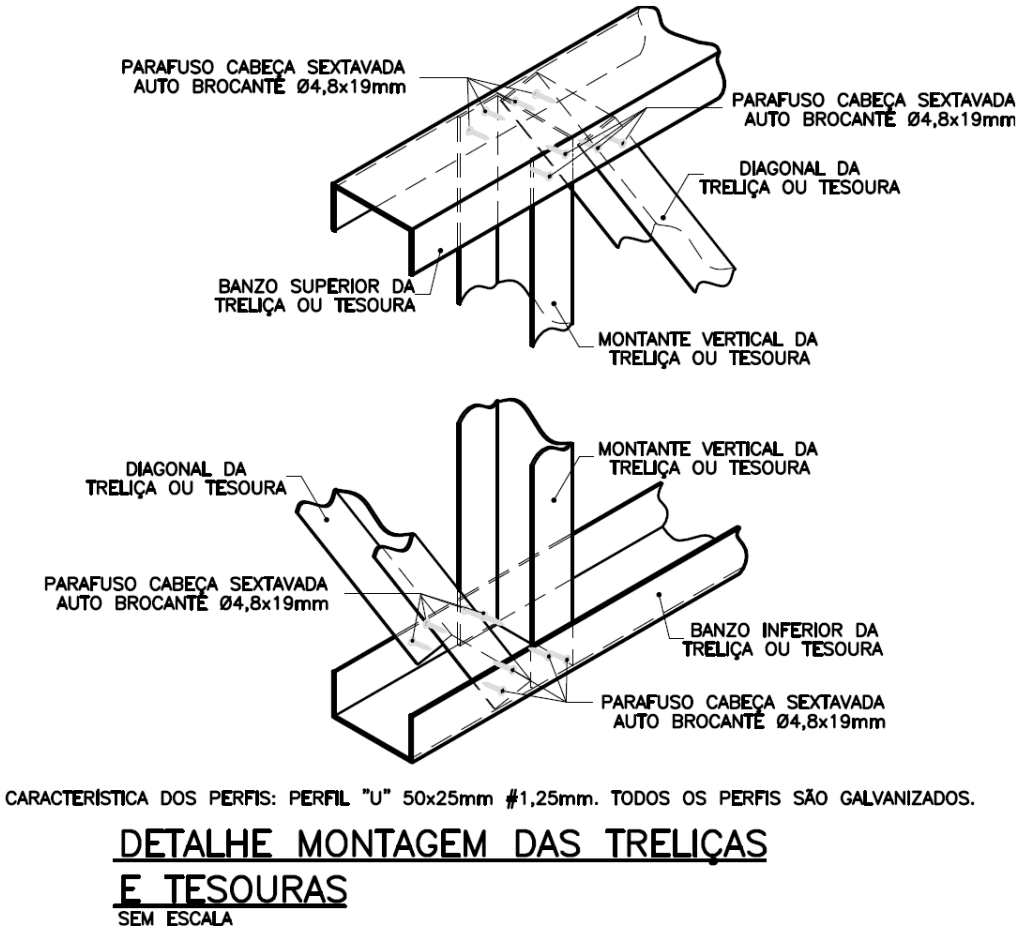


Figura 24. Detalhe da ligação das diagonais e montantes (4 Parafusos)

Esforço atuante: $F_{c,Sd}$ = 792 *kgf*

Número de Parafusos: n= 4

Esforço Resistente : $F_{c,Rd}$ = 4 x 257,2 *kgf* (calculado em 7.2) = 1028,8 kgf

8 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A estrutura encontra-se dimensionada de acordo com as principais normas vigentes, atendendo os requisitos mínimos de segurança e utilização para o seu pleno funcionamento.

Os elementos de vedação foram considerados como apoios para a estrutura da cobertura e seu dimensionamento não faz parte do escopo deste projeto.

Quaisquer alterações na geometria ou especificações da estrutura apresentada neste trabalho deverão ser consultadas e validadas com o responsável por este trabalho.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MC-L3-102	Rev.: 00
	Emissão: 09/08/2024	Folha: 1 / 49
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Pedro Fereguetti – CREA: 60638-MG	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: -	Rodovia: BR-369PR	ANTT
Trecho: KM 014+800		Verificado:
Objeto: Memória de Cálculo da Cobertura – Depósito		Aprovado:

Documento de Referência:

-

Documentos Resultantes:

CERNE CONSTRUÇÕES

00	17/12/2024	Pedro Fereguetti	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

2 NORMAS APLICÁVEIS 4

3 MATERIAIS 5

4 CARREGAMENTOS 6

5 ESFORÇOS SOLICITANTES 14

6 DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO: ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU) 21

7 DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES 44

8 CONSIDERAÇÕES GERAIS 49

1 APRESENTAÇÃO

Faz parte do escopo deste memorial o dimensionamento da estrutura da cobertura da EPR – Paraná – DEPÓSITO

O sistema estrutural consiste perfis formados a frio com as tesouras de treliças triangulares apoiadas nas paredes de vedação. As paredes de vedação proporcionam a estabilização horizontal da estrutura da cobertura. A cobertura possui 5,97 m x 5,50m e pé direito de 2,70 m.

A abstração do modelo real em modelo discreto foi feita através do software de modelagem STRAP, onde foram utilizados elementos finitos de barras na sua representação.

2 NORMAS APLICÁVEIS

NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;

NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;

NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;

NBR 6123 – Forças devido ao vento em edificações;

3 MATERIAIS

•	Perfis Formados a Frio Tipo U	Fy 250 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 250)
•	Perfis Formados a Frio Cartola	Fy 230 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 230)
•	Chapas	Fy 250 MPa; Fu 400 MPa (ZAR 250)

4 CARREGAMENTOS

4.1 Peso Próprio (PP)

Conforme peso específico do aço de 7850 kg/m³.

4.2 Carga Permanente (CP)

Telha metálica = 5 kg/m²

4.3 Sobrecarga (SC)

Sobrecarga na Cobertura = 25 kg/m²

4.4 Vento

Os esforços de vento foram calculados de acordo com a NBR 6123

Dados:

V = 43 m/s Velocidade básica do vento;

S1 = 1,00 Fator topográfico;

S2 = 0,836 Categoria III, Classe A

S3 = 1,00

q = 0,613 x Vk2

Vk = V0 x S1 x S2 x S3

V¬k = 43 x 1,00 x 0,836 x 1,00 = 35,95 m/s

q = 0,613 x 33,852 = 792,15 N/m² = 77,68 kgf/m²

Coeficiente de Pressão Interna (Quatro faces igualmente permeáveis)

C_{pi} = 0,00

-0,30

4.5 Variação de Temperatura

O efeito da variação de temperatura foi desprezado com base nas dimensões específicas da estrutura em questão. Segundo a NBR 8800:2024, para casos em que a variação uniforme de temperatura não é levada em conta na análise estrutural, é recomendável que a distância entre as subestruturas de contraventamento não ultrapasse 60 metros em edificações industriais. Adicionalmente, conforme apontado por Ildony H. Bellei, “Em estruturas convencionais protegidas dos raios solares, para uso em temperatura ambiente, o efeito da temperatura é desprezado.”

4.6 Modelo Geométrico

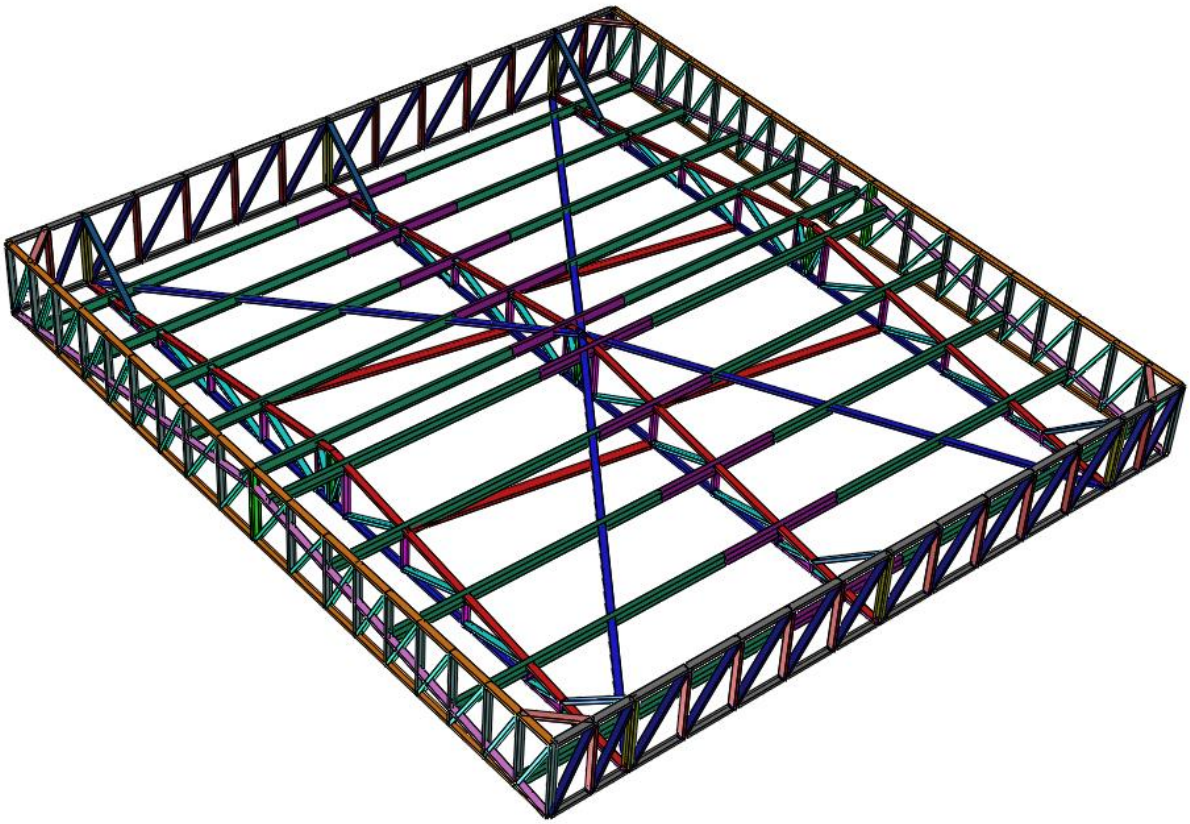


Figura 1. Vista Isométrica

As barras foram modeladas utilizando elementos finitos de barras. O círculo ao final de cada barra indica umas ligações rotuladas. Quando não houver esta representação, entenda-se como ligação engastada.

Para o sistema de apoio, o programa segue a seguinte representação e convenção:

Engastado	Define Apoios Engastados aplicados aos nós do modelo,onde todos os graus de liberdade de translação e rotação relevantes ao tipo de modelo serão restringidas.
Articulado	Define Apoios Engastados aplicados aos nós do modelo,onde todos os graus de liberdade de translação relevantes ao tipo de modelo serão restringidos.
Outro	Define outro tipo de apoio, onde o usuário define quais graus de liberdade estão restringidos e quais estão livres para transladar e rotacionar.

Figura 2. Sistema de Representação dos Apoios.

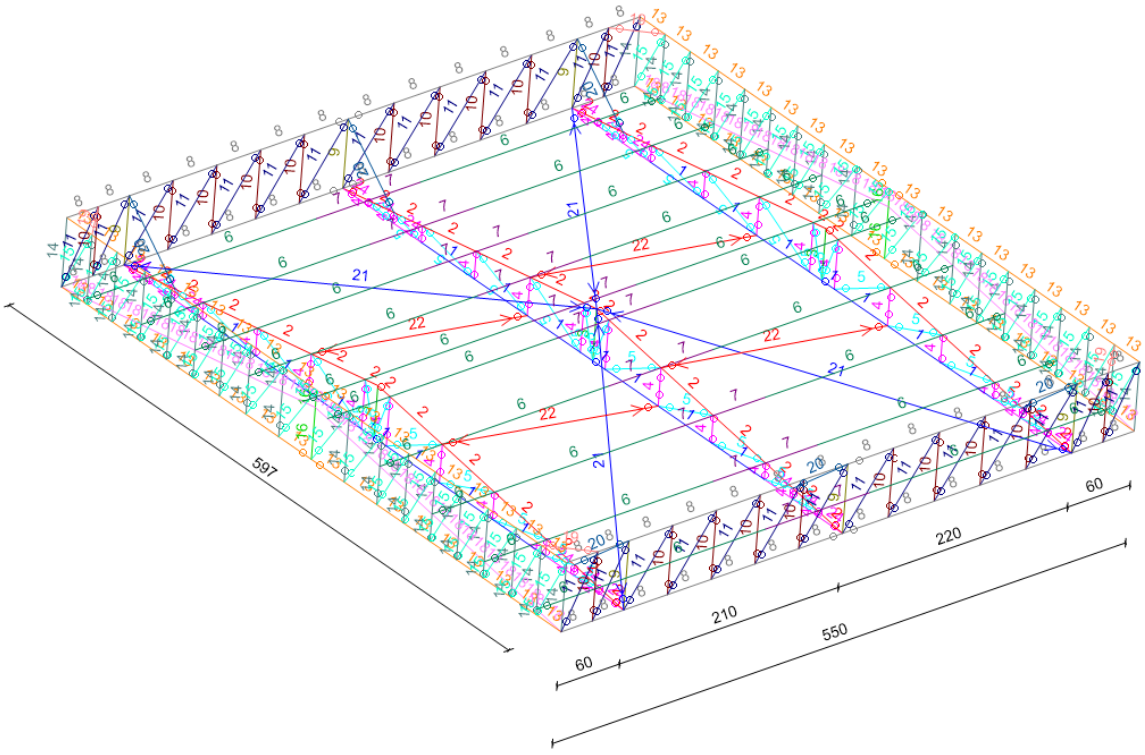


Figura 3. Vista 3D - Número das propriedades.

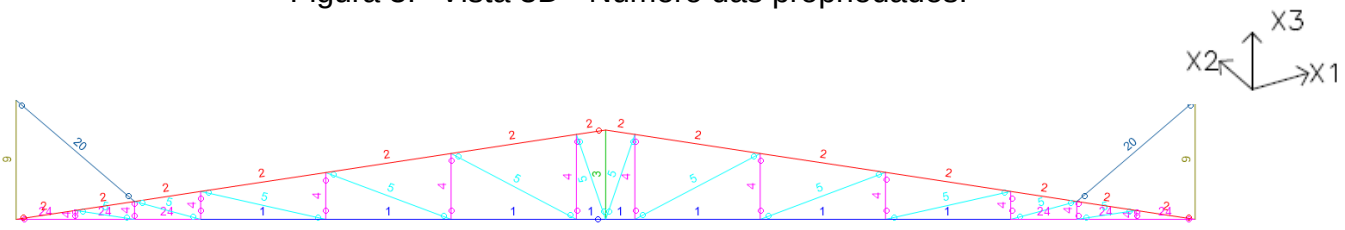
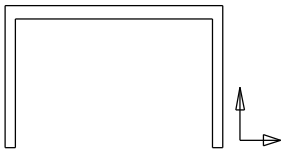


Figura 4. Tesoura Eixo 1,3,4 e 5 - Número das propriedades

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

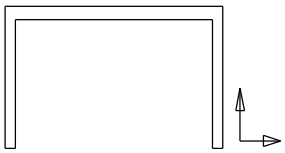
PROPRIEDADE N.1 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



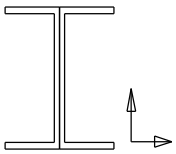
PROPRIEDADE N.2 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



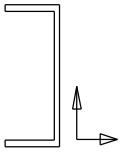
PROPRIEDADE N.3 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.9411E+01 I3=0.2610E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.4 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.4705E+01 I3=0.7464E+00 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=2.500 h3=5.000 e2=1.817 e3=2.500
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =25.0mm



PROPRIEDADE N.5 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

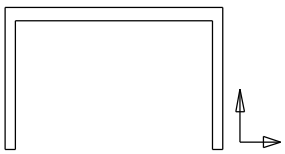
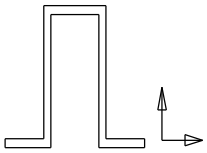


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

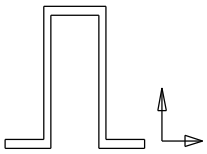
PROPRIEDADE N.6 - Car65X35X27#0.80

A=0.1710E+01 I2=0.1042E+02 I3=0.7407E+01 J=0.3648E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=42.908 SF3=0.500
h2=8.740 h3=6.500 e2=4.370 e3=3.535
Chapa dobrada Car65X35X27#0.80
H =65.0mm t =0.8mm
B =87.4mm



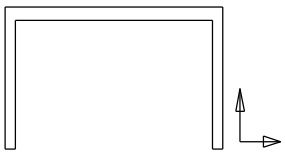
PROPRIEDADE N.7 - Car65X35X27#0.80

A=0.1710E+01 I2=0.1042E+02 I3=0.7407E+01 J=0.3648E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=42.908 SF3=0.500
h2=8.740 h3=6.500 e2=4.370 e3=3.535
Chapa dobrada Car65X35X27#0.80
H =65.0mm t =0.8mm
B =87.4mm



PROPRIEDADE N.8 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.9 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.2610E+01 I3=0.9411E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

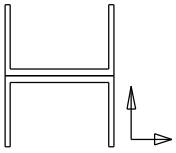
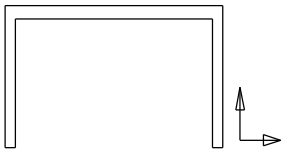


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

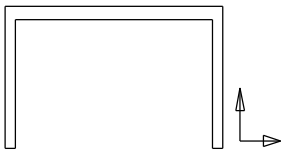
PROPRIEDADE N.10 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



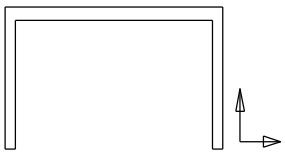
PROPRIEDADE N.11 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.13 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.14 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.4705E+01 I3=0.7464E+00 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=2.500 h3=5.000 e2=1.817 e3=2.500
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =25.0mm

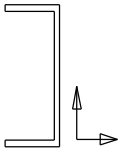
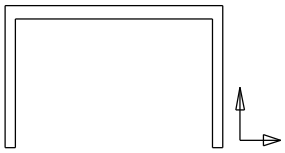


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

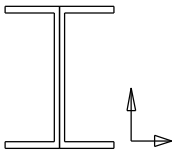
PROPRIEDADE N.15 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



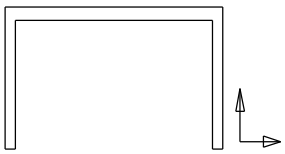
PROPRIEDADE N.16 - 2Uc#50x25#1.25

A=0.2397E+01 I2=0.9411E+01 I3=0.2610E+01 J=0.1249E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=5.000 e2=2.500 e3=2.500
Chapa dobrada 2Uc#50x25#1.25
H =50.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.18 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.19 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm

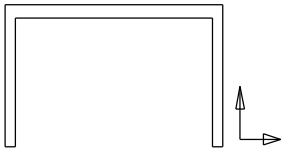
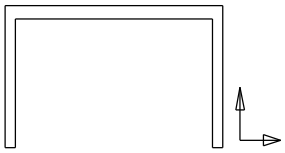


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm)

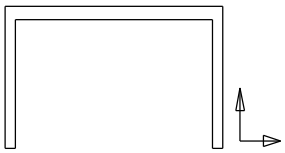
PROPRIEDADE N.20 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



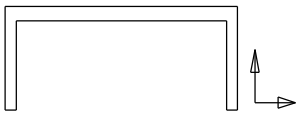
PROPRIEDADE N.21 - U#50x25#1.25

A=0.1199E+01 I2=0.7464E+00 I3=0.4705E+01 J=0.6243E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=19.428 SF3=0.500
h2=5.000 h3=2.500 e2=2.500 e3=1.817
Chapa dobrada U#50x25#1.25
H =25.0mm t =1.3mm
B =50.0mm



PROPRIEDADE N.22 - U#75x25#0.65

A=0.7986E+00 I2=0.4550E+00 I3=0.6584E+01 J=0.1125E-02 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=24.703 SF3=0.500
h2=7.500 h3=2.500 e2=3.750 e3=1.972
Chapa dobrada U#75x25#0.65
H =25.0mm t =0.6mm
B =75.0mm



PROPRIEDADE N.24 - U#55x25#2.00

A=0.1969E+01 I2=0.1168E+01 I3=0.8849E+01 J=0.2625E-01 SF2=0.500
Material = 1 - STEE Perímetro=20.085 SF3=0.500
h2=5.500 h3=2.500 e2=2.750 e3=1.814
Chapa dobrada U#55x25#2.00
H =25.0mm t =2.0mm
B =55.0mm



5 ESFORÇOS SOLICITANTES

5.1 Carregamento Peso Próprio (PP)

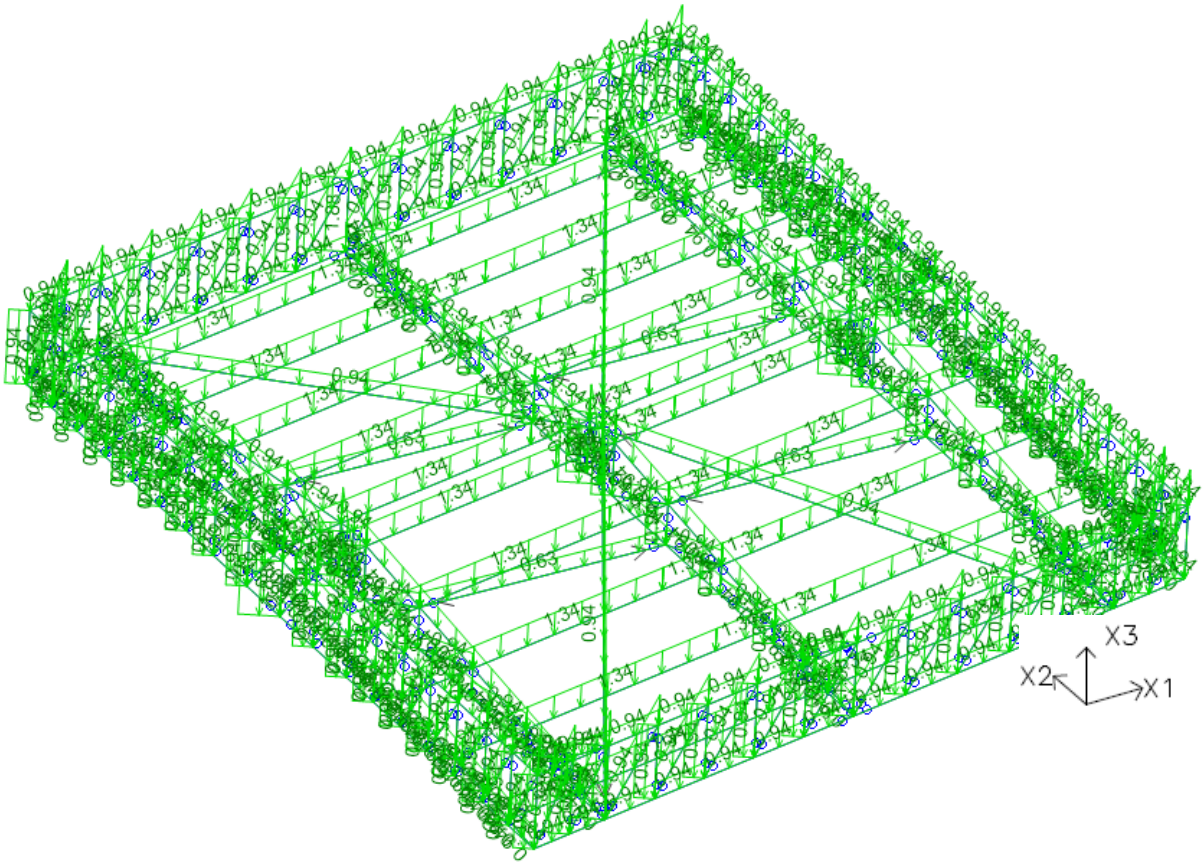


Figura 5. Representação Carregamento PP

5.2 Carga Permanente (CP)

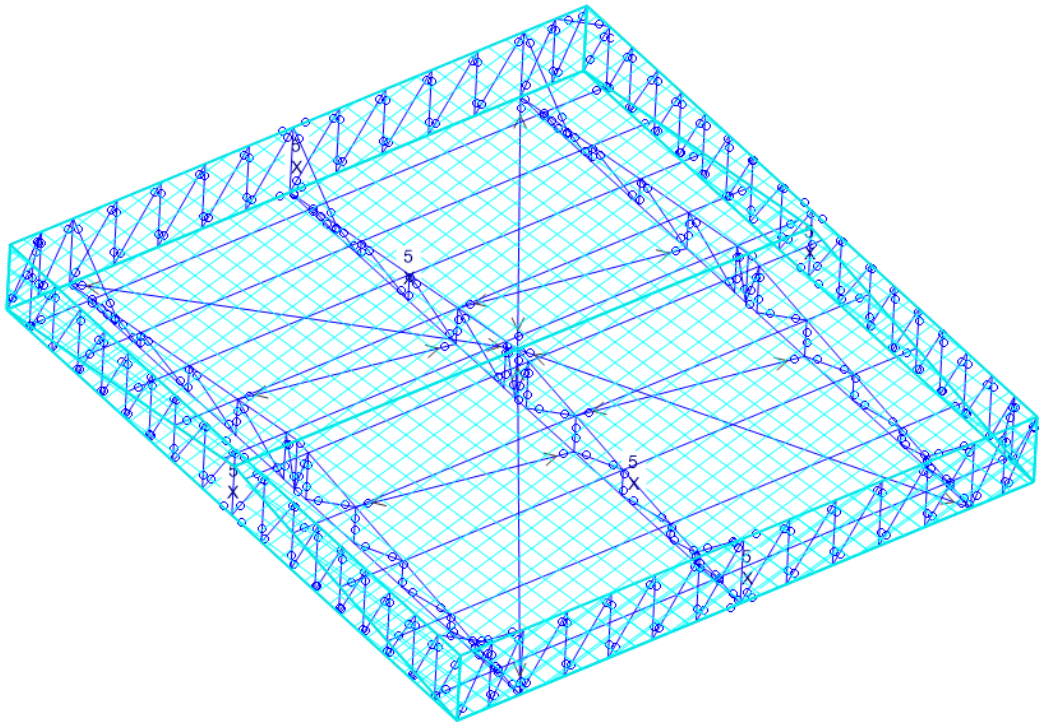


Figura 6. Representação Carregamento CP

5.3 **Sobrecarga**

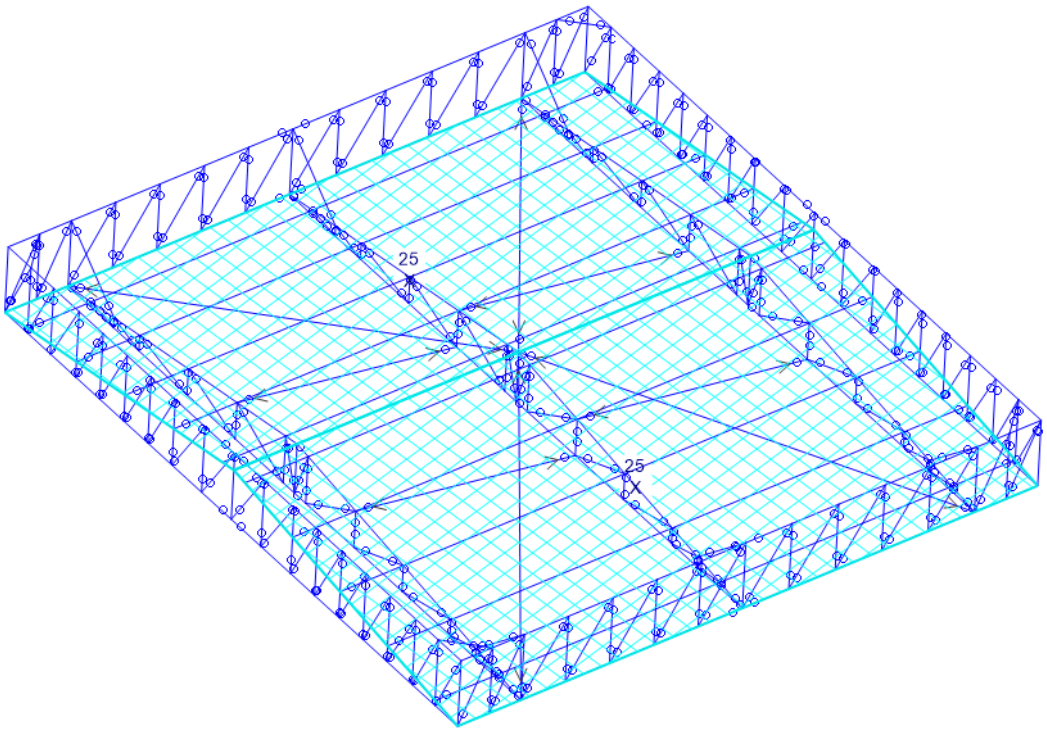


Figura 7. Representação Carregamento SC - Cobertura.

5.4 Carregamento Vento

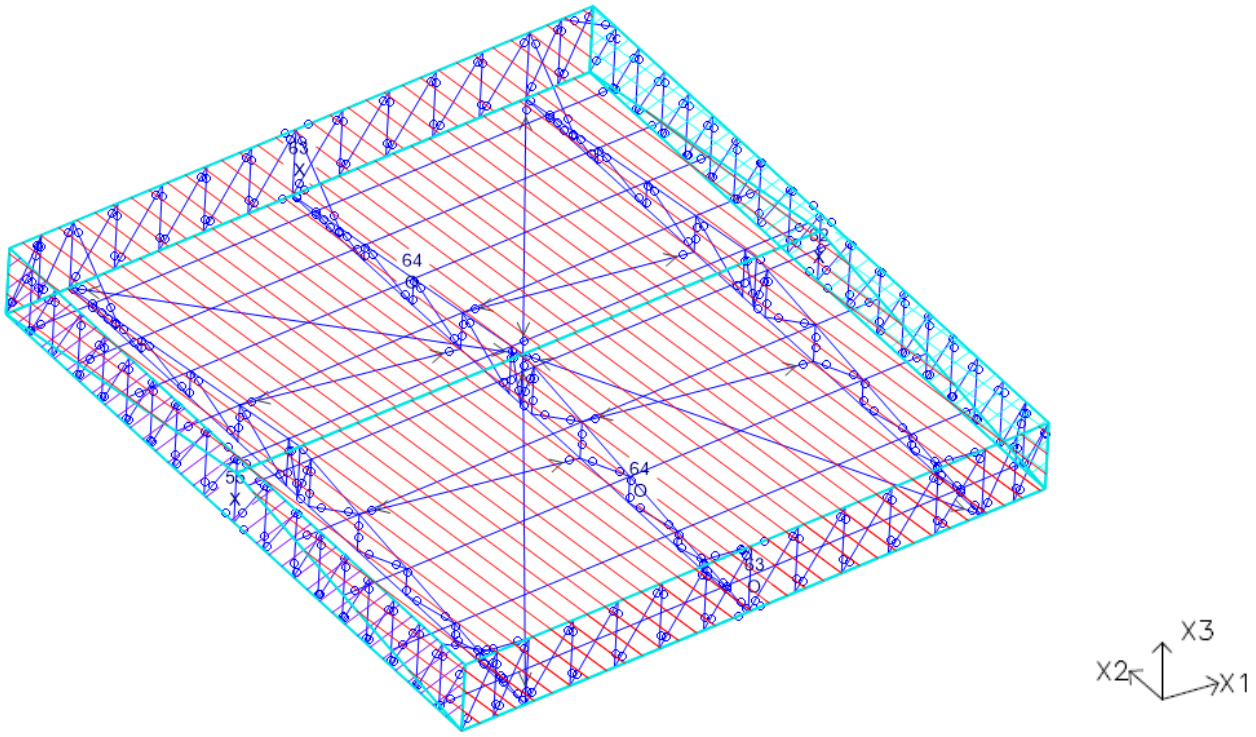


Figura 8. Representação Carregamento VENTO +X1 – CPI 0,0.

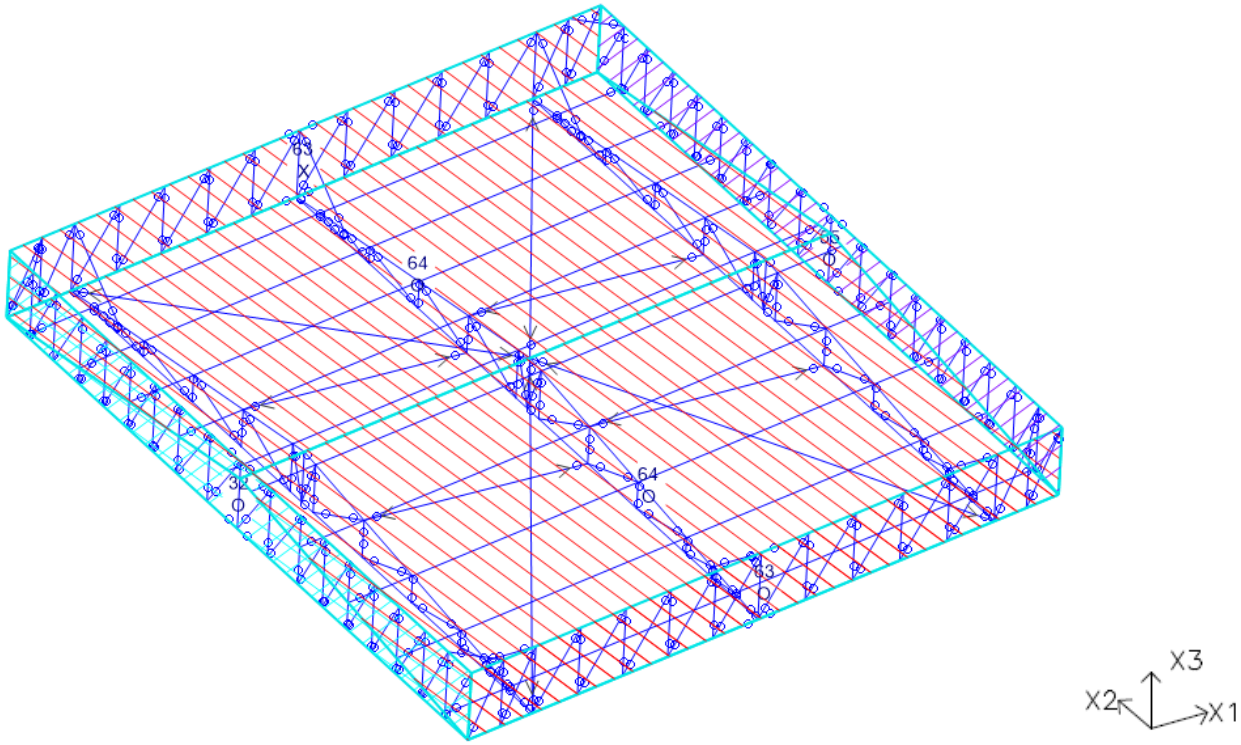


Figura 9. Representação Carregamento VENTO -X1 – CPI 0,0.

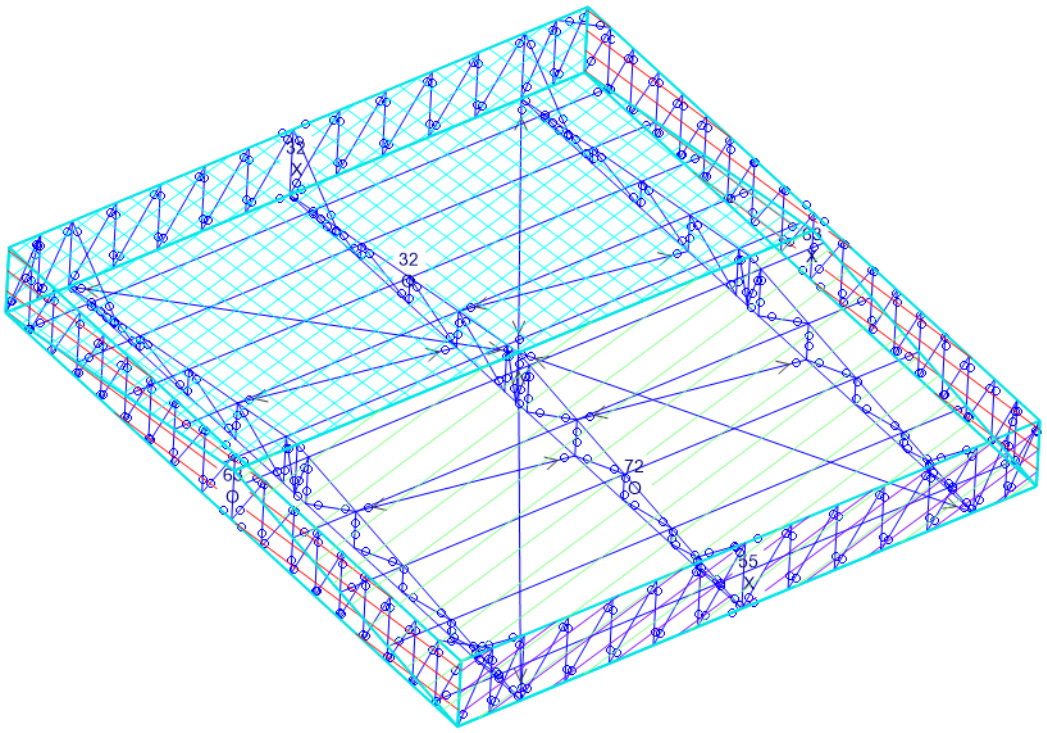


Figura 10. Representação Carregamento VENTO +X2 – CPI 0,00

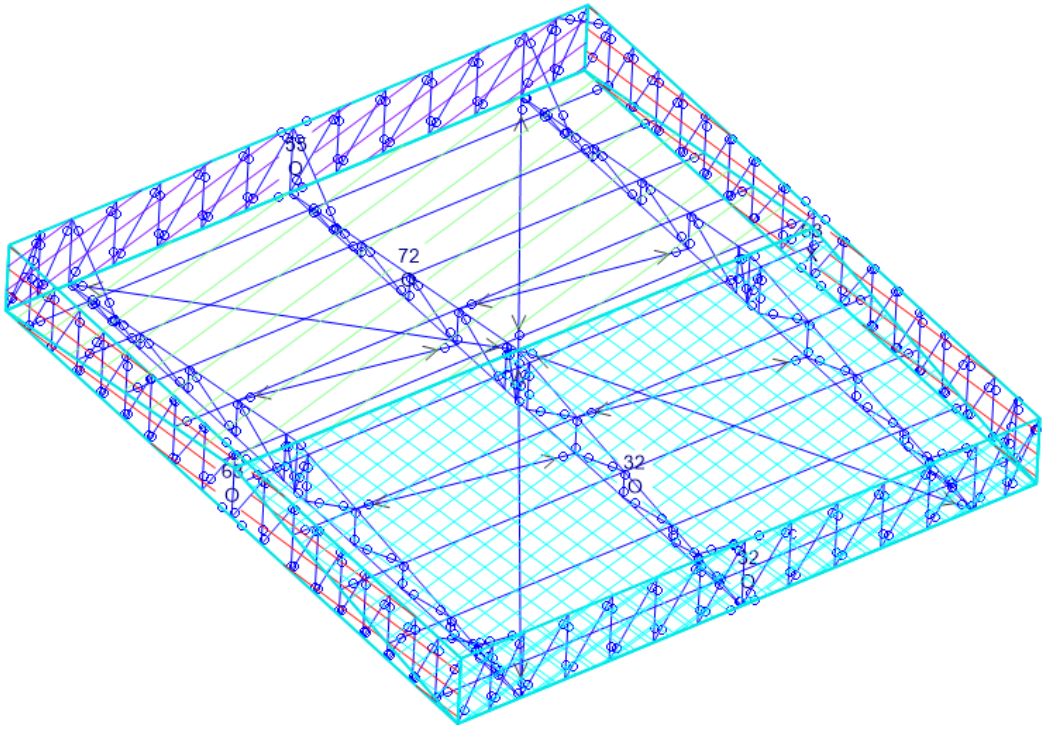


Figura 11. Representação Carregamento VENTO -X2 – CPI 0,00

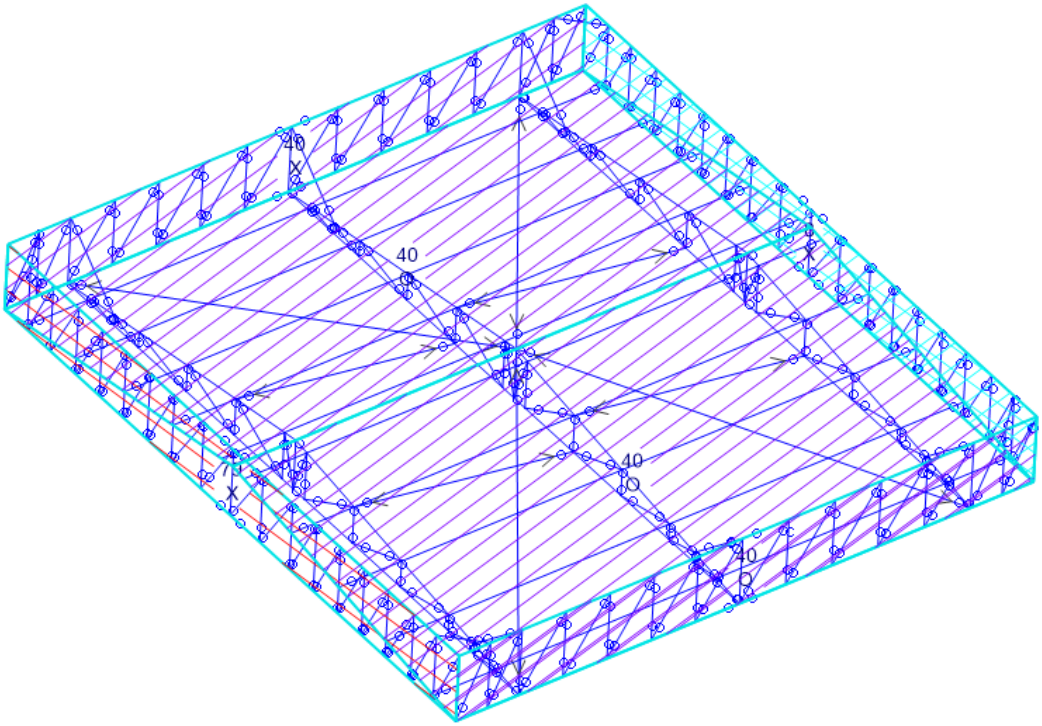


Figura 12. Representação Carregamento VENTO X1 + CPI -0,30

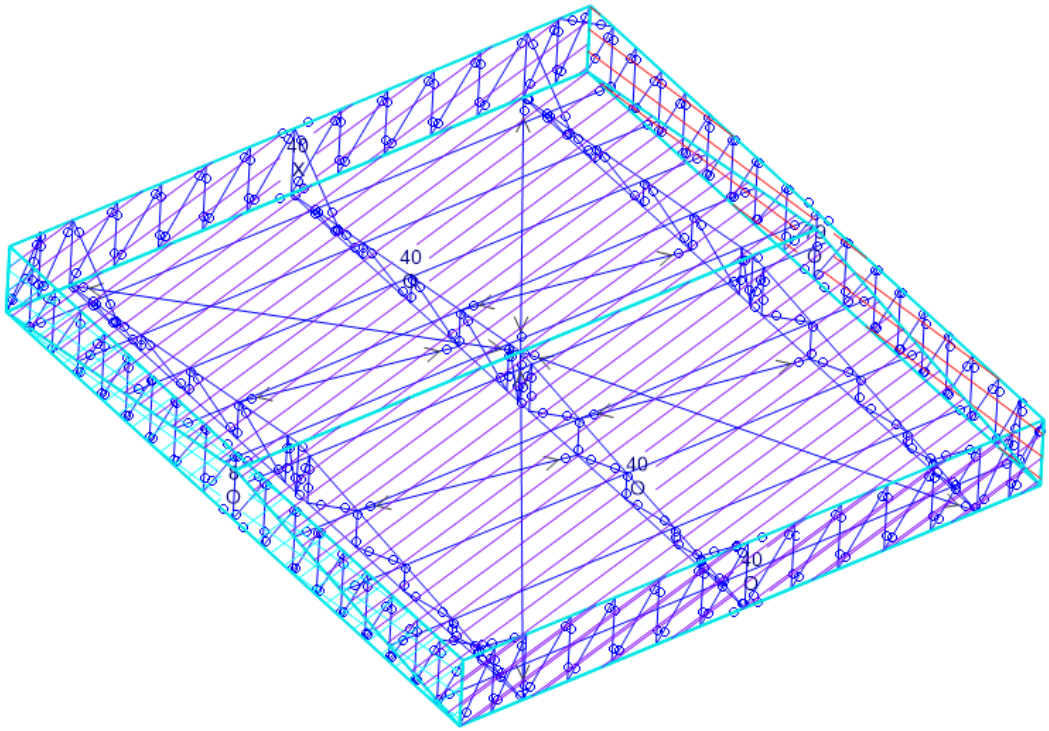


Figura 13. Representação Carregamento VENTO -X1 – CPI -0,30

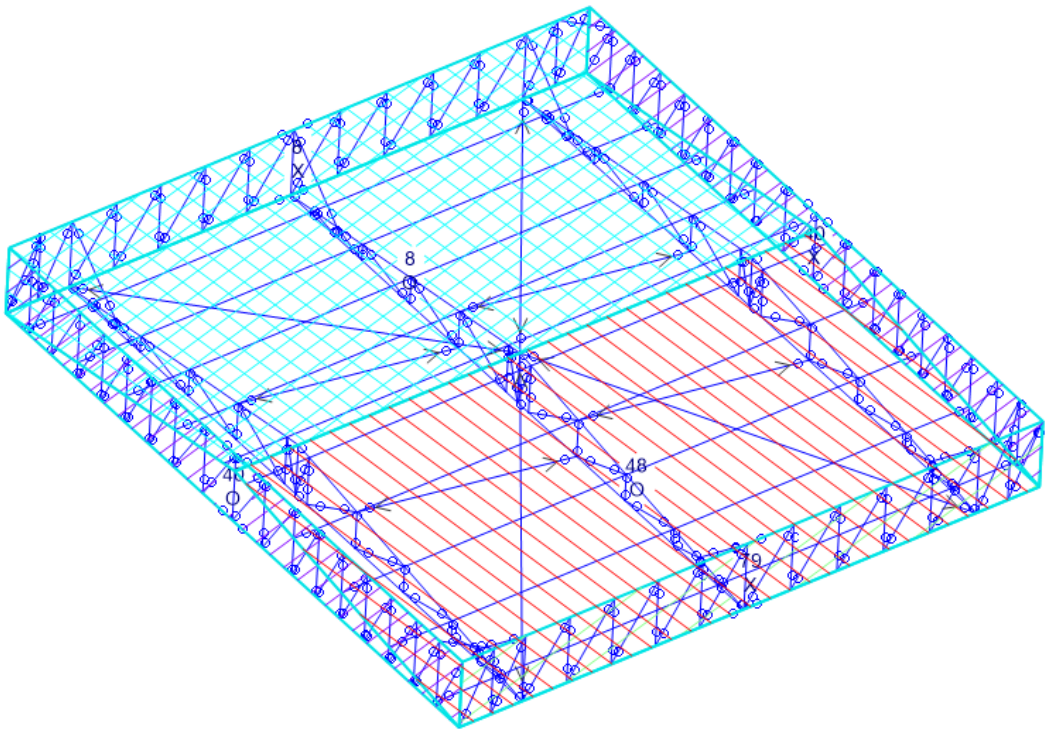


Figura 14. Representação Carregamento VENTO +X2 – CPI -0,30

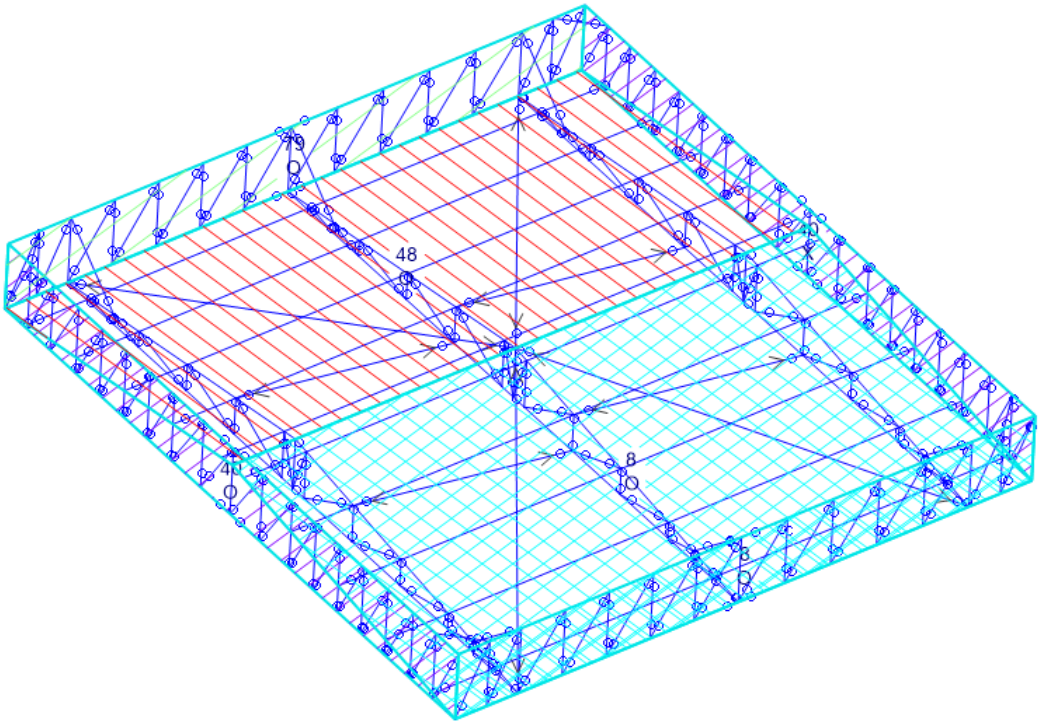


Figura 15. Representação Carregamento VENTO -X2 – CPI -0,30

6 DIMENSIONAMENTO ELETRÔNICO: ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

O dimensionamento eletrônico é representado pelo software em forma de porcentagem de utilização do elemento, seja ele no Estado Limite Último ou no Estado Limite de Serviço.

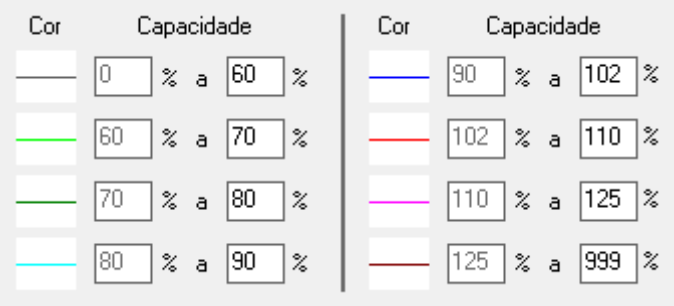


Figura 16. Tabela de Cores Dimensionamento Eletrônico.

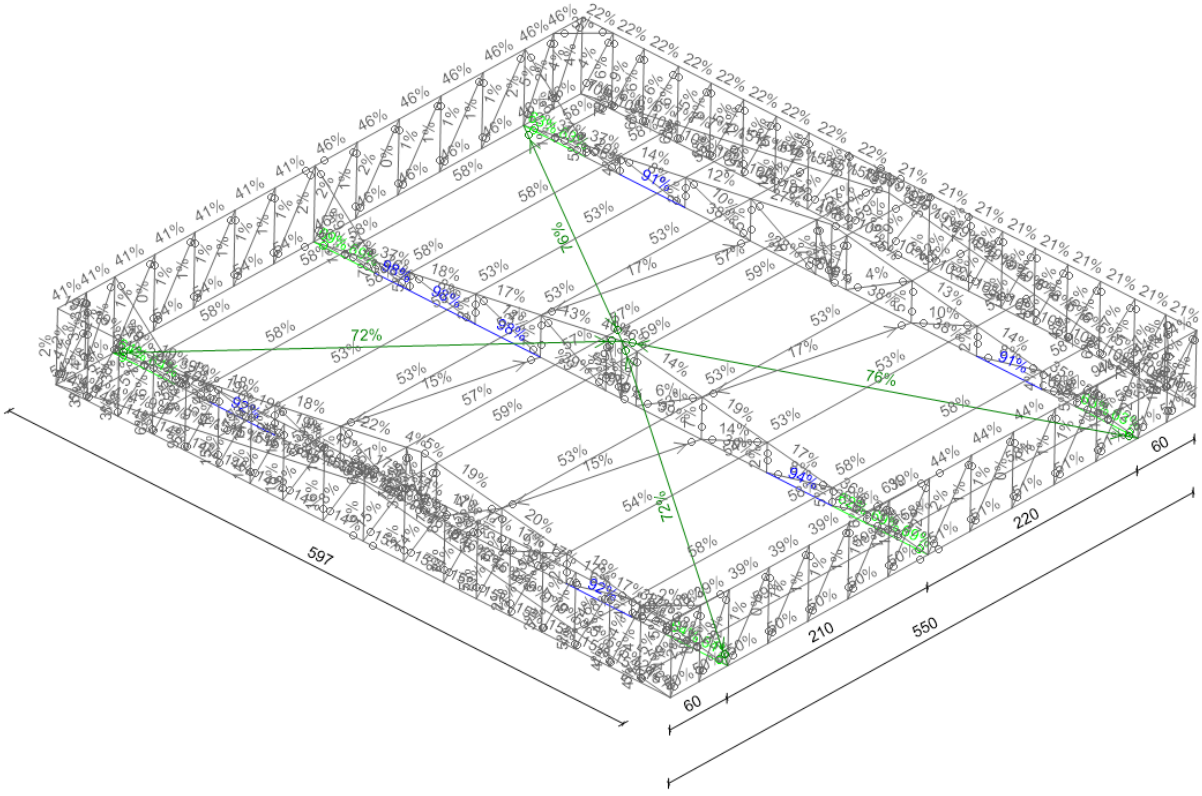


Figura 17. Visão Geral Dimensionamento – 3D.

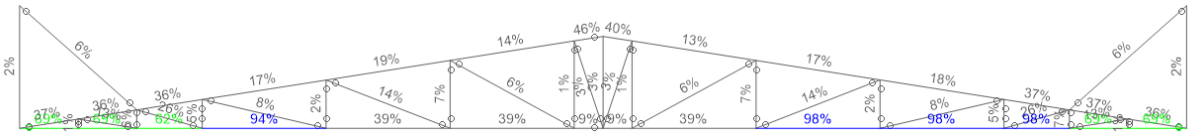


Figura 18. Visão Geral Dimensionamento – Tesoura 1,3,4 e 5.

6.1 Combinação de Esforços

Os Carregamentos foram combinados conforme a tabela a seguir.

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES

Nº	Combinação
1	PP * 1.25 + CP * 1.40
2	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.5
3	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #1
4	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #2
5	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #3
6	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #4
7	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #5
8	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #6
9	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #7
10	PP * 1.25 + CP * 1.40 + VENTO*1.40 #8
11	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #1
12	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #2

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
13	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #3
14	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #4
15	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #5
16	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #6
17	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #7
18	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 0.60 + VENTO*1.40 #8
19	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #1
20	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #2
21	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #3
22	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #4
23	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #5
24	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #6
25	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #7
26	PP * 1.25 + CP * 1.40 + SC * 1.50 + VENTO*0.84 #8
27	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #1
28	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #2
29	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #3

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
30	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #4
31	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #5
32	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #6
33	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #7
34	PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*1.40 #8
35	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00
36	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60
37	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #1
38	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #2
39	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #3
40	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #4
41	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #5
42	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #6
43	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #7
44	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + VENTO*0.40 #8
45	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #1
46	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #2

Tabela 1. TABELA DE COMBINAÇÕES	
47	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #3
48	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #4
49	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #5
50	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #6
51	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #7
52	ELS -PP * 1.00 + CP * 1.00 + SC * 0.60 + VENTO*0.40 #8

6.2 Banzo Inferior da Tesoura Perfil U50x25#1.25.

Resultados Detalhados para a Barra 94

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 94

59 — 58 — 0.63

X3 (Eixo maior)
c.c. em -x2,-x3

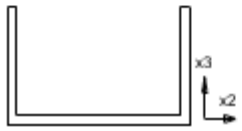
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

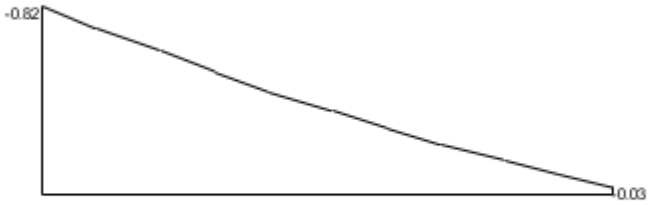
Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 11

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = -99.48 (compr.) Força Cortante Máx. = 1.61

Diagrama de Momentos M3



Força Axial Máx. = -99.48 (compr.) Força Cortante Máx. = 35.38

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 35.38 Vn = 843.75	0.04
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 31.26 Mn = 40.75	0.85
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{\left(\frac{Mu}{\phi b*Mn}\right)^2 + \left(\frac{Vu}{\phi v*Vn}\right)^2} < 1.00$		Mu = 31.26 Vu = 35.38	0.85

Resultados Detalhados para a Barra 94

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

M2 Moment (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.82 Mn = 10.27	0.09
M2 Moment and Shear (H2-1)	√(Mu / ϕb*Mn)² + (Vu / ϕv*Vn)² < 1.00		Mu = 0.82 Vu = 1.61	0.09
Distortion M2 F4.1	M / 0.9Mn < 1.00	λd = 0.246 Mcr = 169.84 β = 1.29 Lcr = 41.89	M = 0.82 Mn = 10.27 Fd = 1411.01	0.09
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	Pu / ϕc*Pn < 1.00 Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =32 (kL/r)y =80 ϕc = 0.85 λc = 1.03	Pu = 99.48 A = 1.20 Pn = 1834.96 Fy = 250.00 Ae = 1.14 Fe = 236.40	0.06
Axial Distortion E4.1	Pu / ϕb*Pnd < 1.00	λd = 0.529 Pcrd = 10708.79 Lcr = 46.36	Pu = 99.48 Pnd = 2996.57 Fcrd = 893.42	0.04
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 0.63 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -31.26 and -8.82	Sc = 1.63 Sf = 1.88 Le = 0.63 Cb = 1.40 σt = 247.6 σe = 309.6 σe = 1915.7 ϕb = 0.90	Mu = 31.26 Mn = 45.42 Mc = 46.73 Me = 123.09 My = 47.05 ro = 2.64	0.76
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 0.63 at: flange superior - direita at L = 0.00	(0.00 + -0.85 + -0.09)	Mux = 31.26 Mnx = 40.75 Muy = 0.82 Mny = 10.27	0.94

COMBINAÇAO = 37

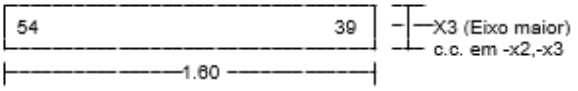
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 4.71 Iye = 0.75	defl = 0.00023	0.07

6.3 Banzo Inferior da Tesoura Perfil U50x25#2.00.

Resultados Detalhados para a Barra 89 - 91

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 89, 90, 91



Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

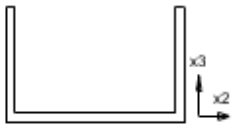
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.64	1.27
Torção-Lat	+ -	+ -
Compressã	Y	Y

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

Seção: U# 55x25#2.00



h	= 55.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 2.0mm	r	= 2.0mm				
Area	= 2.0cm2	I2	= 1.2cm4	I3	= 8.85cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.6cm3	W3	= 3.22cm3		
Cw	= 5.88cm6	e3	= 18.14mm	e2	= 27.50mm		
		e03	= -15.09mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 31.25mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:
-0.03 -0.82

Força Axial Máx. = 99.74 (tração), -98.72 (compr.) Força Cortante Máx. = 7.97

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:
-9.00 -31.33

Força Axial Máx. = 99.74 (tração), -98.72 (compr.) Força Cortante Máx. = 35.39

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 35.39 Vn = 843.75	0.04
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 31.33 Mn = 40.75	0.85
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 31.33 Vu = 35.39	0.86
V3 Shear ((G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 7.97 Vn = 843.75	0.01
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.64 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 1.76 Mn = 16.10	0.12
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 1.76 Vu = 4.99	0.12
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.246 Mcr = 169.92 β = 1.29 Lcr = 41.89	M = 0.82 Mn = 10.27 Fd = 1411.67	0.09
Axial Force (E2-2) (E2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =80 (kL/r)y =81 ϕc = 0.85 λc = 1.24	Pu = 98.72 A = 1.97 Pn = 1622.78 Fy = 265.62 Ae = 1.97 Fe = 172.24	0.07
Axial Distortion E4.1	$\frac{Pu}{\phi b*Pnd} < 1.00$	λd = 0.529 Pcrd = 10708.79 Lcr = 46.36	Pu = 98.72 Pnd = 2996.57 Fcrd = 893.42	0.04
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.64 to 1.27 at: flange inferior - direita Segment End Moments: -9.00 and -31.30	Sc = 1.63 Sf = 1.88 Le = 0.63 Cb = 1.40 σt = 250.0 σe = 313.5 σe = 1939.7 ϕb = 0.90	Mu = 31.33 Mn = 40.75 Mc = 51.57 Me = 124.28 My = 52.59 ro = 2.64	0.85
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.64 to 1.27 at: flange superior - direita at L = 1.27	(-0.03 + -0.85 + -0.09)	Mux = 31.33 Mnx = 40.75 Muy = 0.82 Mny = 10.27	0.98

COMBINAÇAO = 37

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	$\frac{defl.}{L / 180} < 1.00$	Ixe = 8.85 Iye = 1.17	defl = 0.00105	0.12

6.4 Reforço Banzo Inferior da Tesoura Perfil U55x25#2.00

Resultados Detalhados para a Barra 110

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 110

63 — 71 — 0.30

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

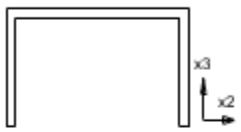
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 11

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = 418.19 (tração) Força Cortante Máx. = 7.34

Diagrama de Momentos M3



Força Axial Máx. = 418.19 (tração) Força Cortante Máx. = 21.35

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	$Vu/(\phi v*Vn) < 1.00$ $Vn=0.60*Fy*h*t$	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 21.35 Vn = 843.75	0.03
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 6.48 Mn = 40.75	0.18
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 6.48 Vu = 21.35	0.18

Resultados Detalhados para a Barra 110

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

V3 Shear ((G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 7.34 Vn = 843.75	0.01
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 2.17 Mn = 10.27	0.23
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 2.17 Vu = 7.34	0.24
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 418.19 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.16
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.30 at: flange inferior - direita Segment End Moments: 0.00 and -2.17	Sc = 0.41 Sf = 0.41 Le = 0.30 Cb = 1.67 σt = 883.8 σe = 1334.2 σe = 8093.6 ϕb = 0.90	Mu = 2.17 Mn = 10.27 Mc = 10.27 Me = 206.67 My = 10.27 ro = 2.64	0.23
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 0.30 at: flange superior - esquerda at L = 0.30	(-0.16 + -0.18 + -0.09)	Mux = 6.48 Mnx = 40.75 Muy = 2.17 Mny = 27.34	0.42

6.5 Banzo Superior da Tesoura – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 77

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 77

52 — 42 — X3 (Eixo maior) c.c. em +x2,+x3

0.35

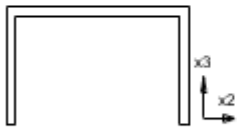
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 22

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = -496.81 (compr.) Força Cortante Máx. = 0.16

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Axial Force	Pu / ϕc*Pn < 1.00	(kL/r)x =18 (kL/r)y =44 ϕc = 0.85 λc = 0.61	Pu = 496.81 A = 1.20 Pn = 2249.67 Fy = 250.00	0.26
(E2-2) (E2.2-1)	Pn=Ae*Fy*(0.658^λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β		Ae = 1.05 Fe = 663.80	
Axial Distortion E4.1	Pu / ϕb*Pnd < 1.00	λd = 0.489 Pcrd = 12508.70 Lcr = 46.36	Pu = 496.81 Pnd = 2996.57 Fcrd = 1043.58	0.20
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Sc = 0.40 Sf = 0.41 Le = 0.35 Cb = 1.00 σt = 689.7 σe = 1023.7 σe = 6239.5 ϕb = 0.90	Mu = 0.01 Mn = 26.87 Mc = 10.27 Me = 4467.83 My = 10.27 ro = 2.64	0.00
	Critical Segment from 0.00 to 0.35 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00			

Resultados Detalhados para a Barra 77

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Combined Stresses (compress.)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x}$	Cmx = 0.85 Cmy = 0.85 αx = 0.99 αy = 0.96	Mux = 0.00 Muy = 0.01 Mnx = 40.75 Mny = 26.87	0.26
(H1.2-1)	$+ \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$	(0.26 + 0.00 + 0.00)		
	Critical Segment from 0.00 to 0.35 at: flange inferior - esquerda at L = 0.17			

6.6 Diagonal das Tesouras – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 71

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 71

57 — 45 — 0.33

X2 (Eixo maior)

c.c. em +x2,+x3

Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm		
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm		
Area	= 1.2cm2	I2	= 4.71cm4	I3	= 0.7cm4
J	= 0.0cm4	W2	= 1.9cm3	W3	= 0.4cm3
Cw	= 3.14cm6	e3	= 25.0mm	e2	= 18.17mm
		e03	= 0.0mm	e02	= -15.63mm
		j3	= 0.0mm	j2	= 29.22mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 21

Força Axial Máx. = 188.17 (tração) Força Cortante Máx. = 0.00

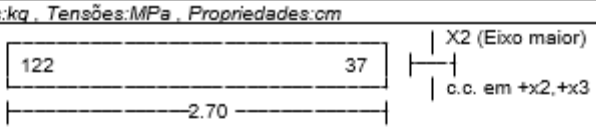
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t * Ag * Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 188.17 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.07

6.7 Montante das Tesouras – Perfil U50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 612 - 666

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 612, 613, 666



Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : Fy230

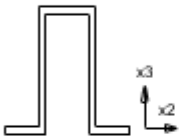
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =		0.60	2.20
Torção-Lat	Contínuo	+ -	+ -
Compressã	Contínuo	Y	Y

Seção: Car 65X35X27#0.80



h	=	65.0mm	b	=	87.40mm		
t	=	0.80mm	r	=	0.80mm		
Area	=	1.7cm2	I2	=	10.42cm4	I3	= 7.41cm4
J	=	0.0cm4	W2	=	2.95cm3	W3	= 1.7cm3
Cw	=	37.36cm6	e3	=	35.35mm	e2	= 43.70mm
			e03	=	50.26mm	e02	= 0.0mm
			j3	=	-53.39mm	j2	= 0.0mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 19

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:
4.46 0.84

Força Axial Máx. = -50.00 (compr.) Força Cortante Máx. = 47.46

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:
-5.10 4.32

Força Axial Máx. = -50.00 (compr.) Força Cortante Máx. = 6.10

Resultados Detalhados para a Barra 612 - 666

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.25	Vu = 6.10 Vn = 351.07	0.02
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.16 Fy = 230.00 ϕb = 0.90	Mu = 7.13 Mn = 26.64	0.30
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 7.13 Vu = 5.55	0.30
Distortion M3 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.546 Mcr = 131.00 β = 1.00 Lcr = 89.95	M = 7.13 Mn = 38.98 Fd = 302.44	0.20
V3 Shear ((G2.1-2b)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*t²√(5.34*Fy*E)	ϕv = 0.95	Vu = 47.46 Vn = 1226.66	0.04
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 2.82 Fy = 230.00 ϕb = 0.90	Mu = 19.79 Mn = 64.95	0.34
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 19.79 Vu = 47.46	0.34
Axial Force	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy	(kL/r)x =0 (kL/r)y =0 ϕc = 0.85 λc = 0.00	Pu = 50.00 A = 1.71 Pn = 2444.79 Fy = 230.00 Ae = 1.06	0.02
Axial Distortion E4.1	$\frac{Pu}{\phi b*Pnd} < 1.00$	λd = 0.984 Pcrd = 4061.33 Lcr = 99.54	Pu = 50.00 Pnd = 2987.55 Fcrd = 237.52	0.02
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	$\frac{Mux}{\phi b*Mnx} + \frac{Muy}{\phi b*Mny} - \frac{Tu}{\phi tTn} < 1.00$ Critical Segment from 0.00 to 2.70 at: flange superior - direita at L = 2.70	(0.00 + -0.34 + -0.25)	Mux = 19.79 Mnx = 64.95 Muy = 7.13 Mny = 26.64	0.59

COMBINAÇAO = 37

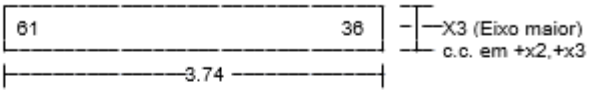
CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	$\frac{defl.}{L / 180} < 1.00$	Ixe = 10.42 Iye = 7.41	defl = 0.00074	0.05

6.8 Terças – Perfil Cr 65x35x27#0.80/ Cr 65x35x27#1.30

Resultados Detalhados para a Barra 591

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 591



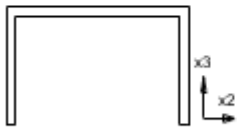
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm				
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3		
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm		
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 6



Força Axial Máx. = 40.78 (tração) Força Cortante Máx. = 2.18

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 2.04 Mn = 10.27	0.22
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 2.04 Vu = 0.00	0.22
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.279 Mcr = 131.53 β = 1.00 Lcr = 41.89	M = 2.04 Mn = 10.27 Fd = 1092.68	0.22
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	ϕt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 40.78 Ag = 1.20 An = 1.20 Fy = 250.00	0.02

Resultados Detalhados para a Barra 591

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 3.74 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Sc = 0.40 Sf = 0.41 Le = 3.74 Cb = 1.00 σt = 64.2 σe = 9.0 σe = 56.6 ϕb = 0.90	Mu = 2.04 Mn = 26.87 Mc = 10.27 Me = 47.34 My = 10.27 ro = 2.64	0.08
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 Critical Segment from 0.00 to 3.74 at: flange inferior - direita at L = 1.87	(-0.02 + 0.00 + -0.22)	Mux = 0.00 Mnx = 40.75 Muy = 2.04 Mny = 10.27	0.24

COMBINAÇAO = 27

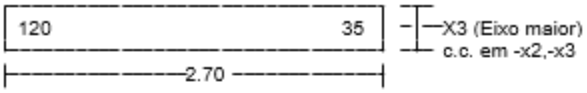
CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 4.71 Iye = 0.75	defl = 0.01589	0.77

6.9 Contraventamentos Vertical – Perfil U75x25#0.65

Resultados Detalhados para a Barra 531 - 570

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 531, 566, 532, 567, 568, 569, 570



Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

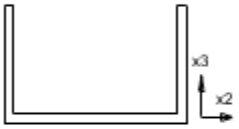
Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

TRAVAMENTOS INTERMEDIARIOS

L =	0.30	0.60	1.02	1.44	1.86	2.28
Torção-Lat	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
Compressã	Y	Y	Y	Y	Y	Y

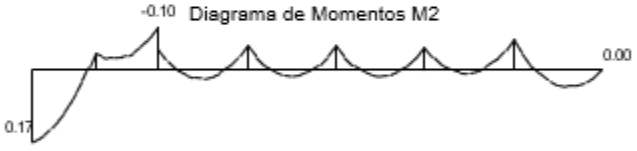
Seção: U# 50x25#1.25



h	= 50.0mm	b	= 25.0mm		
t	= 1.25mm	r	= 1.25mm		
Area	= 1.2cm2	I2	= 0.7cm4	I3	= 4.71cm4
J	= 0.0cm4	W2	= 0.4cm3	W3	= 1.9cm3
Cw	= 3.14cm6	e3	= 18.17mm	e2	= 25.0mm
		e03	= -15.63mm	e02	= 0.0mm
		j3	= 29.22mm	j2	= 0.0mm

COMBINAÇAO de CALCULO= 11

Diagrama de Momentos M2



Momentos nos travamentos intermediários:

-0.04 -0.10 -0.06 -0.06 -0.05 -0.07

Força Axial Máx. = -134.69 (compr.) Força Cortante Máx. = 1.20

Diagrama de Momentos M3



Momentos nos travamentos intermediários:

0.77 12.54 0.69 -6.48 -8.99 -6.83

Força Axial Máx. = -134.69 (compr.) Força Cortante Máx. = 43.19

Resultados Detalhados para a Barra 531 - 570

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
V2 Shear (G2.1-5)	Vu/(ϕv*Vn)< 1.00 Vn=0.60*Fy*h*t	ϕv = 0.95 h*t = 0.56	Vu = 43.19 Vn = 843.75	0.05
M3 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 1.63 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 12.54 Mn = 40.75	0.34
M3 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 12.54 Vu = 43.19	0.35
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.41 Fy = 250.00 ϕb = 0.90	Mu = 0.17 Mn = 10.27	0.02
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.222 Mcr = 207.54 β = 1.29 Lcr = 41.89	M = 0.10 Mn = 10.27 Fd = 1724.17	0.01
Axial Force (E.2-3) (E2.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} < 1.00$ Pn=Ae*Fy*(0.877/λc²) Fe=(σx+σt-√((σx+σt)²-4βσxσt))/2β	(kL/r)x =136 (kL/r)y =53 ϕc = 0.85 λc = 1.58	Pu = 134.69 A = 1.20 Pn = 1050.96 Fy = 250.00 Ae = 1.20 Fe = 99.98	0.15
Axial Distortion E4.1	$\frac{Pu}{\phi b*Pnd} < 1.00$	λd = 0.524 Pcrd = 10912.12 Lcr = 46.36	Pu = 134.69 Pnd = 2996.57 Fcrd = 910.38	0.05
Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$ Critical Segment from 0.30 to 0.60 at: flange superior - esquerda Segment End Moments: 0.77 and 12.54	Sc = 1.63 Sf = 1.88 Le = 0.30 Cb = 1.64 σt = 902.3 σe = 1363.9 σe = 8269.9 ϕb = 0.90	Mu = 12.54 Mn = 40.75 Mc = 47.05 Me = 577.75 My = 47.05 ro = 2.64	0.34
Combined Stresses (compress.) (H1.2-1)	$\frac{Pu}{\phi c*Pn} + \frac{Cmx*Mux}{\phi b*Mnx*\alpha x} + \frac{Cmy*Muy}{\phi b*Mny*\alpha y} < 1.00$ (0.15 + 0.38 + 0.00) Critical Segment from 0.30 to 0.60 at: flange superior - esquerda at L = 0.60	Cmx = 1.00 Cmy = 1.00 αx = 0.90 αy = 0.98	Mux = 12.54 Muy = 0.10 Mnx = 40.75 Mny = 27.34	0.54

COMBINACAO = 44

Resultados Detalhados para a Barra 531 - 570

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

CALCULO	EQUACAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	lxe = 4.71 lye = 0.75	defl = 0.00107	0.07

6.10 Banzo Superior Treliça da Platibanda – Perfil Uc50x25#1.25

Resultados Detalhados para a Barra 642

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Barra: 642

85 — 45 — 2.22

X3 (Eixo maior)
c.c. em +x2,+x3

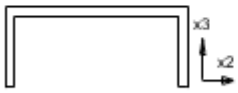
Dados da Seção

- Seções : Verificar
- Aço : MR250

Parâmetros de Cálculo

- Kx = 1.00 - Ky = 1.00
- Esbeltez adm.: 200 (compr.) 240 (tração)
- Flecha admissível : 1/180
- Diâmetro dos furos na alma : 0.0 (mm)
- Sistema : Deslocável

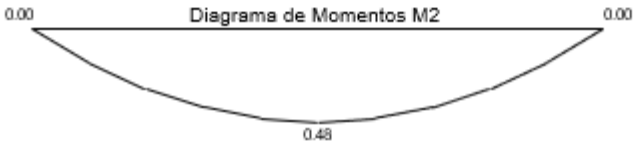
Seção: U# 75x25#0.65



h	= 75.0mm	b	= 25.0mm				
t	= 0.65mm	r	= 0.65mm				
Area	= 0.8cm2	I2	= 0.5cm4	I3	= 6.58cm4		
J	= 0.0cm4	W2	= 0.2cm3	W3	= 1.8cm3		
Cw	= 4.51cm6	e3	= 19.72mm	e2	= 37.50mm		
		e03	= -13.29mm	e02	= 0.0mm		
		j3	= 42.28mm	j2	= 0.0mm		

COMBINAÇAO de CALCULO= 15

Diagrama de Momentos M2



Força Axial Máx. = 105.81 (tração) Força Cortante Máx. = 0.86

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
M2 Moment (F2.1-1)	$\frac{Mu}{\phi b*Mn} < 1.00$	Se = 0.22 Fy = 250.00 φb = 0.90	Mu = 0.48 Mn = 5.46	0.10
M2 Moment and Shear (H2-1)	$\sqrt{(\frac{Mu}{\phi b*Mn})^2 + (\frac{Vu}{\phi v*Vn})^2} < 1.00$		Mu = 0.48 Vu = 0.00	0.10
Distortion M2 F4.1	$\frac{M}{0.9Mn} < 1.00$	λd = 0.407 Mcr = 34.74 β = 1.00 Lcr = 75.38	M = 0.48 Mn = 5.77 Fd = 378.50	0.09
Axial Force (D2-1)	$\frac{Tu}{\phi t*Ag*Fy} < 1.00$	φt = 0.90 Area Red.= 1.00	Tu = 105.81 Ag = 0.80 An = 0.80 Fy = 250.00	0.06

Resultados Detalhados para a Barra 642

*Momentos:kg*metro , Forças:kg , Tensões:MPa , Propriedades:cm*

Lateral Torsional Buckling (F2.1-1)	Mu / ϕb*Mn < 1.00	Sc = 0.21 Sf = 0.23 Le = 2.22 Cb = 1.00 σt = 32.3 σe = 23.2 σe = 332.6 ϕb = 0.90 Critical Segment from 0.00 to 2.22 at: flange inferior - esquerda Segment End Moments: 0.00 and 0.00	Mu = 0.48 Mn = 14.21 Mc = 5.77 Me = 227.81 My = 5.77 ro = 3.25	0.04
Combined Stresses (tension) (H1.1-2)	Mux / ϕb*Mnx + Muy / ϕb*Mny - Tu / ϕtTn < 1.00 (-0.06 + 0.00 + -0.10) Critical Segment from 0.00 to 2.22 at: flange inferior - direita at L = 1.11		Mux = 0.00 Mnx = 26.42 Muy = 0.48 Mny = 5.48	0.16

COMBINAÇAO = 27

CALCULO	EQUAÇAO	FATORES	VALORES	RESUL
Deflection	defl. / L / 180 < 1.00	Ixe = 6.58 Iye = 0.45	defl = 0.00217	0.18

7 DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES

As ligações entre os elementos estruturais são realizadas através de parafusos auto-atarraxantes. Os parafusos são fixados pelas mesas dos perfis, trabalhando a cisalhamento.

É utilizado o parafuso auto-atarraxante de cabeça sextavada Ø4,8x19 mm.

Nomenclaturas:

d é o diâmetro nominal do parafuso;

t1 é a espessura do elemento conectado em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

t2 a espessura do elemento conectado que não está em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

fu1 é a resistência à ruptura na tração do elemento conectado em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

fu2 é a resistência à ruptura na tração do elemento conectado que não está em contato com a arruela ou a cabeça do parafuso;

Fv,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso (menor valor entre Fc,Rd e Fss,Rd);

Fc,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso, associada à resistência do metal base;

Fss,Rk é a força de cisalhamento resistente nominal do parafuso, fornecida pelo fabricante ou determinada por ensaio;

Fss,Rd é a força de cisalhamento resistente de cálculo do parafuso;

7.1 Disposições Construtivas

A distância entre centros de parafusos adjacentes não deve ser inferior a 3 x d e a distância do centro do parafuso à borda de qualquer elemento conectado não deve ser inferior a 1,5 x d.

7.2 Força de Cisalhamento Resistente ao Cálculo

A força de cisalhamento resistente de cálculo por parafuso (Fv,Rd) é o menor valor obtido entre os itens abaixo:

Resistência do metal-base:

para t2/t1 ≤ 1,0, Fc,Rd é o menor dos valores:

Fc,Rd = 4,2(t23d)0,5 fu2 / γ = 4,2 x (0,125³ x 0,48)0,5 x 4000 / 2 = 257,2 kgf

Fc,Rd = 2,7 t1 d fu1 / γ = 2,7 x 0,125 x 0,48 x 4000 / 2 = 324 kgf

Fc,Rd = 2,7 t2 d fu2 / γ = 2,7 x 0,125 x 0,48 x 4000 / 2 = 324 kgf

Fc,Rd = 257,2 kgf (1 parafuso)

Resistência do parafuso ao cisalhamento

A força de cisalhamento resistente de cálculo do parafuso deve ser tomada como:

Fss,Rd = Fss,Rk / γ

Para garantir a resistência mínima em relação ao metal base, o parafuso deve possuir uma resistência ao cisalhamento mínima de:

Fss,Rk = Fc,Rd x γ = 257,2 x 2 = 514,4 kgf

7.3 Ligação dos Montantes e Diagonais

As ligações dos montantes deverão ser executadas com no mínimo dois parafusos auto-atarraxantes. Para as diagonais das treliças as ligações são feitas com no mínimo 4 parafusos auto-atarraxantes.

LIGAÇÕES COM 2 PARAFUSOS

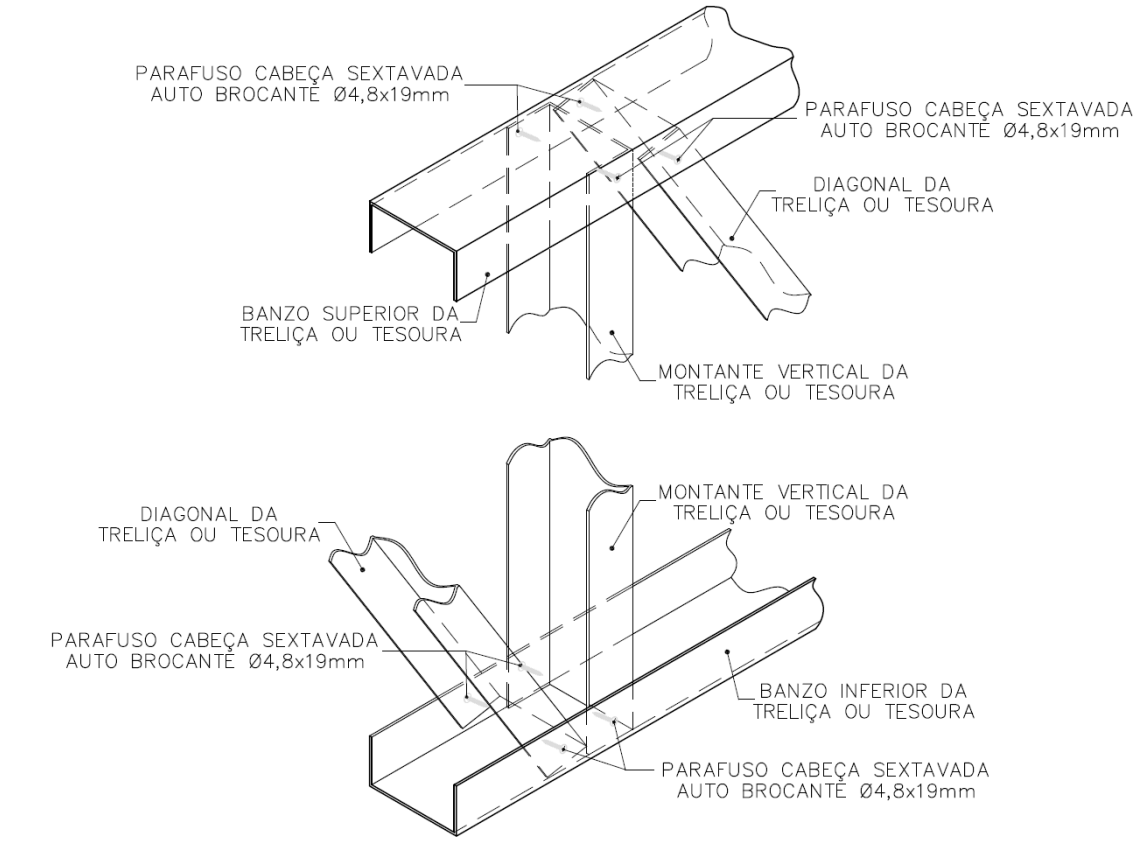


Figura 19. Detalhe da ligação dos montantes (2 Parafusos)

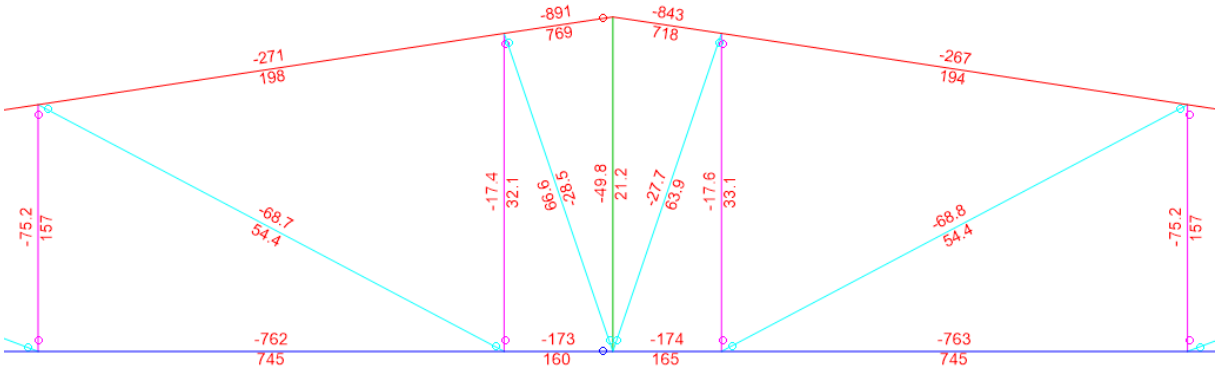


Figura 20. Esforços atuantes nos montantes

Esforço atuante: $F_{c,Sd}$ = 228 *kgf*

Número de Parafusos: n= 2

Esforço Resistente: $F_{c,Rd}$ = 2 x 257,2 *kgf* (calculado em 7.2) = 514,4 kgf

LIGAÇÕES COM 4 PARAFUSOS

Nas ligações das diagonais deverão ser utilizados no mínimo 4 parafusos.

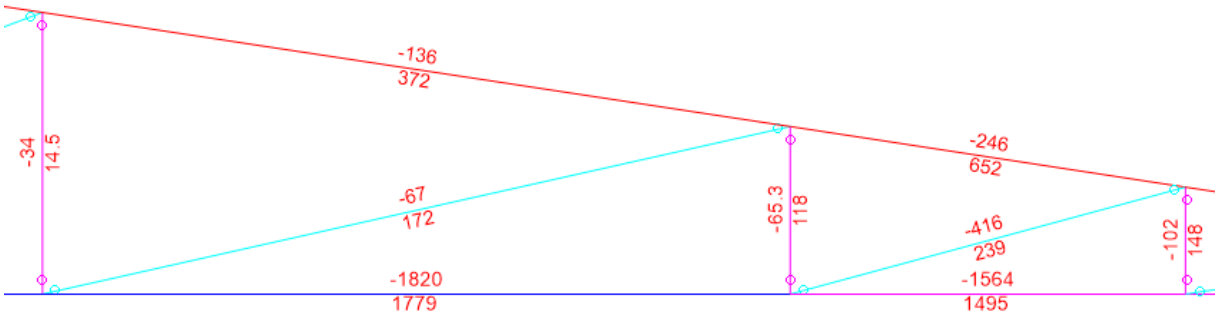


Figura 21. Esforços axiais nas barras – Indicação da Diagonal com maior esforço.

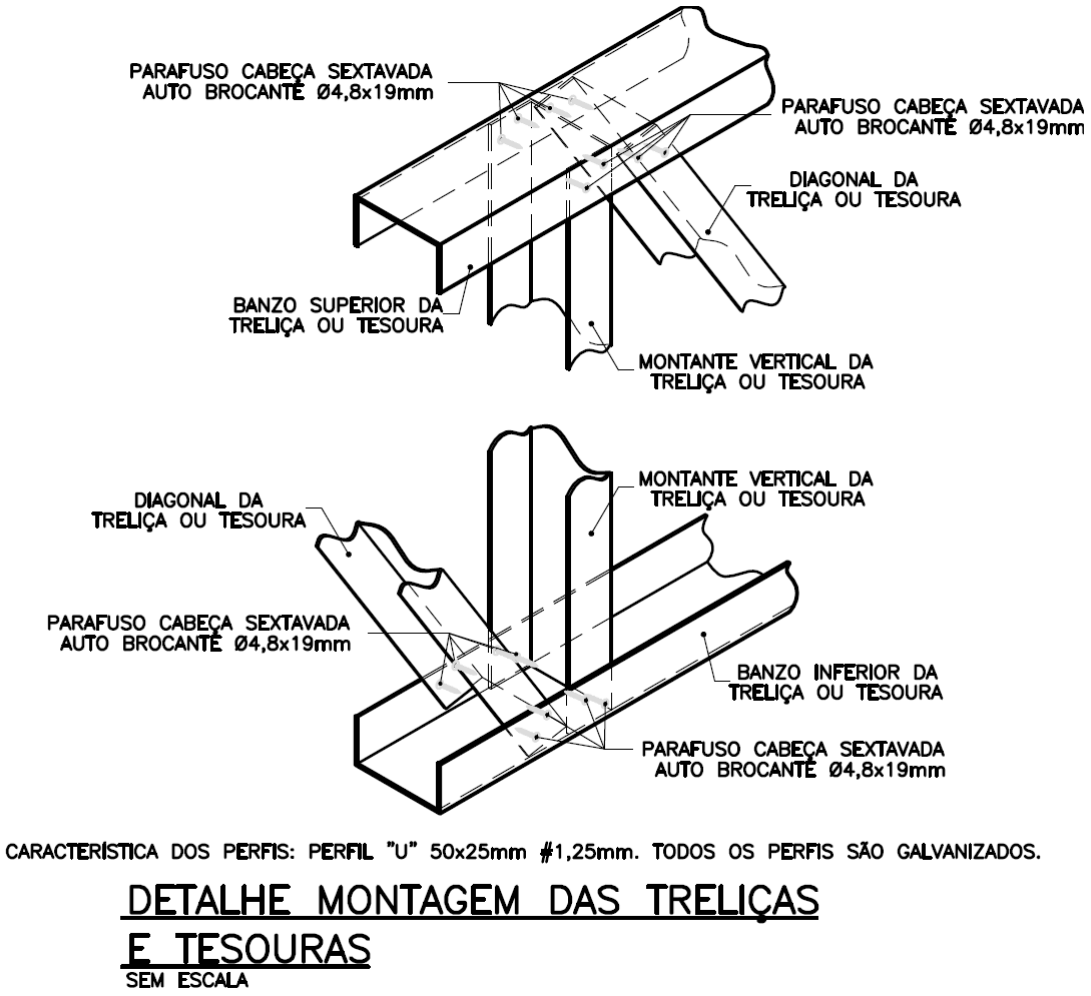


Figura 22. Detalhe da ligação das diagonais e montantes (4 Parafusos)

Esforço atuante: $F_{c,Sd}$ = 416 *kgf*

Número de Parafusos: n= 2

Esforço Resistente : $F_{c,Rd}$ = 2 x 257,2 *kgf* (calculado em 7.2) = 771,6 kgf

8 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A estrutura encontra-se dimensionada de acordo com as principais normas vigentes, atendendo os requisitos mínimos de segurança e utilização para o seu pleno funcionamento.

Os elementos de vedação foram considerados como apoios para a estrutura da cobertura e seu dimensionamento não faz parte do escopo deste projeto.

Quaisquer alterações na geometria ou especificações da estrutura apresentada neste trabalho deverão ser consultadas e validadas com o responsável por este trabalho.

2.17. Projeto Elétrica (Edificações) e SPDA

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-P2-001	Rev. 0
	Emissão: 03/12/2024	Folha: 1 / 47
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Executivo de Instalações Elétricas		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P2-001 ao 004

Documentos Resultantes:

egis

00d	03/12/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 6

1.1 PROPOSTA DE PROJETO 6

1.2 LOCALIZAÇÃO 6

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 8

2.1 OBJETIVO 8

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 8

3 DESCRIÇÃO GERAL DOS SISTEMAS 9

3.1 ENTRADA DE ENERGIA 9

3.2 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO 9

3.3 ALIMENTADORES 9

3.4 CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO 10

3.5 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS 10

3.6 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA 11

4 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS 12

4.1 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO 12

4.1.1 MINIDISJUNTOR 12

4.1.2 DISJUNTOR CAIXA MOLDADA 12

4.1.3 DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR) 13

4.1.4 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS) 13

4.1.5 ELETRODUTOS RÍGIDOS METÁLICOS 14

4.1.5.1 ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO LEVE ZINCADOS ELETROLITICAMENTE 14

4.1.5.2 CURVAS PARA ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO 14

4.1.5.3 ELETRODUTOS DE ALUMÍNIO – PADRÃO SCH 40 14

4.1.6 ELETRODUTOS NÃO METÁLICOS 15

4.1.6.1 ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDO 15

4.1.6.2 ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDO – MONTAGEM SEM ROSCA 16
4.1.6.3 ELETRODUTOS PVC FLEXÍVEL CORRUGADO 16
4.1.6.4 ELETRODUTOS PVC FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO 16
4.1.7 CAIXAS DE PASSAGEM OU CONEXÃO 17
4.1.7.1 EMBUTIDAS EM CONCRETO 17
4.1.7.2 EMBUTIDAS EM ALVENARIA 17
4.1.7.3 EM INSTALAÇÕES APARENTES EXTERNAS 17
4.1.7.4 EM INSTALAÇÕES GERAIS E DE ILUMINAÇÃO SOBRE O FORRO ... 17
4.1.8 ELETROCALHAS E ACESSÓRIOS 17
4.1.8.1 TIPO 18
4.1.8.2 FLANGES E TERMINAÇÕES 18
4.1.8.3 ARRANJO DOS CONDUTORES 18
4.1.8.4 DERIVAÇÕES PARA ELETRODUTOS 18
4.1.9 ATERRAMENTO 18
4.1.10 FIXAÇÃO E ARRANJO DOS CONDUTORES 18
4.1.11 CONDUTORES ELÉTRICOS 18
4.1.11.1 CONDUTORES DE COBRE SÓLIDOS ISOLADOS 450/750 V – 70° C PVC – BWF - ANTIFLAN 19
4.1.11.2 CONDUTORES DE COBRE EXTRA-FLEXIVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70° C PVC – BWF - ANTIFLAN 19
4.1.11.3 CONDUTORES DE COBRE FLEXÍVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70°C PVC – BWF - ANTIFLAN 19
4.1.11.4 CONDUTORES DE COBRE FLEXÍVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70°C – NÃO HALOGENADO - AFUMEX 20
4.1.11.5 CONDUTORES DE COBRE UNI OU MULTIPOLARES 600/1000 V – 90°C NÃO HALOGENADO - AFUMEX 20
4.1.11.6 CONDUTORES ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO PARA LIGAÇÕES FLEXÍVEIS DO TIPO CORDPLAST 20
4.1.12 ACESSÓRIOS PARA CABOS DE BAIXA TENSÃO 21

4.1.12.1 CONECTORES DE TORÇÃO PARA FIOS E CABOS 21
4.1.12.2 CONECTORES DE DERIVAÇÃO PARA FIOS E CABOS 21
4.1.12.3 TERMINAIS DE PRESSÃO PARA CABOS FLEXÍVEIS ATÉ 10mm² 21
4.1.12.4 MARCADORES PARA FIOS E CABOS ATÉ 10mm² 21
4.1.12.5 MARCADORES PARA CABOS ACIMA DE 16mm² 21
4.1.13 EQUIPAMENTOS, QUADROS E APARELHOS DE MANOBRA 22
4.1.14 PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS 22
4.1.14.1 CONJUNTOS PRÉ-FABRICADOS UTILIZADOS NAS ENTRADAS DE ENERGIA 22
4.1.14.2 CONJUNTOS COMPACTOS DE MANOBRA UTILIZADOS NAS ENTRADAS DE ENERGIA 22
4.1.14.3 QUADROS GERAIS – (QGBT) 23
4.1.14.4 QUADROS DE COMANDO E CONTROLE DE BOMBAS 25
4.1.14.5 QUADROS TERMINAIS 26
4.2 EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO – PRESCRIÇÕES GERAIS 27
4.2.1 SUPORTES E FIXAÇÕES 27
4.2.1.1 SUPORTES DE USO GERAL 28
4.2.1.2 SUSTENTAÇÃO DE QUADROS 28
4.2.1.3 FIXAÇÕES 28
4.2.1.4 BRAÇADEIRAS 28
5 ILUMINAÇÃO PÚBLICA 29
5.1 Normas aplicáveis 29
5.2 Definições aplicáveis 29
5.3 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURA UTILIZADA .. 31
5.3.1 Seleção das luminárias 31
5.3.2 Sistema de acionamento 37
5.3.3 Fios e cabos elétricos 37
5.3.4 Distribuição dos circuitos 37

5.4 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO 38
6 NO-BREAK 41
6.1 MODOS DE OPERAÇÃO 41
6.2 INVERSOR 42
6.3 CHAVE ESTÁTICA 42
6.4 ENTRADA DO SISTEMA - RETIFICADOR/CARREGADOR 43
6.5 BYPASS 44
6.6 SAÍDA DO SISTEMA – INVERSOR 44
6.7 BATERIA 45
6.8 EXECUÇÃO 46
7 LEGISLAÇÕES APLICADAS 47

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Elétrica do **Executivo** da BSO 02.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

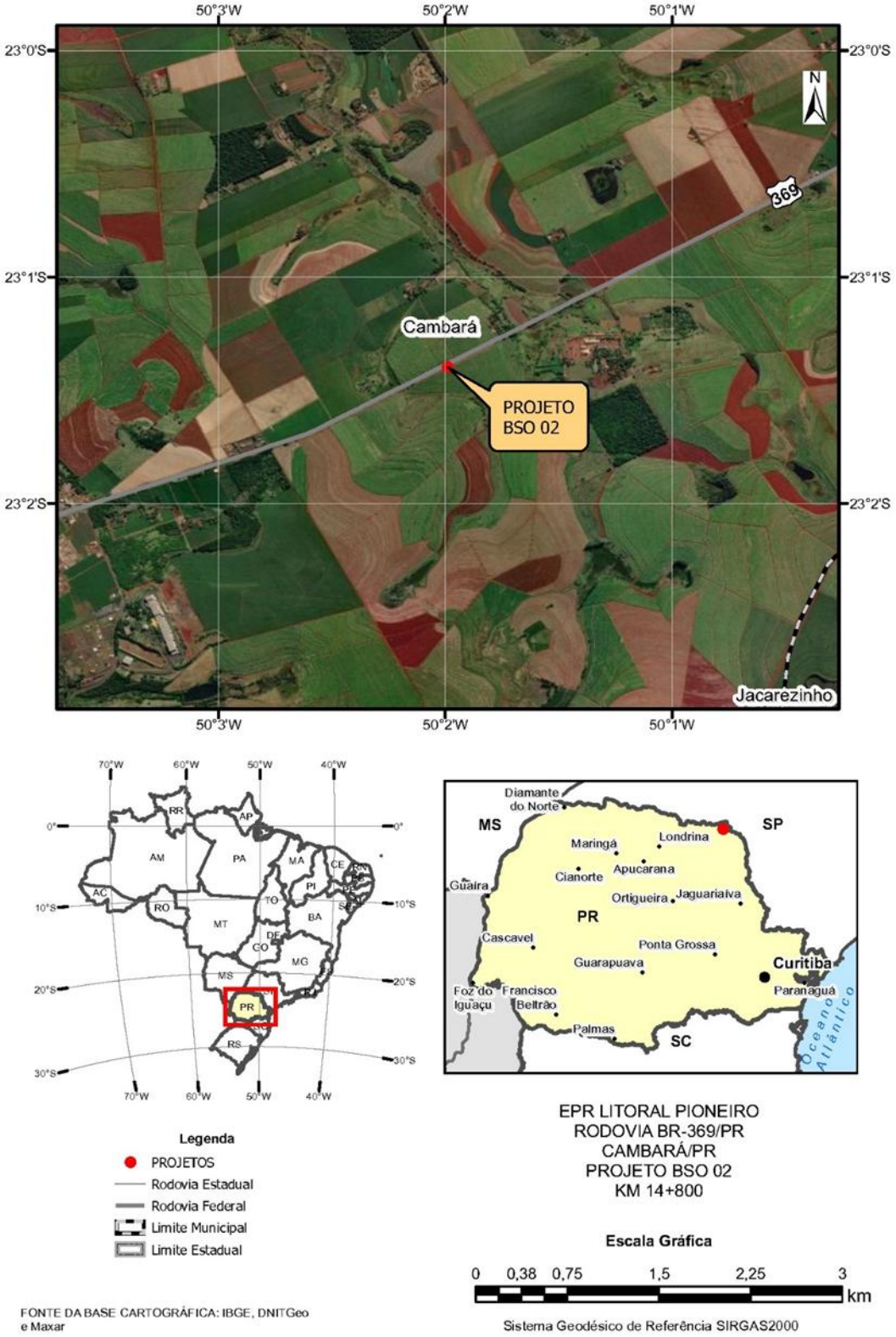


Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Executivo** de Elétrica relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se a edificação a Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, onde há instalações projetadas para atender toda a necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, e funcional dos colaboradores e usuários.

As instalações foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

A área total construída do empreendimento conta com edificação principal, apoio ambulância, depósitos e cobertura da garagem e soma 246,36m².

3 DESCRIÇÃO GERAL DOS SISTEMAS

3.1 ENTRADA DE ENERGIA

A entrada de energia será feita através de derivação da rede secundária da concessionária local. O empreendimento será atendimento em baixa tensão por ter carga instalada e demanda inferior a 57kVA. É indicado em projeto local para o padrão de entrada para alimentação do prédio em questão.

Sistema de Aterramento: TN-C-S

Tensão de Alimentação:

- Baixa Tensão: 220/127V, 60Hz

O projeto elétrico contempla a instalação de Dispositivo de Proteção contra Surto (DPS), conforme preconizado em norma, junto ao quadro mais próximo do ponto de entrega. Surtos de tensão são fenômenos transitórios, onde os efeitos provocados são danosos a determinados tipos de equipamentos. O dispositivo especificado contempla a proteção em primeiro nível; para proteções adicionais deverão ser previstos em função dos equipamentos instalados pelo usuário. Deve-se ser instalado DPS adicionais quando da existência de equipamentos eletrônicos sensíveis.

A Entrada de Energia deverá ser executada somente após aprovação e liberação do projeto específico pela concessionária de energia local.

3.2 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

A distribuição de energia elétrica do empreendimento será feita em baixa tensão, através de circuitos para iluminação, tomadas de uso geral e específicas, que partirão de quadros de luz e força.

O item a seguir apresentará uma tabela demonstrativa das características de tensão adotadas como critérios de projeto para o empreendimento, visando um melhor entendimento desse documento e do projeto como um todo.

Foi adotado uma queda de tensão de 5% para o empreendimento.

3.3 ALIMENTADORES

Os circuitos alimentadores são linhas elétricas que partem da medição e percorrem as áreas internas e externas do empreendimento até os quadros terminais.

Os condutores foram dimensionados conforme maneira de instalação, tipo de conduto, tipo de condutor, conforme critérios de projeto e exigências da NBR 5410.

Os condutores de alimentação possuirão isolação em EPR para tensão 0,6/1kV, temperatura máxima em regime de 90 ºC, não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e em conformidade com ABNT NBR 13248.

3.4 CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO

Os circuitos de distribuição ou terminais são linhas elétricas que partem dos quadros terminais e alimentam os pontos de tomadas e iluminação.

Os condutores desses circuitos foram dimensionados considerando-se como critérios:

- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Proteção contra corrente de sobrecarga;
- Proteção contra correntes de curto-circuito;
- Temperatura ambiente 30ºC;
- Fator de agrupamento;
- Seção mínima de 1,50mm² para o retorno em circuitos de iluminação/tomadas;
- Seção mínima de 2,50mm² para circuitos de tomadas.

Os eletrodutos foram dimensionados seguindo o critério mínimo e as taxas de ocupação máxima:

- Diâmetro mínimo nominal de ¾";
- 53% para um condutor ou cabo;
- 31% para dois condutores ou cabos;
- 35% para mais de dois condutores ou cabos.

Os condutores para os circuitos terminais possuirão isolação em PVC para tensão 750V, temperatura máxima em regime de 70ºC.

3.5 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Para distribuição de luz e tomadas de força dos diversos ambientes, foram obedecidos layouts internos sugeridos pela equipe de arquitetura. Para o térreo interno e área externa, pelo projeto de arquitetura. Para os ambientes diversos, foram respeitados os níveis luminotécnicos previstos por norma ou exigências do cliente, conforme o uso dos mesmos.

Nos locais como casa de máquinas e ambientes externos, deverão ser utilizadas

luminárias à prova de tempo, gases e vapores.

Para as unidades consumidoras (lojas, salas comerciais, rooftop, salão extra) a distribuição de iluminação e tomadas ficará a cargo do proprietário da unidade.

Nas áreas comuns deverão ser previstas luminárias com alto rendimento e lâmpadas de baixo consumo de energia, privilegiando-se a melhor eficiência no uso da energia.

Nos pontos de tomada de uso específico, a alimentação é feita através de condutores reforçados e possui condutor independente de proteção (terra) nas tensões e correntes indicadas.

A configuração das tomadas deverá ser coerente com os plugs de cada equipamento e todas as tomadas, sem exceção, possuirão condutor de proteção.

Todos os equipamentos de aquecimento de água, se existirem (chuveiro, aquecedor de passagem, dentre outros), deverão possuir resistência blindada ou encapsulada, com baixa corrente de fuga pela água, para evitar o acionamento do interruptor DR.

3.6 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Para atender às exigências do Corpo de Bombeiros e à norma foi previsto um sistema de iluminação de Emergência. Este sistema é composto por blocos autônomos que possuem a função de aclaramento e balizamento.

Estes blocos autônomos são providos de baterias internas que permitem seu acendimento em caso de falta de energia.

Na função de aclaramento permitirá a possibilidade de visualização de obstáculos e na função balizamento permitirá a identificação de rotas de fuga possibilitando a evacuação da edificação.

4 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

Esta especificação visa estabelecer os parâmetros mínimos, qualificativos, para fornecimento de materiais de uso geral em instalações elétricas, devendo de forma particular ser observadas as condições adicionais citadas na carta convite aos proponentes, padrões usuais do proprietário (construtora, empreendedor e etc.) e demais elementos acordados na negociação entre Contratante e Executante.

4.1 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

4.1.1 MINIDISJUNTOR

Proteção de fios e cabos elétricos contra curto-circuito e sobrecargas de energia, proporcionando aplicações seguras e econômicas em instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais.

Devem ser certificados conforme a norma ABNT NBR NM 60947-2. Capacidade de interrupção de curto e curva deverão ser conforme indicado em diagramas. Os tipos de curva utilizados em projeto:

Curva B - para circuitos de distribuição de tomadas, iluminação e alimentadores cujas cargas sejam de características resistivas ou de pequena potência indutivas (ex.- ventiladores pequenos). Circuitos onde o comprimento dos condutores seja grande, onde a impedância dos condutores atenua o valor da corrente de curto circuito, o que exige um valor de atuação baixo, entre 3 a 5 x in

Curva C - para circuitos de distribuição de tomadas, iluminação e alimentadores cujas cargas podem ser de potencias indutivas pequenas e medias de uso doméstico (ex. - exaustor).

Curva D - para circuitos de distribuição com alimentadores de cargas indutivas de media potência (ex. - ar condicionado)

4.1.2 DISJUNTOR CAIXA MOLDADA

Proteção de fios e cabos elétricos contra curto-circuito e sobrecargas de energia, proporcionando aplicações seguras e econômicas em instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais. Utilização quando há exigência de interrupção com alta corrente de curto-circuito e/ou corrente nominal maior do que suportada pelos modelos de mini disjuntores.

Devem ser certificados conforme a norma ABNT NBR NM 60947. Capacidade de interrupção de curto e curva deverão ser conforme indicado em diagramas.

4.1.3 DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)

Dispositivo de segurança utilizado em instalações elétricas com função de detectar pequenas fugas de corrente em circuitos elétricos, acionando o desligamento imediato da alimentação e evitando que ocorram acidentes com choque elétrico.

Devem possuir corrente nominal de disparo de 30mA, outras características (polos e corrente) conforme indicado em diagramas.

4.1.4 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

Equipamentos projetados para detectar e desviar sobretensões transitórias na rede elétrica protegendo eletrônicos e eletrodomésticos.

Classe I: dispositivos capazes de drenar correntes parciais geradas por raios. Recomendado para áreas urbanas periféricas e rurais, expostas a descargas atmosféricas diretas.

Classe II: dispositivos que protegem contra correntes induzidas por descargas atmosféricas indiretas em edifícios.

Classe III: dispositivos instalados próximo a equipamentos conectados à rede elétrica, de dados ou telefônica, fornecendo proteção adicional.

Especificação do DPS:

DPS Classe I/II

- Tensão de operação (REDE): 380/220V
- Nível de proteção (Up): 1,5kV
- Máxima tensão de operação cont. (Uc): 275V
- Sobretensão temporária: IEC 61643-1
- Corrente nominal de descarga (In): 20kA (8/20ms)
- Corrente de impulso (Iimp): 12,5kA (10/350ms)

DPS Classe II

- Tensão de operação (REDE): 380/220V
- Nível de proteção (Up): 1,2kV
- Máxima tensão de operação cont. (Uc): 275V
- Sobretensão temporária: IEC 61643-1
- Corrente nominal de descarga (In): 10kA (8/20ms)
- Corrente de impulso (Iimp): 20kA (10/350ms)

4.1.5 ELETRODUTOS RÍGIDOS METÁLICOS

4.1.5.1 ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO LEVE ZINCADOS ELETROLITICAMENTE

Tipo: Eletrodutos de aço carbono e acessórios, tipo leve, bitolas ½" a 2 ½" de uso interno, rosqueados BSP ou com emprego de conectores tipo Unidut®.

Norma: NBR 13057. – Espessura de parede de 0,9 mm (1/2") a 1,2 mm (2 ½").

Uso: Instalações aparentes de iluminação e tomadas e sujeitas a esforços mecânicos reduzidos para uso interno.

4.1.5.2 CURVAS PARA ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO

As curvas devem atender aos padrões dos eletrodutos acima e ainda possuírem características compatíveis com a NBR 5598, conforme tabela a seguir (referência Catalogo Carbinox®).

Curvas - NBR 5598 (BSP)

Tamanho Nominal		Raio da curvatura do eixo das curvas		Compr. das curvas		Compr. mín. da parte reta em cada extremidade da curva mm
Pol.	DN	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	
1/2"	15	102	107	140	150	38
3/4"	20	114	120	152	163	38
1"	25	146	153	194	208	48
1.1/4"	32	184	193	235	252	51
1.1/2"	40	210	220	261	279	51
2"	50	241	253	292	312	51
2.1/2"	65	267	280	343	363	76
3"	80	330	340	409	429	79
4"	100	406	418	492	512	86

4.1.5.3 ELETRODUTOS DE ALUMÍNIO – PADRÃO SCH 40

Tipo: Eletroduto de alumínio fabricado de acordo com as dimensões da série SCH 40, para emprego em instalações aparentes externas em locais potencialmente agressivos.

Conexões: Serão empregados conectores tipo Unidut® com anel de vedação para uso externo ou com rosca BSP ligados a conduletes de alumínio fundido.

Uso: Instalações aparentes de alimentadores e sujeitas a esforços mecânicos e sob

condições ambientais severas e onde o emprego de eletrodutos de PVC não for possível ou admitido, como por exemplo, sob a luz solar.

Schedule 40 – Alumínio

Tamanho Nominal		Parede	ø Externo	ø Interno	Peso
Pol.	DN	mm	mm	mm	kg/Barra 3m
1/2"	15	2,77	21,34	15,80	3,98
3/4"	20	2,87	26,67	20,93	5,28
1"	25	3,38	33,40	26,64	7,84
1.1/4"	32	3,56	42,16	35,05	10,59
1.1/2"	40	3,68	48,26	40,90	12,69
2"	50	3,91	60,33	52,51	17,02
2.1/2"	65	5,16	73,03	62,71	27,03
3"	80	5,49	88,90	77,72	35,38
4"	100	6,02	114,30	102,26	49,65

Obs. Rosca BSP ou NPT.

4.1.6 ELETRODUTOS NÃO METÁLICOS

Deverão ser fabricados e certificados de acordo com a NBR 15.465:2007, nos tipos detalhados a seguir.

Esta nova norma cancela a NBR 6150, porém para efeito de eletrodutos rosqueados são apresentadas as tabelas anteriores de referência.

4.1.6.1 ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDO

Tipo: Eletrodutos de PVC rígido e acessórios, Tipo B, classe de resistência média bitolas ½" a 4" de uso interno ou externo, rosqueados BSP ou com emprego de conectores tipo Unidut® e pigmentados na massa na cor preta.

Uso: Instalações embutidas ou aparentes de iluminação e tomadas e sujeitas a esforços mecânicos reduzidos para uso interno ou externo.

Uso: Instalações aparentes e sujeitas a esforços mecânicos reduzidos para uso interno ou externo.

NBR 15465 - PVC - Classe B

Tamanho Nominal		ø Externo	Afastamentos ±δ	Afastamentos na espessura da parede +δ-0	Parede	Peso
Pol.	DN	mm	mm	mm	mm	kg/m
1/2"	20	21,1	0,3	0,4	1,8	0,150
3/4"	25	26,2	0,3	0,4	2,3	0,240
1"	32	33,2	0,3	0,4	2,7	0,400
1.1/4"	40	42,2	0,3	0,5	2,9	0,540
1.1/2"	50	47,8	0,4	0,5	3,0	0,660
2"	60	59,4	0,4	0,5	3,1	0,860
2.1/2"	75	75,1	0,4	0,5	3,8	1,200
3"	85	88,0	0,4	0,6	4,0	1,500
4"	100	114,30	0,4	0,6	4,0	1,930

4.1.6.2 ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDO – MONTAGEM SEM ROSCA

Tipo: Eletrodutos de PVC rígido Tipo B, classe leve, bitolas ½" a 1" de uso interno, fixação sem rosca com emprego de acessórios da linha Tigre sistema Top® ou conectores do tipo Unidut® na ligação com quadros e caixas convencionais.

Uso: Instalações aparentes de iluminação e tomadas e sujeitas a esforços mecânicos reduzidos para uso interno.

4.1.6.3 ELETRODUTOS PVC FLEXÍVEL CORRUGADO

Tipo: Eletroduto de PVC com geometria especial que permite curvá-lo para realizar mudanças de direção, dispensando conexões.

Uso: Instalações elétricas embutidas, executadas em alvenaria com recobrimento de argamassa, em drywall ou em outros métodos construtivos que não exerçam esforços mecânicos superiores aos recomendados.

4.1.6.4 ELETRODUTOS PVC FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO

Tipo: Eletroduto de PVC com geometria especial que permite curvá-lo para realizar mudanças de direção, dispensando conexões.

Uso: Construções prediais, comerciais e industriais novas ou reformas, executadas em lajes de concreto ou pisos onde a solicitação de esforços mecânicos durante a concretagem é elevado (lajes, contrapiso).

4.1.7 CAIXAS DE PASSAGEM OU CONEXÃO

As caixas de passagem ou conexão, quanto aos tipos e sua seleção, quando não indicados especificamente no projeto, obedecerão ao seguinte critério de seleção:

4.1.7.1 EMBUTIDAS EM CONCRETO

Caixas da série constante na NBR-5431, em chapa mínima no. 18, proteção original esmaltada, pintura em obra com zarcão e esmalte na cor definida nestas especificações.

4.1.7.2 EMBUTIDAS EM ALVENARIA

P.V.C. rígido com orelha reforçada:

- Para aparelhagens: 4” x 4” / 4” x 2” / 3” x 3” - conforme projeto.

EM INSTALAÇÕES APARENTES INTERNAS

Em eletrodutos individuais: Conduletes de alumínio fundido.

Em feixes de eletrodutos:

Caixas em chapa de aço, com porta e fecho rápido, sem placa de montagem, pintura eletrostática, identificadas conforme estas especificações.

Estas caixas não poderão sustentarem-se nas tubulações.

Especiais: Conforme projeto.

4.1.7.3 EM INSTALAÇÕES APARENTES EXTERNAS

Alumínio fundido:

Caixas em alumínio fundido com tampa lisa e junta em neoprene, dotada de insertos rosqueados.

Em material termoplástico: nos pontos e tipos indicados em projeto.

4.1.7.4 EM INSTALAÇÕES GERAIS E DE ILUMINAÇÃO SOBRE O FORRO

Caixas da série constante na NBR-5431, em chapa mínima n°. 18, proteção original zincada.

Serão providas de tampas de mesmo material em chapa no. 20, com passante de borracha para proteção das saídas de fiação.

Para aparelhagens: 4” x 4” / 4” x 2” / 3” x 3” - conforme projeto.

4.1.8 ELETROCALHAS E ACESSÓRIOS

Serão utilizados nos pontos onde indicados em projeto, condicionando-se, pois, sua instalação nestas condições.

Seu emprego fora dos pontos previstos em projeto, ficará condicionado a aprovação da fiscalização.

4.1.8.1 TIPO

Serão lisas, em chapa de aço zincada à fogo, no. 16, com tampa envolvente, com curvas e demais acessórios de mesmo material, acabamento e fabricante.

4.1.8.2 FLANGES E TERMINAÇÕES

No acoplamento aos quadros de distribuição serão empregados flanges, preferencialmente montadas durante a fabricação dos quadros, evitando-se recortes na obra. Todas as extremidades livres serão dotadas de terminais.

4.1.8.3 ARRANJO DOS CONDUTORES

Todos os circuitos serão agrupados, na forma prevista nestas especificações, e devidamente dispostos, evitando-se influencias eletromagnéticas e térmicas e indesejáveis.

4.1.8.4 DERIVAÇÕES PARA ELETRODUTOS

Serão utilizadas derivações inferiores, retas ou angulares e superiores. Os eletrodutos deverão possuir duas arruelas galvanizadas e uma bucha de proteção.

4.1.9 ATERRAMENTO

O condutor de aterramento deverá ser interligado aos leitos em todas as peças de mudança de direção, através de conector SPLIT-BOLT, com pino rosqueado.

4.1.10 FIXAÇÃO E ARRANJO DOS CONDUTORES

Os condutores, preferencialmente multipolares e excepcionalmente unipolares, deverão ser lançados em uma única camada, evitando-se cruzamentos sobre outros circuitos.

4.1.11 CONDUTORES ELÉTRICOS

Neste projeto serão empregados somente condutores de cobre eletrolítico, com marca de conformidade ABNT/Inmetro e a critério da fiscalização.

De acordo com as maneiras de instalar definidas na NBR-5410/2004 e definições do projeto, serão dos tipos descritos a seguir:

4.1.11.1 CONDUTORES DE COBRE SÓLIDOS ISOLADOS 450/750 V – 70° C PVC – BWF - ANTIFLAN

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 1 (fio sólido)

Norma: NBR NM 247-3

Uso: Eletrodutos ou eletrocalhas fechadas – uso interno.

Bitolas 1,5 a 2,5 mm²

Cores Preta / Branca / Vermelha e Amarelo (retorno) – Azul Claro (neutro) e Verde-amarela (terra).

4.1.11.2 CONDUTORES DE COBRE EXTRA-FLEXIVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70° C PVC – BWF - ANTIFLAN

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 5 (cabo extra flexível)

Norma: NBR NM 247-3

Uso: Eletrodutos ou eletrocalhas fechadas – uso interno.

Bitolas 1,5 a 16 mm²

Cores: Preta / Branca / Vermelha e Amarelo (retorno) – Azul Claro (neutro) e Verde-amarela (terra).

Bitolas 25 a 35 mm²

Cores: Preta – Azul Claro (neutro) e Verde-amarela (terra).

Bitolas 50 a 240 mm²

Cor: Preta.

Uso: Condutor de aterramento eletrodutos ou canalizações abertas ou fechadas e espaços de construção.

Bitolas 2,5 a 240 mm²

Cores: Verde ou Verde-amarela.

4.1.11.3 CONDUTORES DE COBRE FLEXÍVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70°C PVC – BWF - ANTIFLAN

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 2 (cabo)

Norma: NBR NM 247-3

Uso: Eletrodutos ou eletrocalhas fechadas – uso interno.

Bitolas 10 a 300 mm²

Cores: Preta (fases) – Azul Claro (neutro) e Verde (terra).

4.1.11.4 CONDUTORES DE COBRE FLEXÍVEIS ISOLADOS 450/750 V – 70°C – NÃO HALOGENADO - AFUMEX

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 5.

Norma: NBR 13248

Uso: Eletrodutos ou eletrocalhas fechadas – uso interno, em locais de afluência de público e situações BD2 / BD3 e BD4.

Bitolas 1,5 a 6 mm².

Cores: Preta / Branca / Vermelha) – Azul Claro (neutro) e Verde-amarela (terra).

4.1.11.5 CONDUTORES DE COBRE UNI OU MULTIPOLARES 600/1000 V – 90°C NÃO HALOGENADO - AFUMEX

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 5

Norma: NBR 13248.

Uso: Interno em eletrodutos, canalizações abertas e espaços de construção, em locais de afluência de público e situações BD2 / BD3 e BD4

Bitolas 1,5 a 35 mm² nos tipos: Unipolares ou Multipolares.

Cores: Veias Preta / Branca / Vermelha – cobertura cor Preta.

Bitolas 50 a 300mm² nos tipos: Unipolar.

Cores: Cobertura na cor Preta.

4.1.11.6 CONDUTORES ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO PARA LIGAÇÕES FLEXÍVEIS DO TIPO CORDPLAST

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 5

Norma: NBR NM 243.

Uso: Interno em eletrodutos ou ligações flexíveis de equipamentos em espaços de construção estanques e fora de locais de afluência de público e de situações BD2 / BD3 e BD4

Bitolas 1,5 a 10 mm² com três ou quatro veias coloridas.

Cor: Cobertura cor Preta.

CONDUTORES ELÉTRICOS DE COBRE NU, PARA SISTEMAS DE ATERRAMENTO

Tipo: Condutor de cobre nu, encordoamento em coroas concêntricas de tempera meio

dura ou dura.

Norma: NBR 6524.

Uso interno ou externo como condutor de ligação de aterramento em espaços de construção e canalizações abertas e para a formação de malhas de aterramento.

Bitolas 10 a 240 mm²

4.1.12 ACESSÓRIOS PARA CABOS DE BAIXA TENSÃO

4.1.12.1 CONECTORES DE TORÇÃO PARA FIOS E CABOS

Tipo: Conector de torção com mola para fios e cabos de bitola 1,5 a 6 mm², pré-isolado.

Uso interno nas ligações de fechamento em caixas de passagem selecionados de acordo com a bitola dos condutores interligados.

Referência Comercial: e2e Componentes – Linha Beta e Delta.

4.1.12.2 CONECTORES DE DERIVAÇÃO PARA FIOS E CABOS

Tipo: Conector de derivação para cabos de bitola 1,5 a 6 mm², pré-isolado.

Uso interno nas ligações de derivação em caixas de passagem e linhas de perfilados selecionados de acordo com a bitola dos condutores interligados.

Referência Comercial: e2e Componentes – Tap Link.

4.1.12.3 TERMINAIS DE PRESSÃO PARA CABOS FLEXÍVEIS ATÉ 10mm²

Tipo: Terminal de pressão, pré-isolado, fixado por ferramenta apropriadas, nos tipos: Agulha, Garfo e Anel para cabos de bitola 1,5 a 10 mm².

Uso interno nas ligações terminais de cabos nos quadros elétricos, chaves e afins.

4.1.12.4 MARCADORES PARA FIOS E CABOS ATÉ 10mm²

Tipo: Anilha plástica amarela numerada individualmente na cor preta.

Uso interno ou externo nos pontos terminais nos quadros elétricos, chaves e afins e em caixas de passagem das redes externas, nas derivações.

4.1.12.5 MARCADORES PARA CABOS ACIMA DE 16mm²

Tipo: Anilhas plásticas amarelas numeradas individualmente na cor preta, montadas em suporte fixado por braçadeira de nylon.

Uso interno ou externo nas entradas e saídas dos quadros, nas linhas de alimentadores nos pontos de inflexão e nas prumadas a cada pelo menos quatro pavimentos.

Nota: Se empregados cabos com linha de marcação IrisTech® estas marcações podem ser substituídas por identificação com caneta indelével.

4.1.13 EQUIPAMENTOS, QUADROS E APARELHOS DE MANOBRA

Estas especificações cobrem todos os quadros destinados a alimentação, controle e comando de equipamentos e devem ser estendidas aos processos de compra destes equipamentos, quando os quadros elétricos fizerem parte do mesmo fornecimento.

4.1.14 PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS

Todos os Quadros elétricos previstos em projeto deverão conter placas de advertência de risco de choque elétrico, contendo a tensão do quadro e a classe de isolação.



Figura 2 Exemplo de nota de advertência para Quadros Elétricos

4.1.14.1 CONJUNTOS PRÉ-FABRICADOS UTILIZADOS NAS ENTRADAS DE ENERGIA

São equipamentos projetados e construídos de acordo com os padrões das normas e regulamentos das Cias Concessionárias de cada localidade.

4.1.14.2 CONJUNTOS COMPACTOS DE MANOBRA UTILIZADOS NAS ENTRADAS DE ENERGIA

Invólucros:

Serão empregadas caixas dimensionadas de acordo com as distâncias mínimas exigidas pelas Cias Concessionárias. Deverão possuir grau de proteção conforme local de instalação. A profundidade não poderá ser menor que 30 cm.

As partes metálicas deverão ser submetidas a:

Pré-tratamento anticorrosivo, com desengraxamento, decapagem, fosfatização a quente e passivação.

Pintura com processo eletrostático a pó, resina poliéster, espessura mínima 110 micros.

Acabamento final sugerido RAL 7032 (outro tom admissível - citar na oferta)

Estas caixas deverão possuir compartimento inferior com tela, lacrado, com perfis para fixação dos cabos.

Componentes:

As seccionadoras verticais, com fusíveis NH, devem possuir acionamento simultâneo nas três fases e proteção para os terminais. Serão de fixação permanente sobre barramento de cobre, dimensionado de acordo com as necessidades e exigências da Cias Concessionárias.

Deve fazer parte do fornecimento um jogo (3 peças) de reposição de cada capacidade dos fusíveis utilizado.

4.1.14.3 QUADROS GERAIS – (QGBT)

Invólucros:

Os invólucros deverão ser fabricados de forma a garantir o grau de proteção mínimo IP-30 quando localizados em locais técnicos e IP-40 quando em áreas não classificadas desta forma.

Os quadros devem possuir espelho interno permitindo grau de proteção IP-20 considerando a operação por pessoal não necessariamente qualificado, além de ajustarem-se a norma do Ministério do Trabalho, NR-10.

As estruturas devem ser dimensionadas e construídas em perfis de aço carbono, pré-pintados e montados por parafusos evitando-se problemas com soldas e pinturas em locais de difícil tratamento.

As chapas de fechamento dos painéis devem ser em chapa de aço - espessura mínima 14 USG.

As partes metálicas deverão ser submetidas a:

Pré-tratamento anticorrosivo, com desengraxamento, decapagem, fosfatização a

quente e passivação.

Pintura com processo eletrostático a pó, resina poliéster, espessura mínima 110 micros.

Acabamento final sugerido RAL 7032 (outro tom admissível - citar na oferta)

Os quadros em áreas técnicas terão fecho rápido e fora de áreas técnicas fechadura com chave mestra ou comum a todos os quadros elétricos da obra, podendo ser utilizado sistema com fecho acionado por ferramenta (fecho triangulo ou similar, desde que comum a todos os quadros da obra).

O fabricante deverá considerar previamente o local de instalação e limitações quanto às dimensões da sala.

Quando o painel for especificado para montagem encostada em parede o projeto deve permitir que qualquer serviço de manutenção possa ser efetuado após a instalação.

Componentes:

Todos os componentes deverão ser selecionados e certificados pelas as Normas NBR e IEC e dimensionados de acordo com as informações do projeto.

Antes da montagem deverão ser confirmadas as características elétricas dos elevadores, bombas e grupo gerador (se houver).

Os barramentos serão em cobre eletrolítico, podendo ser utilizados barramentos compactos pré-isolados ou não, sendo que neste caso as fases serão identificadas nas cores:

Preto - Branco - Vermelho (*): fases R, S e T.

Azul claro - Neutro

Verde - terra.

(*) Cores sugeridas em função do padrão de fabricação dos condutores

Identificação:

Os quadros possuirão na parte externa etiqueta de acrílico ou alumínio, gravação indelével, parafusada ou rebitada, com as seguintes informações mínimas:

Identificação com logomarca da construtora, conforme modelo a ser fornecido.

Identificação com logomarca do empreendimento.

Nome do quadro.

Tensão Nominal.

Internamente deverá conter dados do fabricante e ser previsto porta documentos com um jogo dos desenhos finais certificados.

Todos os circuitos possuirão etiqueta de identificação de acrílico ou alumínio, indelével com os dados conforme projeto.

4.1.14.4 QUADROS DE COMANDO E CONTROLE DE BOMBAS

Invólucros:

Os invólucros deverão ser fabricados de forma a garantir o grau de proteção mínimo IP-54, podendo ser em material termoplástico ou em chapa de aço, de sobrepor, salvo indicação expressa em projeto.

Os sinaleiros e botões de comando serão instalados na porta externa do quadro. Quadros localizados fora de áreas técnicas receberão os sinaleiros na porta externa e botões de comando em espelho interno.

Para partidas individuais de motores podem ser utilizadas caixas padronizadas.

Para os quadros metálicos adotar chapa com espessura mínima 14 USG, com:

Pré-tratamento anticorrosivo, com desengraxamento, decapagem, fosfatização a quente e passivação.

Pintura com processo eletrostático a pó, resina poliéster, espessura mínima 110 micros.

Acabamento final sugerido RAL 7032 (outro tom admissível - citar na oferta)

Quando o painel for indicado para montagem encostada em parede deve ser fornecido com suportes e espaçadores para evitar corrosão nos pontos de contato.

Os quadros em áreas técnicas terão fecho rápido e fora de áreas técnicas, fechadura com chave mestra comum a todos os quadros elétricos da obra.

Componentes:

O projeto de instalação fornece os diagramas unifilares e as tabelas de função. Cabe ao fabricante:

Selecionar os componentes e calibrar os dispositivos de proteção.

Elaborar os diagramas funcionais.

Efetuar testes simulados de funcionamento e regular dispositivos de tempo e outras que existirem.

Deverão ser confirmadas previamente as características elétricas dos motores, potência, tensão e grupos de ligação.

Todas as ligações de saída de potência e todas as ligações de comando serão conduzidas a bornes modulares, adequadamente posicionados, espaçados e numerados.

As fases serão identificadas nas cores:

Preto - Branco - Vermelho (*): fases R, S e T.

Azul claro - Neutro

Verde - terra.

(*) Cores sugeridas em função do padrão de fabricação dos condutores.

Identificação:

Os quadros possuirão na parte externa etiqueta de acrílico ou alumínio, gravação indelével, parafusada ou rebitada, com as seguintes informações mínimas:

Identificação com logomarca da construtora, conforme modelo a ser fornecido.

Identificação com logomarca do empreendimento.

Nome do quadro.

Tensão Nominal.

Os elementos de comando e sinalização possuirão o mesmo tipo de identificação, conforme projeto.

Internamente deverá conter dados do fabricante e ser previsto porta documentos com um jogo dos desenhos finais certificados.

Todos os circuitos possuirão etiqueta de identificação de acrílico ou alumínio, indelével com os dados conforme projeto.

4.1.14.5 QUADROS TERMINAIS

Invólucros:

Para montagem interna: IP-40 (incluindo o espelho interno).

Para montagem externa: IP-54 (externo) – IP-40 (espelho interno).

Salvo indicação em projeto os quadros serão de embutir.

O dimensionamento deverá considerar a montagem dos disjuntores seguindo o padrão usual DIN, com barramentos horizontais em pente. Serão aceitos quadros com barramentos verticais desde que empregando conjuntos padronizados e com no máximo 42 polos por grupo.

O espaço lateral disponível para fiação deve ser de no mínimo um polo DIN, acrescido de um polo para cada linha de disjuntores.

Serão construídos preferencialmente em componente fabricado de PVC anti-chama na cor branca, serão também autoextinguíveis e não emissores de gases tóxicos.

Componentes:

O projeto da instalação fornece os diagramas unifilares ou trifilares com os dados das tabelas circuitos.

Cabe ao fabricante:

Selecionar os componentes de acordo com o projeto.

Elaborar os desenhos de montagem identificando a posição de entrada dos circuitos.

Utilizar preferencialmente barramentos pré-isoladas padronizados.

Montar os quadros, fornecendo-os subdivididos em invólucro para embutimento ou fixação, placa de montagem e porta externa.

As ligações serão feitas diretamente nos terminais dos disjuntores de saída.

Os sinaleiros e botões de comando serão instalados na porta interna do quadro.

Os quadros em áreas técnicas terão fecho rápido e fora de áreas técnicas fechadura com chave mestra, comum a todos os quadros elétricos da obra.

Os barramentos de neutro e terra devem ser compatíveis em dimensão e número de pontos de conexão, com pelo menos 1,3 vezes o número de circuitos.

As fases serão identificadas nas cores:

Preto - Branco - Vermelho (*): fases R, S e T.

Azul claro - Neutro

Verde - terra.

(*) Cores sugeridas em função do padrão de fabricação dos condutores.

c) Identificação:

Os quadros possuirão na parte externa etiqueta de acrílico ou alumínio, gravação indelével, parafusada ou rebitada, com as seguintes informações mínimas:

Identificação com logomarca da construtora, conforme modelo a ser fornecido.

Identificação com logomarca do empreendimento.

Nome do quadro.

Tensão Nominal.

A identificação dos circuitos poderá ser feita por meio de adesivo indelével, aplicado no espelho interno.

Cada circuito será identificado com o número e os dizeres do projeto.

Os elementos de comando e sinalização possuirão o mesmo tipo de identificação, conforme projeto.

Internamente deverá conter dados do fabricante e ser previsto porta documentos com um jogo dos desenhos finais certificados.

Todos os circuitos possuirão etiqueta de identificação de acrílico ou alumínio, indelével com os dados conforme projeto.

Atendendo ao item normativo, os quadros devem possuir etiqueta interna advertindo quanto à ocorrência de desligamentos constantes, riscos de modificações e acréscimos e quanto ao uso e funcionamento do IDR.

4.2 EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO – PRESCRIÇÕES GERAIS

Os equipamentos de iluminação são definidos nos projetos de decoração de interiores e paisagismo, em conjunto com o detalhamento do projeto de arquitetura.

4.2.1 SUPORTES E FIXAÇÕES

4.2.1.1 SUPORTES DE USO GERAL

Constituídos por ferragens padronizadas, perfis e acessórios, com acabamento zincado à fogo.

O projeto fornece as linhas gerais a serem seguidas, cabendo, no entanto, ao instalador executar os suportes com base nos dados de carga efetiva e suportável, fornecidos pelos fabricantes.

Quando um sistema exigir dimensionamento, este será apresentado em forma de memorial, para apreciação da fiscalização.

4.2.1.2 SUSTENTAÇÃO DE QUADROS

Elaboradas com materiais compatíveis com estas especificações, não sendo previstos neste projeto, elementos em alvenaria, por parte da construtora.

4.2.1.3 FIXAÇÕES

Serão utilizadas as seguintes soluções:

- Em peças da estrutura:
  - Chumbadores de expansão, tipo "UR", aplicados conforme regras do fabricante e dimensionados com coeficiente de segurança igual a 3.
  - No caso de eletrodutos leves, luminárias e demais cargas até 20 kgf por ponto, poderão ser utilizados pinos por fixação a pólvora, aplicados com coeficiente de segurança igual a 4 e com 2 fixações por ponto.
- sobre paredes de alvenaria:
  - Bucha de expansão em nylon.

NOTA: - Todos os parafusos, porcas e arruelas possuirão acabamento eletrolítico.

4.2.1.4 BRAÇADEIRAS

Para fixação de eletrodutos:

De acordo com o uso:

Independentes sobre superfície:

Braçadeiras tipo "unha", com base, em alumínio fundido tipo "C" + "OB".

Em feixes de tubos:

Braçadeiras tipo "Perfil", aplicada sobre perfilados padronizados, largura 38 mm.

Suspensos individualmente:

Braçadeiras circulares, suspensas por vergalhos zincados, fixação do eletroduto por cunha, não se aceitando fixação por parafusos em braçadeiras aparentes.

Para fixação de cabos nas prumadas.

Braçadeiras tipo "garra curta", com sela e contra sela aplicadas sobre perfis padronizados.

5 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

5.1 Normas aplicáveis

O Projeto de Iluminação foi realizado em consonância com as normas contidas nos documentos publicados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nas suas versões mais recentes. Nosso estudo também se atentou aos critérios de fornecimento de energia elétrica das Concessionária Local.

Foram seguidas as especificações presentes nas normas do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, e respeitadas as recomendações técnicas presentes nos manuais dos fabricantes de referência.

A seguir, relacionamos as principais normas utilizadas nesse trabalho:

- NBR 5101: Iluminação Pública;
- NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão;
- NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- NBR 13570: Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Públicos;
- NBR 6146 / NBR IEC 60529: Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (cod. IP);
- NBR 6323: Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
- NBR 6808 / NBR IEC 60439-1: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;
- NBR 8755: Sistemas de revestimentos protetores para painéis elétricos;
- NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão;

5.2 Definições aplicáveis

- Altura de Montagem – É a distância vertical entre a superfície da rodovia e o centro da fonte de luz;
- Aterramento – É a ligação forçada à terra de um equipamento ou de um sistema, através da qual as correntes elétricas de falha podem fluir. O sistema de aterramento e constituído por malhas, cabos e hastes cravadas no solo - É atribuído o potencial elétrico zero volt ao “terra”;
- Circuitos Elétricos – É um conjunto constituído por dispositivos elétricos

+ fontes de energia elétrica, interligados de maneira a constituir, pelo menos, um caminho fechado para a circulação da corrente elétrica:

- Classificação Viária.

1° Vias urbanas:

a) Via de trânsito rápido.
b) Via arterial.
c) Vias coletora e central.
d) Via local.

2° Vias rurais:

a) Rodovia.
b) Estrada.

3° Vias e áreas de pedestres / Ciclistas:

São caracterizadas principalmente por possuírem imóveis edificados ao longo de sua extensão.

a) Ruas.
b) Avenidas.
c) Vielas ou caminhos e similares abertos à circulação pública.
d) Ciclovia - Destinada à circulação de bicicletas, separada fisicamente do tráfego comum.
e) Ciclofaixa - Parte da pista de rolamento, separada por faixa e delimitada por sinalização específica.

- Fator de Depreciação da Luminária – É a perda luminosa considerando o acúmulo de sujeira no interior do grupo ótico da luminária, variando de acordo com o grau de proteção (IP) da mesma;
- Fator de Uniformidade da Iluminância – Razão entre a iluminância mínima (*Emin*) e a iluminância média (*Emed*) de um plano: *U = Emin / Emed*;
- Fluxo Luminoso – É a luminosidade emitida por uma fonte de luz, em todas as direções, verificado num período de um segundo. A unidade é lúmen (lm);
- Iluminação Pública – Serviço público cujo objetivo é disponibilizar luz ou claridade artificial às ruas e espaços públicos durante a ausência de luz natural, de maneira periódica, contínua ou eventual;
- Iluminação Viária – É a iluminação pública das vias em áreas abertas;
- Iluminância – É o fluxo luminoso (lúmen) incidente numa superfície por unidade de área (m²). A unidade é lux;

- Intensidade luminosa – É a intensidade do fluxo luminoso projetado em uma determinada direção. A unidade é candela (cd);
- Linha Isocandela – Linha traçada em uma esfera imaginária com uma fonte de luz posicionada em seu centro. Esta linha une todos os pontos correspondentes ás direções nas quais as intensidades luminosas são iguais (é usualmente apresentada num plano);
- Linha Isolux – Lugar geométrico dos pontos de uma superfície onde a iluminância possui o mesmo valor;
- Luz – Radiação ótica capaz de produzir uma sensação visual diretamente. Os limites previstos para a faixa espectral da radiação visível dependem do fluxo energético que atinge a retina e da sensibilidade do observador;
- Ramal Elétrico – Derivação feita a partir de um ponto definido no circuito elétrico, para alimentação de determinadas cargas.
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) – É o sistema constituído por um conjunto de captores, cabos de descidas e hastes de aterramento, cuja finalidade é escoar á terra as descargas elétricas de origem atmosférica.

5.3 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURA UTILIZADA

Apresentamos aqui os equipamentos e a infraestrutura necessária para o sistema que está sendo considerado nesse escopo de trabalho.

5.3.1 Seleção das luminárias

A escolha de uma luminária para um projeto de identificação e classificação veicular noturno é dependente do sistema escolhido como um todo. Sendo assim, deve ser realizada juntamente com o fornecedor do sistema.
As luminárias propostas abaixo, é uma possível sugestão que atende a mais de um fornecedor atuando no mercado nacional, apresentada com o objetivo de ilustrar o

projeto e avaliar sua viabilidade.

Pontos de iluminação com luminárias baseadas na tecnologia LED (Light Emitting Diode – Diodo Emissor de Luz) atendem as necessidades de iluminação com um consumo menor e alto fator de potência. A altura de montagem pode depender do fornecedor e tem o objetivo de permitir boa visibilidade dos veículos em trânsito.

Há duas situações de simulação neste projeto, a via de trafego, e a iluminação externa da área da edificação.

Na área da pista de rodagem foi adotado luminárias led, que possuem uma alta potência luminosa capaz do projetar o fluxo luminoso às distancias apresentadas no projeto, com fluxo luminoso de 17.200lm a uma altura de montagem de 12,0M instalado em poste metálico curvo. Nas faixas de aceleração e desaceleração, onde não contemplam dispositivos de contenções viárias, está sendo previsto poste colapsível, conforme indicado em planta.

Na área coberta da implantação foi utilizado luminárias pendentes Led de 100W e projetor ed de 150W, com um ângulo de montagem de 60° em relação ao solo, e fluxo luminoso de 20.600lm. A altura de montagem de ambos é de 6,0m em relação ao solo. Os refletores devem ser instalados sobre a estrutura metálica da cobertura.



Figura 3 Projetor de LED 150W para a Iluminação da implantação

Características Técnicas mínimas pretendidas para o Projetor

- Fabricante: Philips
- Corpo: Em alumínio fundido;
- Dissipação do Calor: Através do próprio corpo da luminária;
- Fixadores: Em aço inox, que impeçam qualquer rotação ou desprendimento da luminária, decorrentes de trepidações sofridas pelos postes. Deverão receber tratamento adequado contra a ação do tempo;
- Temperatura de Cor: 4.000K;
- Fluxo luminoso:
    - 20.600lm
- Temperatura de Operação: -40° C a 50° C;
- Grau de Proteção: IP 66;
- Vida Útil: Não inferior a 50 mil horas;
- Difusor: Em vidro liso plano temperado e de elevada resistência a impactos, para minimizar os efeitos causados pelo ambiente e evitar o acúmulo de sujeira ao longo do tempo. Deverá possuir proteção contra a luz Ultravioleta;
- Garantia Mínima: 05 anos.

Características Elétricas:

- Tensão de Entrada: 127Vac;
- Potência:
    - 150W
- Fator de Potência: > 0.95;
- Cabo de Entrada: 2,50 mm² (bitola mínima);
- Equipamentos Auxiliares: Driver LED incorporado à luminária.



Figura 4 Luminária LED 100W para a Iluminação da pista de rodagem

- Fabricante: Philips
- Corpo: Em alumínio fundido;
- Dissipação do Calor: Através do próprio corpo da luminária;
- Fixadores: Em aço inox, que impeçam qualquer rotação ou desprendimento da luminária, decorrentes de trepidações sofridas pelos postes. Deverão receber tratamento adequado contra a ação do tempo;
- Temperatura de Cor: 4.000K;
- Fluxo luminoso:
    - 17.200lm
- Temperatura de Operação: -20° C a 50° C;
- Grau de Proteção: IP 66;
- Vida Útil: Não inferior a 50 mil horas;
- Difusor: Em vidro liso plano temperado e de elevada resistência a impactos, para minimizar os efeitos causados pelo ambiente e evitar o acúmulo de

sujeira ao longo do tempo. Deverá possuir proteção contra a luz Ultravioleta;

- Garantia Mínima: 05 anos.

Características Elétricas:

- Tensão de Entrada: 220Vac;
- Potência:
  - 100W
- Fator de Potência: > 0.95;
- Cabo de Entrada: 2,50 mm² (bitola mínima);
- Equipamentos Auxiliares: Driver LED incorporado à luminária.



Figura 5 Luminária LED Pendente Industrial 78W para da área coberta da implantação

- Fabricante: Philips
- Corpo: Em alumínio fundido;
- Dissipação do Calor: Através do próprio corpo da luminária;
- Fixadores: Em aço inox, que impeçam qualquer rotação ou desprendimento da luminária, decorrentes de trepidações sofridas pelos postes. Deverão receber tratamento adequado contra a ação do tempo;
- Temperatura de Cor: 4.000K;
- Fluxo luminoso:

- 10.000lm

- Temperatura de Operação: -20° C a 45° C;
- Grau de Proteção: IP 65;
- Vida Útil: Não inferior a 50 mil horas;
- Difusor: Em vidro liso plano temperado e de elevada resistência a impactos, para minimizar os efeitos causados pelo ambiente e evitar o acúmulo de sujeira ao longo do tempo. Deverá possuir proteção contra a luz Ultravioleta;
- Garantia Mínima: 05 anos.

Características Elétricas:

- Tensão de Entrada: 127Vac;
- Potência:
  - 78W
- Fator de Potência: > 0.95;
- Cabo de Entrada: 2,50 mm² (bitola mínima);
- Equipamentos Auxiliares: Driver LED incorporado à luminária.

O fornecedor das luminárias deverá atestar as especificações técnicas do seu produto, comprovando que os requisitos mínimos para o fornecimento foram atendidos. Deverão ser apresentados os laudos e os ensaios relacionados a seguir, realizados por laboratórios oficiais e credenciados pelo INMETRO, em conformidade com as normas NBR 15129 e NBR IEC 60598-1 (Requisitos Gerais e Ensaios):

- Ensaio de Grau Proteção Ótico / Alojamento;
- Ensaio de Vibração;
- Ensaio de Resistência a Impacto.
- Ensaio Térmico.

Deverá ser fornecido também o relatório de ensaio para o LED, conforme Norma IES LM-80-08. A eficácia mínima do conjunto deverá ser de 120 lm/W, com uma eficiência mínima de 90%.

5.3.2 Sistema de acionamento

O acendimento do sistema de iluminação será automático, através de relé fotoelétrico instalado individualmente em cada luminária. Para a iluminação de áreas internas ou para iluminação da área coberta da implantação será acionado através de um relé fotoelétrico instalado externamente a edificação.

- Relé fotoelétrico: Tensão nominal 220Vca, corrente máxima de acionamento 5A, com corpo em polipropileno, estabilizado contra radiações U.V. e proteção contra surtos de tensão. Acionamento entre 3 e 20 lux e desligamento até 80 lux.

5.3.3 Fios e cabos elétricos

Toda a fiação utilizada nas instalações, entre os pontos de fornecimento de energia e as luminárias, está detalhada no Memorial de Cálculos e na Lista de Materiais desse projeto.

5.3.4 Distribuição dos circuitos

Os circuitos deverão seguir o encaminhamento indicado nos desenhos, e a distribuição dos cabos alimentadores se dará por distribuição subterrânea.
Os cabos devem ser acomodados em eletroduto corrugado flexível, em PEAD, enterrado no solo. Devem ser instaladas caixas de passagem conforme indicado no projeto de instalação, e podem ser acrescentadas outras caixas se for necessário durante a instalação.
Serão utilizadas caixas de passagem em alvenaria, dimensões indicadas em planta, com tampa em concreto.
Os dutos devem ser instalados há uma profundidade de 1,0m da superfície do solo, e em trechos de travessias de pista utilizar o método não destrutivo para escavação do leito dos dutos.

5.4 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

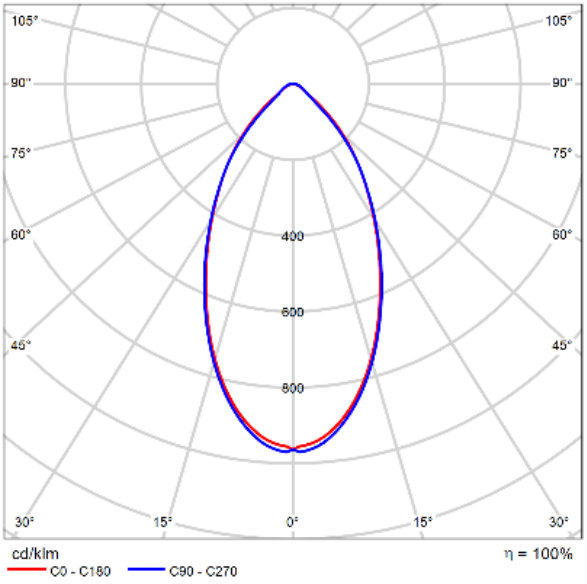
De maneira geral, o estudo luminotécnico tem por finalidade estabelecer o melhor nível de iluminamento artificial, requerido por uma determinada localidade, de acordo com o seu perfil e o tipo de atividade que será realizada naquele ambiente. Basicamente, no caso específico do estudo voltado para a iluminação de rodovias, o objetivo é apresentar um estudo que esteja de acordo com os parâmetros presentes nas normas relativas a esse assunto, de maneira a contribuir com a segurança do tráfego de veículos e, consequentemente, diminuir os índices de acidentes de trânsito.

Obedeceremos aos requisitos necessários à iluminação da rodovia, segundo os parâmetros normatizados na NBR 5101:2024.

Foi estabelecido um nível de iluminância médio de 30 a 50lux na área externa a edificação.

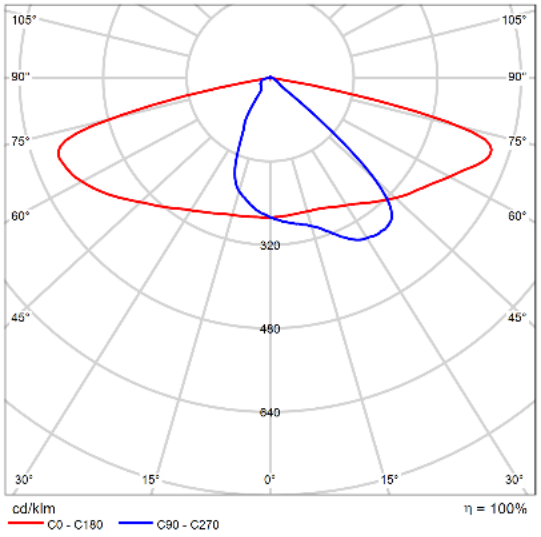
Os resultados dos cálculos apresentados nesse estudo representam valores aproximados por amostragem, e os mesmos consideram aspectos relacionados ao tipo de instalação, ao espaçamento médio entre os postes, a largura das pistas, altura de montagem das luminárias, comprimento do braço utilizado, inclinação e número de luminárias utilizadas por estrutura. As características das luminárias, tais como o fluxo luminoso, a curva do fator de utilização, o rendimento médio e os fatores de manutenção e de depreciação também foram observados.

Dados e Curvas fotométricas das Luminárias



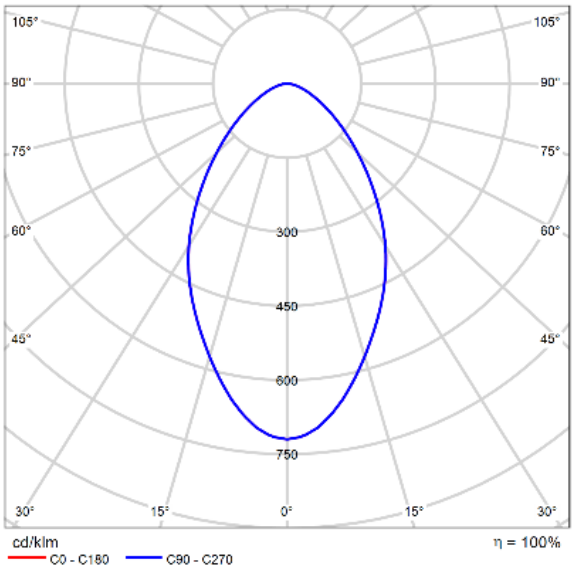
CDL polar

Figura 6 Curva Fotométrica do Projetor Led 150W



CDL polar

Figura 7 Curva Fotométrica da Luminária Led 100W



CDL polar

Figura 8 Curva Fotométrica da Luminária Industrial Led 78W

6 NO-BREAK

Foi projetado um sistema de No-Break na sala técnica do prédio administrativo. Atenderá todos os computadores, racks de sistemas e sistemas de segurança e cabines de pedágio.

6.1 MODOS DE OPERAÇÃO

O UPS deverá operar como um sistema TRUE on-line, DUPLA CONVERSÃO, nos seguintes modos:

- **NORMAL:** A carga crítica fica continuamente alimentada pelo inversor do UPS. O retificador transforma a energia AC da rede em DC para alimentar o inversor e carregar simultaneamente a bateria.
- **BATERIA:** Quando a energia AC da rede falha, a carga crítica continua sendo alimentada pelo inversor que, sem nenhum chaveamento, obtém energia da bateria. Não haverá interrupção de energia para a carga crítica quando houver falha ou retorno da energia AC da rede.
- **RECARGA:** Uma vez restaurado a energia AC da rede, o retificador alimenta o inversor e simultaneamente carrega a bateria. Isto é uma função automática e não causa nenhuma interrupção para a carga crítica.
- **BYPASS:** No caso de sobrecarga ou falha interna no inversor, a chave estática transferirá a carga para a rede sem interrupção para a carga crítica. O retorno do modo BYPASS para NORMAL será automático,exceto no caso que a sobrecarga excede os limites especificados ou ocorrencia de falha interna.

6.1.1. RETIFICADOR/CARREGADOR

O retificador/carregador deve converter a energia AC de entrada em uma tensão DC regulada para alimentar o inversor e recarregar a bateria. O retificador/carregador deve trabalhar com IGBT’s com chaveamento em alta freqüência PWM. O design modular do UPS deve permitir a segura manutenção e substituição do módulo retificador. O tempo médio para reparos (MTTR) deve ser inferior a 30 minutos. O retificador/carregador também deve prover o seguinte:

- O fator de potência de entrada deve ser de 0.99 com o sistema operando nas condições nominais.
- O retificador deve possuir circuito eletrônico de proteção que limite a corrente de entrada máxima, evitando eventuais danos aos IGBT's.

6.2 INVERSOR

O inversor deve ser do tipo chaveamento alta frequência - PWM com IGBT's. E possuir as seguintes características:

- O inversor deve ser capaz de prover a qualidade de energia especificada enquanto operar com qualquer fonte DC (retificador ou bateria), dentro da faixa de tensão operacional especificada.
- O design modular do UPS deve permitir a segura manutenção e substituição do módulo inversor. O tempo médio para reparos (MTTR) deve ser inferior a 30 minutos.
- O inversor deve possuir um circuito eletrônico de limite de corrente para proteção dos IGBT'S e de todo o circuito inversor.

6.3 CHAVE ESTÁTICA

O bypass deve ser uma fonte alternativa para o barramento crítico, quando realizada uma manutenção no UPS, ou em caso de falha. O bypass deve consistir de uma chave estática (SCR's), para transferências instantâneas entre as fontes. O bypass deve possuir as seguintes características operacionais:

- As transferências para o bypass devem ser automaticamente realizadas no caso de sobrecarga de saída, tensão de saída fora do limite especificado, sobre-temperatura, descarga total da bateria e falha no UPS.
- A retransferência automática para o inversor deve ser executada sempre que o mesmo é capaz de alimentar a carga crítica.
- A retransferência automática para o inversor deve ser inibida quando o bypass foi ativado manualmente, após 03 retransferências automáticas em um período de 10 minutos, e em caso de falha do sistema UPS.

- Todas transferências para o bypass devem ser inibidas nas seguintes condições tensão de bypass fora dos limites (+/- 10% da nominal), freqüência do bypass fora dos limites (+/-3Hz, ajustável), e bypass sem sincronismo.
- Tempo de transferência completa em menos que 4ms.
- O bypass pode ser manualmente ativado através do painel de controle ou remotamente através de uma entrada de alarmes.

6.4 ENTRADA DO SISTEMA - RETIFICADOR/CARREGADOR

- Potência: CONFORME DIAGRAMA Tensão de entrada: 220/127V trifásico (4 fios) - 3F + N + T (não será permitido adequação de tensão por transformadores)
- Range de tensão entrada: +10 – 15%.
- Range de frequência de entrada: 55 – 65Hz.
- Fator de potência de entrada: 0.99
- Deve possuir limites de corrente de entrada programáveis quando operando no modo normal:
- Limite de corrente de entrada de 100 – 115% da corrente nominal de entrada,
- Limite de corrente de recarga das baterias 10 – 15% da corrente nominal de entrada, independente da carga na saída do UPS.
- Deve possuir limites de corrente de entrada programáveis quando operando no modo grupo-gerador:
- Limite de corrente de entrada de 100 – 115% da corrente nominal de entrada,
- Limite de corrente de recarga das baterias 10 – 15% da corrente nominal de entrada, independente da carga na saída do UPS.
- A distorção harmônica máxima de corrente de entrada deve ser 4,5%.
- Deve possuir partida em rampa configurável de 3 – 60 segundos.

- Regulação de tensão de saída DC: +/- 0,5%
- Ripple de saída inferior a 0,5% (pico a pico)
- Deve possuir capacidade de alimentar o inversor à plena carga, e recarregar a bateria para 95% de sua capacidade máxima em um período 10 horas.
- Equalização: deve possibilitar controle automático e manual para equalização das baterias.
- Sensor DC: deve possuir sensor DC redundante para proteção contra sobretensão no barramento.

6.5 BYPASS

- Range de sincronismo do bypass deve ser +/-10% da tensão de entrada.
- Range de sincronismo de frequência do bypass deve ser +/- 3Hz (ajustável).
- Inrush: para unidades com transformador isolador, tipicamente 800% da corrente nominal.
- Proteção contra surtos: de acordo com IEEE 587 (ANSI C62.41) CAT A & B (6kV).

6.6 SAÍDA DO SISTEMA – INVERSOR

- Tensão de saída: 220V trifásico (4 fios) - 3F + N + T (não será permitido adequação de tensão por transformadores).
- Regulação estática: +/-1% da tensão nominal de saída.
- Regulação dinâmica: +/-5% da tensão nominal de saída, para degrau com 100% de carga, e transferências para o modo bateria, com recuperação em 25ms.
- Distorção Harmônica Total de tensão: (THDV): <2% para carga linear, e < 5% para carga 100% não linear.
- O ajuste de tensão de saída (manual) deve ser de +/-3%.
- O range de sincronismo: +/-3Hz ajustável para +/- 5Hz.

- Regulação de freqüência: +/- 0.01Hz free – running.
- Slew Rate: 1Hz/segundo.
- Capacidade de sobrecarga (tensão nominal de baterias recarregadas): A unidade deve manter a regulação de carga de até 110% por 10 minutos, até 125% por 30 segundos, e até 150% por 10 segundos.
- Capacidade de curto circuito: 150% fase – fase por 10 ciclos; 300% fase – neutro por até 10 ciclos.
- Transferência estática: < 4ms.
- Supressão EMI – De acordo com FCC 47, parte 15, Classe A.
- Descarga eletrostática (ESD): De acordo com IEC801-2.

6.7 BATERIA

- Tipo: VRLA Estacionária, chumbo-ácido, selada, válvula regulada, com eletrólito absorvido no separador (AGM). Com vida útil estimada de 05 anos.
- Não são aceitas baterias automotivas, A bateria deverá trabalhar em qualquer posição de montagem, vertical, ou horizontal, permitindo assim a otimização de espaço na sua instalação.
- Autonomia: mínimo de 20 minutos, para plena carga
- A bateria deve ser calculada para uma descarga de até, no máximo, 1,67Vpe.
- Tensão de flutuação: 2,25Vpe.
- Tipo de montagem: em gabinete fechado, no mesmo padrão do no-break, ou seja, mesma cor, profundidade e altura.
- Os gabinetes de baterias devem possuir rodízios para movimentação e permitir manutenção apenas frontal. As baterias devem ser alojadas em bandejas internas removíveis pela frente do gabinete, de modo a facilitar a sua manutenção.

- Proteção: Disjuntor termo-magnético instalado em cada gabinete de baterias, com contato auxiliar e UVT para monitoração pelo UPS.

O UPS deve possuir um sistema de gerenciamento de baterias com as seguintes características:

- O UPS deve informar o tempo de bateria remanescente enquanto no modo de operação normal e em bateria. A informação de autonomia deve ser real-time, mesmo nas condições de mudança de carga.
- O sistema deve testar automaticamente os bancos de baterias para certificar que sua capacidade é de no mínimo 80% da nominal. Uma vez detectado qualquer problema como baixa capacidade (<80%), bateria aberta, bateria em curto, o sistema deve informar alarme no display e sistema de monitoração remota.
- O teste deve ser realizado nas baterias sem qualquer tipo de risco à carga crítica. Para tal teste o retificador não poderá ser desligado e a carga crítica deverá ser dividida com a bateria, garantindo assim a total segurança do sistema mesmo no caso de falha do banco de baterias durante o teste.

6.8 EXECUÇÃO

Start-up, manutenção preventiva e corretiva para o produto acima especificado, deve estar disponível e inclusa quando solicitado. O fabricante deve possuir corpo de assistência técnica própria, treinados e dedicados à este tipo de serviço. O fabricante deve oferecer como opção de serviço com atendimento 7 x 24.

7 LEGISLAÇÕES APLICADAS

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão;

NBR 5419: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Parte 1 a 4);

NBR 13570: Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Públicos;

NBR 6146 / NBR IEC 60529: Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (cod. IP);

NBR 6808 / NBR IEC 60439-1: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;

NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão;

NBR 5101: Iluminação Pública

NBR/ISSO 8995: Iluminação em ambientes de trabalho

NTC 901100: Fornecimento em tensão secundária de distribuição COPEL

Catálogos de fabricantes.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-K3-001	Rev. 0
	Emissão: 05/02/2025	Folha: 1 / 13
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Executivo de SPDA		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-K3-001

Documentos Resultantes:

egis

00a	05/02/2025	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3
1.1 PROPOSTA DE PROJETO 3
1.2 LOCALIZAÇÃO 3
2 MEMORIAL DESCRITIVO DE SPDA 5
2.1 OBJETIVO 5
2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 5
3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (SPDA) 6
3.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA 6
3.2 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO 7
3.3 BEP – BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO PRINCIPAL 8
3.4 CONDUTORES DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO 8
3.5 CONDUTORES DE PROTEÇÃO (PE) 9
3.6 ATERRAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS 11
3.7 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS 11
3.8 EXECUÇÃO 12
4 LEGISLAÇÕES APLICADAS 13

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica do **Executivo** da BSO 02.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.

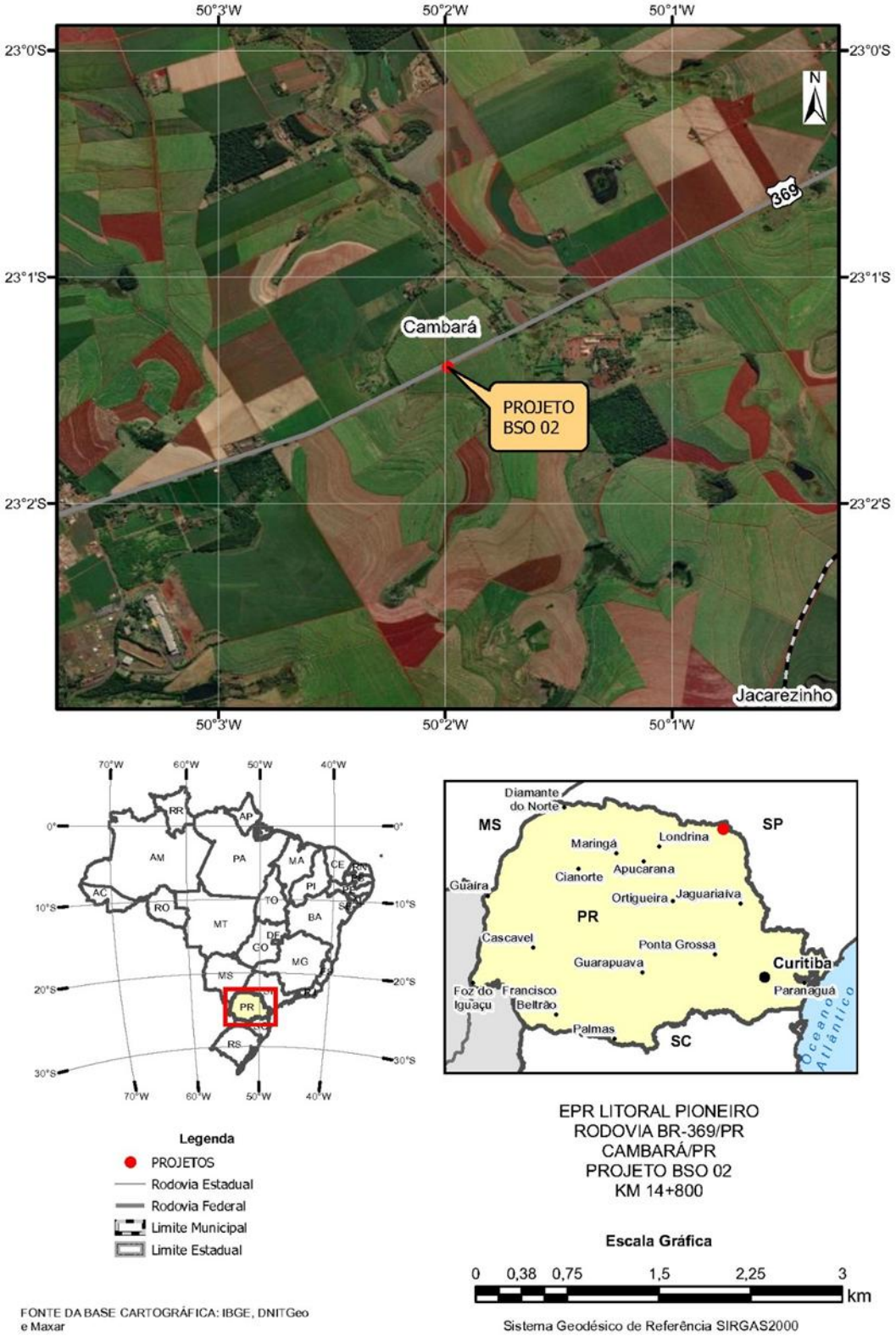


Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE SPDA

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Executivo** de Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se a edificação a Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, onde há instalações projetadas para atender toda a necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, e funcional dos colaboradores e usuários.

As instalações foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

A área total construída do empreendimento conta com edificação principal, apoio ambulância, depósitos e cobertura da garagem e soma 246,36m².

3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (SPDA)

O sistema de SPDA é composto por dois sistemas, o sistema de SPDA (externo) refere-se às medidas de proteção para reduzir danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura e está contido na NBR 5419-3, o segundo sistema o MPS (Interno) refere-se às medidas de proteção para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos (comando de sistemas, computadores etc..), em uma estrutura e está contido na NBR 5419-4.

As descargas atmosféricas do SPDA são interceptadas pela malha captora postes metálicos de 15,0m e conduzidas até a malha de aterramento, onde serão dissipadas no solo.

Para as descidas do SPDA estão sendo utilizados os próprios postes metálicos, conforme previsto na NBR 5419/2015. Deve-se ter assegurado que as conexões com as malhas de captação e aterramento estão bem executadas com garantia de continuidade elétrica. Para isso deve ser verificada a continuidade elétrica através de ensaios.

Caso não seja garantida a continuidade em algum trecho deve ser realizada conexões com cabos de cobre, conforme previsto em projeto.

É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga atmosférica direta.

3.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Os materiais bem como o dimensionamento do sistema de captação, foram definidos de acordo com os valores estabelecidos pela NBR 5419/2015. O empreendimento não necessita de SPDA mas por padrões do cliente foi adotado SPDA nível IV.

3.2 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

A fim de dispersão da corrente da descarga atmosférica e minimizar qualquer sobretensão potencialmente perigosa a edificação conta com o subsistema de aterramento formada por um anel afastado por no mínimo 1,0m afastado do perímetro da edificação.

Este subsistema será formado por um condutor metálico enterrado a uma profundidade mínima de 50cm conforme características de detalhes presentes em plantas do projeto.

Os diversos subsistemas de aterramento devem ser interligados em um único conjunto de eletrodos enterrados, incluindo:

- Rede de energia – malhas das subestações, barras de neutro/terra dos quadros gerais de baixa tensão, centro da estrela de transformadores;
- Aterramentos de elementos captores de descargas atmosféricas, estruturas metálicas, cabos captores e mastros pára-ráios;
- Ferragens estruturais do prédio e massas metálicas em geral (carcaças metálicas de painéis e equipamentos, etc).
- Referência de terra de equipamentos eletrônicos (computadores, controladores digitais, centrais telefônicas, etc).

Não se admite o uso de canalizações metálicas de água nem de outras utilidades como eletrodo de aterramento.

3.3 BEP – BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO PRINCIPAL

Todos os elementos associados a linhas externas devem ser conectados à equipotencialização principal o mais próximo possível do ponto em que entram e/ou saem da edificação.

A amarração das tubulações metálicas poderá ser executada por fita perfurada estanhada (bimetálica), que possibilita a conexão com diferentes tipos de metais e diâmetros variados, diminuindo a indutância do condutor devido à sua superfície chata.

A barra BEP será instalada próxima da caixa de DPS na medição.

A BEP deve prover uma conexão mecânica e eletricamente confiável. Todos os condutores conectados a BEP devem ser desconectáveis individualmente, exclusivamente por meio de ferramenta. Nos pontos de conexão dos condutores de equipotencialização deve ser provida etiqueta ou plaqueta com a seguinte inscrição: “Conexão de Segurança - Não Remova”.

Quando diretamente acessíveis a própria BEP e os pontos de conexão com os eletrodos da armadura de concreto também devem ser providos da mesma advertência. A etiqueta ou plaqueta não devem ser facilmente removíveis.

3.4 CONDUTORES DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

A seção dos condutores da equipotencialização principal prescrita será no mínimo de #16mm² em cobre, #25mm² em alumínio ou #50mm² em aço.

Eventualmente, caso um ramal de aterramento se conecte a mais de um equipamento, este deve formar uma malha através de um segundo ramal, de modo a assegurar o aterramento de qualquer equipamento através de dois pontos. A secção mínima a ser adotada nos ramais de aterramento de equipamentos elétricos deve ser #16mm².

Os seguintes elementos metálicos não são admitidos como condutor de equipotencialização:

tubulações de água;

tubulações de gases ou líquidos combustíveis ou inflamáveis;

elementos de construção sujeitos a esforços mecânicos em serviço normal;

eletrodutos flexíveis, exceto quando concebidos para esse fim;

partes metálicas flexíveis.

Todas as eletrocalhas e eletrodutos metálicos devem possuir pelo menos um ponto de aterramento, assim como as tubulações hidráulicas. Deve ser previsto um cabo terra por calha, independente da secção transversal das abas laterais do mesmo.

As conexões devem ser acessíveis para verificações, com exceção daquelas contidas em emendas moldadas ou encapsuladas. Todas as derivações de condutores de equipotencialização e aterramento devem ser feitas por meio de conexões à compressão, similar ao tipo FCI “Hyground”.

3.5 CONDUTORES DE PROTEÇÃO (PE)

As seções mínimas dos condutores de proteção a ser utilizados na instalação deverão atender o item 6.4.3.1 da NBR 5410/2004. Os condutores de proteção devem ser adequadamente protegidos contra danos mecânicos, deterioração química ou eletroquímica, bem como esforços eletrodinâmicos e termodinâmicos.

Não se admite o uso da massa de um equipamento como condutor de proteção ou como parte de condutor de proteção para outro equipamento, exceto o caso previsto em 6.4.3.2.2 (NBR 5140/2004).

Os seguintes elementos metálicos não são admitidos como condutor de proteção:

- tubulações de água;

- elementos de construção sujeitos a esforços mecânicos em serviço normal;
- eletrodutos flexíveis, exceto quando concebidos para esse fim;
- partes metálicas flexíveis;
- armadura do concreto (ver nota);
- estruturas e elementos metálicos da edificação (ver nota).

NOTA: Nenhuma ligação visando equipotencialização ou aterramento, incluindo as conexões às armaduras do concreto, pode ser usada como alternativa aos condutores de proteção dos circuitos. Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda a sua extensão.

Os equipamentos de ar condicionado, bem como todas as bombas, ventiladores e exaustores devem ser aterrados por meio dos condutores de proteção dos respectivos circuitos alimentadores. Todas as luminárias deverão ser aterradas pelos condutores de proteção dos respectivos circuitos.

Todos os condutores de proteção PE (Terra ou Proteção Elétrica) deverão ter capa na cor verde. Os condutores de proteção destinados ao aterramento de carcaças de equipamentos eletrônicos (Terra Eletrônico) deverão ser isolados com capa verde-amarela (“Brasileirinho”).

O condutor de proteção deve ser encaminhado junto às fases do circuito correspondente, e deve estar conectado à carcaça do painel/motor/luminária, de modo a diminuir a impedância de retorno a fonte.

É vedada a inserção de dispositivos de manobra ou comando nos condutores de proteção. Admitem-se apenas, e para fins de ensaio, junções desconectáveis por meio de ferramenta.

Caso seja utilizada supervisão da continuidade de aterramento, as bobinas ou sensores associados não devem ser inseridos no condutor de proteção.

As abas laterais dos leitos para cabos não devem ser consideradas como condutores de aterramento.

3.6 ATERRAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

Para aterramento dos equipamentos eletrônicos, será previsto aterramento nas tomadas de força.

As barras de aterramento dos quadros de distribuição deverão ser interligadas às barras de equipotencialização por meio de condutores isolados com capa verde-amarelo de mesma bitola do condutor fase do circuito de alimentação. As ligações do reticulado de cabos e as derivações do mesmo deverão ser feitas com conexões à compressão, que são definitivas, não demandando manutenção posterior. Os conectores terminais nas extremidades dos rabichos também deverão ser à compressão.

3.7 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

As conexões de aterramento enterradas (cabo-cabo e cabo-haste) deverão ser feitas por solda exotérmica, por meio de moldes e cartuchos apropriados para cada caso específico. Os moldes deverão ser de grafite semipermanente e o metal de solda uma mistura de óxido de cobre e alumínio.

O fabricante dos materiais deverá garantir para a conexão uma capacidade de condução de corrente igual à do condutor. Fabricantes: similar aos fabricantes FASTWELD, CADWELD, ÉRICO.

Os materiais do SPDA (captores, hastes, acessórios de fixação, barras condutoras etc.) deverão atender ao memorial descritivo, aos desenhos de projeto e às prescrições da norma NBR 5419/2015, principalmente o item 5.1.5 – materiais e dimensões. Fabricantes: similar aos fabricantes TERMOTÉCNICA, PARAKLIN, AMERION, BURNDY.

Hastes de aterramento e tratamento do solo - Fabricantes: FASTWELD, GAMATEC.

Cabos e cordoalhas de cobre nú, meio duro, de acordo com NBR 6524 - similar aos fabricantes: FASTWELD, PRYSMIAN, PHELPS DODGE, FICAP.

3.8 EXECUÇÃO

O instalador do sistema de proteção contra descargas elétricas atmosféricas e demais sistemas de aterramento que compõem o projeto deverão ter pleno conhecimento do local e dos tipos de solos existentes.

A contratada deverá executar a prospecção de resistividade aparente do solo visando o dimensionamento adequado das malhas de aterramento, para oferecerem plenas condições de dissipação às correntes elétricas resultantes de descargas elétricas atmosféricas, absorvidas pelo sistema de captação do empreendimento.

A contratada deverá apresentar à fiscalização da obra relatórios completos contendo os resultados obtidos na prospecção, a estratificação do solo, o memorial de cálculo e o dimensionamento de todos os cabos e malhas de aterramento.

Deverá ser do escopo de fornecimento da empresa contratada para a execução desse sistema todos os materiais complementares para a sua completa instalação, incluindo os testes de resistividade do terreno, a realização das medições e testes após a conclusão da execução de todo o sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento.

A conexão de um condutor de aterramento a eletrodo de aterramento embutido no concreto das fundações (a própria armadura do concreto ou, então, fita, barra ou cabo imerso no concreto) deve ser feita garantindo-se simultaneamente a continuidade elétrica, a capacidade de condução de corrente, a proteção contra corrosão, inclusive eletrolítica, e adequada fixação mecânica. Essa conexão pode ser executada, por exemplo, recorrendo-se a um elemento intermediário, destinado a servir como ponto de conexão do condutor de aterramento, constituído por barra ou condutor de cobre, ligado ao primeiro elemento por solda exotérmica (ou processo equivalente do ponto de vista elétrico e da corrosão).

4 LEGISLAÇÕES APLICADAS

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão;

NBR 5419: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Parte 1 a 4);

NBR 13570: Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Públicos;

NBR 6146 / NBR IEC 60529: Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (cod. IP);

NBR 6808 / NBR IEC 60439-1: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão;

NBR IEC 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão;

NBR 5101: Iluminação Pública

NBR/ISSO 8995: Iluminação em ambientes de trabalho

NTC 901100: Fornecimento em tensão secundária de distribuição COPEL

Catálogos de fabricantes.

2.18. Projeto Hidrossanitário (Edificações)

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-P3-001	Rev.: 00
	Emissão: 27/09/2024	Folha: 1 / 19
EPR LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Projeto Executivo de Hidráulica		Aprovado:

Documento de Referência:

ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-001
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-002
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-003
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-004
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-005
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-006
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-007
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-008
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-009
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-010
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-011
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-012
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P3-013

Documentos Resultantes:

egis

00c	21/11/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4
2 OBJETIVO 4
3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS 4
4 CONDIÇÕES GERAIS 4
5 SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL 5
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS: 5
5.2 CONSUMO 5
5.3 ABASTECIMENTO 6
5.4 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS 6
5.4.1 Edifício Principal 7
5.4.2 Apoio Ambulância 8
6 SISTEMA DE ESGOTO E VENTILAÇÃO 9
6.1 CONDIÇÕES GERAIS: 9
6.2 RAMAIS COLETORES: 9
6.3 DESTINO DO ESGOTO: 9
6.4 COLUNAS DE VENTILAÇÃO: 9
6.5 DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS 9
6.5.1 Edifício Principal 11
6.6 Apoio Ambulância 11
6.7 Depósitos 11
6.8 DIMENSIONAMENTO CAIXA DE GORDURA 11
6.8.1 COPA 11
6.9 DIMENSIONAMENTO SUMIDOURO 12
6.10 ASSEPSIA E HEMOLAVAGEM 12
7 SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS 12

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS: 12
7.2 CONDUTORES VERTICAIS: 13
7.3 DIMENSIONAMENTO 13
7.4 RAMAIS COLETORES: 19
7.5 REDES EXTERNAS: 19

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto **Executivo** de Hidráulica da Base de Suporte Operacional 02, localizada na Rodovia: BR-369/PR, Trecho: KM 014+800

2 OBJETIVO

O presente memorial destina-se a apresentar os princípios básicos e as normas de apoio que foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto das seguintes instalações hidráulicas: Instalações de água fria, Instalações de esgoto sanitário, Instalações de águas pluviais, sumidouro.

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

- NBR-5626:1998 Instalações prediais de água fria.
- NBR-8160:1999 Instalações prediais de esgotos sanitários.
- NBR-10.844:1989 Instalações prediais de captação de águas pluviais.
- NBR-7.229:1993 Projetos construção e operação de sistemas de tanques sépticos.
- NBR-13.969:1997 Tanques sépticos de tratamento de líquidos.

4 CONDIÇÕES GERAIS

Somente poderão ser empregados na obra, materiais novos, atendendo as Normas aprovadas ou recomendadas e especificações deste Memorial. As citações de marcas e produtos deste Memorial têm a função de especificar características mínimas dos materiais a serem empregados, aceitando-se uma marca com características equivalentes a citada, mediante a apresentação de amostras e certificados exigidos pela Fiscalização, a critério desta. As instalações a serem executadas, deverão ser garantidas quanto à qualidade dos materiais empregados e mão-de-obra. As tubulações de PVC rígido não poderão, em hipótese alguma, ficar sujeitas a solicitações mecânicas nem serem embutidas em elementos estruturais do edifício, salvo em furações previstas e indicadas em projeto.

5 SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS:

As instalações de Água Potável Fria serão projetadas de modo a:

- Garantir o fornecimento suficiente para as necessidades da unidade;
- Preservar o máximo de conforto dos usuários e com vazões e pressões necessárias para o perfeito funcionamento dos aparelhos;
- Preservar rigorosamente a qualidade da água;
- Reduzir os níveis de ruídos;
- Os parâmetros adotados são NBR 5626 da ABNT.

5.2 CONSUMO

A população atendida pelas instalações de água fria fora estimada em 15 pessoas por dia e o consumo percapita médio foi estimado em 80 litros por pessoa por dia, tendo em vista a finalidade da edificação, as características dos usuários e o nível de atendimento requerido do sistema hidráulico. A reservação prevista de 12.000 litros que leva em consideração o consumo diário médio de 1.200 litros mais 1.200 litros, totalizando 2.400 litros, conforme orientações da NBR 5626: 1998 onde será suprida a necessidade de 48 horas sem o abastecimento de água. Foi considerado mais 9.600 litros para as especificidades da edificação, como o abastecimento de caminhão pipa para a lavagem de rodovias.

Consumo diário de água potável estimado:

15 funcionários = 80 litros/funcionário

Consumo diário total = 15 x 80 = 1.200 litros

Reserva para 2 dias = 1.200 litros + 1.200 litros

Caixa d'água potável = 2.400 litros

Especificidades da edificação: 9.600 litros

Volume adotado: 2.400 litros + 9.600 litros = 12.000 litros

5.3 ABASTECIMENTO

Devido a indisponibilidade de rede pública de água potável próxima ao terreno da obra, o abastecimento principal será feito através de um poço artesiano, que será perfurado posteriormente ao projeto apresentado. É necessário verificar a potabilidade da água e caso necessário aplicar tratamento. No momento, não é possível definir sua profundidade ou vazão média diária. O abastecimento proveniente do poço artesiano será direcionado para um reservatório tipo taça, com coluna seca, de 15.000 litros por meio de uma bomba submersível, caso o poço tenha mais de 10 metros de profundidade, ou uma bomba centrífuga, caso a profundidade seja de até 10 metros.

5.4 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO DOS APARELHOS SANITÁRIOS

De acordo com a NBR 5626 - Instalação predial de água fria, os aparelhos sanitários possuem respectivas vazões e pesos relativos.

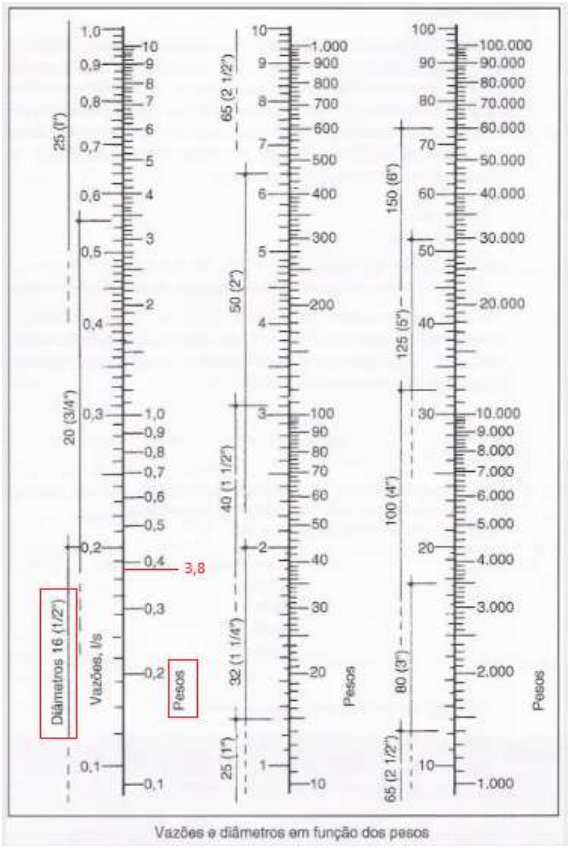
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projetos L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

Tabela NBR 5626 – Vazões e pesos relativos dos aparelhos sanitários

A edificação possui alguns dos itens apresentados na tabela abastecidos diretamente pelo castelo d'água tipo taça com coluna seca.

5.4.1 Edifício Principal

Aparelho sanitário	Peso relativo/aparelho	Nº Aparelhos	Somatória dos pesos
Bacia sanitária	0,3	4	1,2
Lavatório	0,3	5	1,5
Tanque	0,7	1	0,7
Chuveiro	0,1	2	0,2
Pia de cozinha	0,1	1	0,1
Bebedouro	0,1	1	0,1
		Somatória dos pesos	**3,8**

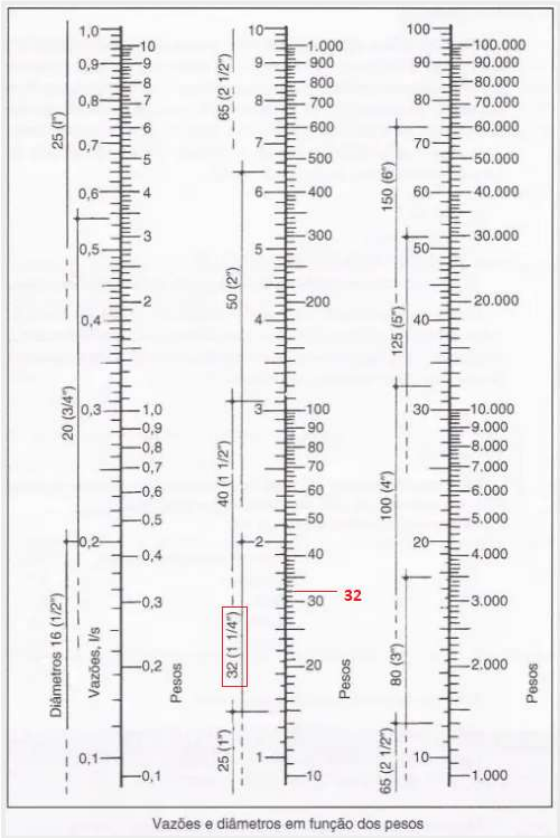


Ábaco com diâmetros de tubo de PVC rígido e vazões em função da soma dos pesos.

O diâmetro mínimo para a somatória de todos os pesos da área é de 16mm. Foi considerada uma saída do ramal de alimentação dos aparelhos sanitários de PVC Ø40mm em planta.

5.4.2 Apoio Ambulância

Aparelho sanitário	Peso relativo/aparelho	Nº Aparelhos	Somatória dos pesos
Expurgo	32	1	32
Tanque	0,7	1	0,7
Pia de cozinha	0,1	1	0,1
		Somatória dos pesos	**32,8**



Ábaco com diâmetros de tubo de PVC rígido e vazões em função da soma dos pesos.

O diâmetro mínimo para a somatória de todos os pesos da área é de 32mm. Foi considerada uma saída do ramal de alimentação dos aparelhos sanitários de PVC Ø60mm em planta.

6 SISTEMA DE ESGOTO E VENTILAÇÃO

6.1 CONDIÇÕES GERAIS:

As instalações de esgoto e ventilações foram projetadas de modo a:

- Permitir rápido escoamento dos despejos e facilitar as desobstruções;
- Vedar a passagem de gases e insetos das canalizações para interior do prédio;
- Não permitir vazamentos, escapamentos de gases, ou formação de depósitos no interior das canalizações;
- Impedir a contaminação e poluição da água potável.

6.2 RAMAIS COLETORES:

Foram projetados de modo a captar os despejos através de redes no pavimento térreo e conduzi-los para a parte externa da obra, sendo daí transportado pela rede externa. As redes têm as especificações das bitolas e inclinações necessárias. Estes dados foram obtidos através das somatórias das unidades de descarga de cada trecho. Devido à possibilidade de obstrução dos coletores e subcoletores foram previstos peças para inspeção (caixas de inspeção). As declividades mínimas das redes de esgoto não especificadas serão ($ø \leq 75mm$ - $i \geq 2\%$) e ($ø \geq 100mm$ - $i \geq 1\%$).

6.3 DESTINO DO ESGOTO:

A rede externa coletará os ramais internos e seguirá para o sumidouro, conforme mostra o projeto.

6.4 COLUNAS DE VENTILAÇÃO:

Foram locados tubos de ventilação em pontos que evitam a retro-sifonagem dos dispositivos de proteção contra gases pôr fechos hídricos e para que os gases do esgoto subam para fora da unidade propiciando uma aeração adequada. As colunas partem do Pavimento Térreo e seguem até ultrapassar 30cm acima da cobertura, tendo chapéu protetor na sua extremidade. A extremidade aberta de um tubo ventilador primário ou coluna de ventilação situada a menos de 2,0m de distância de qualquer janela ou porta, deverá elevar-se pelo menos 1,0m acima da verga.

6.5 DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS

De acordo com a NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário, os aparelhos sanitários possuem a seguintes unidades Hunter de contribuição:

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga *DN*
Bacia sanitária		6	100[1)]
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência Coletivo	2 4	40 40
Lavatório	De residência De uso geral	1 2	40 40
Mictório	Válvula de descarga Caixa de descarga Descarga automática De calha	6 5 2 2[2)]	75 50 40 50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação Lavagem de panelas	3 4	50 50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50[3)]
Máquina de lavar roupas		3	50[3)]

Tabela 3 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Os coletores prediais possuem capacidade de suportar o número de unidades Hunters conforme a tabela 7 abaixo de acordo com a contribuição dos aparelhos sanitários conectados a eles.

Tabela 7 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
DN	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Tabela 7 NBR 8160 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

6.5.1 Edifício Principal

Aparelho sanitário	Nº Un. Hunter/aparelho	Nº Aparelhos	Somatória
Bacia sanitária	6	4	24
Lavatório	2	5	10
Tanque	3	1	3
Chuveiro	2	2	4
Pia de cozinha	3	1	3
Bebedouro	0,5	1	0,5
		Somatória	**44,5**

6.6 Apoio Ambulância

Aparelho sanitário	Nº Un. Hunter/aparelho	Nº Aparelhos	Somatória
Expurgo	6	1	6
Tanque	3	1	3
Pia de cozinha	3	1	3
		Somatória	**12**

6.7 Depósitos

Aparelho sanitário	Nº Un. Hunter/aparelho	Nº Aparelhos	Somatória
Ralo	3	2	6
		Somatória	**6**

A somatória das unidades Hunters de contribuição de todos os ambientes é **62,5**. É possível verificar que a tubulação de diâmetro 100mm com declividade de 1% suporta a contribuição de esgoto dos prédios até a chegada no sumidouro.

6.8 DIMENSIONAMENTO CAIXA DE GORDURA

6.8.1 COPA

Como a “COPA” é de uso interno da edificação onde não ocorrerá grande demanda da caixa de gordura foi especificado uma caixa com capacidade de retenção de 18L conforme detalhe abaixo:

Detalhes - Caixa de Gordura Pequena (CGP) - 18 Litros - TIGRE



Cotas	Dimensões (mm)
C	55
D	295
DN1	50
DN2	75
DN3	100
E	392
H	449

6.9 DIMENSIONAMENTO SUMIDOURO

DIMENSIONAMENTO ESGOTO SUMIDOURO									
Item	**(n°de Pessoas)**	**C**	**Contribuição diária (L)**	**Coeficiente de Infiltração**	**Área de Infiltração Necessária**	**Área Útil Lateral**	**H Útil (m)**	**Diâmetro útil (m)**	**Área Útil Considerada**
Sumidouro	15	50	750	40	18.75 m²	18.80 m²	3	2	21.99 m³

O coeficiente de infiltração considerado foi “40”, porém para um cálculo mais preciso o ideal é realizar um teste de infiltração in loco. No momento da execução o responsável deverá se atentar ao fundo do sumidouro que deve ficar a no mínimo 1,50m do nível do lençol freático.

6.10 ASSEPSIA E HEMOLAVAGEM

No ambiente “Assepisia e hemo lavagem” junto com a grelha que irá captar a lavagem da ambulância, todo o esgoto dessa região será destinado para uma caixa de acúmulo que não terá conexão com o esgoto comum, deverá ser esvaziada com frequência por empresa especializada. Modelo da caixa indicado conforme arquitetura.

7 SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS:

As instalações de Águas Pluviais foram projetadas de modo a:

- Permitir um fácil escoamento nas tubulações sem risco de afogamento das redes;
- Vedar passagem de insetos das canalizações para o interior do prédio através de

grelhas;

- Não permitir vazamentos e formação de depósitos no interior das canalizações;
- Permitir fácil desobstrução e limpeza de qualquer ponto da rede.

7.2 CONDUTORES VERTICAIS:

As águas pluviais da Cobertura foram captadas através de calhas, conforme mostra o projeto.

Os condutores de águas pluviais das coberturas foram dimensionados e locados de forma a proporcionar uma boa divisão da contribuição de água.

Foi adotada uma precipitação de 250 mm/h para os cálculos.

7.3 DIMENSIONAMENTO

A vazão de projeto deve ser calculada pela fórmula:

$Q = I . A / 60$

Onde: Q = Vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

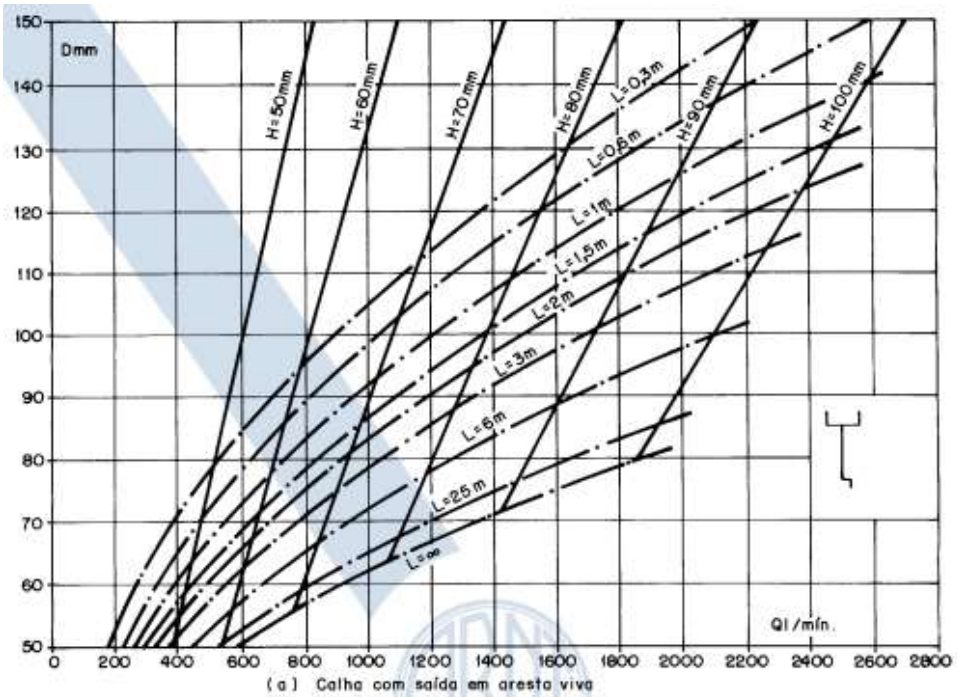
A = área de contribuição, em m²

O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:
Q = Vazão de projeto, em L/min

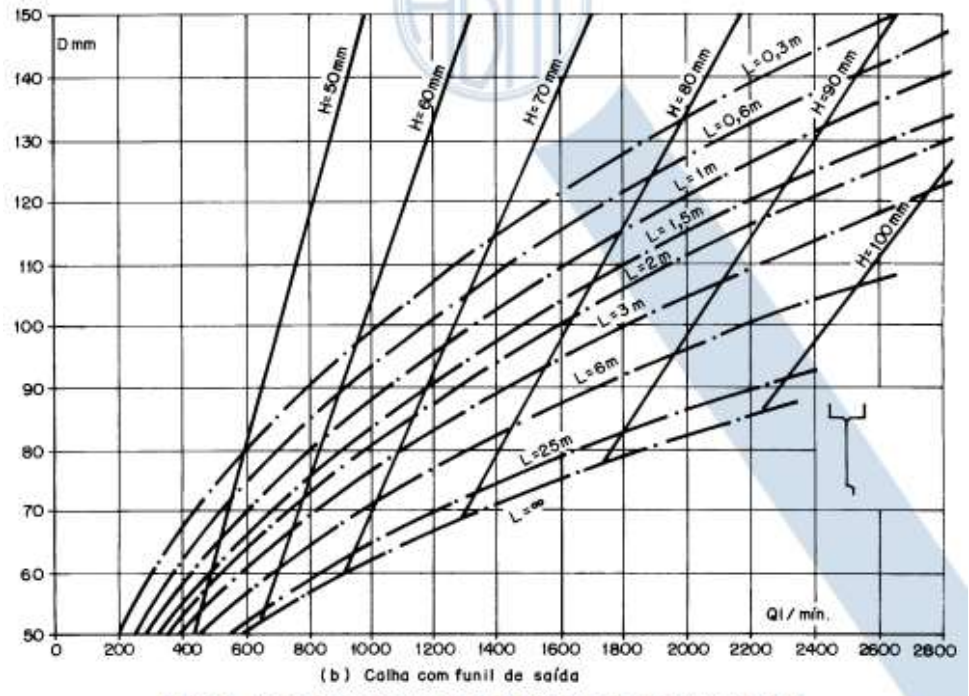
H = altura da lâmina de água na calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m

Nota: O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através dos ábacos da Figura 3 da NBR 10.844.



(a) Calha com saída em aresta viva



(b) Calha com funil de saída

Figura 3 - Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais

Área de Telhado – Edifício Principal



Condutor AP 4 e AP 6) Área = 100,00 m²

Vazão = 250 x 100 / 60 => Q = 416,66 L/min.

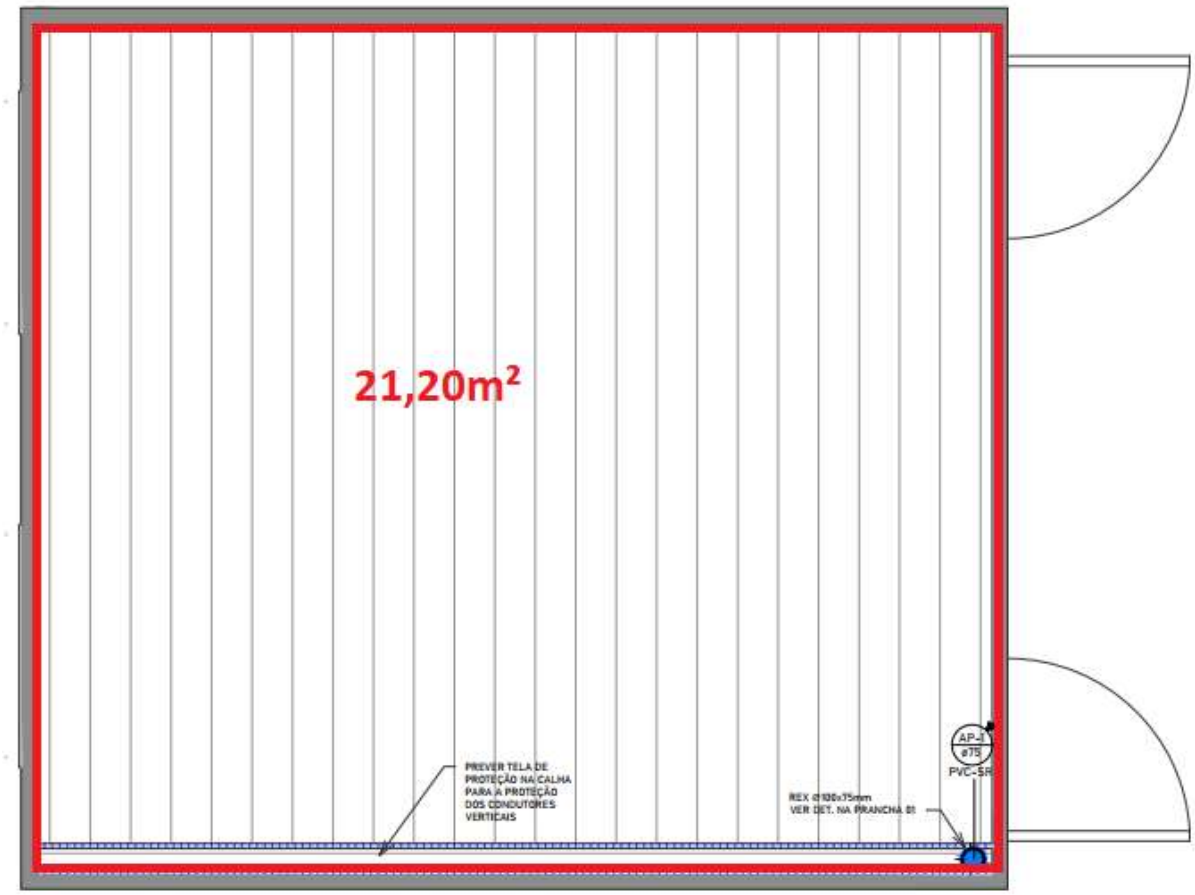
H = 50mm

L = 6m

Diâmetro pelo ábaco NBR 10.844 – 60mm

Diâmetro adotado – 100mm

Área de Telhado – Depósitos



Condutor AP 1) Área = 21,20 m²

Vazão = 250 x 21,20 / 60 => Q = 88,33 L/min.

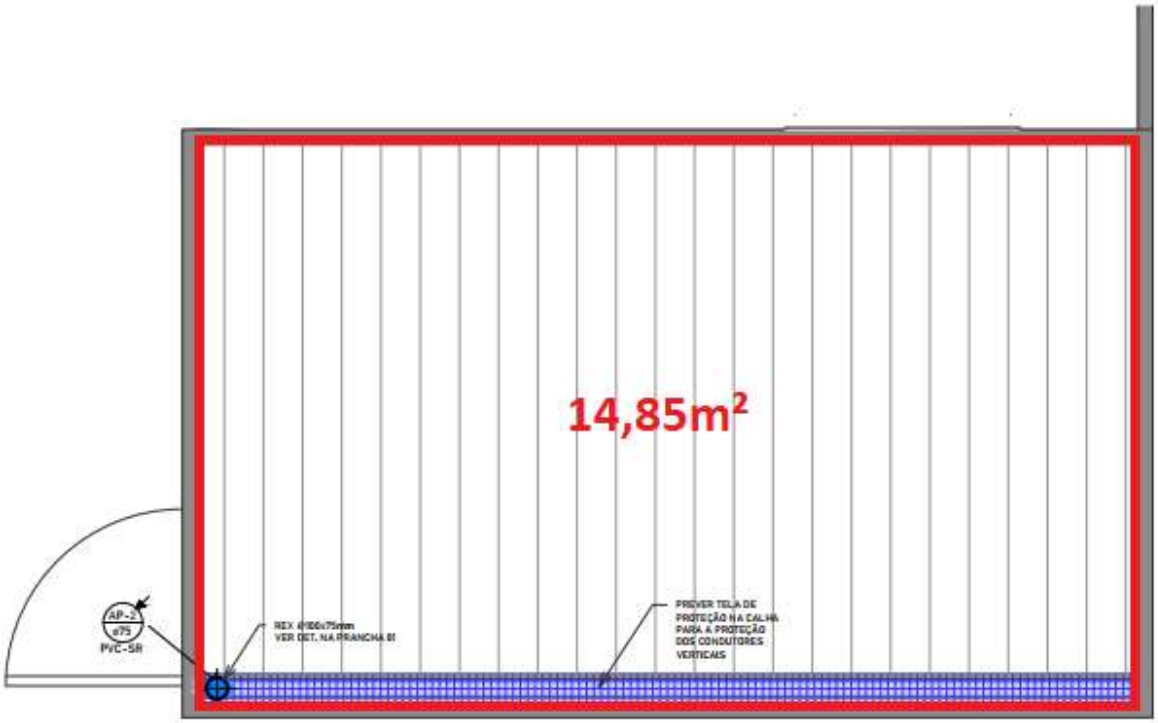
H = 50mm

L = 6m

Diâmetro pelo ábaco NBR 10.844 – 50mm

Diâmetro adotado – 75mm

Área de Telhado – Apoio Ambulância



Condutor AP 2) Área = 14,85 m²

Vazão = 250 x 14,85 / 60 => Q = 61,87 L/min.

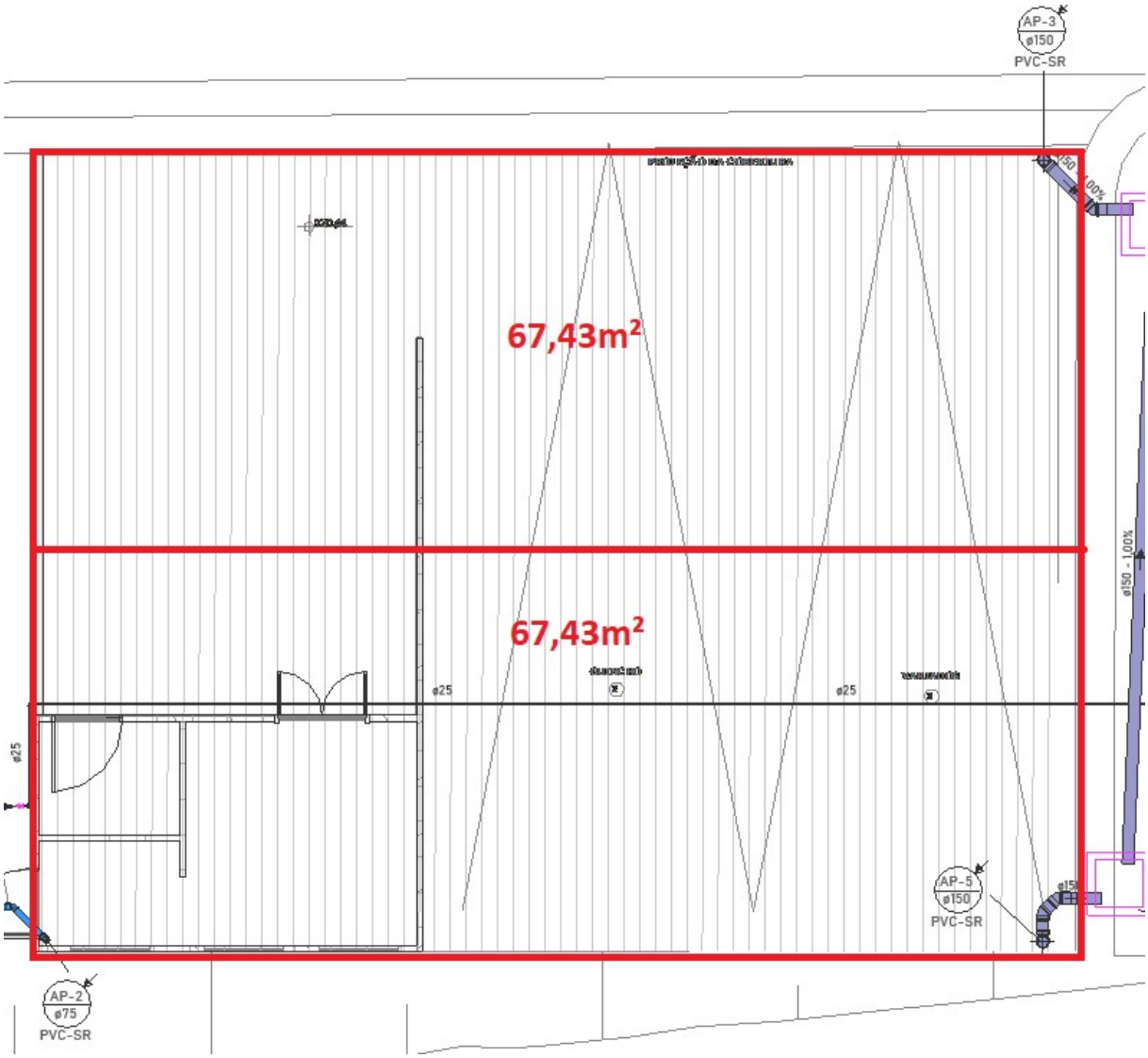
H = 50mm

L = 6m

Diâmetro pelo ábaco NBR 10.844 – 50mm

Diâmetro adotado – 75mm

Área de Telhado – Cobertura Guincho



Condutor AP 3 e AP 5) Área = 134,86 m²

Vazão = 250 x 134,86 / 60 => Q = 561,91 L/min.

H = 50mm

L = 6m

Diâmetro pelo ábaco NBR 10.844 – 60mm

Diâmetro adotado – 150mm

7.4 RAMAIS COLETORES:

Foram projetados de modo a receber os condutores verticais através de redes no pavimento térreo e conduzi-los para as redes externas. As redes têm especificações das bitolas e inclinações necessárias. Estes dados foram obtidos através das somatórias das áreas de contribuição para cada trecho. As declividades mínimas das redes de águas pluviais não especificadas serão ($i \geq 1\%$).

7.5 REDES EXTERNAS:

As redes externas foram projetadas prevendo-se as áreas da cobertura e as áreas externas como ruas, através de caixas de captação, conforme projeto.

2.19. Projeto Ar-Condicionado (Edificações)

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-P5-001	Rev. 00
	Emissão: 04/12/2024	Folha: 1 / 24
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Executivo de Mecânica		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P5-001

Documentos Resultantes:

egis

00d	04/12/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 4
1.1 PROPOSTA DE PROJETO 4
1.2 LOCALIZAÇÃO 4
2 MEMORIAL DESCRITIVO DE MECÂNICA 6
2.1 OBJETIVO 6
2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 6
3 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR 7
3.1 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FÍSICAS 7
4 BASE DE CÁLCULOS 9
5 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS 17
5.1 UNIDADES EVAPORADORAS 17
5.2 UNIDADES CONDENSADORA 17
6 INSTALAÇÃO DOS CONDICIONADOS DE AR 19
6.1 EXAUSTÃO MECÂNICA 19
6.2 TUBULAÇÃO DE REFRIGERAÇÃO 20
6.3 TUBULAÇÃO 20
6.4 ISOLAMENTO DAS TUBULAÇÕES 20
6.5 INSTALAÇÃO 21
7 TESTES DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS 22
7.1 TESTES, BALANCEAMENTO E REGULAGENS DOS SISTEMAS 22
7.2 RELATÓRIOS DE TESTE E BALANCEAMENTO 22
7.3 ACEITAÇÃO 22
7.4 RESPONSABILIDADE TÉCNICA 22
7.5 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 23

8 LEGISLAÇÕES APLICADAS 24

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Mecânica do **Executivo** de implantação de BSO 02. Cambará.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.



Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO DE MECÂNICA

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Executivo** de Mecânica relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se a edificação a Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, onde há instalações projetadas para atender toda a necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, e funcional dos colaboradores e usuários.

As instalações foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

3 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR

Para os sistemas de condicionamento de ar, foram propostos sistemas de expansão direta do tipo mini split, em que há apenas uma unidade interna (evaporadora) para cada unidade externa (condensadora) e multi split, em que há mais de uma unidade interna (evaporadora) para uma unidade externa (condensadora). As unidades condensadoras serão instaladas nas paredes externas do ambiente e de acordo com as limitações técnicas do equipamento.

Cada evaporadora será do tipo controle remoto individual. O controle de temperatura dos ambientes será efetuado através de termostatos e sensores, localizados no retorno dos equipamentos.

3.1 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E FÍSICAS

Os ambientes destinam-se, basicamente, ao conforto de seus ocupantes e condições operacionais normais. A base de cálculos foi elaborada usando características físicas informadas nos cortes esquemáticos da arquitetura e informações descritas nas plantas baixas. Quando não informadas, as características físicas consideradas referenciam a NBR 16401 quanto a iluminação e ocupação dos ambientes.

PÉ DIREITO

Foi considerado que os ambientes possuem a altura informada nos cortes esquemáticos e em informações descritas nas plantas baixas de arquitetura.

PAREDES EXTERNAS

As paredes externas foram consideradas blocos de concreto celular autoclavado, com acabamento e pintura em cores claras interna e externamente.

PISO

Foi considerado fluxo de calor oriundo de arestas expostas.

COMUNICAÇÕES EXTERNAS E INTERNAS

Foi considerado que as janelas e portas que se comunicam com o exterior ou com ambientes não condicionados estejam normalmente fechadas.

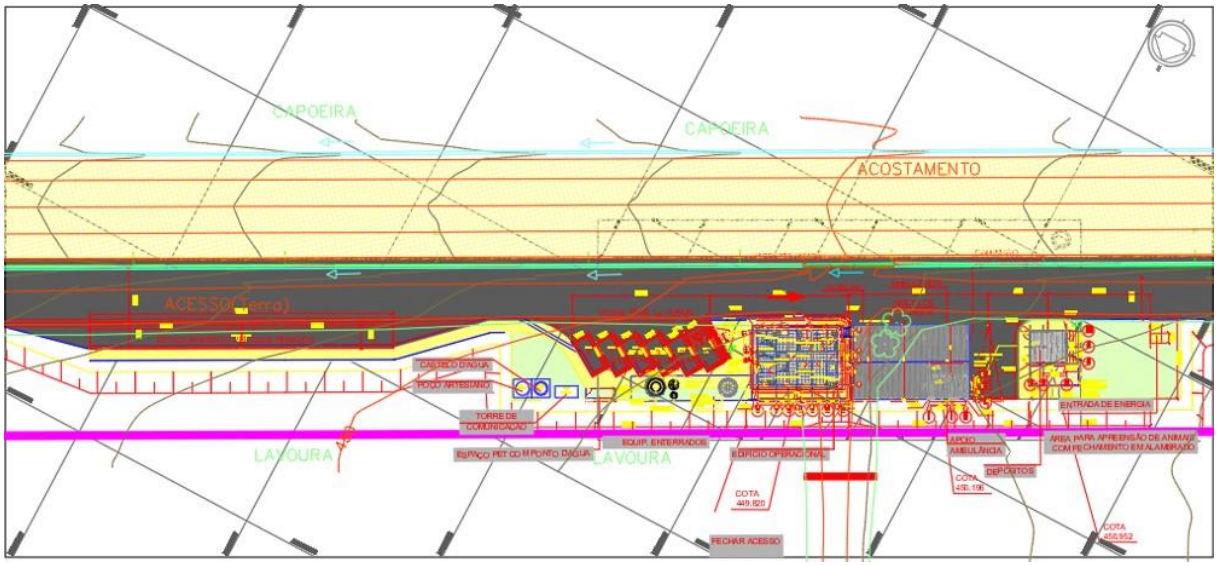
PROJEÇÃO DE COBERTURAS SOBRE AMBIENTES

Foram consideradas as projeções dos pavimentos superiores/coberturas para o cálculo e dimensionamento dos equipamentos.

4 BASE DE CÁLCULOS

Para base de cálculo, os parâmetros utilizados foram os disponíveis em normas brasileiras, ASHRAE e softwares da região mais próxima do local do empreendimento.

Dados localização Geográfica



01/02/25, 12:48 ASHRAE climatic design conditions 2009/2013/2017/2021

ASHRAE CLIMATIC DESIGN CONDITIONS 2009/2013/2017/2021

2009 2013 2017 2021

MAP STATIONS STANDARTS PSYCHROMETRIC CALCULATOR SI IP Show all station

Lat&lon (xx.xx;yy.yy) or WMO

LONDRINA, BRAZIL
distance 4 km

MARINGA, BRAZIL
distance 79 km

PRESIDENTE PRUDENTE, BRAZIL
distance 129 km

BAURU, BRAZIL
distance 241 km



Just right click on site on the map and get nearest weather stations!

LONDRINA, BRAZIL (WMO: 837680)

Lat:23.334S Long:51.13W Elev:569 StdP: 94.67 Time zone:-3.00 (SAB) Period:94-19 WBAN:99999

Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB		Humidification DP/MCDB and HR						Coldest month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB		WSF
			99.6%			99%			0.4%		1%				
	99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB	WS	MCDB	WS	MCDB	MCWS	PCWD	
6	8.1	10.0	1.7	4.6	16.0	4.0	5.4	18.0	6.7	21.0	6.0	20.7	2.2	220	0.290

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

Hottest Month	Hottest Month DB Range	Cooling DB/MCWB						Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB		
		0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%				
		DB	MCWB	DB	MCWB	DB	MCWB	WB	MCDB	WB	MCDB	WB	MCDB	MCWS	PCWD	
2	8.8	34.2	21.6	33.2	21.9	32.1	22.0	25.6	29.2	25.1	28.8	24.7	28.3	3.6	30	

Dehumidification DP/MCDB and HR									Enthalpy/MCDB						Extreme Max WB
0.4%			1%			2%			0.4%		1%		2%		
DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB	Enth	MCDB	Enth	MCDB	Enth	MCDB	
25.0	21.5	27.1	24.2	20.4	26.4	23.8	20.1	26.2	82.7	29.5	80.3	28.5	78.3	28.6	29.2

Extreme Annual Design Conditions

Extreme Annual WS				Extreme Annual Temperature				n-Year Return Period Values of Extreme Temperature							
				Mean		Standard deviation		n=5 years		n=10 years		n=20 years		n=50 years	
1%	2.5%	5%		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
6.8	5.9	5.2	DB	4.9	36.4	2.2	1.3	3.3	37.3	2.0	38.0	0.8	38.7	-0.8	39.7
			WB	3.2	26.8	2.3	1.0	1.5	27.5	0.2	28.1	-1.1	28.6	-2.8	29.3

Monthly Climatic Design Conditions

		Annual	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperatures, Degree-Days and Degree-Hours	DBAvg	22.7	25.2	25.4	25.1	23.3	19.8	18.6	18.7	20.6	22.1	23.7	24.3	25.2
	DBStd	3.62	1.70	1.81	1.87	2.55	2.78	2.99	3.08	3.24	3.49	2.89	2.20	1.99
	HDD10.0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	HDD18.3	109	0	0	0	2	17	32	33	17	7	1	0	0
	CDD10.0	4620	471	432	467	399	305	259	270	328	364	425	428	471
	CDD18.3	1686	213	199	208	151	64	41	44	87	122	167	178	213
	CDH23.3	13235	1544	1503	1586	1111	361	217	306	768	1165	1457	1468	1750
	CDH26.7	4635	511	537	564	355	67	22	51	245	496	691	543	645
Wind	WSAvg	2.3	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	2.0	2.3	2.6	2.7	2.8	2.5
Precipitation	PrecAvg	1532	230	193	126	92	115	86	67	46	121	129	151	173
	PrecMax	2134	426	366	308	218	325	355	237	183	334	334	375	306
	PrecMin	1201	47	61	21	0	16	1	0	0	15	4	51	12
	PrecStd	236	94	79	66	50	78	79	62	46	70	84	73	81
Monthly Design Dry Bulb and Mean Coincident Wet Bulb Temperatures	0.4% DB		34.0	35.1	34.0	33.1	30.2	28.8	30.0	32.9	35.9	36.2	34.9	34.2
	0.4% MCWB		23.6	21.7	23.3	22.2	20.6	20.3	18.3	18.6	20.1	21.5	22.0	22.5
	2% DB		32.0	32.8	32.2	31.8	28.2	27.1	28.1	31.0	33.9	34.1	32.9	32.9
	2% MCWB		23.7	23.1	23.1	22.1	20.8	20.0	18.3	18.4	19.3	21.8	22.1	22.8
	5% DB		30.9	31.1	31.1	30.1	27.0	25.9	26.7	29.2	31.9	32.1	31.2	31.8
	5% MCWB		23.6	23.6	22.9	21.7	20.2	19.5	18.3	18.2	19.2	21.5	21.5	22.9
	10% DB		29.5	30.0	30.0	28.9	25.2	24.2	25.0	27.9	29.8	30.0	29.9	30.1
	10% MCWB		23.4	23.5	22.6	21.5	19.5	19.0	18.0	18.0	18.9	21.1	21.5	22.6
Monthly Design Wet Bulb and Mean Coincident Dry Bulb Temperatures	0.4% WB		26.3	26.3	26.2	24.9	23.0	22.6	21.6	22.3	23.4	24.7	25.3	25.8
	0.4% MCDB		29.2	29.2	29.6	28.4	27.4	25.5	25.3	26.7	29.2	29.6	29.7	29.9
	2% WB		25.4	25.5	25.1	23.9	22.1	21.2	20.5	20.7	22.2	23.8	24.5	25.1
	2% MCDB		28.7	28.7	28.9	27.8	25.9	24.7	24.5	25.8	27.8	29.4	28.7	29.3
	5% WB		24.9	24.9	24.5	23.2	21.2	20.4	19.7	19.8	21.4	23.1	23.7	24.5
	5% MCDB		28.3	28.1	28.2	27.4	25.0	24.0	23.9	25.6	26.7	28.4	27.8	28.5
	10% WB		24.4	24.3	23.9	22.6	20.3	19.7	18.8	18.9	20.5	22.4	23.1	23.9
	10% MCDB		27.6	27.6	27.5	26.7	24.0	23.2	22.8	25.0	25.7	27.5	26.9	27.6
Mean Daily Temperature Range		MDBR	8.5	8.8	9.6	10.1	9.5	9.7	10.9	12.3	11.8	11.0	10.6	9.4
	5% DB	MCDBR	10.5	10.8	11.2	11.4	11.5	11.5	13.1	14.4	14.9	14.0	12.7	11.6
		MCWBR	4.3	4.0	4.2	4.2	5.1	5.2	5.5	5.2	4.9	4.8	4.6	4.4
	5% WB	MCDBR	8.5	8.7	9.5	9.6	9.7	9.7	10.8	12.1	11.9	11.0	9.7	9.1
		MCWBR	4.3	4.3	4.3	4.3	4.9	5.2	5.7	5.4	4.9	4.8	4.6	4.4
Clear Sky Solar Irradiance	taub		0.394	0.394	0.387	0.367	0.352	0.361	0.364	0.423	0.528	0.457	0.410	0.401
	taud		2.432	2.426	2.442	2.486	2.486	2.452	2.427	2.219	1.933	2.205	2.348	2.394
	Ebn at noon		950	936	916	892	863	831	841	820	774	865	929	945
	Edh at noon		124	122	115	101	93	92	98	130	188	151	134	129
All-Sky Solar Radiation	RadAvg		5.82	5.74	5.40	4.50	3.77	3.44	3.72	4.54	5.00	5.45	6.01	6.12
	RadStd		0.59	0.45	0.40	0.34	0.38	0.34	0.39	0.32	0.49	0.46	0.47	0.56

Historical Trends

	DBAvg	Heating		Cooling			Degree-Days			
		99% DB	99% DP	1% DB	1% WB	1% DP	HDD10.0	HDD18.3	CDD10.0	CDD18.3
Station Only	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Regional (0 neighbors)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Air System Information

Air System Name	BSO 2	Number of zones	7
Equipment Class	TERM	Floor Area	43.3 sqm
Air System Type	VRF	Location	Londrina Ap, Brazil

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

NOTE: No other data is applicable for a Terminal Units air system without a Dedicated Outdoor Air System (DOAS).

Air System Information

Air System Name	BSO 2	Number of zones	7
Equipment Class	TERM	Floor Area	43.3 sqm
Air System Type	VRF	Location	Londrina Ap, Brazil

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (C)	Coil Leaving DB / WB (C)	Water Flow @ 5.6 K (L/s)	Time of Peak Coil Load	Zone L/(s sqm)
AUTO ATENDIMENTO	3.9	3.2	23.0 / 17.2	12.9 / 12.9	-	abril 12:00	52.64
CIRCULAÇAO	1.7	1.5	22.8 / 16.9	13.0 / 13.0	-	dezembro 17:00	19.84
COPA / REFEITORIO	4.4	3.7	23.1 / 17.3	13.0 / 13.0	-	janeiro 13:00	33.85
DORMITORIO FEM.	1.8	1.7	22.4 / 16.6	12.9 / 12.9	-	março 16:00	26.14
DORMITORIO MASC.	1.9	1.8	22.3 / 16.5	12.9 / 12.9	-	março 16:00	28.66
FRALDARIO	1.8	1.7	22.3 / 16.6	13.0 / 13.0	-	abril 16:00	40.60
SALA DE ESTAR / ESCRITORIO	4.4	4.0	22.5 / 16.7	12.9 / 12.9	-	março 16:00	57.92

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (C)	Htg Coil Water Flow @11.1 K (L/s)	Fan Design Airflow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design Airflow (L/s)
AUTO ATENDIMENTO	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	278	0.044	0.035	32
CIRCULAÇAO	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	136	0.021	0.017	10
COPA / REFEITORIO	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	316	0.049	0.039	33
DORMITORIO FEM.	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	153	0.024	0.019	6
DORMITORIO MASC.	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	167	0.026	0.021	6
FRALDARIO	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	154	0.024	0.019	5
SALA DE ESTAR / ESCRITORIO	0.0	-17.8 / -17.8	0.00	367	0.057	0.045	17

VRF Outdoor Unit Sizing Data

	Cooling [kW]	Heating [kW]
Peak Coincident Indoor Unit Loads	18.9	0.0
Estimated Piping / Line Losses	0.0	0.0
Total Required ODU Capacity	18.9	0.0

Note: VRF piping / line losses are based on typical loss factors for this class of equipment. Actual line loss varies widely from one product to another. Therefore, when selecting equipment it is critical to consult manufacturer's guidance to utilize actual line loss data.

Zone Peak Sensible Loads

Zone Name	Zone Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (kW)	Zone Floor Area (sqm)
AUTO ATENDIMENTO	2.9	maio 12:00	0.0	5.3
CIRCULAÇAO	1.4	dezembro 18:00	0.0	6.8
COPA / REFEITORIO	3.3	dezembro 12:00	0.0	9.3
DORMITORIO FEM.	1.6	abril 16:00	0.0	5.9
DORMITORIO MASC.	1.7	março 17:00	0.0	5.8
FRALDARIO	1.6	abril 17:00	0.0	3.8

Zone Name	Zone Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (kW)	Zone Floor Area (sqm)
SALA DE ESTAR / ESCRITÓRIO	3.8	março 17:00	0.0	6.3

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Cooling Sensible (kW)	Time of Peak Sensible Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (sqm)	Space L/(s sqm)
AUTO ATENDIMENTO						
AUTO ATENDIMENTO	2.9	maio 12:00	278	0.0	5.3	52.64
CIRCULAÇÃO						
CIRCULAÇÃO	1.4	dezembro 18:00	136	0.0	6.8	19.84
COPA / REFEITÓRIO						
COPA / REFEITÓRIO	3.3	dezembro 12:00	316	0.0	9.3	33.85
DORMITÓRIO FEM.						
DORMITÓRIO FEM.	1.6	abril 16:00	153	0.0	5.9	26.14
DORMITÓRIO MASC.						
DORMITÓRIO MASC.	1.7	março 17:00	167	0.0	5.8	28.66
FRALDÁRIO						
FRALDÁRIO	1.6	abril 17:00	154	0.0	3.8	40.60
SALA DE ESTAR / ESCRITÓRIO						
SALA DE ESTAR / ESCRITÓRIO	3.8	março 17:00	367	0.0	6.3	57.92

Table 1. System Loads

	DESIGN COOLING - FEVEREIRO 16:00			DESIGN HEATING		
	OA DB / WB 33.4 C / 21.6 C			OA DB / WB 7.9 C / 3.7 C		
COMPONENT LOADS	Details	Sensible [W]	Latent [W]	Details	Sensible [W]	Latent [W]
Zone Conditioning	-	15020	1676	-	324	0
Plenum Load	-	0	0	-	0	0
Exhaust Fan Load	0 L/s	0	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	108 L/s	1382	427	108 L/s	-128	0
Ventilation Fan Load	0 L/s	0	-	0 L/s	0	-
Zone Fan Coil Fans Load	-	195	-	-	-195	-
>> Total System Loads	-	**16597**	**2103**	-	**1**	**0**
Terminal Unit Cooling	-	16619	2295	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	0	-
>> Total Conditioning	-	**16619**	**2295**	-	**0**	**0**
Key:	Positive values are cooling loads Negative values are heating loads			Positive values are heating loads Negative values are cooling loads		

Table 2. Zone Heat Balance Loads

	DESIGN COOLING - FEVEREIRO 16:00			DESIGN HEATING		
	OA DB / WB 33.4 C / 21.6 C			OA DB / WB 7.9 C / 3.7 C		
Zone Heat Balance Component	Details	Sensible [W]	Latent [W]	Details	Sensible [W]	Latent [W]
Exterior Wall Convection	35 sqm	2392	-	35 sqm	-26	-
Roof Convection	43 sqm	1058	-	43 sqm	-10	-
Window Convection	6 sqm	548	-	6 sqm	-7	-
Skylight Convection	0 sqm	0	-	0 sqm	0	-
Door Convection	4 sqm	148	-	4 sqm	-2	-
Floor Convection	43 sqm	1187	-	43 sqm	82	-
Interior Wall Convection	158 sqm	3489	-	158 sqm	-37	-
Ceiling Convection	0 sqm	0	-	0 sqm	0	-
Overhead Lighting Convection	234 W	146	-	0 W	0	-
Task Lighting Convection	0 W	0	-	0 W	0	-
Electric Equipment Convection	4673 W	3505	-	0 W	0	-
People Convection	25	539	1502	0	0	0
Infiltration	0 L/s	0	0	0 L/s	0	0
Miscellaneous Equipment	-	0	0	-	0	0
Air Internal Energy Change	-	0		-	0	0
Safety Factor	15% / 15%	1952	225	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	**14963**	**1727**	-	**0**	**0**
Key:	Positive values are cooling loads Negative values are heating loads			Positive values are heating loads Negative values are cooling loads		

Note 1: Surface convection line items show the combined effects of conductive heat gain to the surface and radiative heat gains absorbed at the surface which are then convected to room air.

Note 2: Lighting, equipment, and people line items include only the direct convective heat gain from the heat source to the room air. The radiative portion of the heat gain is first absorbed by surfaces in the room and then later convected from the surface to the air. Therefore the effect of the radiative portion of the heat gain is found in the surface convection line items.

Note 3: Solar heat gain is absorbed by surfaces in the room, re-radiated to other surfaces, and finally convected from the surfaces to room air. Therefore, the effect of solar heat gain is found in the surface convection line items.

TABLE 1: SYSTEM DATA

No data available. This system does not include a Dedicated Outdoor Air System (DOAS)

TABLE 2: ZONE DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
AUTO ATENDIMENTO (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	32	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	23.3	0.01170	278	1624	-	-
Cooling Coil Outlet	-	14.4	0.01093	278	1624	2865	609
Heating Coil Inlet	-	14.4	0.01093	278	1624	-	-
Heating Coil Outlet	-	14.5	0.01093	278	1624	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01162	278	1783	2414	-
CIRCULAÇÃO (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	10	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	22.8	0.01075	136	1465	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.4	0.01025	136	1465	1471	196
Heating Coil Inlet	-	13.4	0.01025	136	1465	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.5	0.01025	136	1465	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01061	136	1546	1329	-
COPA / REFEITÓRIO (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	33	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	23.2	0.01127	316	1593	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.8	0.01055	316	1593	3405	653
Heating Coil Inlet	-	13.8	0.01055	316	1593	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.9	0.01055	316	1593	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01116	316	1733	2933	-
DORMITÓRIO FEM. (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	6	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	22.4	0.01047	153	1357	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.3	0.01015	153	1357	1616	138
Heating Coil Inlet	-	13.3	0.01015	153	1357	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.4	0.01015	153	1357	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01032	153	1393	1524	-
DORMITÓRIO MASC. (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	6	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	22.4	0.01039	167	1362	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.2	0.01010	167	1362	1770	141
Heating Coil Inlet	-	13.2	0.01010	167	1362	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.3	0.01010	167	1362	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01025	167	1395	1677	-
FRALDÁRIO (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	5	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	22.4	0.01082	154	1481	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.8	0.01052	154	1481	1525	131
Heating Coil Inlet	-	13.8	0.01052	154	1481	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.9	0.01052	154	1481	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01068	154	1517	1441	-
SALA DE ESTAR / ESCRITÓRIO (Cooling)							
Ventilation Air	-	-	-	17	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	22.5	0.01047	367	1633	-	-
Cooling Coil Outlet	-	13.1	0.01006	367	1633	3968	427
Heating Coil Inlet	-	13.1	0.01006	367	1633	-	-
Heating Coil Outlet	-	13.2	0.01006	367	1633	0	-
Zone Air	-	22.0	0.01033	367	1694	3700	-

TABLE 1: SYSTEM DATA

No data available. This system does not include a Dedicated Outdoor Air System (DOAS)

TABLE 2: ZONE DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
AUTO ATENDIMENTO (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	32	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	7.4	0.00355	278	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	7.4	0.00355	278	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	7.4	0.00355	278	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	7.5	0.00355	278	400	0	-
Zone Air	-	7.3	0.00355	278	400	-58	-
CIRCULAÇÃO (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	10	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	6.3	0.00355	136	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	6.3	0.00355	136	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	6.3	0.00355	136	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	6.5	0.00355	136	400	0	-
Zone Air	-	6.2	0.00355	136	400	-36	-
COPA / REFEITÓRIO (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	33	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	6.9	0.00355	316	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	6.9	0.00355	316	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	6.9	0.00355	316	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	7.0	0.00355	316	400	0	-
Zone Air	-	6.8	0.00355	316	400	-82	-
DORMITÓRIO FEM. (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	6	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	6.6	0.00355	153	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	6.6	0.00355	153	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	6.6	0.00355	153	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	6.7	0.00355	153	400	0	-
Zone Air	-	6.5	0.00355	153	400	-28	-
DORMITÓRIO MASC. (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	6	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	6.4	0.00355	167	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	6.4	0.00355	167	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	6.4	0.00355	167	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	6.5	0.00355	167	400	0	-
Zone Air	-	6.3	0.00355	167	400	-31	-
FRALDÁRIO (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	5	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	6.6	0.00355	154	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	6.6	0.00355	154	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	6.6	0.00355	154	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	6.7	0.00355	154	400	0	-
Zone Air	-	6.5	0.00355	154	400	-27	-
SALA DE ESTAR / ESCRITÓRIO (Heating)							
Ventilation Air	-	-	-	17	-	-	-
Cooling Coil Inlet	-	7.1	0.00355	367	400	-	-
Cooling Coil Outlet	-	7.1	0.00355	367	400	0	0
Heating Coil Inlet	-	7.1	0.00355	367	400	-	-
Heating Coil Outlet	-	7.2	0.00355	367	400	0	-
Zone Air	-	7.1	0.00355	367	400	-62	-

5 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

5.1 UNIDADES EVAPORADORAS

Será um sistema de Expansão Direta “Split" com Condensador a Ar Remoto. Deverá ser do tipo dividido, em duas unidades, sendo uma unidade compressora/condensadora a ar remota, e uma unidade evaporadora, constituída conforme descrito nos itens acima descritos neste memorial.

5.2 UNIDADES CONDENSADORA

A unidade condensadora será gabinete em disposição horizontal, ou vertical, que será de acordo com a marca de fabricante escolhido. A mesma deverá conter e ser constituída de:

- Isolamento termoacústico internamente.
- Compressor do tipo rotativo, ou scroll, hermético, para fluido refrigerante R410a, ou R410A, montado sobre estrutura de perfis de aço, com calços anti-vibrantes, do tipo coxins de borracha. Deverá ser completo com dispositivos de proteção e segurança tais como: sensor de temperatura, válvulas solenoides, válvulas de serviço, etc.
- Serpentina de condensação, construída em tubos de cobre com aletas em alumínio.
- Circuito frigorífico deverá ser constituído de tubos de cobre, com isolamento térmico nas linhas de baixa pressão.
- Ventilador do condensador, do tipo axial, balanceado estática e dinamicamente, executado em chapa de aço com tratamento anticorrosivo.

A velocidade do ar na face da mesma não deverá ser superior a 3 m/s.

Deverá ser acionada por motor elétrico de indução, de alto rendimento, à prova de pingos e respingos para 40ºC de elevação máxima de temperatura em funcionamento contínuo. O acionamento do ventilador do condensador deverá ser através de polias e correias, ou direto.

O quadro elétrico deverá ser montado no próprio gabinete, contendo todos os dispositivos que permitam o correto funcionamento do equipamento, atendendo também às unidades evaporadoras.

6 INSTALAÇÃO DOS CONDICIONADOS DE AR

Quando da instalação dos condicionadores de ar em suas locações definitivas, deverão ser incluídos para tanto, todos os materiais e serviços necessários inclusive os calços antivibrações do tipo coxins de borracha, ligações frigoríficas, alimentação elétrica e suportes do tipo mão francesa.

O Proponente deverá fornecer no mínimo, os seguintes documentos:

- Folha de Dados Técnicos - de cada condicionador de ar (com a proposta);
- Desenho Dimensional de cada condicionador de ar, com peso;
- Manual de Instalação, Operação e Manutenção dos condicionadores de ar;
- Catálogos dos condicionadores de ar (com a proposta).

Para qualquer uma das escolhas de fabricante o condicionador deverá atender as premissas de vazão e potência de resfriamento descritos na tabela de carga térmica na coluna vazão de insuflamento e carga térmica total, devendo sempre ser um valor disponível pelo equipamento no mínimo iguais ou superiores aos ali estipulados.

Fabricantes consolidados no mercado: Daikin, Carrier, Midea, Trane, Fujitsu, York e Hitachi.

6.1 EXAUSTÃO MECÂNICA

A fim de prevenir problemas com umidade, fungos e bactérias, os ambientes com possibilidade de alta umidade e/ou geração de odores e onde há previsão ou possibilidade de aberturas o sistema de ventilação natural é adotado, caso contrário a exaustão mecânica é adotada conforme indicado em projeto.

Os minis exaustores (ventokit) do tipo axial instalados no próprio ambientes deverão ser interligados ao interruptor de luz para entrar em operação conforme seu acionamento.

Deverão possuir baixo nível de ruído, ser no minimo IP45, Classe II, com comporta anti retorno incorporada, luz piloto de funcionamento, motor127V-60Hz, com protetor térmico, para operar em temperaturas de até 40ºC.

6.2 TUBULAÇÃO DE REFRIGERAÇÃO

O circuito de refrigeração, interligando as unidades evaporadoras e condensadora será composto de elementos que garantam a perfeita funcionalidade e operacionalidade das unidades condicionadoras.

Após executadas as tubulações de cobre, todo o sistema de refrigeração será testado com nitrogênio seco, sendo posteriormente evacuado pelo processo de trievacuação e efetuada a carga de gás refrigerante pela válvula de sucção do compressor.

Quando da instalação dos condicionadores deverá ser executado a evacuação do sistema pelo processo de tri-evacuação 300 microns.

6.3 TUBULAÇÃO

As bitolas de tubos e conexões interligando as unidades condensadoras e unidades evaporadoras serão verificadas de acordo com a marca do equipamento adquirido, devendo ser constituído de tubos de cobre, com espessura de parede de acordo com as normas e recomendações do fabricante das unidades condicionadoras.

Observações:

Geralmente são recomendadas as espessuras que seguem abaixo:

• Até ½”- 0,79 mm;

• Acima ½”- 1,59 mm

• Os tubos de cobre devem ser de classe especial, possuindo paredes de maior espessura (1,59 mm);

As derivações devem ser montadas totalmente na horizontal;

A soldagem deve ser executada com solda cobre/prata ou cobre/cobre, sendo realizada com atmosfera inerte de nitrogênio corrente;

O teste de estanqueidade deve obedecer a 3 passos:

1º Passo: Injeção de nitrogênio até 3,0 kgf/cm² (mínimo 3 minutos)

2º Passo: Injeção de nitrogênio até 15,0 kgf/cm² (mínimo 3 minutos)

3º Passo: Injeção de nitrogênio até 38,0 kgf/cm² (mínimo 24 minutos)

6.4 ISOLAMENTO DAS TUBULAÇÕES

As tubulações receberão isolamento com tubos de espuma elastomérica isolante e anti-condensação à base de borracha nitrílica com espessura técnica progressiva que assegurem a mesma temperatura superficial ao longo de toda a instalação, independentemente da diversidade de diâmetro, garantindo desta forma a não-condensação.

Deverão, ainda, obedecer às seguintes condições:

- Faixa de temperatura máxima de +105ºC e mínima de -40ºC;
- Condutibilidade térmica a 0ºC = 0,035W/m.K.;
- Comportamento biológico e químico resistente a envelhecimento, putrefação, óleo e água.

Devem ser utilizados os diâmetros e espessuras conforme descrito nos catálogos dos fabricantes escolhidos, porém abaixo segue uma recomendação para as espessuras do isolamento térmico:

6.5 INSTALAÇÃO

Os tubos isolantes deverão ser colados nas emendas com a cola recomendada pelo fabricante.

A fixação das tubulações será feita com uso de perfilados/cantoneiras (suporte metálico rígido), espaçadores próprios ou cambotas de madeiras a cada 1,50 metros.

É fundamental que as tubulações a serem isoladas obedeçam às seguintes recomendações:

1. Não estejam em regime de operação
2. Após a isolação, aguardar 36 horas para início de sua operação.

Quanto a montagem, recomenda-se que nos trechos retos, a colagem das extremidades seja realizada a cada 2m, para facilitar a manutenção.

Recomendamos que a temperatura de aplicação deverá estar situada na faixa compreendida entre 5ºC e 30ºC para uma melhor aderência.

O isolamento de todas as curvas, válvulas e conexões deverá ser executado com mantas e/ou tubos previamente cortados em forma de gomos para possibilitar sua aplicação, com vedação completa.

7 TESTES DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Todo o sistema deverá ser testado quanto à sua capacidade térmica. Além dos testes de capacidade o sistema deverá ser verificado quanto ao nível de ruído e vibração.

Cada unidade condicionadora deverá ser regulada de forma que se tenha em cada ambiente ou grupo de ambientes as condições de temperatura requeridas.

A regulagem das condições deverá ser feita pelo ajuste dos sensores de temperatura.

7.1 TESTES, BALANCEAMENTO E REGULAGENS DOS SISTEMAS

Além dos testes de rendimento dos equipamentos, todos os sistemas que compõe a instalação de climatização deverão ser testados e ter suas vazões de ar reguladas e balanceadas.

Tal procedimento é fundamental para que os sistemas operem dentro das condições previstas em projeto.

7.2 RELATÓRIOS DE TESTE E BALANCEAMENTO

Deverão ser enviados relatórios com todos os dados medidos, comparando-os aos parâmetros de projeto.

7.3 ACEITAÇÃO

A aceitação dos sistemas será efetuada pelo Contratante ou por quem ele designar, a partir dos relatórios fornecidos pelo instalador (Contratado).

7.4 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

O presente projeto foi elaborado com base de que a instalação dos materiais, componentes e equipamentos aqui especificados seja realizada por empresa de engenharia especializada com responsabilidade técnica sobre todo o envolvimento técnico e funcional.

Desta forma, eventuais compras ou divisões de fornecimento, que, por alguma razão, venham a ser realizadas, deverão ser supervisionadas e estarem tecnicamente abalizadas, corroboradas e aceitas pelo profissional responsável técnico pela instalação e pela contratante.

A subdivisão de fornecimento não deverá trazer prejuízo técnico nem tampouco isentar o profissional responsável pela instalação de sua responsabilidade técnica sobre todo o sistema.

7.5 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Os pontos de força constantes das pranchas de desenho serão executados pela empresa fornecedora da instalação elétrica, que deverá seguir as premissas descrita nas folhas do projeto especifico de alimentadores e especificações conforme memorial descritivo e folhas de detalhes.

Com todos os equipamentos funcionando e depois dos balanceamentos de ar deve-se proceder a verificação das correntes em cada motor, para ajuste dos relés.

Observação: As verificações elétricas deverão ser feitas com a tensão em condições normais.

8 LEGISLAÇÕES APLICADAS

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

ABNT NBR 16401 – Norma brasileira para Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto;

ABNT NBR 16655 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto;

ABNT NBR 14518 – Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais;

ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas, Baixa Tensão;

ANVISA – Resolução 09 (16/01/2003) – Revisão e Atualização da RE 176 – Padrões Referenciais de Qualidade de Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo;

ASHRAE - (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) – Handbook;

ASHRAE – 2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals – ASHRAE CLIMATIC DESIGN CONDITIONS 2009/2013/2017/2021

ASHRAE STANDARD – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

SMACNA - (Sheet Metal and Air Conditioning Contractor's National Association) – HVAC Systems Duct Design;

Catálogos de fabricantes.

2.20. Projeto Circuito Fechado de TV – CFTV (Edificações)

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-P7-001	Rev.: 00
	Emissão: 03/12/2024	Folha: 1 / 13
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	

Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 014+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Executivo de Sistemas		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P7-001
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P7-002
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P7-003

Documentos Resultantes:

egis

00d	03/12/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 PROPOSTA DE PROJETO 3

1.2 LOCALIZAÇÃO 3

2 MEMORIAL DESCRITIVO 5

2.1 OBJETIVO 5

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 5

3 DESCRIÇÃO GERAL DOS SITEMAS 6

3.1 CIRCUITO FECHADO DE TV – CFTV 6

3.2 Especificação técnicas do rack 7

3.3 ROTEADOR WI-FI (ACCESS POINT) 7

3.4 CABO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS 7

3.5 PONTO DE REDE MÓDULO RJ45 7

3.6 CAIXAS DE PASSAGEM DE CONCRETO 8

3.7 INFRAESTRUTURA 9

3.7.1 ELETRODUTOS RÍGIDOS METÁLICOS 9

3.7.1.1 ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO LEVE ZINCADOS ELETROLITICAMENTE 9

3.7.1.2 ELETRODUTOS DE ALUMÍNIO – PADRÃO SCH 40 10

3.7.2 CAIXAS DE PASSAGEM OU CONEXÃO 10

3.7.2.1 EMBUTIDAS EM ALVENARIA 10

3.7.2.2 EM INSTALAÇÕES APARENTES EXTERNAS 11

3.7.3 ELETROCALHAS E ACESSÓRIOS 11

3.7.3.1 TIPO 11

3.7.3.2 DERIVAÇÕES PARA ELETRODUTOS 11

3.8 PROTEÇÃO PARA AS LINHAS DE COMUNIÇAÇÃO 11

4 LEGISLAÇÕES APLICADAS 13

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Sistemas do **Executivo** implantação da BSO 02 – Cambará.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 24°12'30.58"S, 49°46'54.54"O.

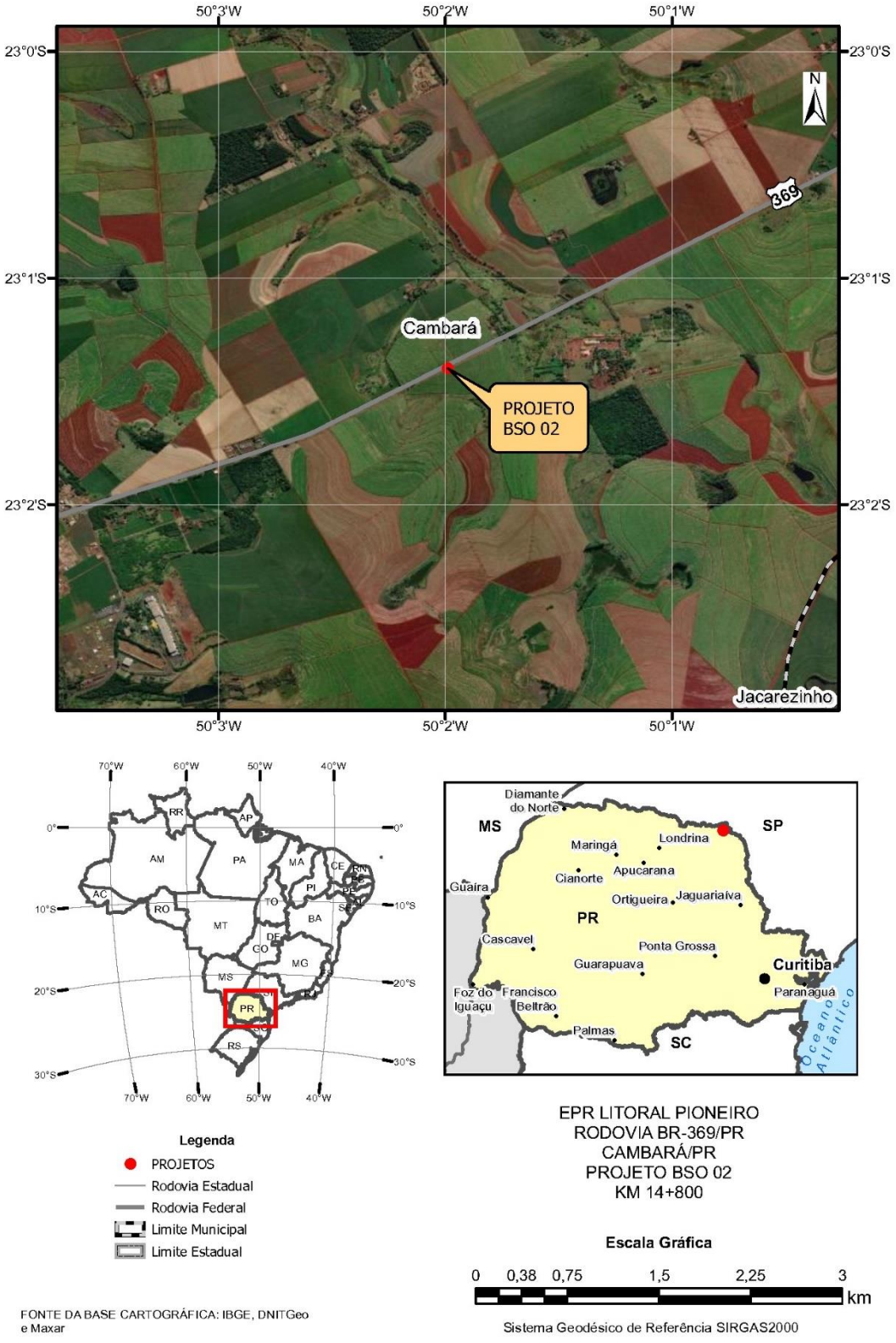


Figura 1 – Localização da Obra

2 MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Executivo** de Sistemas relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

2.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se a edificação a Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, onde há instalações projetadas para atender toda a necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, e funcional dos colaboradores e usuários.

As instalações foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

A área total construída do empreendimento conta com edificação principal, apoio ambulância, depósitos e cobertura da garagem e soma 246,36m².

3 DESCRIÇÃO GERAL DOS SITEMAS

3.1 CIRCUITO FECHADO DE TV – CFTV

Sistema de captação e retenção de imagens feita por câmeras tipo PoE que permitirá vigilância através de monitores que podem ser conectados ao sistema. As imagens capturadas pelas câmeras serão armazenadas em equipamentos específicos (DVR, NVR, HVR, etc.) localizados no rack e serão conforme tipo de câmera instaladas no local.

As câmeras foram posicionadas visando monitoramento do perímetro da edificação estacionamento e áreas comuns da edificação.

As câmeras poderão ser do tipo bullet conforme abaixo:



Figura 2 – CÂMERA PoE

Figura 1 – Localização da Obra 4

Figura 2 – CÂMERA PoE 6

- Fabricante: Intelbras
- Modelo: VHD 1220 B G4
- Alcance IR: 20m
- Sensor: 1/ 2,7”
- Resolução: Full HD (1080p)
- Analógica (600TVL)

Características Elétricas:

- Consumo máximo de corrente 260mA
- Consumo máximo de potência 3,1W
- Tensão 12V

3.2 Especificação técnicas do rack

Com a finalidade de armazenar e organizar os componentes de instalação de rede (switchs, patch panel, DVR, NVR, HDs, cabos, etc.).

O rack poderá ser de piso ou parede de acordo com necessidade e quantidade de componentes.

O rack deverá ser do tipo aberto e será instalado na sala CPD que será climatizada e terá acesso restrito.

3.3 ROTEADOR WI-FI (ACCESS POINT)

Dispositivo que receberá sinal da rede cabeada e disponibilizará sinal Wi-Fi com qualidade e estabilidade para toda a edificação e aos dispositivos eletrônicos.

Access Point deverá ter raio suficiente para cobrir toda a edificação, capacidade de até 100 dispositivos, potência de transmissão acima de 600mW e ser PoE.

3.4 CABO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS

Os pontos de rede, câmeras, wifi, controle acesso e outros dispositivos especificados em projeto com tomada RJ-45 serão atendidos por cabos do tipo UTP mínimo CAT5e, 4 pares/8 vias e seguintes especificações:

- Potêncial de Transmissão: 1000Mbps (Pequenas Distâncias)
- Transmissão de Dados: 1000 BASE-T
- Conector: RJ45 8P8C
- Frequência Minima: 0-100Mhz
- Frequência Maxima: 350Mhz

3.5 PONTO DE REDE MÓDULO RJ45

Este módulo é usado para a conexão de equipamentos de informática em redes que utilizam cabeamento estruturado (UTP) para transmissão de dados e telefonia. Garantindo uma transmissão mais rápida e eficiente, quando comparada com pontos de Wi-Fi/Wireless.

Características:

- Dimensões 25x45x37mm
- Categoria 6
- Conexão via interface RJ-45
- Grau de Proteção IP20



Modo de instalação:

1 Remova o cabo do sistema ou do eletroduto para a preparação subsequente para a conexão.

2 Remova as tampas de crimpagem do módulo. Determine o padrão de conexão de rede T568A ou T568B para a distribuição dos pares no módulo.

3 Remova a bainha do cabo em um comprimento aproximado de 30 mm., Cuidado para não dani¬ficar o isolamento principal dos condutores.

4 Posicione os condutores nos terminais respeitando a sequência de cores indicada no conector (consulte o diagrama de conexão).

5 Com a ajuda de uma ferramenta de impactador terminal RJ-45, exerça pressão até que o excesso de cabo dos pares seja cortado e impactado. Repita esta operação nos 8 ¬os.

6 Disponha o cabo de forma conveniente e coloque as tampas de crimpagem nos terminais.

7 Passe a vedação plástica pelos orifícios inferiores e ajuste o envoltório do cabo da LAN.

8 Insira o módulo no suporte e complete com os módulos ocultos, se aplicável.

9 Fixe a estrutura com os parafusos correspondentes à caixa embutida ou de superfície.

10 Coloque a tampa escolhida no suporte.

3.6 CAIXAS DE PASSAGEM DE CONCRETO

A função das caixas é de distribuir os circuitos de dados para os vários circuitos individuais ou pontos de consumo fora da edificação. A caixa de inspeção será instalada de acordo com a sua aplicação, conforme indicação nos desenhos de detalhes.

Em cada caixa de passagem deverá ser identificada como de dados ou de elétrica:

Para DADOS sugestão “DAD”

Para elétrica sugestão “ELE”

Deverá ser suficientemente forte, para suportar inclusive as manobras de transporte com todos os componentes fixos/ extraíveis montados.

As caixas deverão ser instaladas em locais abrigados, completamente fechados em todos os lados, exceto na janela de inspeção e nas entradas dos dutos.

3.7 INFRAESTRUTURA

Taxa de ocupação conforme tabela:

OCUPAÇÃO EM ELETROCALHAS (CAT. 6)								FATOR		40%	
A/B	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700
50	37	74	111	148	186	223	260	297	372	446	520
75	55	111	167	223	279	334	390	446	558	669	781
100	74	148	223	297	372	446	520	595	744	892	1041
150	111	223	334	446	558	669	781	892	1116	1339	1562
200	148	297	446	595	744	892	1041	1190	1488	1785	2083

OCUPAÇÃO EM ELETRODUTOS (CAT. 6)					FATOR		40%	
POLEGADAS	3/4"	1	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"
ÁREA (mm²)	314	506	804	1134	1963	3318	4417	7979
CABO (UTP) CAT. 6	4	7	11	16	29	9	65	118

3.7.1 ELETRODUTOS RÍGIDOS METÁLICOS

3.7.1.1 ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO LEVE ZINCADOS ELETROLITICAMENTE

Tipo: Eletrodutos de aço carbono e acessórios, tipo leve, bitolas ½” a 2 ½” de uso interno, rosqueados BSP ou com emprego de conectores tipo Unidut®.

Norma: NBR 13057. – Espessura de parede de 0,9 mm (1/2”) a 1,2 mm (2 ½”).

Uso: Instalações aparentes de iluminação e tomadas e sujeitas a esforços mecânicos reduzidos para uso interno.

3.7.1.2 ELETRODUTOS DE ALUMÍNIO – PADRÃO SCH 40

Tipo: Eletroduto de alumínio fabricado de acordo com as dimensões da série SCH 40, para emprego em instalações aparentes externas em locais potencialmente agressivos.

Conexões: Serão empregados conectores tipo Unidut® com anel de vedação para uso externo ou com rosca BSP ligados a conduletes de alumínio fundido.

Uso: Instalações aparentes de alimentadores e sujeitas a esforços mecânicos e sob condições ambientais severas e onde o emprego de eletrodutos de PVC não for possível ou admitido, como por exemplo, sob a luz solar.

Schedule 40 – Alumínio

Tamanho Nominal		Parede	ø Externo	ø Interno	Peso
Pol.	DN	mm	mm	mm	kg/Barra 3m
1/2"	15	2,77	21,34	15,80	3,98
3/4"	20	2,87	26,67	20,93	5,28
1"	25	3,38	33,40	26,64	7,84
1.1/4"	32	3,56	42,16	35,05	10,59
1.1/2"	40	3,68	48,26	40,90	12,69
2"	50	3,91	60,33	52,51	17,02
2.1/2"	65	5,16	73,03	62,71	27,03
3"	80	5,49	88,90	77,72	35,38
4"	100	6,02	114,30	102,26	49,65

Obs. Rosca BSP ou NPT.

3.7.2 CAIXAS DE PASSAGEM OU CONEXÃO

As caixas de passagem ou conexão, quanto aos tipos e sua seleção, quando não indicados especificamente no projeto, obedecerão ao seguinte critério de seleção:

3.7.2.1 EMBUTIDAS EM ALVENARIA

P.V.C. rígido com orelha reforçada:

- Para aparelhagens: 4" x 4" / 4" x 2" / 3" x 3" - conforme projeto.

EM INSTALAÇÕES APARENTES INTERNAS

Em eletrodutos individuais: Conduletes de alumínio fundido.

Em feixes de eletrodutos:

Caixas em chapa de aço, com porta e fecho rápido, sem placa de montagem, pintura

eletrostática, identificadas conforme estas especificações.

Estas caixas não poderão sustentarem-se nas tubulações.

Especiais: Conforme projeto.

3.7.2.2 EM INSTALAÇÕES APARENTES EXTERNAS

Alumínio fundido:

Caixas em alumínio fundido com tampa lisa e junta em neoprene, dotada de insertos rosqueados.

Em material termoplástico: nos pontos e tipos indicados em projeto.

3.7.3 ELETROCALHAS E ACESSÓRIOS

Serão utilizados nos pontos onde indicados em projeto, condicionando-se, pois, sua instalação nestas condições.

Seu emprego fora dos pontos previstos em projeto, ficará condicionado a aprovação da fiscalização.

3.7.3.1 TIPO

Serão lisas ou perfurada, em chapa de aço zincada à fogo, no. 16, com tampa envolvente, com curvas e demais acessórios de mesmo material, acabamento e fabricante.

3.7.3.2 DERIVAÇÕES PARA ELETRODUTOS

Serão utilizadas derivações inferiores, retas ou angulares e superiores. Os eletrodutos deverão possuir duas arruelas galvanizadas e uma bucha de proteção.

3.8 PROTEÇÃO PARA AS LINHAS DE COMUNIÇAÇÃO

Surtos elétricos causados por descargas atmosféricas diretas ou indiretas propagam-se através dos cabos metálicos que adentram as edificações, seja para a condução de energia elétrica ou sinais. Portanto, como para as linhas de energia, as linhas de sinal também são contempladas por Medidas de Proteção contra Surtos (MPS).

O Dispositivo de Proteção contra Surto (DPS) é a MPS utilizada para a linha de sinal da edificação e tem como função principal proteção dos equipamentos que estão conectados à jusante e redução do risco de danos nos cabos. O DPS deverá ser compatível com a entrada de sinal a ser protegida (Cabo coaxial, cabo UTP, Profibus-DP / V-24 conector DB-9, etc.)

- Tensão Máxima de Operação Contínua (cc) – 48V
- Tensão Máxima de Operação Contínua (ac) – 34V
- Tensão Máxima de Operação Contínua (cc) Par-Par (PoE)(Uc) – 57V
- Corrente Nominal – 1 A
- Corrente de impulso relâmpago D1 (10/350 µs) por linha (Iimp) - 1kA
- Corrente de descarga atmosférica C2 (8/20 µs) linha-linha (In) – 150A
- Corrente de descarga atmosférica C2 (8/20 µs) linha-PG (In) – 2.5kA
- C2 Corrente de descarga nominal total (8/20 µs) (In) – 10kA
- C2 Corrente de descarga nominal (8/20 µs) par-par (PoE) (In) – 150A
- Linha de nível de proteção de tensão para (In) C2 (Up) - ≤ 190V
- Nível de proteção de tensão linha-PG para (In) C2 (Up) - ≤ 600V
- Linha de nível de proteção de tensão para (In) C2 (PoE) (Up) - ≤ 600V
- Nível de proteção de tensão linha-linha em 1 kV/µs C3 (Up) - ≤ 145V
- Nível de proteção de tensão linha-PG em 1 kV/µs C3 (Up) - ≤ 500V
- Par de proteção de tensão em 1 kV/µs C3 (PoE) (Up) - ≤ 600V
- Frequência de corte (fG) – 250 MHz
- Frequência de corte (fg) - ≤ 2 dB

4 LEGISLAÇÕES APLICADAS

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão;

NBR 5419: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Parte 1 a 4);

NBR 6146 / NBR IEC 60529: Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (cod. IP);

NBR 14565: Cabeamento estruturado em para edifícios comerciais.

Catálogos de fabricantes.

2.21. Projeto Incêndio (Edificações)

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-MD-P8-001	Rev.: 00
	Emissão: 20/08/2024	Folha: 1 / 9
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Celso Luiz G Keppe Junior – CREA: 5060664551	
	Resp. Técnico / Concessionária: Marcelo Souren Carvalho – CREA PR: 92622/D	
Lote: 2	Rodovia: BR-369/PR	ANTT
Trecho: BSO 02 – KM 14+800		Verificado:
Objeto: Relatório Técnico do Executivo de Prevenção e Combate a Incêndio		Aprovado:

Documento de Referência:
ELP-369PR-014+800-BSO-EXE-DE-P8-001

Documentos Resultantes:

egis

00c	04/12/2024	Celso L G Keppe J	Marcelo S. Carvalho			
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

ÍNDICE DO DOCUMENTO

1 APRESENTAÇÃO 3
1.1 PROPOSTA DE PROJETO 3
1.2 LOCALIZAÇÃO 3
1 MEMORIAL DESCRITIVO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO 5
1.1 OBJETIVO 5
1.2 CRITÉRIOS DE PROJETO 5
2 CLASSIFICAÇÃO 6
2.1 SISTEMAS DE EXTINTORES PORTÁTEIS 6
2.2 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA 6
2.3 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA 7
2.4 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA 8
2.5 CONTROLE DE MATERIAIS E ACABAMENTO 8
3 LEGISLAÇÕES APLICADAS 9

1 APRESENTAÇÃO

A EGIS – Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta à **Concessionária EPR** o Relatório do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio do **Executivo** de implantação de BSO 02. Cambará.

1.1 PROPOSTA DE PROJETO

O projeto destina-se às seguintes atividades:

- Base de serviços operacionais da concessionária;
- Serviço de atendimento ao usuário da rodovia;
- Atendimento Pré-hospitalar, como base descentralizada. Com serviço de urgência com componente de resgate;
- Depósitos de resíduos e materiais a serem utilizados para sinalização da operação da rodovia.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A obra do presente estudo localiza-se na rodovia BR-369/PR, município de Cambará. O município localiza-se na região norte do estado do Paraná, conforme mostra a figura 1. As coordenadas do início do trecho de estudo são: 23° 01'21.13"S, 50° 01'56.52"O.



Figura 1 – Localização da Obra

1 MEMORIAL DESCRITIVO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

1.1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar e fornecer informações adicionais às apresentadas nos desenhos do **Executivo** de Prevenção e Combate a Incêndio relativas às especificações que envolverão a construção do Edifício **Operacional**, Depósitos e APH (Apoio Pré-Hospitalar) d**a Base de Serviço Operacional** (**BSO**).

1.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto destina-se a edificação a Base de Serviço Operacional (BSO), sendo elas: Edifício Operacional, onde há instalações projetadas para atender toda a necessidades relacionadas às atividades que serão realizadas no posto, visando conforto térmico, e funcional dos colaboradores e usuários.

As instalações foram projetadas de forma que atendam adequadamente às necessidades dos funcionários e abriguem os equipamentos e instalações de informática e telecomunicações necessárias ao bom funcionamento da Base Operacional.

A área total construída do empreendimento conta com edificação principal, apoio ambulância, depósitos e cobertura da garagem e soma 246,36m².

2 CLASSIFICAÇÃO

2.1 SISTEMAS DE EXTINTORES PORTÁTEIS

A capacidade extintora é uma das formas de medir o poder de extinção de fogo de um extintor, e é obtida por meio de um ensaio normalizado. Os extintores devem ser ensaiados e estarem de acordo as normas ABNT NBR 15808 (extintores de incêndio portáteis) e ABNT NBR 15809 (extintores de incêndio sobre rodas).

A capacidade extintora mínima de cada tipo de extintor portátil, para que se constitua uma unidade extintora, deve ser:

a. Carga d'água: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A;
b. Carga de espuma mecânica: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A:10-B;
c. Carga de Dióxido de Carbono (CO2): extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 5-B:C;
d. Carga de pó BC: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 20-B:C;
e. Carga de pó ABC – extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A : 20-B:C;
f. Carga de halogenado: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 5-B:C.

2.2 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A sinalização de emergência possui a finalidade de reduzir os riscos e as ocorrências de incêndio numa edificação, alertando para os riscos existentes no local e garantindo que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco presente, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos.

A indicação de sinalização de emergência prevê:

O efeito fotoluminescente em todas as placas de sinalização do sistema de emergência;

A sinalização de proibição, alerta, orientação e equipamentos deverão situar- se no

mínimo à 1,80m de altura, medido a partir do piso acabado e ser visível de qualquer ponto da área de risco;

A sinalização dos equipamentos deverá situar-se no mínimo 1,80m do piso acabado e logo acima do equipamento em questão;

Deverão ser adotados os padrões (símbolos, distanciamentos, dimensões e representações) definidos pela NPT 020 e ABNT NBR 16820 e especificações em projeto.

A sinalização de emergência utilizada na edificação e áreas de risco deve ser objeto de inspeção periódica para efeito de manutenção, desde a simples limpeza até a substituição por outra nova, quando suas propriedades físicas e químicas deixarem de produzir o efeito visual para as quais foram confeccionadas.

Referência	Denominação das Cores				
	Vermelho	Amarelo	Verde	Preto	Branco
Munsell Book of Colors® [1]	5R 4/14	5Y 8/12	2.5G ¾	N 1.0/	N 9.5/
Pantone® [2]	485C	108C	350C	419C	-
CMYK [3]	C0 M100 Y91 K0	C0 M9 Y94 K0	C79 M0 Y87 K76	C0 M0 Y0 K100	-
RGB	R255 G0 B23	R255 G255 B0	R0 G61 B0	R0 G0 B0	-

2.3 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Estabelecer os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência, para que sua população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, completamente protegida em sua integridade física e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio e áreas de risco.

Larguras mínimas devem ser:

Escadas, rampas ou descargas – 1,20m

Portas – 0,80m

Para os locais onde a rota de fuga possui escadas e/ou rampas, o guarda corpo e corrimão, a guarda deverá ter altura de no mínimo 1,05m e o corrimão deverá estar entre 0,80 e 0,92m

2.4 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Iluminação emergência tem como objetivo facilitar a evacuação de determinada área, atuando como uma opção segura nos casos de interrupção de energia elétrica, comum em sinistros, bem como no auxílio de possíveis resgates.

As luminárias do sistema de iluminação de emergência são do tipo aclaramento e são blocos autônomos, com suas baterias para sistemas autônomos devem ser de chumbo-ácido selada ou níquel-cádmio, isenta de manutenção.

As luminárias terão autonomia de no mínimo 1 (uma) hora e não poderá ter uma perda maior que 10% de sua luminosidade inicial.

2.5 CONTROLE DE MATERIAIS E ACABAMENTO

Estabelecer as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça.

Materiais de revestimento: todo material ou conjunto de materiais empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como nos externos, com finalidades de atribuir características estéticas, de conforto, de durabilidade etc. Incluem-se como material de revestimento, os pisos, forros e as proteções térmicas dos elementos estruturais.

Materiais de acabamento: Todo material ou conjunto de materiais utilizados como arremates entre elementos construtivos (rodapés, mata-juntas, golas etc.).

A utilização dos materiais devem ser:

Piso: Classe I, II-A, III-A ou IV-A

Parede: Classe I, II-A ou III-A

Teto e forro: Classe I ou II-A

Os materiais de acabamento e revestimento das fachadas das edificações devem enquadrar-se entre as Classes I a II-B.

Os materiais de acabamento e revestimento das coberturas de edificações devem enquadrar-se entre as Classes I a III-B.

3 LEGISLAÇÕES APLICADAS

Todas as normas citadas abaixo devem ser consultadas em sua última revisão.

CSCIP - Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico - Agosto de 2021

NPT 004 - Símbolos Gráficos Para Projeto de Segurança Contra Incêndio - Outubro de 2014

NPT 010 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento

NPT 011 - Saídas de Emergência - Janeiro de 2024

NPT 014 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco - Março de 2021

NPT 018 - Iluminação de Emergência - Outubro de 2014

NPT 020 - Sinalização de Emergência - Outubro de 2014

Catálogos de fabricantes.

3. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
2620241741136

Substituição retificadora à 2620241736251

1. Responsável Técnico

CELSO LUIZ GUIMARAES KEPPE JUNIOR

Título Profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **2603104837**
Registro: **5060664551-SP**
Registro: **0185849-SP**

Empresa Contratada: **EGIS - ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.**

2. Dados do Contrato

Contratante: **EPR LITORAL PIONEIRO SA**
CPF/CNPJ: **51.137.031/0001-20**
Endereço: **Rua COMENDADOR ARAÚJO**
N°: **499**
Complemento:
Bairro: **CENTRO**
Cidade: **Curitiba**
UF: **PR**
CEP: **80420-000**
Contrato: **RL-ENG-CT-062/24**
Celebrado em: **10/06/2024**
Vinculada à Art n°:
Valor: R$ **2.972.691,73**
Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**
Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Rodovia BR 153 / PR - BSO 03**
N°:
Complemento: **KM 031+600**
Bairro:
Cidade: **Santo Antônio da Platina**
UF: **PR**
CEP: **86430-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **23°13'34.56"S;50° 01'38.53"O**
Finalidade:
Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia BR 277 / PR - BSO 12**
N°:
Complemento: **KM 035+000**
Bairro:
Cidade: **Morretes**
UF: **PR**
CEP: **83350-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **25° 34'24.69"S;48° 49'35.55"O**
Finalidade:
Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia BR 369 / PR - BSO 01**
N°:
Complemento: **KM 067+500**
Bairro:
Cidade: **Santa Mariana**
UF: **PR**
CEP: **86350-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **23° 07'56.70"S;50° 28'22.44"O**
Finalidade:
Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia BR 369 / PR - BSO 02**
N°:
Complemento: **KM 014+800**
Bairro:
Cidade: **Cambará**
UF: **PR**
CEP: **86390-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **23° 01'21.13"S;50° 01'56.52"O**
Finalidade:
Código:

CPF/CNPJ:

Endereço: **Estrada ESTRADA DA ROSEIRA, 5800** N°:
Complemento: **BR 277 / PR - BSO 10 - KM 060+700** Bairro: **BORDA DO CAMPO**
Cidade: **São José dos Pinhais** UF: **PR** CEP: **83075-970**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **25°32'52.81"S;49°02'43.44"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rua PORTO AMAZONAS** N°:
Complemento: **BR 277 / PR - BSO 11 - KM 010+700** Bairro: **VILA PARANAGUÁ**
Cidade: **Paranaguá** UF: **PR** CEP: **83221-185**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **25°34'01.41"S;48°37'20.32"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 092 / PR - BSO 04** N°:
Complemento: **KM 301+500** Bairro:
Cidade: **Joaquim Távora** UF: **PR** CEP: **86455-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **23°31'09.05"S;49° 55'06.72"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 092 / PR - BSO 05** N°:
Complemento: **KM 257+600** Bairro:
Cidade: **Wenceslau Braz** UF: **PR** CEP: **84950-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **23° 50'08.37"S;49° 47'30.26"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 092 / PR -BSO 06** N°:
Complemento: **KM 209+400** Bairro:
Cidade: **Arapoti** UF: **PR** CEP: **84990-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **24°12'29.06"S;49°46'58.57"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 151 / PR - BSO 07** N°:
Complemento: **KM 187+700** Bairro:
Cidade: **Sengés** UF: **PR** CEP: **84220-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **24°08'25.12"S;49°33'40.06"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 151 / PR - BSO 08** N°:
Complemento: **KM 252+150** Bairro:
Cidade: **Piraí do Sul** UF: **PR** CEP: **84240-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **24°30'09.30"S;49°54'13.67"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rodovia PR 151 / PR - BSO 09** N°:
Complemento: **KM 305+450** Bairro:
Cidade: **Carambeí** UF: **PR** CEP: **84145-000**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas: **24°55'13.25"S;50°05'45.25"O**
Finalidade: Código:
CPF/CNPJ:

Endereço: **Rua PASSADENA** N°: **89**
Complemento: Bairro: **PARQUE INDUSTRIAL SAN JOSÉ**
Cidade: **Cotia** UF: **SP** CEP: **06715-864**
Data de Início: **10/05/2024**
Previsão de Término: **28/02/2025**
Coordenadas Geográficas:
Finalidade: Código:

4. Atividade Técnica

			Quantidade	Unidade
Elaboração				
1	**Estudo**	**de edificação**	**12,00000**	**unidade**
	Projeto	**de edificação**	**12,00000**	**unidade**
	Anteprojeto	**de edificação**	**12,00000**	**unidade**

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Serviços técnicos especializados de Engenharia para realização de polígono socioambiental preliminar, Topografia, Sondagens, Laser scan, Geometria, Terraplenagem, Estudo Geotécnico, Arquitetura, Estudo Locacional, Estudo Hidrológico, Drenagem, Pavimentação, Sinalização e Segurança Viária, Paisagismo, Cadastro de Interfrências, Desvios Provisórios e Sinalização de Obras, Estudo de jazidas, Contenções, Estruturas, Fundações geral, Instalações Elétricas e Iluminação, infraestrutura de TI, ventilação e ar-condicionado, Instalações Hidrossanitárias, Dados geral, Combate a Incêndio e Orçamento para Projeto Funcional, Anteprojeto e Projeto Executivo de 12 BSO/SAUs.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ **de** _____ **de** _____

Local **data**

CELSO LUIZ GUIMARAES KEPPE JUNIOR - CPF: 159.916.538-44

EPR LITORAL PIONEIRO SA - CPF/CNPJ: 51.137.031/0001-20

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo *Nosso Número*.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br
Tel: 0800 017 18 11
E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima

Valor ART R$ **0,00** Registrada em: **07/10/2024** Valor Pago R$ **0,00** Nosso Numero: **2620241741136** Versão do sistema

Impresso em: 07/10/2024 11:04:57

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720244718443

1. Responsável Técnico

EDUARDO AUGUSTO ROCHA CAMPOS

Título profissional:
ENGENHEIRO FLORESTAL

RNP: **2602990809**
Carteira: **SP-5060866872/D**

2. Dados do Contrato

Contratante: **EPR LITORAL PIONEIRO S.A.** CNPJ: **51.137.031/0001-20**

R COMENDADOR ARAUJO, 499
CONJ 1002 AND 10 COND EVOLUT T CD BLOCO ALA CORPOR CENTRO - CURITIBA/PR 80420-000

Contrato: RL-SUS-CT-028/24 Celebrado em: 31/07/2024
Valor: R$ 57.000,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA - BR-153, S/N
BSO-03 S/B - SANTO ANTONIO DA PLATINA/PR 86430-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA BR-277, S/N
BSO-12 S/B - MORRETES/PR 83350-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA BR-369, S/N
BSO-01 S/B - SANTA MARIANA/PR 86350-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA BR-369, S/N
BSO-02 S/N - CAMBARA/PR 86390-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-092, S/N
BS0-05 S/B - WENCESLAU BRAZ/PR 84950-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-092, S/N
BSO-06 S/N - ARAPOTI/PR 84990-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-151, S/N
BSO-09 S/B - CARAMBEI/PR 84145-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-151, S/N
BSO-07 S/B - SENGES/PR 84220-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720244718443

RODOVIA PR-151, S/N
BSO-08 S/B - PIRAI DO SUL/PR 84240-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-153, S/N
BSO-04 S/B - JOAQUIM TAVORA/PR 86455-000
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-277, S/N
BSO-10 S/B - SAO JOSE DOS PINHAIS/PR 83030-720
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA PR-277, S/N
BSO-11 S/B - PARANAGUA/PR 83203-006
Data de Início: 31/07/2024 **Previsão de término:** 15/09/2024
Finalidade: Ambiental
Proprietário: EPR LITORAL PIONEIRO S.A. CNPJ: **51.137.031/0001-20**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Consultoria, Coordenação, Estudo] *de estudos ambientais*	12,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

RELATÓRIO SOCIOAMBIENTAL P/ 12 BSOS NAS ROD. BR-369, BR-153, BR-277, PR-092, PR-151 E PR-408 NO ESTADO DO PR.

7. Assinaturas

Documento assinado eletronicamente por EDUARDO AUGUSTO ROCHA CAMPOS, registro Crea-PR SP-5060866872/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 20/08/2024 e hora 19h18.

EPR LITORAL PIONEIRO S.A. - CNPJ: 51.137.031/0001-20

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 262,55 **Registrada em : 20/08/2024** **Valor Pago: R$ 262,55**

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20243574038

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

FABIANO ROMULO MOURAO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1403082847**

Registro: **MG0000080058D MG**

Empresa contratada: **CERNE CONSTRUCOES LTDA**

Registro Nacional: **0000022280-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **EPR LITORAL PIONEIRO S.A.**

CPF/CNPJ: **51.137.031/0001-20**

RODOVIA BR-277

Nº: **KM 060+250**

Complemento: **PRAÇA DE PEDÁGIO**

Bairro: **BORDA DO CAMPO**

Cidade: **SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

UF: **PR**

CEP: **83075000**

Contrato: **RL-RNG-CT-161/24**

[redacted]

Celebrado em: **02/12/2024**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-277

Nº: **KM 060+250**

Complemento: **PRAÇA DE PEDÁGIO**

Bairro: **BORDA DO CAMPO**

Cidade: **SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

UF: **PR**

CEP: **83075000**

Data de Início: **18/12/2024**

Previsão de término: **28/02/2025**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **EPR LITORAL PIONEIRO S.A.**

CPF/CNPJ: **51.137.031/0001-20**

4. Atividade Técnica

16 - Execução	Quantidade	Unidade
80 - Projeto > CONSTRUÇÃO CIVIL > EDIFICAÇÕES > DE EDIFICAÇÃO > #1.1.1.3 - EM SISTEMA PRÉ-FABRICADO	1.196,51	m²
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS DE MATERIAIS MISTOS > #2.5.1 - DE ESTRUTURA DE MATERIAIS MISTOS	1.196,51	m²
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS METÁLICAS > DE ESTRUTURA METÁLICA > #2.2.1.1 - PARA EDIFICAÇÃO	1.196,51	m²
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS METÁLICAS > DE ESTRUTURA METÁLICA > #2.2.1.7 - PARA FINS DIVERSOS	1.196,51	m²
81 - Projeto Arquitetônico > CONSTRUÇÃO CIVIL > EDIFICAÇÕES > DE EDIFICAÇÃO > #1.1.1.3 - EM SISTEMA PRÉ-FABRICADO	1.196,51	m²
81 - Projeto Arquitetônico > CONSTRUÇÃO CIVIL > EDIFICAÇÕES > DE EDIFICAÇÃO > #1.1.1.4 - EM MATERIAIS MISTOS	1.196,51	m²
82 - Projeto de Instalações > ELETROTÉCNICA > INSTALAÇÕES ELÉTRICAS > DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO > #11.10.1.2 - PARA FINS COMERCIAIS	1.196,51	m²

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Constitui objeto deste Contrato a execução pela CONTRATADA, de serviços de fornecimento e montagem de edificações pré-fabricadas no padrão CERNE (apenas materiais de montagem de paredes, coberturas, portas e janelas) para BSOs e SAUs da CONTRATANTE; BSO/SAU - 1, Município Santa Mariana/PR, Rodovia BR-369, Km 067+500; BSO/SAU - 2, Município Cambara/PR, Rodovia BR-369, Km 014+800; BSO/SAU - 4, Município Joaquim Távora/PR, Rodovia BR-092, Km 301+500; BSO/SAU - 5, Município Wenceslau Braz/PR, Rodovia BR-092, Km 257+600; BSO/SAU - 6, Município Arapoti/PR, Rodovia BR-092, Km 212+200; BSO/SAU - 7, Município Sengés/PR, Rodovia BR-151, Km 187+700; SAU - 8, Município Piraí/PR, Rodovia BR-151, Km 252+150; SAU - 9, Município Carambei/PR, Rodovia BR-151, Km 306+350; BSO - 10, Município São José dos Pinhais/PR, Rodovia BR-277, Km 060+700; SAU - 10, Município São José dos Pinhais/PR, Rodovia BR-277, Km 061+238;

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio da Câmara de Mediação e Arbitragem - CMA vinculada ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20243574038

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

FABIANO ROMULO MOURAO - CPF: 003.179.216-22

_____, _____ de _____ de _____

Local data

EPR LITORAL PIONEIRO S.A. - CNPJ: 51.137.031/0001-20

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 262,55** Registrada em: **16/12/2024** Valor pago: **R$ 262,55** Nosso Número: **8606249874**

TERMO DE ENCERRAMENTO

Este documento, referente ao **Volume 01** do Executivo da Base de Serviço Operacional (BSO)/Serviço de Atendimento ao Usuário (SAU) 02, localizado no km 14+800, da Rodovia BR-369/PR, no município Cambará, estado do Paraná, apresentado pela EPR Litoral Pioneiro S.A. - ELP, contém 978 folhas.

Paraná, 11 de março de 2025.

EPR Litoral Pioneiro S.A. - ELP