REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUROD

Rodovia: PR-092/PR

Trecho: km 209+650

Projeto Executivo de Ponto de Parada e Descanso – PPD

Rodovia BR 092, km 209 + 650

VOLUME I – RELATÓRIO DE ESTUDOS

ELP-092PR-209+650-PPD-EXE-MD-V1-001

MAIO/2026

SUMÁRIO

Apresentação

I. Estudo de tráfego.....
II. Estudo Topográfico .....
III. Estudo Geotécnico .....
IV. Estudo de Geometria .....
V. Estudo de Terraplenagem .....
VI. Estudo de Pavimentação .....
VII. Estudo Hidrológico .....
VIII. Estudo de Drenagem .....
IX. Estudo de Sinalização .....
X. Estudo de Desvio de Tráfego .....
XI. Estudo de Desapropriação .....
XII. Estudo de Remoção de Interferência .....
XIII. Estudo de Iluminação .....
XIV. Termo de Encerramento .....

A EPR Litoral Pioneiro apresenta à Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) o **Volume 1: Relatório dos Estudos**, referente ao **Projeto Executivo de Ponto de Parada e Descanso, PPD na BR-092/PR, KM 209+650,** no Estado do Paraná.

Este **Volume 1** contemplará os seguintes estudos:

I. Estudo de Tráfego;

II. Estudo de Topográfico;

III. Estudo Geotécnico;

IV. Estudo de Geometria;

V. Estudo de Terraplenagem;

VI. Estudo de Pavimentação;

VII. Estudo Hidrológico

VIII. Estudo de Drenagem;

IX. Estudo de Sinalização;

X. Estudo de Desvio de Tráfego;

XI. Estudo de Desapropriação;

XII. Estudo de Remoção de Interferência; e

XIII. Estudo de Iluminação.

Os projetos e relatórios desenvolvidos estão em conformidade as normas e diretrizes do DNIT, bem como com a Especificação COST 323, visando garantir os parâmetros de desempenho necessários.

Estudo logístico para determinação da localização ideal dos Postos de Parada e Descanso ao longo da concessão da EPR – Litoral Pioneiro

Relatório final

23 de dezembro de 2024

INFRAPLAN

Informações gerais

Empresa contratante

Concessionária EPR Litoral Pioneiro S.A. – CNPJ/ME n.º 51.137.031/0001-20
Rua Comendador Araújo, nº 499, Centro – CEP 80420-000 – Curitiba/PR

Empresa contratada

Infraplan Consultoria Ltda. – CNPJ/ME nº. 30.290.059/0001-22
Rua Pirapetinga, 322, sala 504 – Serra – CEP 30220-150 – Belo Horizonte/MG
Tel.: (31) 3047-1420 – site: www.infraplanconsult.com

Objetivo do estudo

O objetivo do projeto foi verificar a oferta de infraestrutura de serviços disponíveis e determinar a localização ideal dos postos de parada e descanso para os caminhoneiros usuários do sistema rodoviário pertencente ao Litoral Pioneiro, sob administração da Concessionária EPR Litoral Pioneiro, no intuito de garantir o atendimento à jornada de trabalho máxima determinada na lei que dispõe sobre o exercício da profissão de motorista em todo o Brasil.

Data de execução

O estudo foi realizado no período de (20/05/2024) a (23/09/2024).

Equipe técnica responsável

O estudo tem como equipe técnica responsável os profissionais:

- Silvestre de Andrade Puty Filho: Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia de Transporte pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - CREA 30.721/D – RJ;
- Saulo Horta Barbosa: Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - CREA 136.989/D – MG;
- Leandro Martines Piassi: Engenheiro de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Mestre em Engenharia de Transportes pela USP - CREA 5063781628/D – SP;
- Letícia Souza Faria: Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e especialista em Gestão de Projetos pela Fundação Dom Cabral - CREA 136.989/D – MG.

Índice

INFORMAÇÕES GERAIS **2**
EMPRESA CONTRATANTE 2
EMPRESA CONTRATADA 2
OBJETIVO DO ESTUDO 2
DATA DE EXECUÇÃO 2
EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL 2
ÍNDICE **3**
LISTA DE ILUSTRAÇÕES **4**
FIGURAS 4
GRÁFICOS 4
TABELAS 4
1. Introdução **6**
2. Legislação **9**
3. Levantamento de dados **13**
3.1. Dados secundários 13
3.2. Dados de posse da Consultora 13
3.3. Dados fornecidos pela Contratante 14
3.3.1. Contagens de tráfego (CVC) 14
3.3.2. Pesquisas de origem-destino 15
4. Caracterização da situação atual **17**
4.1. Análise quantitativa da demanda 17
4.2. Análise qualitativa da demanda 19
4.2.1. Análises complementares 21
5. Divisão dos trechos homogêneos **24**
6. Análise e ranqueamento dos trechos **26**
6.1. Modelo de simulação 26
6.2. Captura de viagem por trecho 29
6.3. Ranking dos trechos 31
7. Análise dos tempos de viagem **33**
8. Análise de cobertura dos trechos **37**
8.1. Locais de parada existentes 37
8.2. Verificação dos trechos 40
8.3. Resultado dos trechos 44
9. Avaliação da quantidade mínima de vagas necessárias **48**
10. Conclusões **52**
11. Referências bibliográficas **53**

Lista de Ilustrações

Figuras

Figura 1: Localização dos trechos em estudo 6
Figura 2: Próximos capítulos do relatório 8
Figura 3: Pesquisas de tráfego consideradas 13
Figura 4: Localização dos pontos de pesquisa 14
Figura 5: Localização dos pontos de pesquisas OD 16
Figura 6: Localização das fontes de cálculo dos fatores mensais 18
Figura 7: Linha de desejo (Total > 200 eixos) 20
Figura 8: Linha de desejo (caminhões 2+e) 21
Figura 9: Linha de desejo (caminhões 4+e) 21
Figura 10: Divisão dos trechos homogêneos 24
Figura 11: Rede rodoviária de simulação utilizada no estudo 26
Figura 12: Rede calibrada 29
Figura 13: Percentual de viagens capturadas por segmento homogêneo 32
Figura 14: Distância e tempo de viagem calculadas pelo Bing Maps 33
Figura 15: Localização dos Pontos de Apoio levantados 37
Figura 16: Localização dos postos analisados na verificação dos trechos 41
Figura 17: Traçado de isócronas com base nos pontos de apoio existentes e com o PPD2 43
Figura 18: Isócronas com base nos pontos de apoio existentes e com os PPD 1 e PPD 2 44
Figura 19: Pontos de apoio nos Trechos com maior percentual de viagens cobertas 47
Figura 20: Pontos de parada existentes a 30 minutos de distância 49

Gráficos

Gráfico 1: Principais municípios em eixos 19
Gráfico 2: Principais pares OD por eixos 20
Gráfico 3: Propriedade dos caminhões 22
Gráfico 4: Carregamento dos caminhões 22
Gráfico 5: Participação em eixos 22
Gráfico 6: Responsável pelo pagamento do pedágio (caminhões) 22
Gráfico 7: Principais cargas transportadas 23
Gráfico 8: Calibração final do modelo após ajuste sintético 28
Gráfico 9: Captura de viagem de caminhões por trecho 30
Gráfico 10: Segmentação dos tempos de viagem 34
Gráfico 11: Número de viagens atendidas entre 5 e 6 h e 11 e 12 h por trecho 36
Gráfico 12: Percentual do tráfego diário por hora 48

Tabelas

Tabela 1: Trabalhos desenvolvidos sobre Pontos de Parada e Descanso para caminhoneiros 9

Tabela 2: Legislação vigente sobre a jornada do motorista profissional 10
Tabela 3: Localização das pesquisas CVC 15
Tabela 4: Divisão de categoria da pesquisa CVC 15
Tabela 5: Detalhamento dos postos de pesquisa 16
Tabela 6: VDMA por posto 18
Tabela 7: Trechos homogêneos do sistema rodoviário 24
Tabela 8: Resultado da GEH 28
Tabela 9: Ranking dos trechos homogêneos quanto à avaliação de viagens capturadas 31
Tabela 10: Exemplo da correção das velocidades dos caminhões 34
Tabela 11: Percentual de viagens atendidas 34
Tabela 12: Relação dos PPDs existentes ao longo das rodovias 38
Tabela 13: Postos analisados e suas adequações necessárias 41
Tabela 14: Percentual de atendimento nos THs das rodovias do lote 45
Tabela 15: VDMA de interesse 48
Tabela 16: Pontos de parada existentes a 30 minutos de distância 49
Tabela 17: VDMA de interesse horário 50
Tabela 18: Quantidade de vagas necessárias 51

1. Introdução

Este relatório trata da elaboração do Estudo Técnico destinado a avaliar a disponibilidade dos postos de parada e descanso (PPD) ao longo da concessão das rodovias que compõem o Litoral Pioneiro, sob administração da Concessionária EPR Litoral Pioneiro. O estudo visa também determinar a localização ideal para os postos de parada e descanso destinados aos caminhoneiros, que será submetida a análise da ANTT.

A EPR Litoral Pioneiro é responsável por administrar 575,53 quilômetros das rodovias BR-153/277/369/PR e PR-092/151/239/407/408/411/508/804/855, estendendo-se pelos municípios de Curitiba, Ponta Grossa, Jacarezinho e Sengés. A BR-277, onde está a praça de pedágio S01, é de extrema importância para o lote da EPR Litoral Pioneiro, pois é a única rota rodoviária para acessar o porto de Paranaguá. Assim, observa-se um alto tráfego de caminhões, principalmente de mais de 4 eixos, nesta rodovia.

A Figura 1 apresenta o sistema rodoviário do trecho em estudo, além as praças de pedágio atuais e futuras.

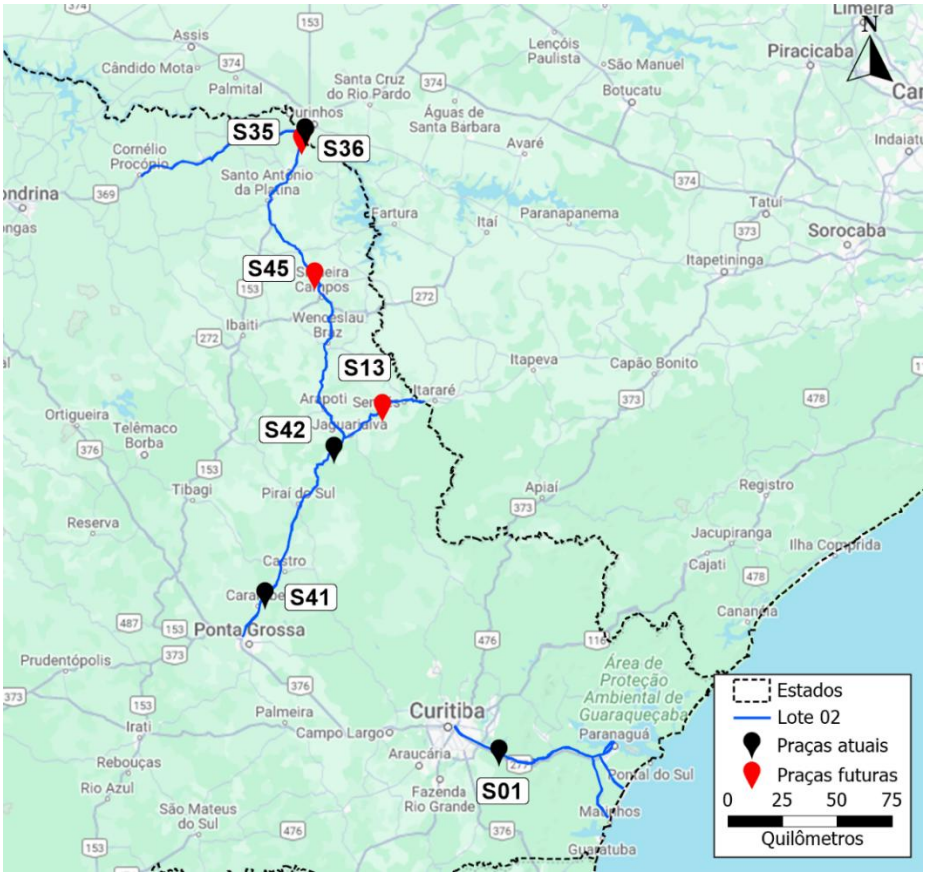


Figura 1: Localização dos trechos em estudo

O estudo em questão é necessário para que a concessionária atenda a todos os requisitos do Programa de Exploração da Rodovia (PER). Segundo o Ministério da Infraestrutura, o PER é o documento que especifica as condições para a execução do Contrato de Concessão da Rodovia, caracterizando todos os serviços e obras previstos para realização pela Concessionária ao longo do

prazo da Concessão, além das diretrizes técnicas, normas, características geométricas, escopo, parâmetros técnicos e de desempenho, bem como os prazos de execução que devem ser observados para todas as obras e serviços previstos.

Entre as obrigações estabelecidas pelo PER, inclui-se a disponibilização de dois Ponto de Parada e Descanso para caminhoneiros – PPD. Além disso a concessionária deve avaliar os Pontos de Parada e Descanso já reconhecidos, bem como deverá elencar os estabelecimentos passíveis de serem reconhecidos como tais.

Dessa forma, para a determinação das localizações ideais dos pontos de parada e descanso (PPDs) para caminhoneiros, fez-se necessária a elaboração de um Estudo Logístico cujo objetivo principal foi identificar quais trechos do sistema rodoviário em análise captam mais viagens dentro do tempo estabelecido na legislação.

Nesse contexto, o estudo foi elaborado considerando o normativo vigente, Lei 13.103/2015, o Decreto 8.433/2015 e a Portaria 1.343/2019 que dispõem sobre o exercício da profissão de motorista e estabelecem as condições mínimas de segurança, sanitárias e de conforto nos locais de espera, de repouso e de descanso dos motoristas profissionais de transporte rodoviário de passageiros e de cargas, conforme abordado detalhadamente no próximo capítulo. Vale mencionar, ainda, que foram consideradas demais especificações técnicas, informações fornecidas pela concessionária e pesquisas relacionadas ao assunto.

As principais etapas desenvolvidas para elaboração deste relatório encontram-se descritas, a seguir:

- Contextualização e revisão de literatura;
- Levantamento de dados existentes para caracterização da demanda atual, como: segmentos homogêneos, contagens volumétricas em seções da rodovia, matrizes origem e destino e rede básica de simulação;
- Divisão do sistema rodoviário em 84 trechos homogêneos, conforme estabelecido no PER, considerando os principais entroncamentos rodoviários existentes;
- Identificação das viagens que passam em cada trecho em análise utilizando os resultados da simulação do cenário base;
- Ranqueamento dos trechos homogêneos de acordo com o percentual de viagens capturadas por cada um deles;
- Verificação dos tempos de viagem considerando a legislação e a velocidade média menor de caminhões se comparada à de veículos de passeio;
- Identificação dos trechos com maior percentual de viagens dentro dos intervalos de tempo de interesse.

A partir disso, este relatório técnico apresenta as principais atividades realizadas e resultados alcançados no estudo logístico para avaliação dos locais de parada existentes e a determinação da localização ideal dos postos de parada e descanso para os caminhoneiros usuários das rodovias sob administração da Concessionária, visando adequar a concessão aos requisitos dispostos no Programa de Exploração Rodoviária (PER).

Para tanto, este relatório contém, além desta Introdução, 8 outros capítulos, elencados na Figura 2, que consolidam todo o estudo realizado. A seguir são apresentados, de forma detalhada, os procedimentos desenvolvidos.

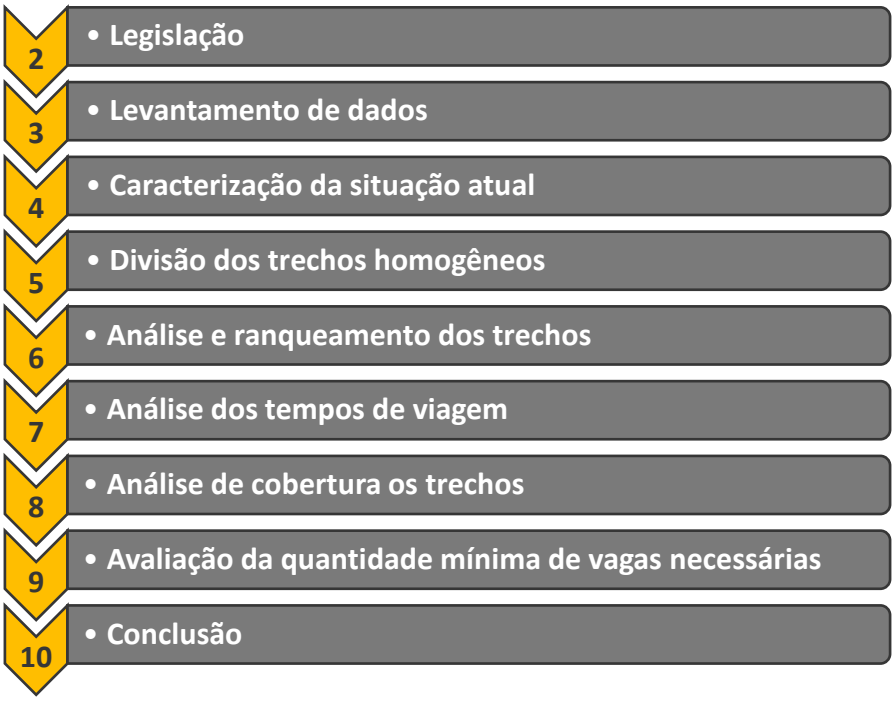


Figura 2: Próximos capítulos do relatório

2. Legislação

De acordo com o estudo de paradas realizado pelo programa SOS Estradas (2015), locais seguros de paradas para descanso são indispensáveis para recuperação de condições ideais de trabalho dos motoristas e consequente redução do número de acidentes nas rodovias. Em contrapartida, alguns estudos realizados mostram que, em determinadas rodovias, os locais de parada oferecem poucas vagas de estacionamento, dificultando a parada dos veículos para descanso dos caminhoneiros e estimulando o descumprimento das leis regulamentadoras sobre a quantidade de horas ininterruptas de trabalho (BERNARDINO, D. M. E SILVA, J. F., 2019; SILVA, 2015; SANTO, SANTOS JUNIOR E CAZELLA, 2016). Alguns destes estudos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Trabalhos desenvolvidos sobre Pontos de Parada e Descanso para caminhoneiros

Título	Autor	Ano	Considerações sobre o PPD
A importância social e econômica dos pontos de parada no Brasil.	SOS Estradas	2015	De acordo com o estudo de paradas, locais seguros para descanso são indispensáveis para recuperação das condições ideais de trabalho dos motoristas e consequente redução do número de acidentes nas rodovias.
			Não existe rodovia viável sem a existência de pontos de parada e descanso para os motoristas que por ela trafegam, segundo o estudo.
Vida de caminhoneiro: sofrimento e paixão	Ramon Araújo Silva	2015	Segundo o autor, os motoristas de caminhões afirmam que a dificuldade em cumprir as leis regulamentadoras sobre a quantidade de horas de trabalho e descanso diz respeito à falta de locais adequados para realização das paradas.
Impactos socioeconômicos da Lei N. 12.619/2012 no transporte rodoviário de cargas: um estudo em Chapecó, SC	Lais F. Dal Santo, Silvio S. Junior e Carla F. Cazella	2016	De acordo com os autores, os caminhoneiros alegam descumprir as leis devido à falta de pontos de parada seguros e que contenham infraestrutura adequada para a quantidade de paradas estipuladas.

A Lei 13.103/2015, principal legislação vigente sobre PPD, dispõe acerca da profissão de motorista. Segundo a lei, é vedado ao motorista profissional dirigir por mais de 5 horas e meia ininterruptas, sejam veículos de transporte rodoviário coletivo de passageiros ou de transporte rodoviário de cargas. No transporte de carga, devem ser observados 30 minutos para descanso dentro de cada 6 horas na condução do veículo, sendo facultado o seu fracionamento e o tempo de direção desde que não ultrapassadas cinco horas e meia contínuas no exercício da condução. No transporte rodoviário de passageiros, serão observados 30 minutos para descanso a cada 4 horas, sendo facultado o seu fracionamento e o do tempo de direção.

Além disso, o condutor é obrigado, dentro do período de 24 horas, a assegurar 11 horas de descanso, sendo facultados o seu fracionamento e a coincidência com os períodos de parada obrigatória na condução do veículo, garantido o mínimo de 8 horas ininterruptas no primeiro período e o gozo do remanescente dentro das 16 horas seguintes (BRASIL, 2015).

Ainda segundo a Lei 13.103/2015 e o Decreto 8.433/2016, as condições de segurança, sanitárias e de conforto nos locais de espera, repouso e descanso dos motoristas profissionais do transporte rodoviário de passageiros e de cargas terão que obedecer ao disposto em normas regulamentadoras pelo ente competente. Além disso, devem ser regulamentados também os modelos de sinalização e identificação dos locais de espera, repouso e descanso dos motoristas profissionais de transporte rodoviário de passageiros e de cargas. A Tabela 2, a seguir, dispõe das principais informações legislativas vigentes sobre o tema em apreço.

Tabela 2: Legislação vigente sobre a jornada do motorista profissional

Tipo	Número	Ano	Artigo	Informação
Lei	13.103	2015	6°	A jornada diária de trabalho do motorista profissional será de 8 (oito) horas, admitindo-se a sua prorrogação por até 2 (duas) horas extraordinárias ou, mediante previsão em convenção ou acordo coletivo, por até 4 (quatro) horas extraordinárias.
Lei	13.103	2015	6°	Será considerado como trabalho efetivo o tempo em que o motorista empregado estiver à disposição do empregador, excluídos os intervalos para refeição, repouso e descanso e o tempo de espera.
Lei	13.103	2015	6°	Será assegurado ao motorista profissional empregado intervalo mínimo de 1 (uma) hora para refeição, podendo esse período coincidir com o tempo de parada obrigatória na condução do veículo
Lei	13.103	2015	7°	Dentro do período de 24 (vinte e quatro) horas, são asseguradas 11 (onze) horas de descanso, sendo facultados o seu fracionamento e a coincidência com os períodos de parada obrigatória na condução do veículo, garantidos o mínimo de 8 (oito) horas ininterruptas no primeiro período e o gozo do remanescente dentro das 16 (dezesseis) horas seguintes ao fim do primeiro período.
Lei	13.103	2015	6°	Nos casos em que o empregador adotar 2 (dois) motoristas trabalhando no mesmo veículo, o tempo de repouso poderá ser feito com o veículo em movimento, assegurado o repouso mínimo de 6 (seis) horas consecutivas fora do veículo em alojamento externo ou, se na cabine leito, com o veículo estacionado, a cada 72 (setenta e duas) horas
Lei	13.103	2015	7°	É vedado ao motorista profissional dirigir por mais de cinco horas e meia ininterruptas os veículos de transporte rodoviário coletivo de passageiros ou de transporte rodoviário de cargas.
Lei	13.103	2015	7°	Serão observados 30 (trinta) minutos para descanso dentro de cada 6 (seis) horas na condução de veículo de transporte de carga, sendo facultado o seu fracionamento e do tempo de direção desde que não ultrapassadas 5 (cinco) horas e meia contínuas no exercício da condução.
Lei	13.103	2015	7°	Serão observados 30 (trinta) minutos para descanso a cada 4 (quatro) horas na condução de veículo rodoviário de passageiros, sendo facultado o seu fracionamento e do tempo de direção.
Lei Decreto	13.103 8.433	2015 2016	9° 4°	As condições de segurança, sanitárias e de conforto nos locais de espera, de repouso e de descanso dos motoristas profissionais de transporte rodoviário de passageiros e rodoviário de cargas terão que obedecer ao disposto em normas regulamentadoras pelo ente competente.
Decreto	8.433	2016	5°	Compete ao Conselho Nacional de Trânsito - Contran regulamentar os modelos de sinalização, de orientação e de identificação dos locais de espera, de repouso e de descanso dos motoristas profissionais de transporte rodoviário de passageiros e de cargas.

As condições mínimas de segurança, sanitárias e de conforto nos locais de espera, de repouso e de descanso dos motoristas profissionais de transporte rodoviário de passageiros e de cargas são

estabelecidas pela Portaria 1.343/2019. Para atendimento aos padrões, os Pontos de Parada e Descanso, segundo a Portaria, devem possuir as características descritas a seguir.

1. As instalações sanitárias devem:
   I. ser separadas por sexo;
   II. possuir gabinetes sanitários privativos, dotados de portas de acesso que impeçam o devassamento, com dispositivo de fechamento, além de cesta de lixo e papel higiênico;
   III. dispor de lavatórios dotados de materiais para higienização e secagem das mãos;
   IV. ser dotadas de chuveiros com água fria e quente;
   V. seguir a proporção mínima de 1 (um) gabinete sanitário, 1 (um) chuveiro e 1 (um) lavatório, por sexo, para cada 20 (vinte) vagas ou fração, considerando a quantidade de vagas no estacionamento destinadas ao atendimento dos motoristas profissionais de transporte;
   VI. ser providos de rede de iluminação;
   VII. ser mantidas em adequadas condições de higiene, conservação, funcionamento e organização.
2. Os compartimentos destinados aos chuveiros devem:
   I. ser individuais;
   II. ser dotados de portas de acesso que impeçam o devassamento, com dispositivo de fechamento;
   III. possuir ralos sifonados com sistema de escoamento que impeça a comunicação das águas servidas entre os compartimentos e que escoe toda a água do piso;
   IV. dispor de suporte para sabonete e cabide para toalha.
3. Os ambientes para refeições, quando existirem, podem ser de uso exclusivo ou compartilhado com o público em geral, devendo sempre:
   I. ser dotados de mesas e assentos;
   II. ser mantidos em adequadas condições de higiene, limpeza e conforto;
   III. permitir acesso fácil às instalações sanitárias e às fontes de água potável.
4. Deve ser disponibilizada, gratuitamente, água potável em quantidade suficiente, por meio de copos individuais ou bebedouro de jato inclinado ou outro equipamento similar que garanta as mesmas condições.
5. Todo local de espera, de repouso e de descanso deve conter sinalização informando as áreas destinadas ao estacionamento de veículos, bem como a indicação da localização das instalações sanitárias e, quando existirem, dos ambientes de refeição.
6. Todo local de espera, de repouso e de descanso deve possuir vigilância ou monitoramento eletrônico.

Conforme descrito anteriormente, o tempo máximo de direção ininterrupta permitido pela legislação para os veículos comerciais é de 5,5 horas para o transporte de cargas e 4 horas para o transporte de passageiros, sucedido obrigatoriamente de meia hora de descanso. É sabido que veículos de transporte de passageiros normalmente possuem um sistema de paradas em locais e horários pré-definidos no itinerário da viagem, sobretudo em função das necessidades dos passageiros. O mesmo não ocorre para os veículos de carga. Portanto, com foco no transporte rodoviário de cargas, para o desenvolvimento do presente trabalho, considerou-se a necessidade

de existência de um PPD, no máximo, a cada 5,5 horas de viagem, atendendo o tempo limite para os motoristas permanecerem na direção dos caminhões de maneira ininterrupta.

3. Levantamento de dados

No presente capítulo é apresentado o levantamento dos dados necessários para a realização do estudo, no intuito de caracterizar detalhadamente a infraestrutura da malha viária analisada e conhecer a dinâmica dos fluxos de tráfego na região.

3.1. Dados secundários

Foram aproveitadas todas as informações relevantes ao estudo disponíveis em fontes secundárias, como, por exemplo, os principais órgãos gestores de trânsito que regulam o sistema, em especial, Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná – DER/PR, Confederação Nacional do Transporte - CNT, Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias - ABCR e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT.

3.2. Dados de posse da Consultora

Alguns dados de posse da Consultora foram aproveitados neste estudo, tais como sua base cartográfica, cadastros viários, pesquisas origem e destino, contagens de tráfego e demais informações relativas à infraestrutura viária e ao tráfego existente na região de interesse. Por meio da Figura 3 é possível visualizar a quantidade de pontos em que foram utilizadas as pesquisas de origem-destino e contagens de tráfego.

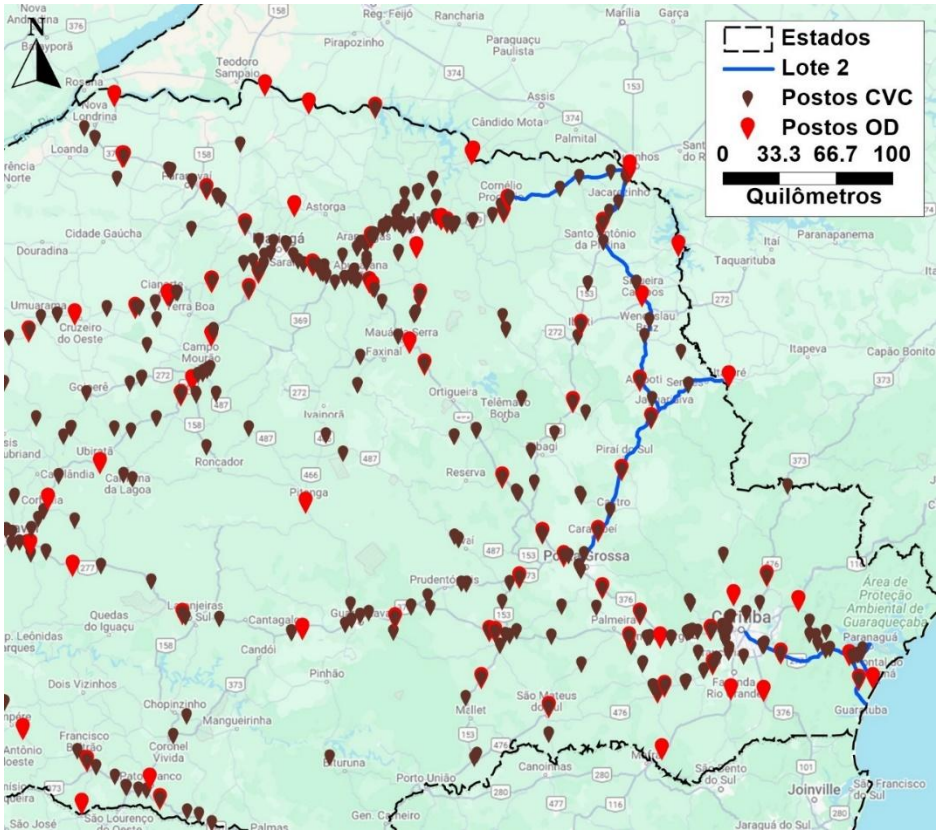


Figura 3: Pesquisas de tráfego consideradas

3.3. Dados fornecidos pela Contratante

Para o presente estudo, foram utilizadas as contagens volumétricas classificadas (CVC) e dados das pesquisas de origem-destino (OD) disponibilizadas pela Contratante, em conjunto com as pesquisas da Consulta.

3.3.1. Contagens de tráfego (CVC)

Sabe-se que, em estudos de tráfego, as contagens volumétricas classificadas (CVC) são realizadas de modo a permitir a avaliação do tráfego da região visando determinar a quantidade, o sentido e a composição de veículos. O principal objetivo das contagens é, portanto, determinar a quantidade de veículos por tipo que passam em certo trecho de rodovia, dentro de um determinado intervalo de tempo.

A partir das contagens de tráfego, é possível calcular o Volume Diário Médio Anual (VDMA), um importante parâmetro utilizado nos estudos de tráfego. Tal parâmetro corresponde à soma dos veículos que passam por determinado ponto do sistema viário ao longo de um ano, dividida pela quantidade de dias desse ano. É possível observar, na Figura 4, os postos de contagem utilizados no estudo.

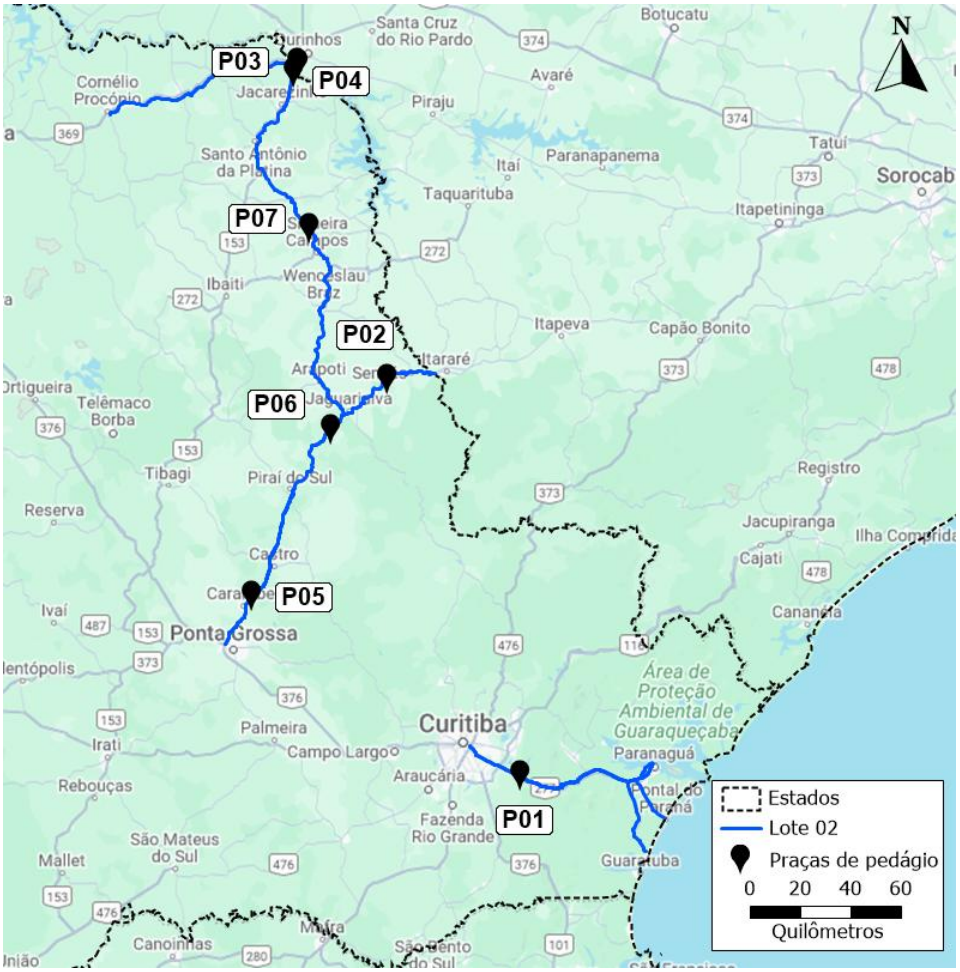


Figura 4: Localização dos pontos de pesquisa

As contagens volumétricas classificadas fornecidas pela Contratante foram analisadas em sete postos de pesquisa situados nas proximidades das praças de pedágio, tanto atuais quanto futuras, durante o mês de julho de 2023. O detalhamento dos pontos de contagem pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3: Localização das pesquisas CVC

Posto	Rodovia	Local	Data Pesquisa	Tipo
P01	BR-277	km 60	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P02	PR-151	km 188	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P03	BR-369	km 1	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P04	BR-153	km 5	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P05	BR-151	km 304	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P06	PR-151	km 223	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h
P07	PR-092	km 290	10/07/23 - 16/07/23	7d_24h

Durante as pesquisas, foram contadas as seguintes categorias de veículos apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Divisão de categoria da pesquisa CVC

Categoria	Classificação	Categoria	Classificação
AUTOS	Auto	CAM 6 / 2 S	4+e
AUTO 3 EIXOS		CAM 6 / 3 S	
AUTO 4 EIXOS		CAM 7 / 0 R	
ÔNIBUS 2 EIXOS	Leve	CAM 7 / 1 S	
ÔNIBUS 3 EIXOS		CAM 7 / 2 S	
ÔNIBUS 4 EIXOS		CAM 7 / 3 S	
MOTOS	Auto	CAM 7 / 4 S	
CAM. 2 EIXOS	Leve	CAM 8 / 0 R	
CAM 3 / 0 R		CAM 8 / 1 S	
CAM 3 / 1 S		CAM 8 / 2 S	
CAM 4 / 0 R	2+e	CAM 8 / 3 S	
CAM 4 / 1 S		CAM 8 / 4 S	
CAM 4 / 2 S		CAM 9 / 0 R	
CAM 5 / 0 R		CAM 9 / 1 S	
CAM 5 / 1 S		CAM 9 / 2 S	
CAM 5 / 2 S		CAM 9 / 3 S	
CAM 6 / 0 R		CAM 9 / 4 S	
CAM 6 / 1 S		CAM 9 / 5 S	

3.3.2. Pesquisas de origem-destino

As Pesquisas de Origem e Destino (OD) de veículos visam identificar a distribuição espacial dos fluxos de tráfego rodoviário na região do sistema viário em estudo, bem como caracterizar o perfil de seus usuários.

As entrevistas abordam o local de origem e destino das viagens, o motivo das viagens, a frequência das viagens, o tipo e o peso da carga transportada, o número de eixos totais, entre outras informações.

Para o presente estudo, foram utilizadas, além das pesquisas realizadas anteriormente, 3 postos de pesquisas origem-destino de 2023, realizadas do dia 10 ao dia 14 do mês de julho e disponibilizadas pela Contratante. Dessa forma, foram analisadas 4.736 entrevistas de origem e destino distribuídas entre os postos no lote em estudo, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Detalhamento dos postos de pesquisa

Posto OD	Rodovia	Local	Entrevistas OD realizadas		
			Automóveis	Caminhões	Total
P01	BR-277	km 59	861	842	1.703
P08	PR-151	km 264	800	822	1.622
P09	BR-153	km 40	784	627	1.411

A localização dos postos em que foram feitas as entrevistas podem ser observados na Figura 5.

Figura 5: Localização dos pontos de pesquisas OD

4. Caracterização da situação atual

Neste capítulo são apresentadas as principais informações e análises referentes à situação atual do sistema rodoviário em estudo.

Para tanto, são descritas as principais características da demanda de tráfego, ou seja, a quantidade de veículos que utiliza as rodovias em estudo por dia e os principais fluxos de tráfego observados em todo o lote do Litoral Pioneiro.

Assim, foram analisados os resultados obtidos a partir das contagens classificadas de veículos, da pesquisa de origem e destino (OD) e dos dados de posse da Consultora.

4.1. Análise quantitativa da demanda

Uma das etapas mais importantes para a construção do modelo de tráfego é a obtenção do Volume Diário Médio Anual (VDMA), grandeza que corresponde à razão entre o total de veículos que trafega em determinado local ao longo do ano e o número de dias do ano analisado.

Para a determinação do VDMA são utilizados os dados provenientes da pesquisa CVC, porém, a realização das contagens durante todos os dias do ano nem sempre é possível. Dessa forma, é necessário utilizar uma estimativa para o VDMA considerando as sazonalidades horárias, semanais e mensais dos períodos contados.

Se os dados dos volumes de tráfego forem obtidos por menos de 24 horas, é necessário expandir a amostra para todo o dia em que esta foi realizada.

Paralelamente, o número médio do volume de cada categoria de veículo será considerado representativo do mês em que se situa a semana em que a pesquisa foi realizada, desde que a contagem tenha sido feita durante as 24 horas dos diferentes 7 dias da semana. Caso o período tenha sido menor que uma semana completa, será necessário tornar o conjunto representativo para a semana.

Posteriormente, deve-se avaliar a correção mensal, uma vez que os diferentes meses do ano apresentam características distintas de tráfego entre si por motivos como férias, feriados, safra, dentre outros.

Todas as contagens foram realizadas durante 7 dias, assim, foi calculado o volume médio desses dias, para em seguida aplicar os fatores de sazonalidade mensal. Para o cálculo dos fatores de sazonalidade mensal foram avaliados os dados das praças de pedágio do lote quando pertenciam à outra concessão, a escolha das praças de pedágio para cada ponto de pesquisa foi realizada com base na localização.

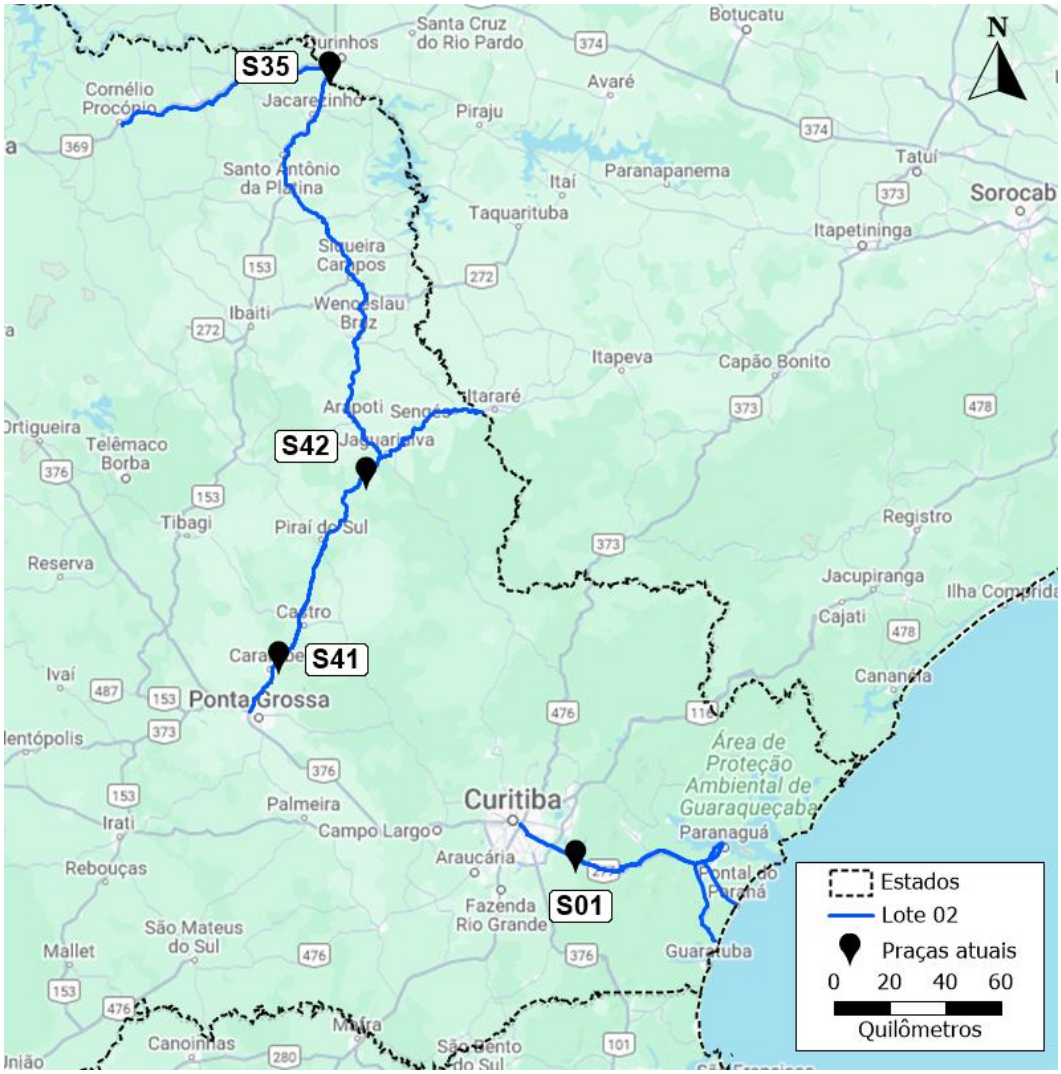


Figura 6: Localização das fontes de cálculo dos fatores mensais

Após a aplicação dos ajustes, foi obtido o volume diário médio anual (VDMA), sendo apresentado na Tabela 6 separado por categoria e ponto pesquisado nas rodovias do Litoral Pioneiro.

Tabela 6: VDMA por posto

Ponto	Praça de referência para sazonalidade	Auto	2+e	4+e	Total
P01	S01	15.811	1.305	5.330	22.445
P02	S42	1.815	476	1.352	3.644
P03	S35	6.252	1.157	2.546	9.955
P04	S35	4.793	799	2.371	7.963
P05	S41	10.950	1.978	4.158	17.086
P06	S42	3.433	899	3.340	7.673
P07	S45	2.365	621	2.115	5.101

4.2. Análise qualitativa da demanda

A partir das informações coletadas nas pesquisas de Origem e Destino (OD) foi possível realizar a caracterização da demanda por meio da análise dos padrões de deslocamento dos veículos ao longo do trecho em estudo.

Assim, como cada posto pesquisado contém apenas uma amostra dos usuários da via, foi realizada a expansão das pesquisas para que elas representassem o universo pesquisado. Também foi realizada uma análise para a eliminação de contagens duplas, uma vez que um veículo pesquisado pode passar por mais de um posto OD.

Sendo assim, foram consolidadas matrizes representativas das diferentes categorias de caminhões que trafegam na região, as quais foram analisadas em eixos, o que possibilitou a identificação dos principais municípios que geram viagens de caminhões nas rodovias do lote, conforme mostra o Gráfico 1. Observa-se que o município com maior influência no lote é Paranaguá/PR, com 15,6%, o que é esperado devido ao porto de Paranaguá.

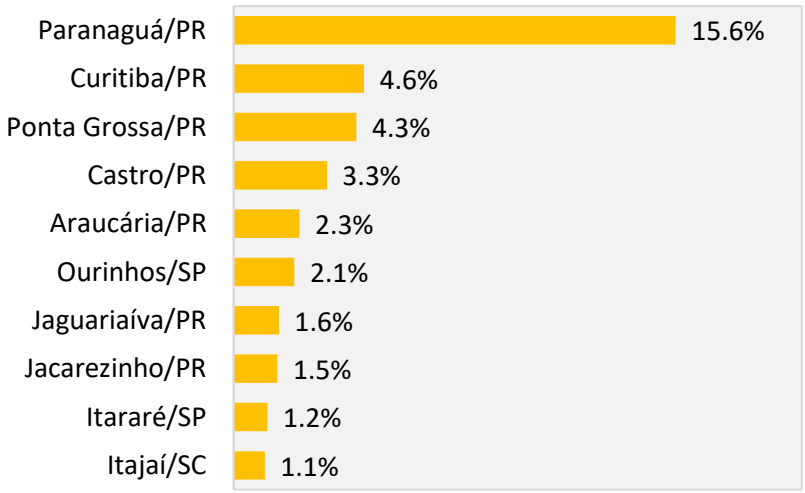


Gráfico 1: Principais municípios em eixos

Em seguida, identificaram-se os dez principais pares de viagens dos caminhões que trafegam nas rodovias em estudo, analisados por eixos, como pode ser visto no Gráfico 2. Destacam-se as rotas entre Araucária/PR e Paranaguá/PR, assim como entre Curitiba/PR e Paranaguá/PR, com 2,4% em cada par.

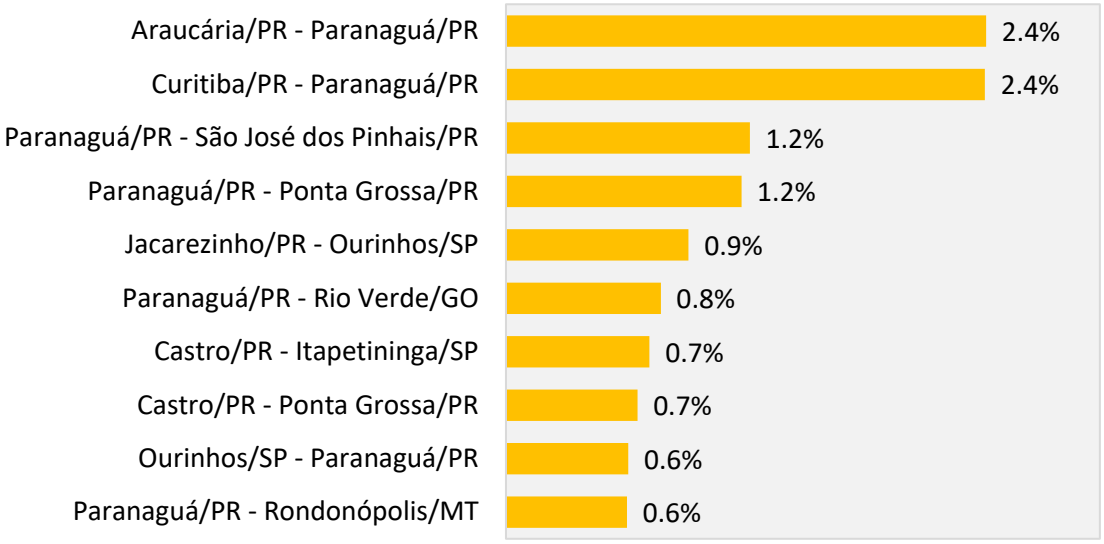


Gráfico 2: Principais pares OD por eixos

As linhas de desejo, análises provenientes da Pesquisa OD, representam os pares de municípios origem e destino mais recorrentes no tráfego da região. Por meio da OD, são identificados pares em todo o território brasileiro, dessa forma, para melhorar a visualização, é necessário extrair apenas as viagens mais relevantes para a região em estudo.

Nesse caso, foram escolhidos como mais relevantes os pares com mais de 200 eixos diários do lote 2, apresentados na Figura 7. Além disso, dentre os principais pares, é possível ordená-los pela importância por meio da espessura da linha de desejo que representa o total de viagens.

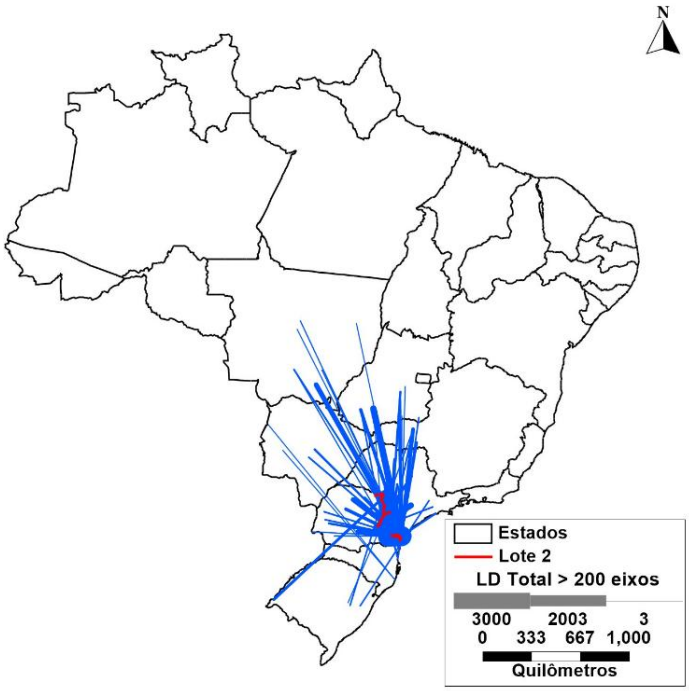


Figura 7: Linha de desejo (Total > 200 eixos)

As demais linhas de desejo de viagens das rodovias em estudo estão ilustradas na Figura 8 para os caminhões com 2 ou 3 eixos e na Figura 9 para os caminhões com 4 ou mais eixos. Cabe destacar que as linhas de desejo em questão representam pares acima de 40 eixos para os caminhões com 2 ou 3 eixos e 400 eixos para os caminhões com 4 ou mais eixos.

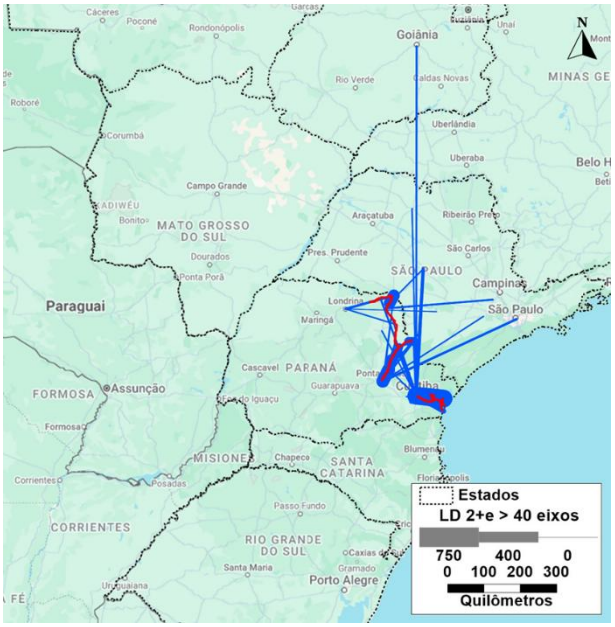


Figura 8: Linha de desejo (caminhões 2+e)

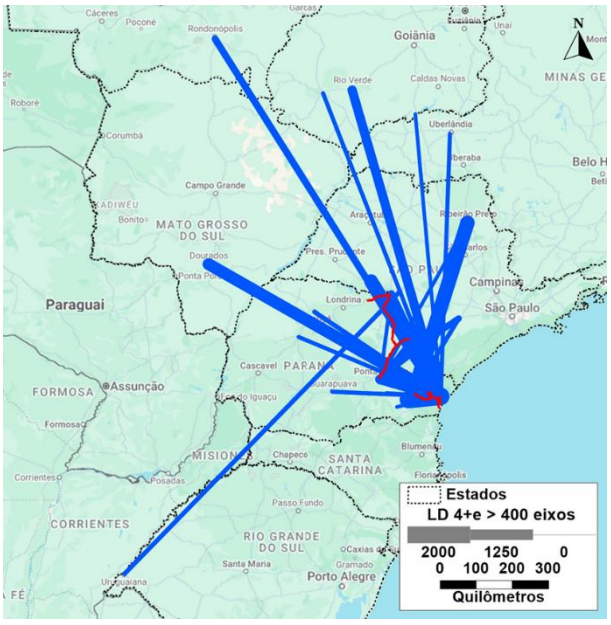


Figura 9: Linha de desejo (caminhões 4+e)

Pelas linhas de desejo observa-se a presença de viagens de curta e longa distância para os caminhões com 4 ou mais eixos, envolvendo pares OD como, por exemplo, de Araucária/PR para Paranaguá/PR e de Dourados/MS para Paranaguá/PR. Já para os caminhões com 2 ou 3 eixos, as viagens são majoritariamente de curta e média distância, os principais pares OD limitam-se aos fluxos de veículos dentro do estado do Paraná.

4.2.1. Análises complementares

Além das principais análises em relação aos fluxos de origem e destino dos veículos, a Pesquisa OD também é responsável por coletar informações a respeito da caracterização do usuário das rodovias pesquisadas.

Essa caracterização é de suma importância para os estudos de tráfego, uma vez que além de fornecer informações relevantes acerca dos entrevistados, ainda é utilizada para basear a segmentação de classes a ser adotada nas matrizes de viagem finais.

Em relação à propriedade dos caminhões que trafegam na rodovia em estudo, nota-se que cerca de 81% dos veículos pertencem às empresas (Gráfico 3), ainda é possível analisar que mais de 60% dos caminhões com 2 ou 3 eixos e com 4 ou mais eixos trafegam carregados (Gráfico 4).

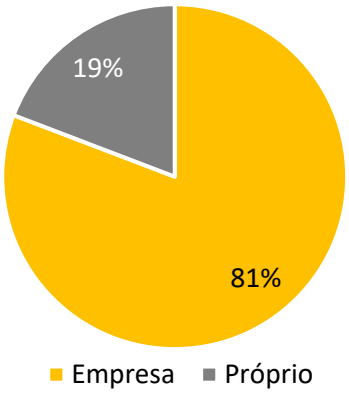


Gráfico 3: Propriedade dos caminhões

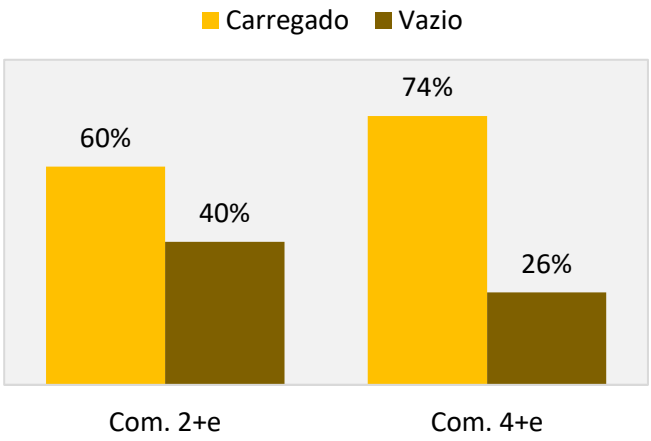


Gráfico 4: Carregamento dos caminhões

No que se refere ao tipo de caminhões que trafegam no lote, é possível observar que cerca de 88% dos veículos possuem 4 ou mais eixos (Gráfico 5). Assim, há predominância de veículos de maior porte e, por sua vez, transportando uma maior quantidade de carga, o que é esperado devido à proximidade com o porto de Paranaguá. Além disso, tem-se que no pagamento do pedágio, em cerca 83% dos veículos comerciais, quem paga são empresas, mostrando uma menor probabilidade de fuga nos trechos com pedágio (Gráfico 6).

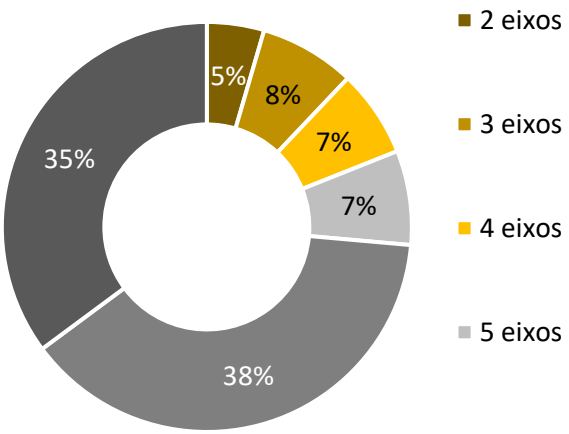


Gráfico 5: Participação em eixos

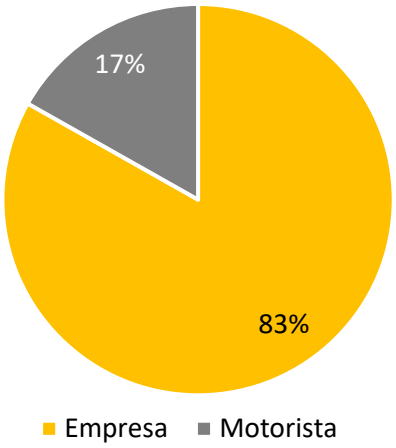
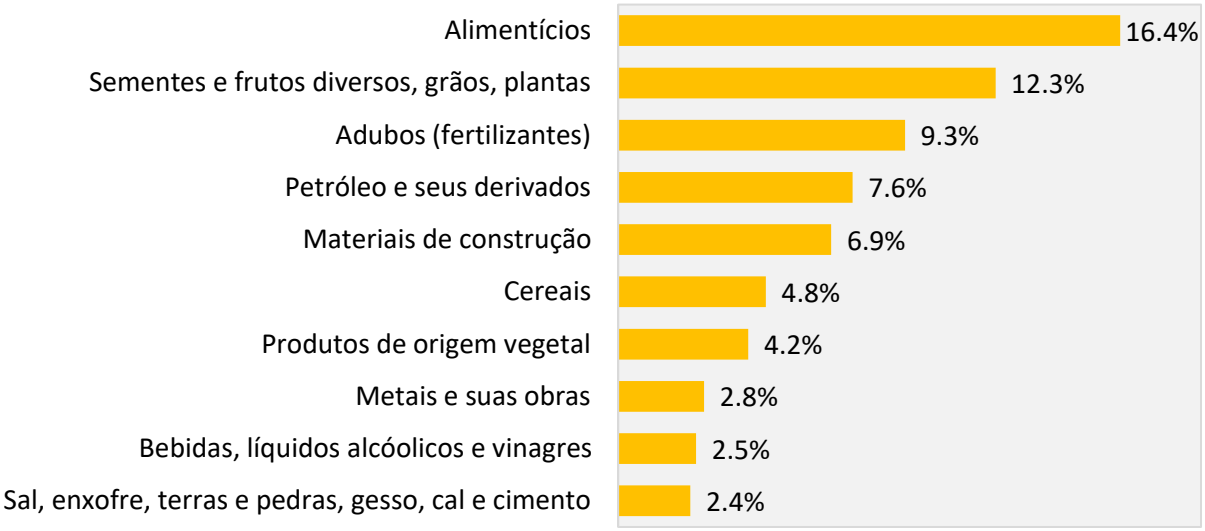


Gráfico 6: Responsável pelo pagamento do pedágio (caminhões)

Por meio das informações contidas em todos os tipos de viagem dos veículos comerciais, analisou-se quais eram as principais cargas transportadas nas rodovias em estudo e pôde-se chegar à representação gráfica do carregamento, onde a maior parte das cargas transportadas são referentes a produtos alimentícios, sementes, grãos e plantas, como ilustrado nos Gráfico 7.

Gráfico 7: Principais cargas transportadas



5. Divisão dos trechos homogêneos

Para a análise, a Consultora realizou a divisão dos trechos homogêneos (THs), tendo como base a segmentação estabelecida no PER. Assim, o sistema rodoviário foi dividido em 84 THs, conforme ilustrado na Figura 10 .

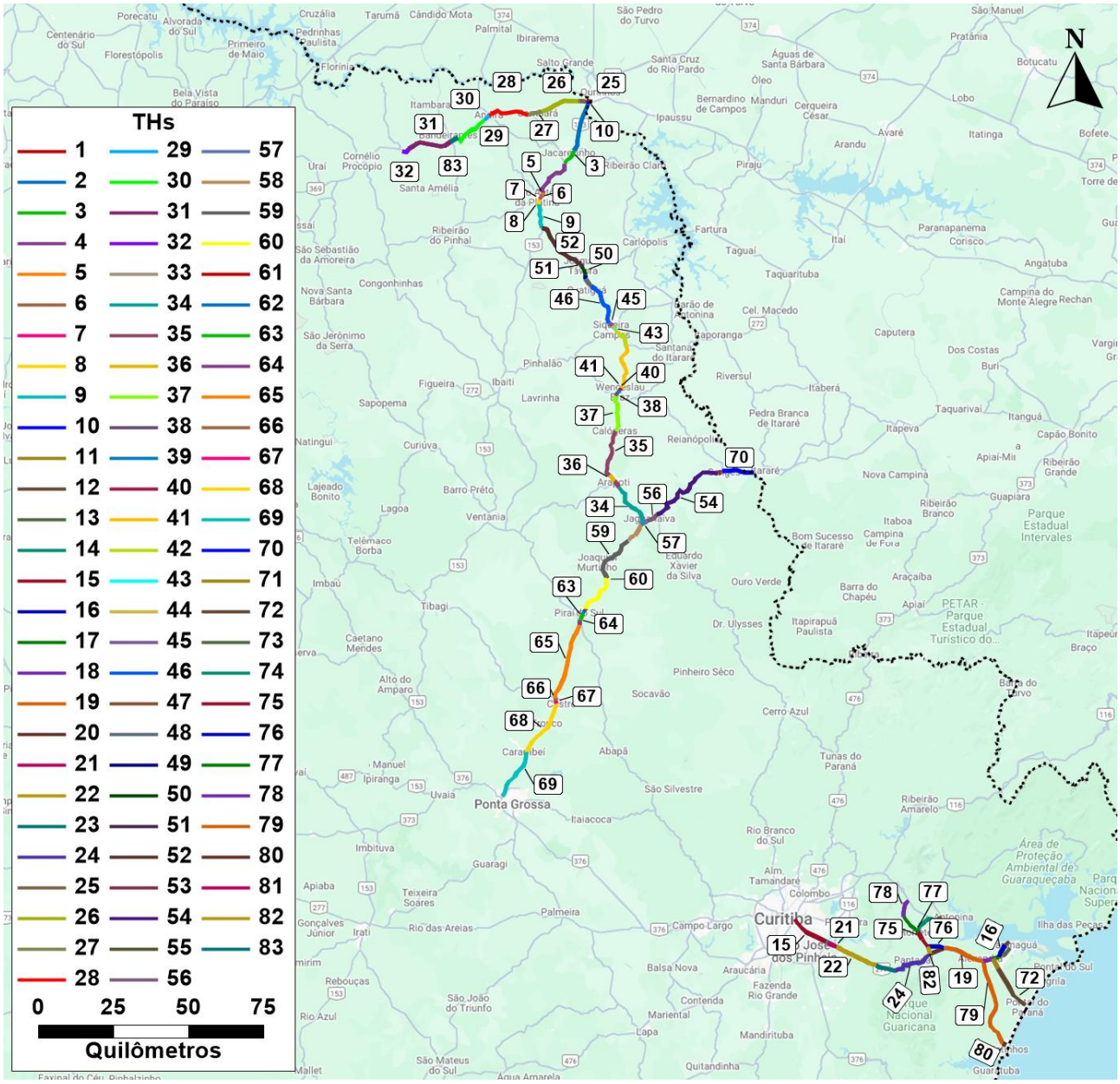


Figura 10: Divisão dos trechos homogêneos

A Tabela 7 apresenta os THs considerados no estudo e que foram correlacionados com os segmentos homogêneos do PER.

Tabela 7: Trechos homogêneos do sistema rodoviário

TH - PER	TH - Infraplan	Rodovia	TH - PER	TH - Infraplan	Rodovia
153BPR1210	1	BR-153	092S0202EPR	43	PR-092
153BPR1213	2		092S0204EPR	44	

TH - PER	TH - Infraplan	Rodovia
153BPR1220	3	
153BPR1230	4	
153BPR1240	5	
153BPR1250	6	
153BPR1252	7	
153BPR1253	8	
153BPR1255	9	
ACESSO/ PONTE	10	
277APR2005	11	BR-277
277APR1005	12	
277APR2010	13	
277APR3005	14	
277APR3010	15	
277BPR0010	16	
277BPR0015	17	
277BPR0020	18	
277BPR0025	19	
277BPR0030	20	
277BPR0033	21	
277BPR0033	22	
277BPR0033	23	
277BPR0033	24	
369BPR0473	25	BR-369
369BPR0480	26	
369BPR0480	27	
369BPR0490	28	
369BPR0495	29	
369BPR0500	30	
369BPR0530	31	
369BPR0540	32	
092S0130EPR	33	PR-092
092S0140EPR	34	
092S0150EPR	35	
092S0160EPR	36	
092S0170EPR	37	
092S0180EPR	38	
092S0185EPR	39	
092S0190EPR	40	
092S0195EPR	41	
092S0200EPR	42	

TH - PER	TH - Infraplan	Rodovia
092S0206EPR	45	
092S0210EPR	46	
092S0230EPR	47	
092S0235EPR	48	
092S0240EPR	49	
092S0245EPR	50	
092S0250EPR	51	
092S0270EPR	52	
151S0120EPR	53	PR-151
151S0130EPR	54	
151S0160EPR	55	
151S0163EPR	56	
151S0167EPR	57	
151O0170EPR	58	
151S0174EPR	59	
151O0176EPR	60	
151D0180EPR	61	
151D0185EPR	62	
151D0190EPR	63	
151D0200EPR	64	
151D0210EPR	65	
151D0220EPR	66	
151D0225EPR	67	
151D0230EPR	68	
151D0250EPR	69	
239S0010EPR	70	PR-239
407D0010EPR	71	PR-407
407S0020EPR	72	
408S0010EPR	73	PR-408
408S0020EPR	74	
408S0030EPR	75	
408S0040EPR	76	
411S0010EPR	77	PR-411
411S0015EPR	78	
508D0010EPR	79	PR-508
508D0020EPR	80	
508D0030EPR	81	
804S0010EPR	82	PR-804
855S0010EPR	83	PR-855
855S0020EPR	84	

6. Análise e ranqueamento dos trechos

6.1. Modelo de simulação

Para a simulação do comportamento dos fluxos de tráfego na região do estudo, principalmente no que diz respeito à escolha da rota por um veículo entre a origem e o destino da viagem e a passagem por mais de um trecho homogêneo do sistema rodoviário estudado, foi utilizada a rede rodoviária georreferenciada, mostrada na Figura 11.

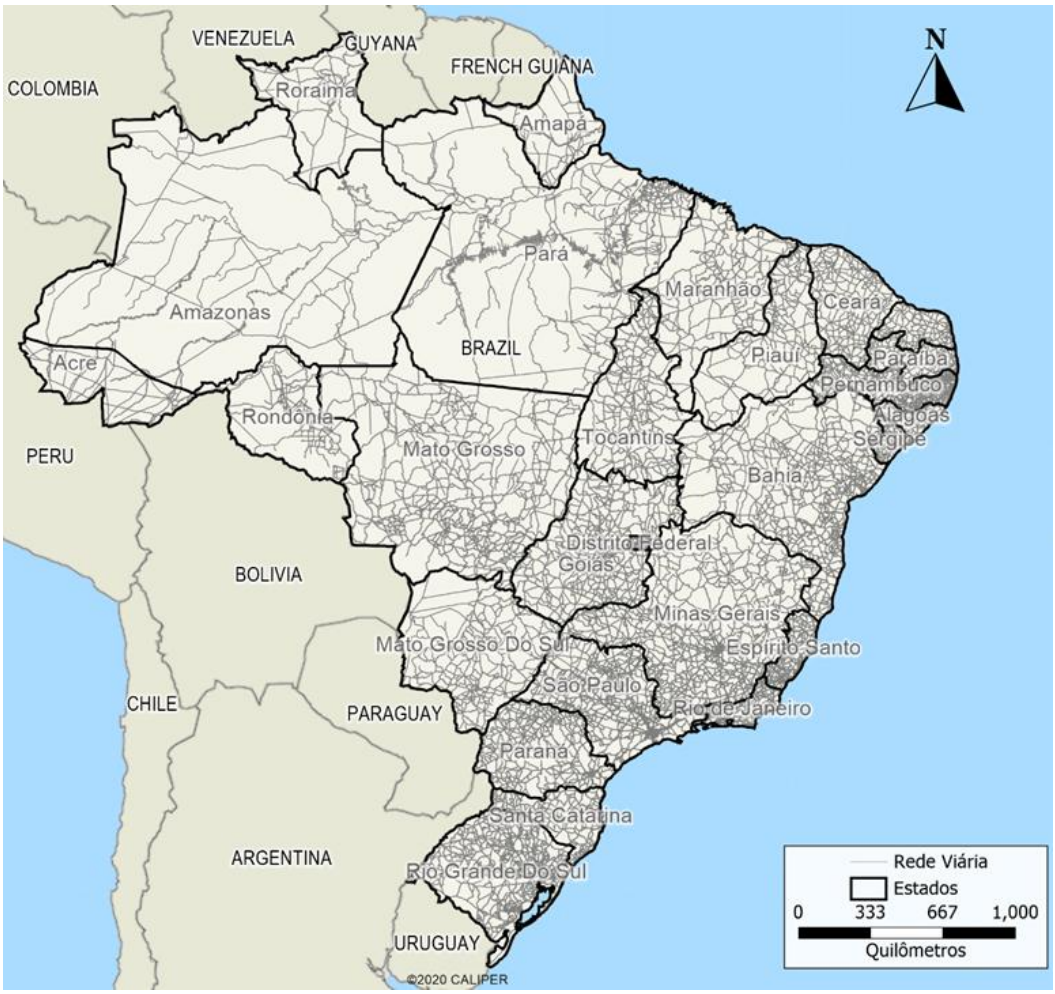


Figura 11: Rede rodoviária de simulação utilizada no estudo

Os procedimentos de modelagem da rede e de alocação do tráfego foram suportados pelo *software* TransCAD, que é uma ferramenta computacional para o planejamento, gerenciamento e análise de redes e sistemas de transporte, acoplada a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que lhe permite uma combinação de competências para mapeamento digital, gestão de base de dados georreferenciados e apresentação gráfica, aliada a um modelo matemático de simulação e análise da demanda por transportes.

O modelo de simulação é composto, basicamente, de 5 elementos.

- **Rede digital**: conjunto de milhares de *links* georreferenciados.

- **Zoneamento do tráfego**: divisão da área modelada (território brasileiro) em zonas que representam o tráfego da região que, posteriormente, passam a ser representadas por um único ponto chamado centroide.
- **Segmentação de classes**: permite representar os diferentes comportamentos de deslocamento, que podem interferir no critério de escolha da rota para cada viagem, obtendo assim, maior sensibilidade com relação aos custos de operação dos veículos na rede de simulação.
- **Custos no modelo de simulação**: custo atribuído a cada link do modelo para determinação do caminho mínimo a ser percorrido entre centroides. Foi determinado pelas características de cada link e pelo VOC - *Vehicle Operating Costs* componente do submodelo RUE - *Road User Effects* do HDM-4.
- **Elaboração da matriz de viagens**: como cada posto pesquisado contém apenas uma amostra dos usuários da via, foi realizada a expansão das pesquisas para que elas representem o universo pesquisado. Também, foi realizada uma análise para a eliminação de contagens duplas, uma vez que um veículo pesquisado pode passar por mais de um posto OD.

O processo de alocação do tráfego e de calibração do modelo corresponde à etapa de ajustar a rede digital de simulação para que ela represente a realidade verificada em campo, de forma que as rotas determinadas para os diferentes pares OD correspondam de fato aos caminhos escolhidos na prática pelos motoristas.

Após a primeira alocação de tráfego é necessário verificar se o modelo consegue reproduzir a realidade de forma satisfatória. A rede de simulação será futuramente utilizada para avaliar o impacto de projetos futuros e, para tanto, precisa estar calibrada de forma a fornecer dados consistentes e confiáveis. Antes que os resultados provenientes da alocação de tráfego sejam utilizados para influenciar decisões, a estabilidade do processo de alocação deve ser avaliada.

A calibração, portanto, refere-se a todos os procedimentos de correção e definição de parâmetros com o objetivo de obter uma melhor adequação do modelo à realidade.

A fórmula estatística GEH, que consiste em um método usado em Engenharia de Transportes para a verificação da qualidade da calibração de um modelo de simulação, por meio de uma comparação quantitativa e qualitativa dos fluxos estimados pelo modelo com os aferidos em campo, para os pontos de controle adotados.

$$GEH = \sqrt[2]{\frac{2 * (m - c)^2}{m + c}}$$

Sendo:

m = volume de tráfego alocado na rede;

c = volume de tráfego contado no posto de controle.

O resultado desta fórmula é classificado de “A” a “D”, de forma a facilitar a análise de quais postos e categorias estão bem calibrados e quais ainda necessitam de ajustes. Assim, tem-se a seguinte divisão:

- Ajuste nível A: representa um bom ajuste, com pouca diferença entre o volume real e o alocado, utilizado quando o resultado da GEH é menor que 5;
- Ajuste nível B: possui um ajuste satisfatório, mas tem uma diferença entre os volumes que deve ser levada em consideração. É obtido nos resultados iguais ou maiores que 5 e abaixo de 10;
- Ajuste nível C: não representa bem o tráfego, é necessário verificar inconsistências na rede viária ou na matriz utilizada. A GEH deve estar igual ou maior que 10 e abaixo de 12 neste nível;
- Ajuste nível D: neste nível o tráfego alocado é muito diferente do real, assim, o entorno do ponto de controle deve ser avaliado, tanto em relação à caracterização dos *links* existentes quanto na representação de mais vias do que estão no modelo, além de verificar a matriz. Este nível é alcançado quando a GEH é igual ou maior que 12.

Desse modo, o gráfico a seguir mostra os resultados da alocação final com o ajuste sintético (método ODME). O Gráfico 8 compara os volumes alocados (simulados) com os volumes reais (contados), sendo possível verificar sua dispersão e deslocamento da situação ideal, representada pela linha diagonal.

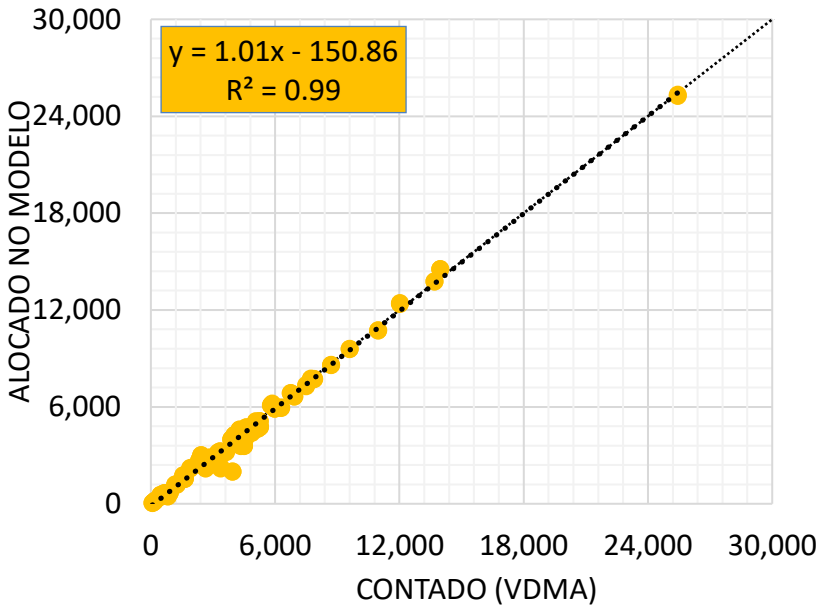


Gráfico 8: Calibração final do modelo após ajuste sintético

Nota-se que os volumes alocados tiveram um ajuste satisfatório com os volumes reais, conforme apresentado na Tabela 8, onde o resultado "A" indica uma aproximação entre o tráfego alocado e o tráfego real, de acordo com o método GEH.

Tabela 8: Resultado da GEH

Praça	Movimento	Auto	Cam 2+e	Cam 4+e	Total
S01	1	A	A	A	A
	2	A	A	A	A
S13	1	B	A	A	B
	2	B	A	A	B
S35	1	A	A	A	A

Praça	Movimento	Auto	Cam 2+e	Cam 4+e	Total
	2	A	A	A	A
S36	1	B	A	A	B
	2	B	A	A	B
S41	1	A	A	A	A
	2	B	A	A	A
S42	1	B	A	A	A
	2	B	A	A	A
S45	1	A	B	A	A
	2	A	B	A	A

Finalmente, a Figura 12 apresenta o carregamento da rede calibrada na região do estudo, de forma a evidenciar os volumes de tráfego atuais das vias, representados pela espessura das linhas, e a relação volume/capacidade, representada pela cor das linhas.

Figura 12: Rede calibrada

6.2. Captura de viagem por trecho

Somando todas as viagens que percorrem pelo menos um dos trechos em estudo, independentemente da extensão percorrida, existem 21.311 viagens diárias de caminhões nas rodovias da concessão do Litoral Pioneiro. Conforme destacado no Gráfico 9, os trechos 65 e 66 da PR-151, entre Cristalina e Piraí do Sul, possuem a maior captação de viagens de caminhões.

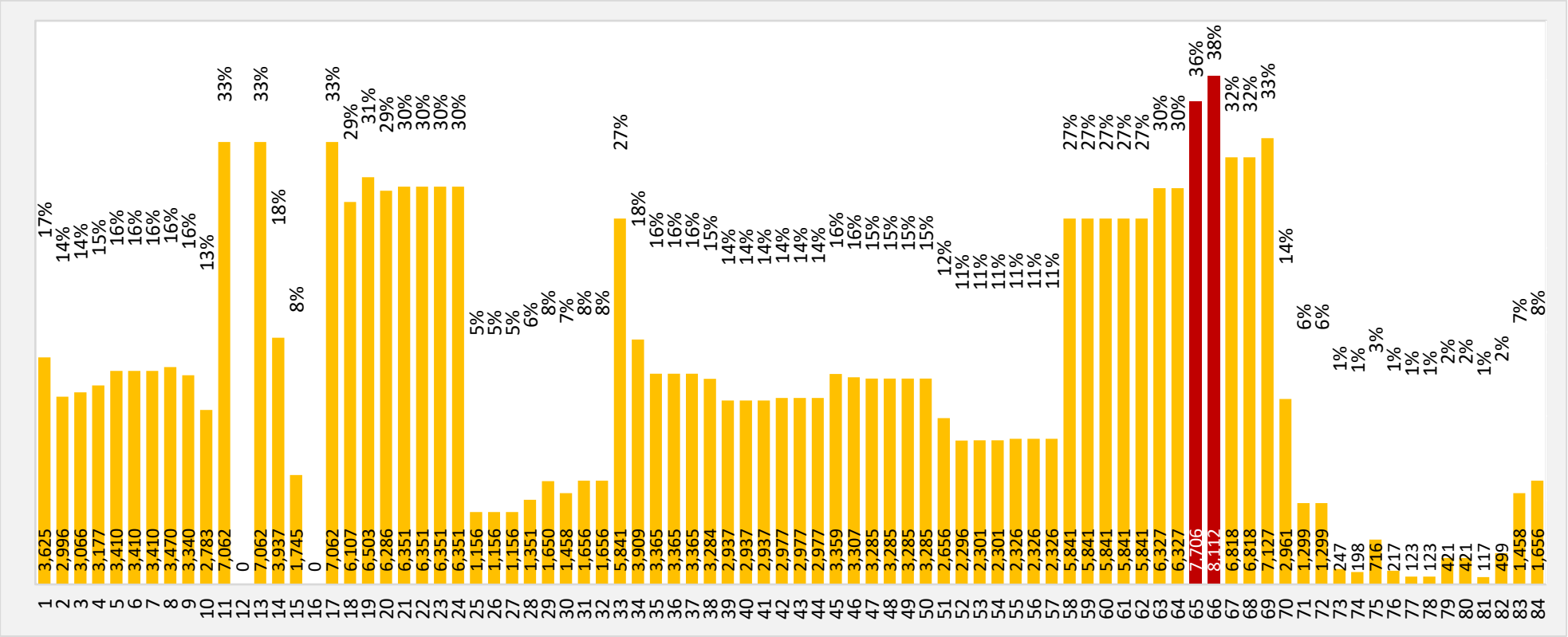


Gráfico 9: Captura de viagem de caminhões por trecho

6.3. Ranking dos trechos

O ranking dos trechos é apresentado na Tabela 9, que destaca o volume coberto e a proporção de viagens que utilizam cada trecho homogêneo em relação ao total da concessão. Conforme evidenciado no Gráfico 9, os trechos 66 e 65 são os que mais captam viagens em relação a todo o trecho concedido.

Tabela 9: Ranking dos trechos homogêneos quanto à avaliação de viagens capturadas

Ranking	Volume coberto (%)	Trecho Infraplan	Volume atendido (%)	TH_PER	Ranking	Volume coberto (%)	Trecho Infraplan	Volume atendido (%)	TH_PER
1	38,10%	66	28,90%	151D0220EPR	43	14,40%	3	12,80%	153BPR1220
2	36,20%	65	27,10%	151D0210EPR	44	14,10%	2	16,90%	153BPR1213
3	33,40%	69	23,60%	151D0250EPR	45	14,00%	43	3,10%	092S0202EPR
4	33,10%	11	8,40%	277APR2005	46	14,00%	44	3,10%	092S0204EPR
5	33,10%	13	8,40%	277APR2010	47	14,00%	42	3,10%	092S0200EPR
6	33,10%	17	8,60%	277BPR0015	48	13,90%	70	3,10%	239S0010EPR
7	32,00%	68	20,00%	151D0230EPR	49	13,80%	41	3,40%	092S0195EPR
8	32,00%	67	29,40%	151D0225EPR	50	13,80%	40	3,40%	092S0190EPR
9	30,50%	19	3,80%	277BPR0025	51	13,80%	39	3,40%	092S0185EPR
10	29,80%	23	7,30%	277BPR0033	52	13,10%	10	18,30%	ACESSO/ PONTE
11	29,80%	22	8,70%	277BPR0033	53	12,50%	51	4,10%	092S0250EPR
12	29,80%	21	6,00%	277BPR0033	54	10,90%	55	23,90%	151S0160EPR
13	29,80%	24	8,00%	277BPR0033	55	10,90%	57	28,80%	151S0167EPR
14	29,70%	63	19,70%	151D0190EPR	56	10,90%	56	27,00%	151S0163EPR
15	29,70%	64	20,00%	151D0200EPR	57	10,80%	53	8,50%	151S0120EPR
16	29,50%	20	7,20%	277BPR0030	58	10,80%	54	16,50%	151S0130EPR
17	28,70%	18	9,30%	277BPR0020	59	10,80%	52	4,60%	092S0270EPR
18	27,40%	33	18,30%	092S0130EPR	60	8,20%	15	19,10%	277APR3010
19	27,40%	62	20,80%	151D0185EPR	61	7,80%	32	4,60%	369BPR0540
20	27,40%	61	28,80%	151D0180EPR	62	7,80%	31	4,60%	369BPR0530
21	27,40%	59	26,60%	151S0174EPR	63	7,80%	84	4,60%	855S0020EPR
22	27,40%	60	28,80%	151O0176EPR	64	7,70%	29	4,20%	369BPR0495
23	27,40%	58	16,00%	151O0170EPR	65	6,80%	83	4,50%	855S0010EPR
24	18,50%	14	8,90%	277APR3005	66	6,80%	30	4,50%	369BPR0500
25	18,30%	34	18,10%	092S0140EPR	67	6,30%	28	5,10%	369BPR0490
26	17,00%	1	15,20%	153BPR1210	68	6,10%	71	2,30%	407D0010EPR
27	16,30%	8	5,00%	153BPR1253	69	6,10%	72	2,30%	407S0020EPR
28	16,00%	6	5,00%	153BPR1250	70	5,40%	25	4,00%	369BPR0473
29	16,00%	7	5,00%	153BPR1252	71	5,40%	26	4,00%	369BPR0480
30	16,00%	5	5,00%	153BPR1240	72	5,40%	27	5,30%	369BPR0480
31	15,80%	36	17,60%	092S0160EPR	73	3,40%	75	1,60%	408S0030EPR

Ranking	Volume coberto (%)	Trecho Infraplan	Volume atendido (%)	TH_PER	Ranking	Volume coberto (%)	Trecho Infraplan	Volume atendido (%)	TH_PER
32	15,80%	37	3,10%	092S0170EPR	74	2,30%	82	5,70%	804S0010EPR
33	15,80%	35	3,20%	092S0150EPR	75	2,00%	79	0,10%	508D0010EPR
34	15,80%	45	2,90%	092S0206EPR	76	2,00%	80	15,60%	508D0020EPR
35	15,70%	9	3,40%	153BPR1255	77	1,20%	73	2,40%	408S0010EPR
36	15,50%	46	3,60%	092S0210EPR	78	1,00%	76	0,00%	408S0040EPR
37	15,40%	49	3,60%	092S0240EPR	79	0,90%	74	2,50%	408S0020EPR
38	15,40%	50	3,60%	092S0245EPR	80	0,60%	78	3,40%	411S0015EPR
39	15,40%	47	2,10%	092S0230EPR	81	0,60%	77	2,50%	411S0010EPR
40	15,40%	48	0,90%	092S0235EPR	82	0,50%	81	0,00%	508D0030EPR
41	15,40%	38	3,10%	092S0180EPR	83	0,00%	16	0,00%	277BPR0010
42	14,90%	4	2,10%	153BPR1230	84	0,00%	12	0,00%	277APR1005

Como mencionado, o ranking dos trechos foi determinado com base no valor total de viagens capturadas em cada trecho. Essa classificação permite identificar os segmentos homogêneos que são mais indicados para existência de Postos de Parada e Descanso como mostrado na Figura 13.

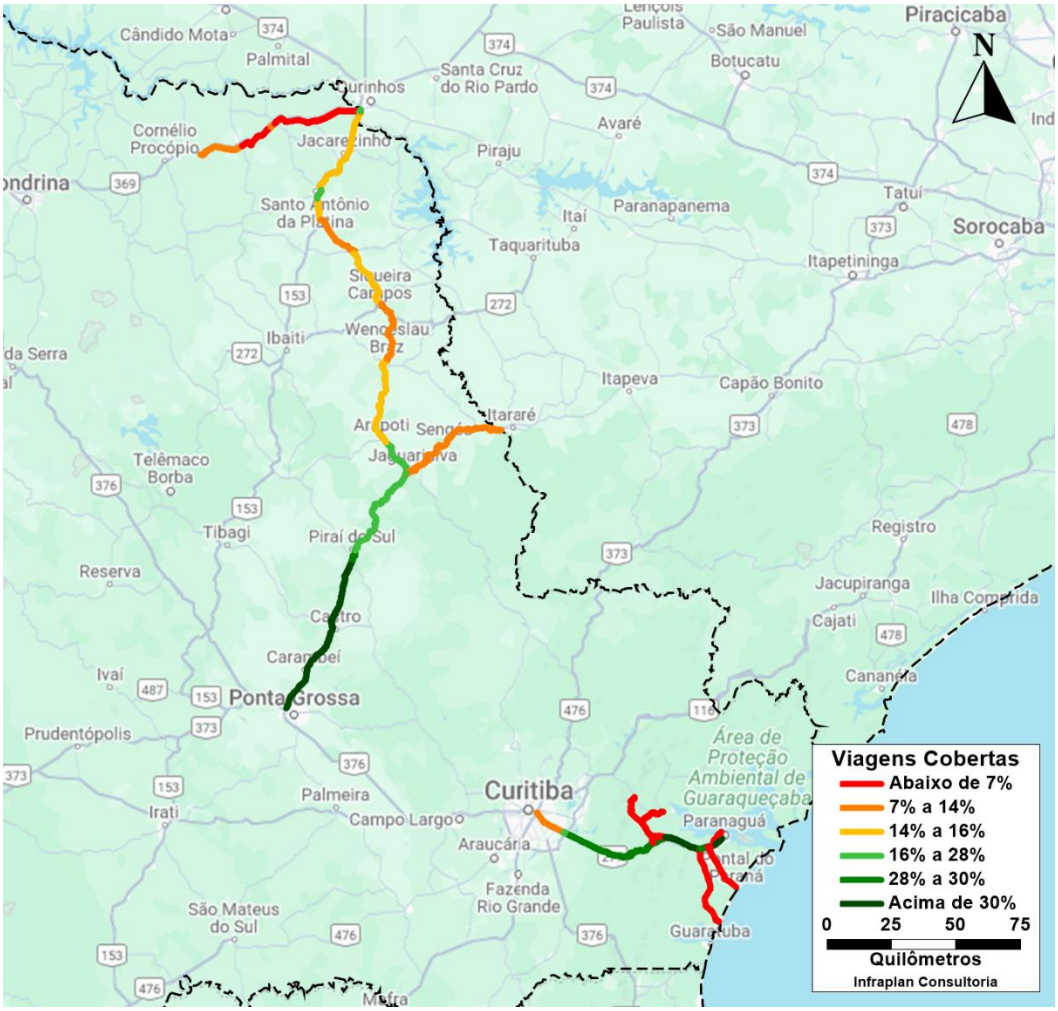


Figura 13: Percentual de viagens capturadas por segmento homogêneo

7. Análise dos tempos de viagem

Uma vez que, segundo a lei dos caminhoneiros, o motorista não deve dirigir por mais de 5h30min ininterruptas, foi realizada a verificação dos tempos das viagens da origem até o ponto médio de cada um dos 84 trechos homogêneos.

Para a caracterização dos tempos de viagens no trecho foi realizado o mapeamento dos fluxos de tráfego relevantes, incluindo uma caracterização dos principais pares OD por tempo de viagem. Essa análise foi desenvolvida de forma a possibilitar a estimativa do tempo total de deslocamento entre a origem e o destino da viagem, assim como a avaliação do tempo de viagem com o qual o condutor de veículo de carga passa a trafegar pela rodovia.

Os tempos de viagem foram estimados por meio da utilização da ferramenta Spatial Data Services Application do Bing Maps. Para tanto, foram estabelecidas as coordenadas dos centroides representativos de cada zona de tráfego para posterior consulta individual do tempo médio de deslocamento de um veículo de passeio considerando a menor distância entre os pares O/D.

Após obtenção do tempo, foi calculada a velocidade média do deslocamento, que foi corrigida para os veículos comerciais, sendo considerado para eles a velocidade de 80% daquela desenvolvida pelos automóveis, uma vez que a velocidade média esperada dos veículos comerciais é menor que a dos automóveis. A exemplificação de uma viagem, ilustrada na Figura 14, em que essa correção foi realizada, é apresentada na Tabela 10.

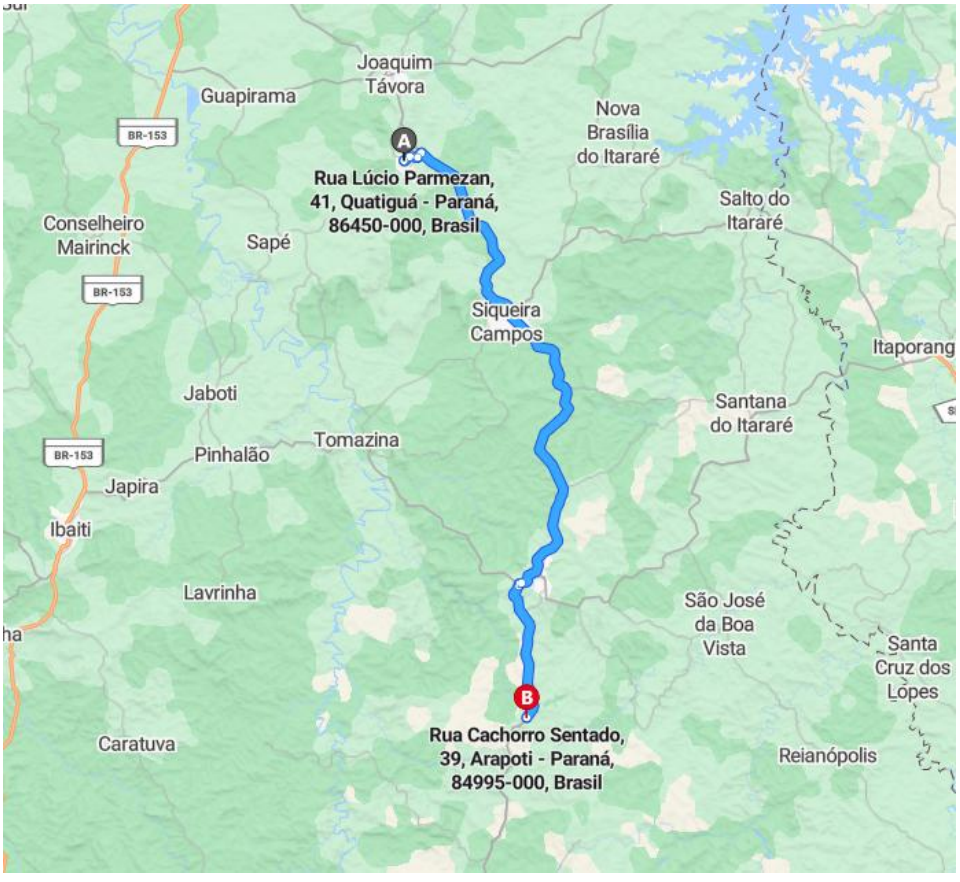


Figura 14: Distância e tempo de viagem calculadas pelo Bing Maps

Tabela 10: Exemplo da correção das velocidades dos caminhões

Origem	Destino	Distância (km)	Tempo (h)	Velocidade média (km/h)	Velocidade corrigida (km/h)	Tempo Corrigido (h)
A	B	62,2	1,00	70,00	56,00	1,29

A segmentação dos tempos de viagens na rodovia por faixa horária para os caminhões é apresentada no Gráfico 10. Cabe ressaltar que foi considerado que a viagem se reinicia a cada 12 horas, dado o período de descanso noturno. Assim, em função do limite de 5,5 horas ininterruptas de direção permitidas para os motoristas de veículos de carga, os intervalos analisados foram de 5 h a 6 h e de 11 h a 12 h. Percebe-se, pelo gráfico, que essas faixas horárias correspondem a apenas 9,6% do total das viagens percorridas no trecho.

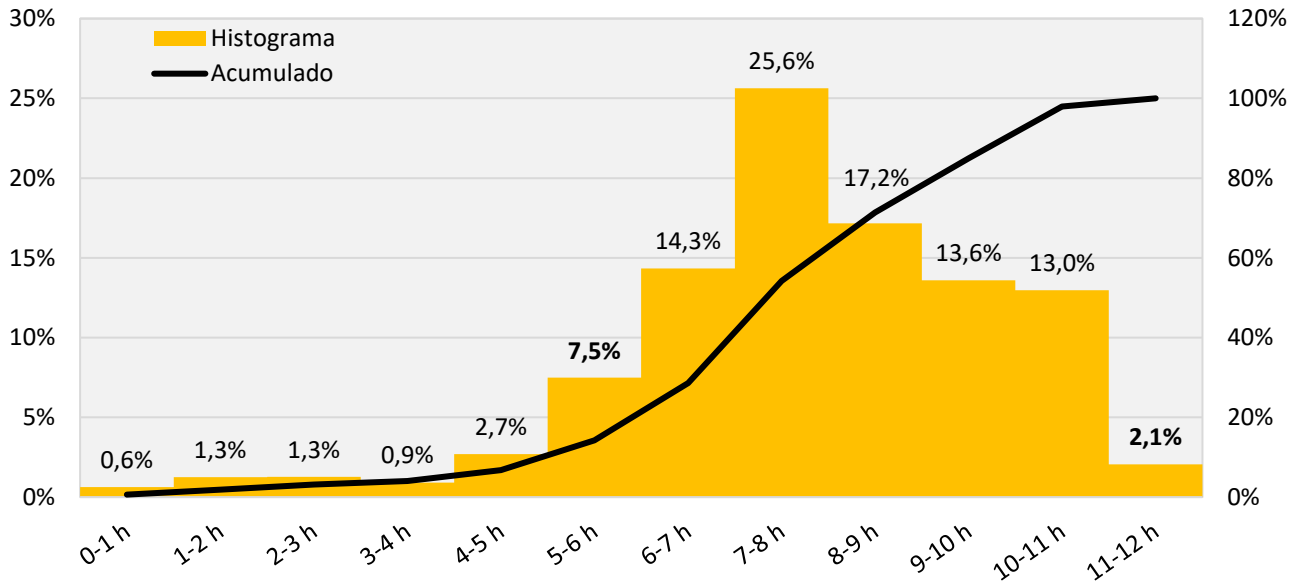


Gráfico 10: Segmentação dos tempos de viagem

Assim, a partir da combinação entre a captação de viagens por trecho e os tempos de viagem, foi possível identificar os trechos homogêneos que mais captavam viagens dentro dos tempos de interesse (entre 5 e 6 h e entre 11 e 12 h, conforme Lei nº 13.103/2015). A Tabela 11 apresenta o percentual de viagens atendidas no intervalo de interesse em cada trecho homogêneo.

Tabela 11: Percentual de viagens atendidas

TH Infraplan	TH PER	Volume atendido (%)	TH Infraplan	TH PER	Volume atendido (%)
1	153BPR1210	15,2%	43	092S0202EPR	3,1%
2	153BPR1213	16,9%	44	092S0204EPR	3,1%
3	153BPR1220	12,8%	45	092S0206EPR	2,9%
4	153BPR1230	2,1%	46	092S0210EPR	3,6%
5	153BPR1240	5,0%	47	092S0230EPR	2,1%
6	153BPR1250	5,0%	48	092S0235EPR	0,9%
7	153BPR1252	5,0%	49	092S0240EPR	3,6%
8	153BPR1253	5,0%	50	092S0245EPR	3,6%
9	153BPR1255	3,4%	51	092S0250EPR	4,1%

TH Infraplan	TH PER	Volume atendido (%)	TH Infraplan	TH PER	Volume atendido (%)
10	ACESSO/PONTE	18,3%	52	092S0270EPR	4,6%
11	277APR2005	8,4%	53	151S0120EPR	8,5%
12	277APR1005	0,0%	54	151S0130EPR	16,5%
13	277APR2010	8,4%	55	151S0160EPR	23,9%
14	277APR3005	8,9%	56	151S0163EPR	27,0%
15	277APR3010	19,1%	57	151S0167EPR	28,8%
16	277BPR0010	0,0%	58	151O0170EPR	16,0%
17	277BPR0015	8,6%	59	151S0174EPR	26,6%
18	277BPR0020	9,3%	60	151O0176EPR	28,8%
19	277BPR0025	3,8%	61	151D0180EPR	28,8%
20	277BPR0030	7,2%	62	151D0185EPR	20,8%
21	277BPR0033	6,0%	63	151D0190EPR	19,7%
22	277BPR0033	8,7%	64	151D0200EPR	20,0%
23	277BPR0033	7,3%	65	151D0210EPR	27,1%
24	277BPR0033	8,0%	66	151D0220EPR	28,9%
25	369BPR0473	4,0%	67	151D0225EPR	29,4%
26	369BPR0480	4,0%	68	151D0230EPR	20,0%
27	369BPR0480	5,3%	69	151D0250EPR	23,6%
28	369BPR0490	5,1%	70	239S0010EPR	3,1%
29	369BPR0495	4,2%	71	407D0010EPR	2,3%
30	369BPR0500	4,5%	72	407S0020EPR	2,3%
31	369BPR0530	4,6%	73	408S0010EPR	2,4%
32	369BPR0540	4,6%	74	408S0020EPR	2,5%
33	092S0130EPR	18,3%	75	408S0030EPR	1,6%
34	092S0140EPR	18,1%	76	408S0040EPR	0,0%
35	092S0150EPR	3,2%	77	411S0010EPR	2,5%
36	092S0160EPR	17,6%	78	411S0015EPR	3,4%
37	092S0170EPR	3,1%	79	508D0010EPR	0,1%
38	092S0180EPR	3,1%	80	508D0020EPR	15,6%
39	092S0185EPR	3,4%	81	508D0030EPR	0,0%
40	092S0190EPR	3,4%	82	804S0010EPR	5,7%
41	092S0195EPR	3,4%	83	855S0010EPR	4,5%
42	092S0200EPR	3,1%	84	855S0020EPR	4,6%

Através da análise do percentual de viagens atendidas, foi possível avaliar o número total de viagens de veículos comerciais atendidas. Isso foi realizado multiplicando o percentual de viagens nos tempos de interesse (entre 5 e 6 h e entre 11 e 12 h) pelo volume diário médio anual de caminhões (VDMAc) em cada trecho do Litoral Pioneiro, conforme demonstrado no Gráfico 11. Percebe-se que os trechos homogêneos 65, 66 e 67 estão entre os segmentos que mais captam viagens nos intervalos de interesse analisados.

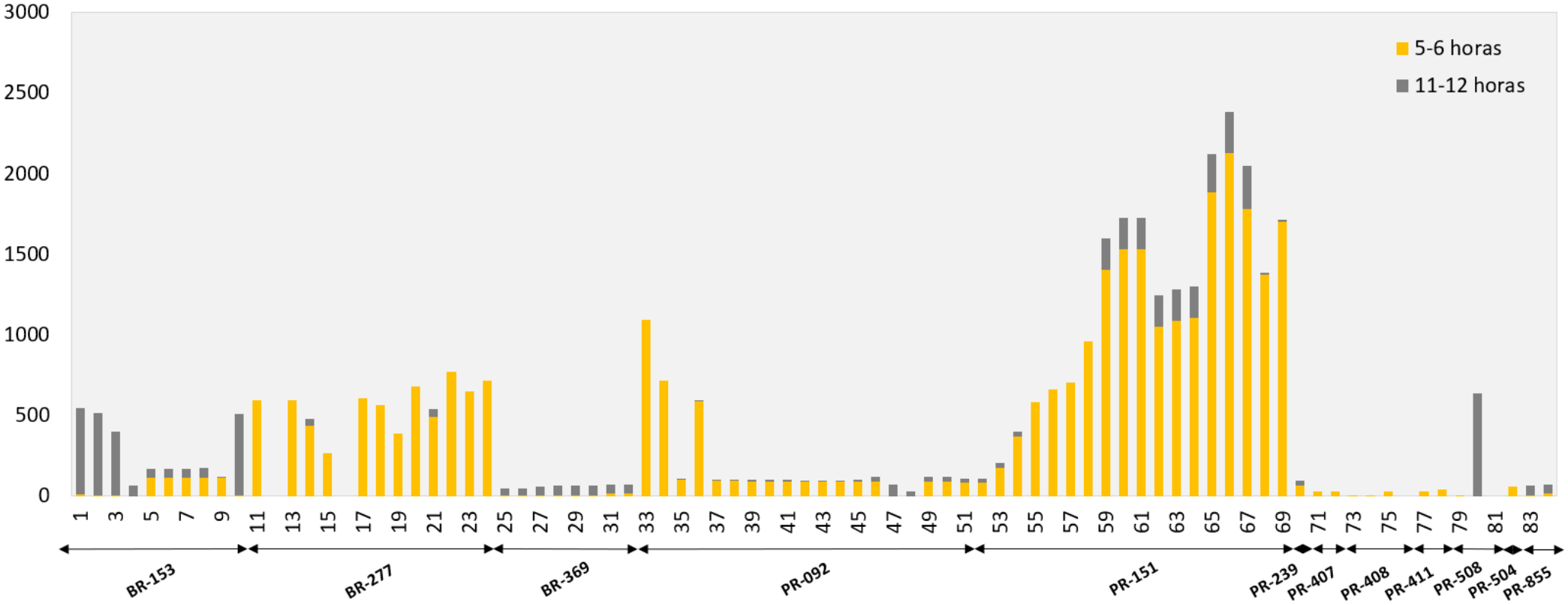


Gráfico 11: Número de viagens atendidas entre 5 e 6 h e 11 e 12 h por trecho

8. Análise de cobertura dos trechos

8.1. Locais de parada existentes

Os PPDs servem de apoio para atendimento ao motorista rodoviário e, para isso, precisam apresentar infraestrutura adequada, conforme disposto na Portaria 1.343/2019. Assim, para que um posto de parada seja considerado um PPD ele necessita de, no mínimo, instalações sanitárias, compartimentos com chuveiro, ambiente para refeições, disponibilização de água, vagas de estacionamento, entre outros requisitos para que atenda às necessidades dos motoristas.

Pensando nisto, foram levantados os locais de parada ao longo do trecho estudado, cadastrando as informações relevantes para avaliar sua conformidade com os requisitos do PER e classificá-los como potenciais postos de parada e descanso. A localização dos locais levantados na etapa de cadastro é apresentada na Figura 15.

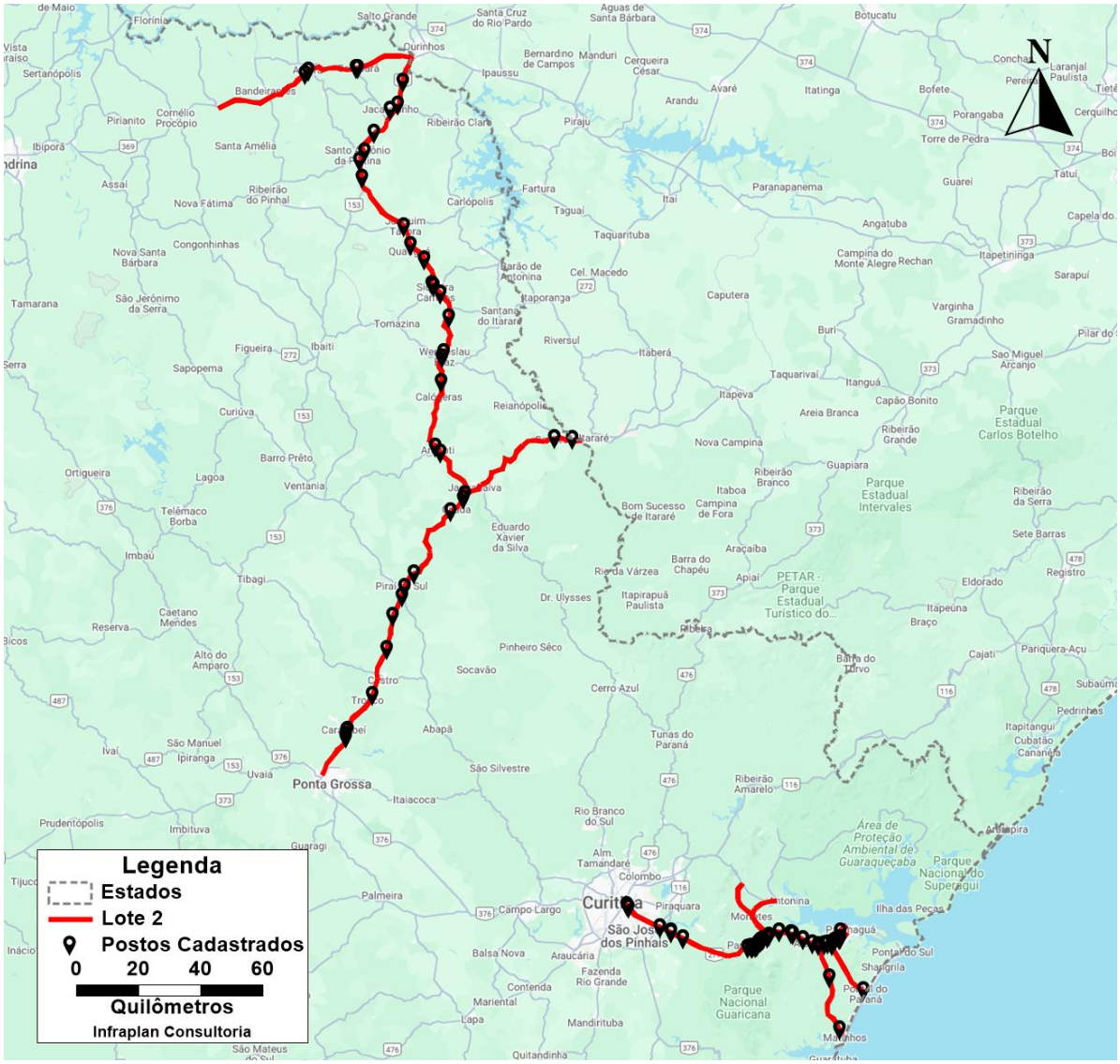


Figura 15: Localização dos Pontos de Apoio levantados

Para a classificação dos pontos de apoio, foram elencados quatro parâmetros básicos, dos quais derivam todos as outras informações relevantes ao cadastro do ponto de parada e descanso. A classificação contempla a existência de pátio para estacionamento e manobra, instalações sanitárias (que contenham vaso sanitário, lavatório e chuveiro), disponibilização de água potável, serviços de monitoramento eletrônico e de vigilância. A Tabela 12 apresenta a conformidade com os critérios estabelecidos para cada um dos locais listados como possíveis PPDs.

Tabela 12: Relação dos PPDs existentes ao longo das rodovias

Nome	Rodovia_km	Pátio para estacionamento	Instalações sanitárias	Disponibilização de água	Mon. Eletrônico ou vigilância
Posto Maru I	BR-277_km 82.6		X		
Posto Maru VI	BR-277_km 81.7	X	X	X	
Posto Roseira	BR-277_km 69.6		X		
Posto Maru II	BR-277_km 65.9	X	X	X	X
Posto Maru IV	BR-277_km 65.9	X	X	X	
Borracharia São Francisco	BR-277_km 61	X	X		
Borracharia Ivaiporã	BR-277_km 37	X	X	X	
Banca da Pamonha	BR-277_km 35,8	X	X	X	
Lanchonete Cachoeira	BR-277_km 35,2	X	X	X	
Lanchonete bela vista	BR-277_km 35	X	X	X	X
Banca de Marujo	BR-277_km 34,4	X	X	X	
Banca do João	BR-277_km 34,2	X	X	X	
Lanchonete Verde Vale	BR-277_km 34	X	X	X	X
Pastelaria do Dino	BR-277_km 33,4	X			
Lanchonete Brilho do Sol	BR-277_km 31,1	X	X	X	
Restaurante Roda d´água	BR-277_km 31	X	X	X	X
Banca Beia Rio	BR-277_km 32	X	X	X	
Restaurante taninha	BR-277_km 30,8	X	X	X	
Autoposto moreira	BR-277_km 30		X		
Lanchonete do Catarina	BR-277_km 29,5	X	X	X	X
Lanchonete Estrela do mar	BR-277_km 28,2	X	X	X	
Restaurante Siri Cascudo II	BR-277_km 29	X	X	X	X
Banca da Juca	BR-277_km 19,9	X	X	X	X
Banca do Samuca	BR-277_km 19,2	X	X	X	
CS Bebidas	BR-277_km 15,5	X	X	X	
Posto Mariental 7	BR-277_km 12,5	X	X	X	X
Posto Atlântico	BR-277_km 10,7	X	X	X	
Cantina Pixirica	BR-277_km 8,6	X	X	X	
Posto Jaú	BR-277_km 7,2	X	X	X	X
Posto 44	BR-277_km 5,2	X	X	X	X
Posto Aldo	BR-277_km 5	X	X	X	
Posto Juninho	BR-277_km 1	X	X	X	
Posto O Cupim	Av. Ayrton Senna, 6630	X			X
Posto Thomé	Av. Ayrton Senna, 6220	X	X	X	X
Posto Salvaro	PR-407	X	X		X

Nome	Rodovia_km	Pátio para estacionamento	Instalações sanitárias	Disponibilização de água	Mon. Eletrônico ou vigilância
Posto Maru III	PR-407_km 18		X	X	
Fastiservice	PR-408_km 0	X	X	X	X
Distribuidora de Bebidas Lima	PR-508_km 10,2	X	X	X	
Posto Caiobá	PR-508_km 29+200	X	X	X	
Fastfrete	PR-804_km 0	X	X	X	X
Recanto Dona Ailza	PR-369_km 37,5	X	X	X	
Postão Amigão	PR-369_km 37 + 200	X	X	X	
Posto Guapó	PR-369_km 37 + 200	X	X	X	
Posto Guairacá	PR-369_km 19	X	X	X	
Autoposto Conexão	PR-153_km 8 + 500	X	X	X	X
Autoposto Divisão	PR -153_km 10+600	X	X	X	
Autoposto Aeroporto	BR-153_km 17	X	X	X	
Autoposto Cristalina	PR-153_km 31+400	X	X	X	X
Posto Santa Rita	PR -153_km 38	X	X	X	
Posto Platina Shell	PR-153_km 39	X	X	X	
Posto Juninho Shell	PR-153_km 47+600	X	X	X	X
Posto Cana Verde	PR-092	X	X	X	X
Restaurante da Familia	PR-093_km277	X	X	X	
Posto Mazoti	PR-092	X	X	X	X
Posto Quatiguá	PR-092_km 297+200	X	X	X	X
Posto Siqueira	PR-092	X	X	X	X
Posto Pioneiro	PR-092_km 308	X	X	X	
Posto Pro Tork	PR-092_km 28+400	X	X	X	
Restaurante Casa Grande	PR-092_km 268	X	X		
Posto Cristo Rei 2	PR-092_km 293	X	X	X	
Autoposto Cobalchini	PR-092	X	X	X	X
Autoposto Huck	PR-092	X	X	X	
Posto Paranazão	PR-092_km 231	X	X	X	
Restaurante Família Brasil	PR-151_km 261	X	X		
Ponto do Mel	PR-151_km 294+800	X	X		
Posto Mahle	PR-151_km 312	X	X	X	X
Posto Florense 2	PR-151_km 311	X	X	X	
Restaurante Mirandinha	PR-151_km 224	X	X	X	
Posto Juninho	PR-151_km 309	X	X	X	
Posto do Mel III	PR-151_km 279	X	X	X	
Posto Ipirangão	PR-151_km 267+900	X	X	X	
Autoposto Rolim Rincão	PR-151_km	X	X	X	
Posto Protork	PR-151_km 251	X	X	X	
Posto Pelanda	PR-151_km 216+700	X	X	X	X
Posto Pelanda 2	PR-151_km 225+250	X	X	X	
Posto Contorno	PR-151_km 130	X	X	X	
Posto W.D	PR-239_km	X	X	X	

Nome	Rodovia_km	Pátio para estacionamento	Instalações sanitárias	Disponibilização de água	Mon. Eletrônico ou vigilância
Autoposto Funil	PR-151_km 273	X	X	X	

8.2. Verificação dos trechos

Considerando a complexidade de se representar a realidade observada em campo em modelos de simulação de tráfego, principalmente no que concerne às condições de atendimento aos PPDs, torna-se fundamental a utilização de ferramentas de simulação capazes, aliadas à aplicação dos conceitos de engenharia de transporte e logística, de permitir a análise de diferentes cenários, identificar gargalos e, consequentemente, dimensionar adequadamente os recursos.

No presente projeto, foi avaliada a necessidade de disponibilização de postos de parada e descanso, assim como previstos no PER. Com esse propósito, foi analisado o resultado combinado dos possíveis trechos de maior captura e com maior percentual de viagens atendidas dentro da faixa horária de interesse (5 h a 6 h e de 11 h a 12 h).

Para isso, os postos para possíveis PPDs foram selecionados com base na conformidade atual com o PER e na necessidade de ajustes, especialmente quanto à presença de chuveiros e segurança local. Assim, com adaptações apropriadas, esses locais passam a atender aos requisitos mínimos estabelecidos pelo PER.

Cabe ressaltar que todos os pontos avaliados funcionam 24 horas por dia, todos os dias da semana. Além disso, a ausência de chuveiros foi observada tanto nos banheiros masculinos quanto nos femininos.

Na análise, além dos postos levantados foram considerados os PPDs propostos no PER. O PPD 2, localizado no km 5,1 da BR-277/PR, bem como colocado pelo PER, necessita de melhorias. O PPD 1, planejado no km 207,6 da PR-092/PR foi o escolhido pela Concessionária para ser implantado. Dessa maneira, o objetivo foi avaliar a cobertura dos PPDs existentes e a implantação do PPD 1 no trecho indicado.

A Figura 16 ilustra a localização dos postos cadastrados analisados, enquanto a Tabela 13 detalha as adaptações necessárias.

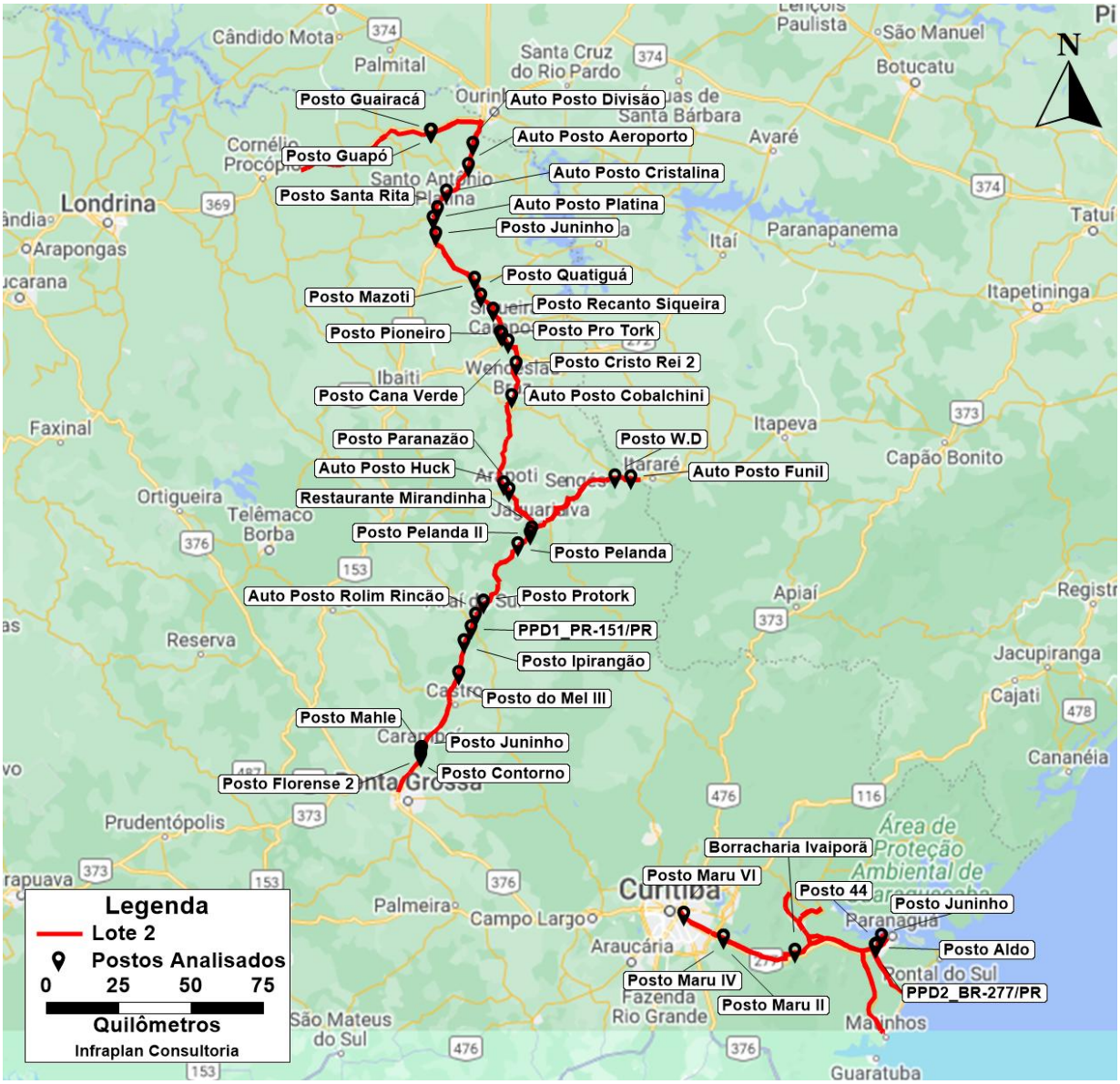


Figura 16: Localização dos postos analisados na verificação dos trechos

Tabela 13: Postos analisados e suas adequações necessárias

Nome	Rodovia_km	Adequação Necessária
Posto Maru VI	BR-277_km 81.7	Adequar Chuveiro e Vigilância
Posto Maru II	BR-277_km 65.9	Adequar Chuveiro
Posto Maru IV	BR-277_km 65.9	Adequar Chuveiro e Vigilância
Borracharia Ivaiporã	BR-277_km 37	Adequar Chuveiro e Vigilância
Posto 44	BR-277_km 5,2	Adequado
Posto Aldo	BR-277_km 5	Adequar Vigilância
Posto Juninho (Posto Monte Carlo)	BR-277_km 1	Adequar Vigilância
Posto Guapó	PR-369_km 37 + 200	Adequar Vigilância
Posto Guairacá	PR-369_km 19	Adequar Vigilância
Autoposto Divisão	PR -153_km 10+600	Adequar Vigilância
Autoposto Aeroporto (antigo Cristo Rei Shell)	BR-153_km 17	Adequar Vigilância

Nome	Rodovia_km	Adequação Necessária
Autoposto Cristalina	PR-153_km 31+400	Adequado
Posto Santa Rita	PR -153_km 38	Adequar Vigilância
Posto Platina Shell	PR-153_km 39	Adequar Vigilância
Posto Juninho Shell	PR-153_km 47+600	Adequado
Posto Cana Verde	PR-092	Adequado
Posto Mazoti	PR-092	Adequado
Posto Quatiguá	PR-092_km 297+200	Adequado
Posto Siqueira	PR-092	Adequado
Posto Pioneiro	PR-092_km 308	Adequar Vigilância
Posto Pro Tork	PR-092_km 28+400	Adequar Vigilância
Posto Cristo Rei 2	PR-092_km 293	Adequar Vigilância
Autoposto Cobalchini	PR-092	Adequado
Autoposto Huck	PR-092	Adequar Vigilância
Posto Paranazão	PR-092_km 231	Adequar Vigilância
Posto Mahle	PR-151_km 312	Adequado
Posto Florense 2	PR-151_km 311	Adequar Vigilância
Restaurante Mirandinha	PR-151_km 224	Adequar Chuveiro e Vigilância
Posto Juninho	PR-151_km 309	Adequar Vigilância
Posto do Mel III	PR-151_km 279	Adequar Vigilância
posto ipirangão	PR-151_km 267+900	Adequar Vigilância
Autoposto Rolim Rincão	PR-151_km	Adequar Vigilância
Posto Protork	PR-151_km 251	Adequar Vigilância
Posto Pelanda	PR-151_km 216+700	Adequado
Posto Pelanda 2	PR-151_km 225+250	Adequar Vigilância
Posto Contorno	PR-151_km 130	Adequar Vigilância
Posto W.D	PR-239_km	Adequar Vigilância
Autoposto Funil	PR-151_km 273	Adequar Vigilância

Para a verificação de cobertura dos trechos foi utilizado o *software* Transcad, que elabora a partir de parâmetros definidos, um mapa de isócronas, que consiste em apresentar áreas que conectam locais com o mesmo tempo de viagem ou deslocamento. Este mapa é usado para visualizar a acessibilidade entre diferentes áreas, ajudando a identificar regiões mais ou menos alcançáveis em determinado intervalo de tempo, sendo frequentemente usado para planejamento de transporte e análise de mobilidade.

Assim, realizou-se a análise de cobertura com base no tempo de viagem percorrido pelos motoristas entre as rodovias do lote e os locais de parada existentes. Para isso foi limitado o tempo para que todas as viagens consigam chegar em um posto de descanso com, no máximo, uma hora de viagem.

A Figura 17 mostra a análise de cobertura que inclui os 38 postos cadastrados (conforme Tabela 13), juntamente com o PPD 2 (PPD melhoria) na BR-277/PR. Por outro lado, a Figura 18 apresenta a análise que inclui esses pontos, além do PPD 1 (PPD implantação) na PR-092.

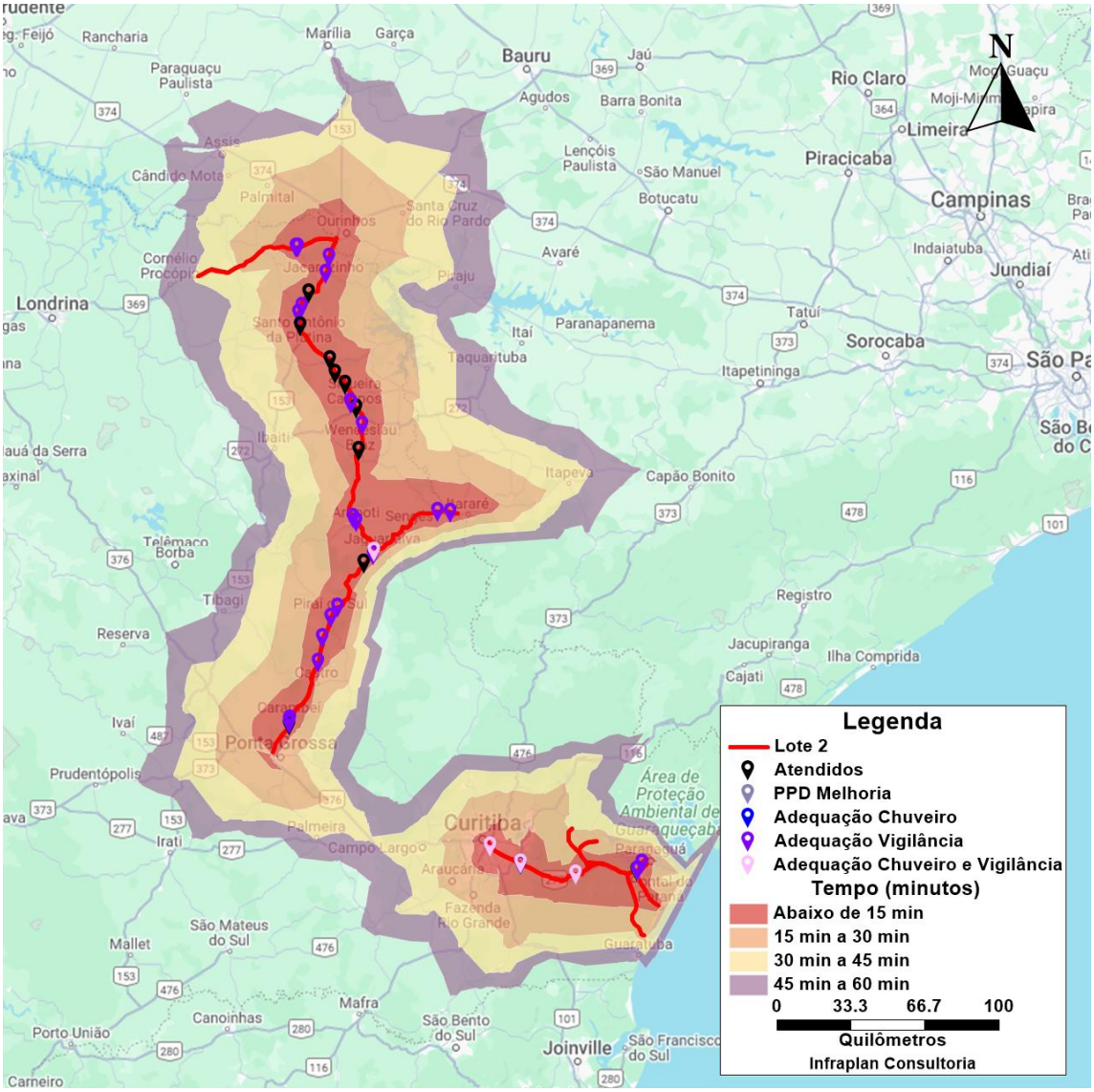


Figura 17: Traçado de isócronas com base nos pontos de apoio existentes e com o PPD2

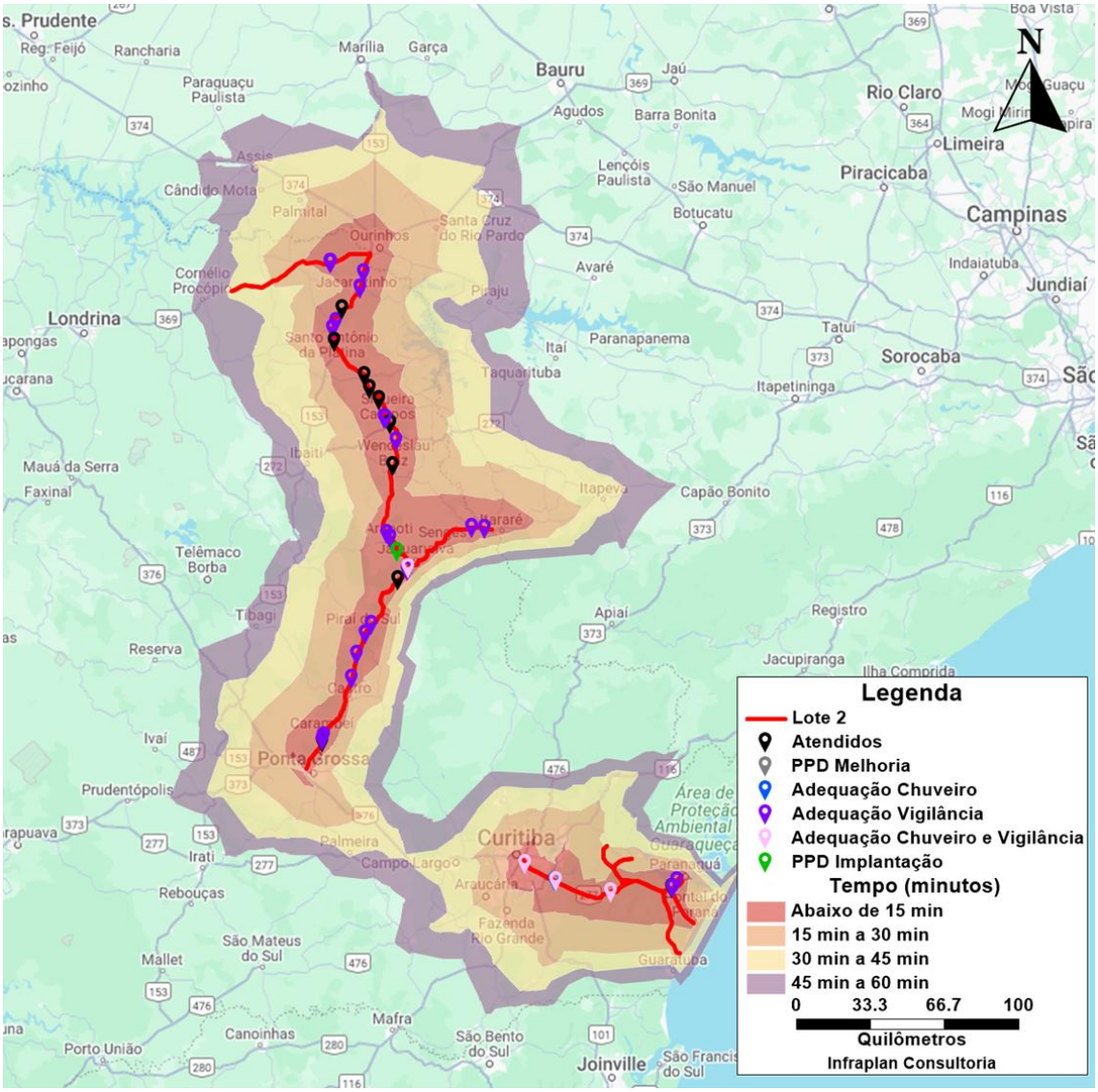


Figura 18: Isócronas com base nos pontos de apoio existentes e com os PPD 1 e PPD 2

Com base nos resultados obtidos, foi constatado que os pontos de parada existentes abrangem todas as rodovias do lote. Destaca-se que é possível encontrar um posto de descanso em menos de 15 minutos em quase todo o trecho rodoviário, enquanto os demais trechos estão, no máximo, a 45 minutos de distância de um dos PPDs identificados.

Considerando a necessidade de disponibilização de dois postos de parada e descanso conforme previsto no PER, foi avaliado o PPD existente no km 5,1 da rodovia BR-277/PR, que necessita de melhorias, assim como a implantação do PPD 1 na PR-092, TH 34, visando atender os trechos com maior captação de viagens.

8.3. Resultado dos trechos

Com o objetivo de analisar o número total de viagens atendidas e dentro do intervalo horário de interesse, foi realizada uma avaliação dos trechos homogêneos da concessão. A seleção dos trechos foi baseada na combinação dos resultados referentes ao percentual de viagens captadas de veículos

comerciais na concessão em estudo e ao percentual de viagens dentro da faixa de interesse. Com isso, buscou-se otimizar o atendimento e a eficiência das viagens nessa região.

A Tabela 14, a seguir, mostra a comparação do percentual de veículos cobertos e atendidos entre os trechos estudados.

Tabela 14: Percentual de atendimento nos THs das rodovias do lote

TH_PER	TH_INFRA	Rodovia	km Inicial	km final	Volume coberto (%)	Volume atendido (%)
153BPR1210	TH1	BR-153	0	1	17,0%	15,2%
153BPR1213	TH2	BR-153	1	19	14,1%	16,9%
153BPR1220	TH3	BR-153	19	25	14,4%	12,8%
153BPR1230	TH4	BR-153	25	40	14,9%	2,1%
153BPR1240	TH5	BR-153	40	41	16,0%	5,0%
153BPR1250	TH6	BR-153	41	42	16,0%	5,0%
153BPR1252	TH7	BR-153	42	43	16,0%	5,0%
153BPR1253	TH8	BR-153	43	44	16,3%	5,0%
153BPR1255	TH9	BR-153	44	53	15,7%	3,4%
ACESSO/PONTE	TH10	BR-153	0	0	13,1%	18,3%
277APR2005	TH11	BR-277	0	2	33,1%	8,4%
277APR1005	TH12	BR-277	0	3	0,0%	0,0%
277APR2010	TH13	BR-277	2	8	33,1%	8,4%
277APR3005	TH14	BR-277	0	4	18,5%	8,9%
277APR3010	TH15	BR-277	4	13	8,2%	19,1%
277BPR0010	TH16	BR-277	0	5	0,0%	0,0%
277BPR0015	TH17	BR-277	5	7	33,1%	8,6%
277BPR0020	TH18	BR-277	7	10	28,7%	9,3%
277BPR0025	TH19	BR-277	10	24	30,5%	3,8%
277BPR0030	TH20	BR-277	24	29	29,5%	7,2%
277BPR0033	TH21	BR-277	29	46	29,8%	6,0%
277BPR0033	TH22	BR-277	46	55	29,8%	8,7%
277BPR0033	TH23	BR-277	55	68	29,8%	7,3%
277BPR0033	TH24	BR-277	68	70	29,8%	8,0%
369BPR0473	TH25	BR-369	1	4	5,4%	4,0%
369BPR0480	TH26	BR-369	4	18	5,4%	4,0%
369BPR0480	TH27	BR-369	18	22	5,4%	5,3%
369BPR0490	TH28	BR-369	22	37	6,3%	5,1%
369BPR0495	TH29	BR-369	37	39	7,7%	4,2%
369BPR0500	TH30	BR-369	39	52	6,8%	4,5%
369BPR0530	TH31	BR-369	61	71	7,8%	4,6%
369BPR0540	TH32	BR-369	71	88	7,8%	4,6%
092S0130EPR	TH33	PR-092	200	200	27,4%	18,3%
092S0140EPR	TH34	PR-092	200	218	18,3%	18,1%
092S0150EPR	TH35	PR-092	218	219	15,8%	3,2%
092S0160EPR	TH36	PR-092	219	239	15,8%	17,6%
092S0170EPR	TH37	PR-092	239	252	15,8%	3,1%

TH_PER	TH_INFRA	Rodovia	km Inicial	km final	Volume coberto (%)	Volume atendido (%)
092S0180EPR	TH38	PR-092	252	253	15,4%	3,1%
092S0185EPR	TH39	PR-092	253	255	13,8%	3,4%
092S0190EPR	TH40	PR-092	255	256	13,8%	3,4%
092S0195EPR	TH41	PR-092	256	273	13,8%	3,4%
092S0200EPR	TH42	PR-092	273	280	14,0%	3,1%
092S0202EPR	TH43	PR-092	280	281	14,0%	3,1%
092S0204EPR	TH44	PR-092	281	282	14,0%	3,1%
092S0206EPR	TH45	PR-092	282	283	15,8%	2,9%
092S0210EPR	TH46	PR-092	283	299	15,5%	3,6%
092S0230EPR	TH47	PR-092	299	300	15,4%	2,1%
092S0235EPR	TH48	PR-092	300	302	15,4%	0,9%
092S0240EPR	TH49	PR-092	302	306	15,4%	3,6%
092S0245EPR	TH50	PR-092	306	307	15,4%	3,6%
092S0250EPR	TH51	PR-092	307	308	12,5%	4,1%
092S0270EPR	TH52	PR-092	308	327	10,8%	4,6%
151S0120EPR	TH53	PR-151	176	186	10,8%	8,5%
151S0130EPR	TH54	PR-151	186	209	10,8%	16,5%
151S0160EPR	TH55	PR-151	209	210	10,9%	23,9%
151S0163EPR	TH56	PR-151	210	214	10,9%	27,0%
151S0167EPR	TH57	PR-151	214	216	10,9%	28,8%
151O0170EPR	TH58	PR-151	216	223	27,4%	16,0%
151S0174EPR	TH59	PR-151	223	243	27,4%	26,6%
151O0176EPR	TH60	PR-151	243	256	27,4%	28,8%
151D0180EPR	TH61	PR-151	256	256	27,4%	28,8%
151D0185EPR	TH62	PR-151	256	258	27,4%	20,8%
151D0190EPR	TH63	PR-151	258	261	29,7%	19,7%
151D0200EPR	TH64	PR-151	261	262	29,7%	20,0%
151D0210EPR	TH65	PR-151	262	289	36,2%	27,1%
151D0220EPR	TH66	PR-151	289	290	38,1%	28,9%
151D0225EPR	TH67	PR-151	290	291	32,0%	29,4%
151D0230EPR	TH68	PR-151	291	310	32,0%	20,0%
151D0250EPR	TH69	PR-151	310	320	33,4%	23,6%
239S0010EPR	TH70	PR-239	0	13	13,9%	3,1%
407D0010EPR	TH71	PR-407	0	4	6,1%	2,3%
407S0020EPR	TH72	PR-407	4	19	6,1%	2,3%
408S0010EPR	TH73	PR-408	0	4	1,2%	2,4%
408S0020EPR	TH74	PR-408	4	10	0,9%	2,5%
408S0030EPR	TH75	PR-408	11	17	3,4%	1,6%
408S0040EPR	TH76	PR-408	17	23	1,0%	0,0%
411S0010EPR	TH77	PR-411	1	7	0,6%	2,5%
411S0015EPR	TH78	PR-411	7	14	0,6%	3,4%
508D0010EPR	TH79	PR-508	0	30	2,0%	0,1%
508D0020EPR	TH80	PR-508	30	31	2,0%	15,6%
508D0030EPR	TH81	PR-508	31	31	0,5%	0,0%

TH_PER	TH_INFRA	Rodovia	km Inicial	km final	Volume coberto (%)	Volume atendido (%)
804S0010EPR	TH82	PR-804	0	3	2,3%	5,7%
855S0010EPR	TH83	PR-855	0	3	6,8%	4,5%
855S0020EPR	TH84	PR-855	3	8	7,8%	4,6%

Torna-se válido destacar que, mesmo que alguns trechos demonstrem uma boa captação de viagens de caminhão (volume coberto), isso não necessariamente os torna pontos ideais para a implantação de um PPD. A análise do volume captado deve ser realizada em conjunto com as viagens atendidas dentro do tempo de interesse (viagens de interesse). Isso porque o volume captado refere-se ao percentual do volume total que passa no TH ao longo do dia, enquanto o volume de interesse está relacionado ao volume dentro da faixa horária de descanso dos caminhoneiros.

Dessa forma, com base nos resultados obtidos e com as considerações passadas pela Concessionaria o local selecionado para a implantação do novo PPD foi no TH 34 (Figura 19), conforme indicado no PER. Cabe ressaltar que esse trecho capta 18,3% e atende 18,1% das viagens dentro do horário de interesse (5-6 e 11-12 horas).

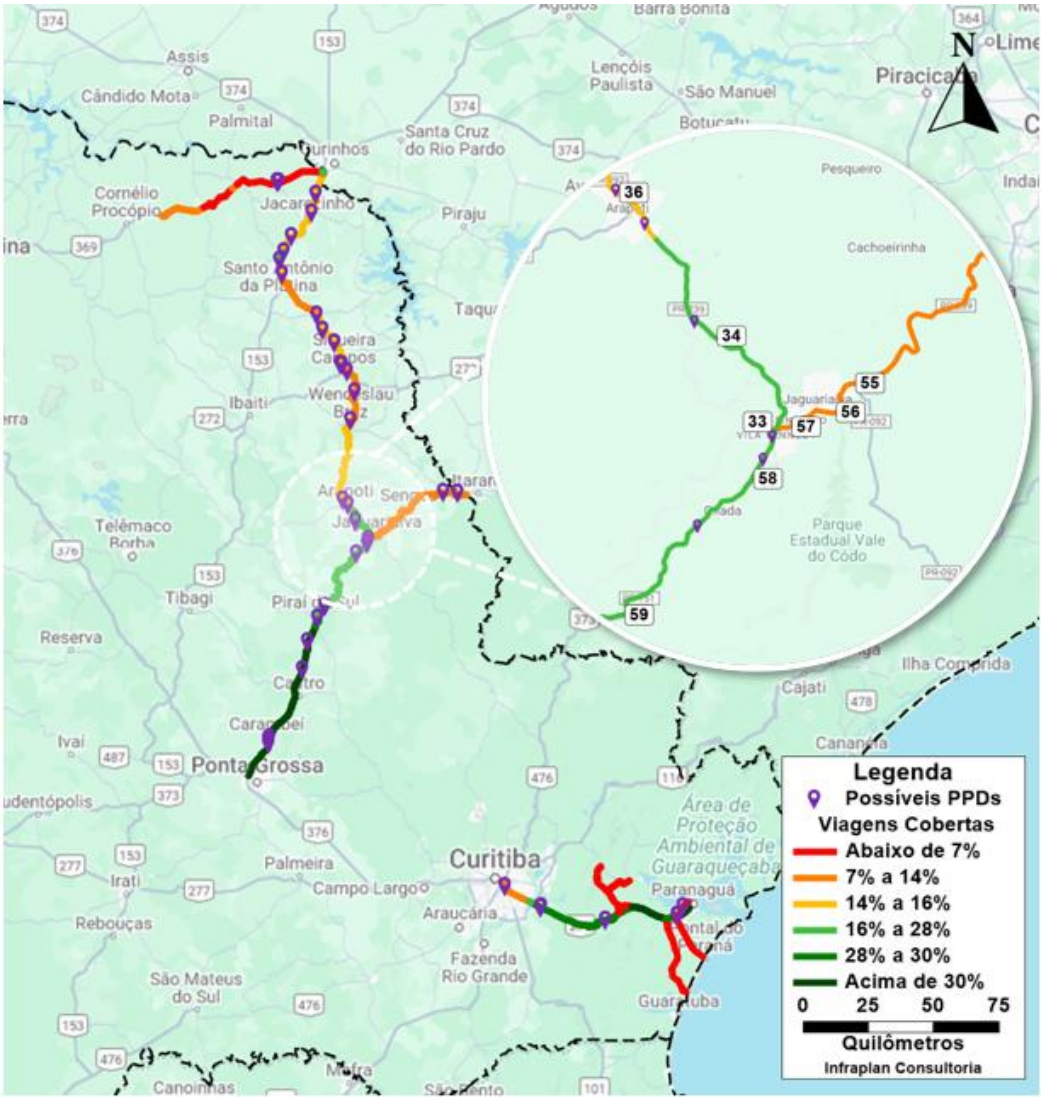


Figura 19: Pontos de apoio nos Trechos com maior percentual de viagens cobertas

9. Avaliação da quantidade mínima de vagas necessárias

Conforme acordado, o resultado do percentual de captação e das viagens atendidas foi apresentado à Contratante. Esta, por sua vez, optou por avaliar outros critérios para a implantação do PPD, como a análise do greide do trecho, desapropriações e licenciamento ambiental. A avaliação das desapropriações e do licenciamento ambiental foi crucial, uma vez que a dimensão do PPD necessária para atender aos requisitos do PER ultrapassa a faixa de domínio da rodovia.

Dessa forma, o trecho homogêneo selecionado para a implantação do PPD foi o segmento da PR-092, proposto no PER, TH 34. Para a avaliação da quantidade mínima de vagas necessárias, foram utilizados os dados de contagens volumétricas classificadas fornecidos pela Contratante, referentes ao posto de contagem P07, localizado no km 290 da PR-092, bem como o percentual de atendimento do trecho e o VDMA comercial, ambos calculados nos capítulos anteriores.

O volume foi registrado durante 24 horas por 7 dias, de 10 a 16 de julho. Para a análise, foi utilizada a distribuição horária do tráfego, conforme mostrado no gráfico a seguir.

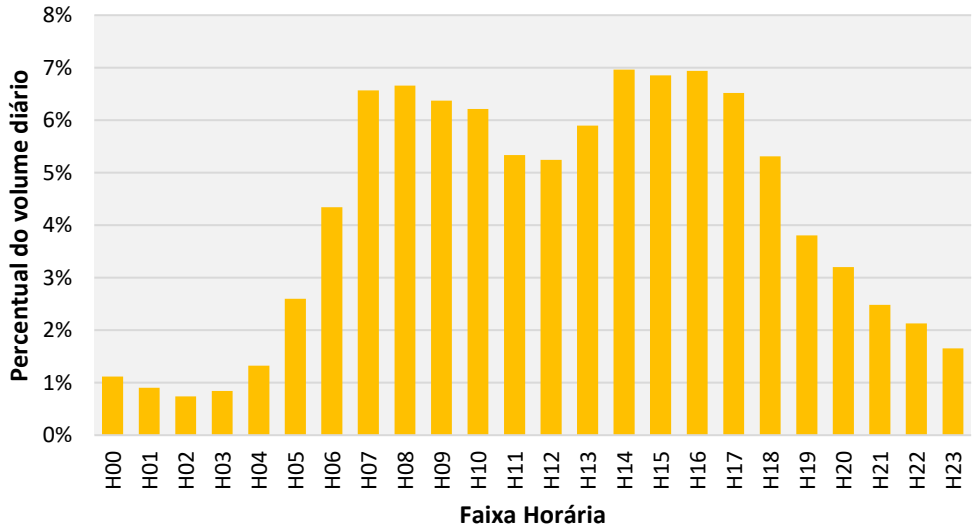


Gráfico 12: Percentual do tráfego diário por hora

Para calcular o VDMA de interesse ($VDMA_i$) do trecho o VDMA comercial ($VDMA_c$) foi multiplicado pelo percentual de atendimento do TH 34, apresentado na Tabela 15.

Tabela 15: VDMA de interesse

% Atendimento	($VDMA_c$)	($VDMA_i$)
18,1%	3943	715

Além disso, foi realizada uma análise conjunta do PPD a ser implantado e dos possíveis pontos de parada existentes na via, conforme apresentado anteriormente. Isso é necessário, pois, para determinar a quantidade de vagas necessárias, deve-se avaliar a infraestrutura disponível, a fim de evitar a implantação de um local superdimensionado que não será utilizado em sua plenitude.

Dessa forma, foi elaborado novamente um mapa de cobertura, utilizando como ponto de partida o PPD do TH34. A figura a seguir apresenta os PPDs localizados a menos de 30 minutos do PPD a ser implantado.

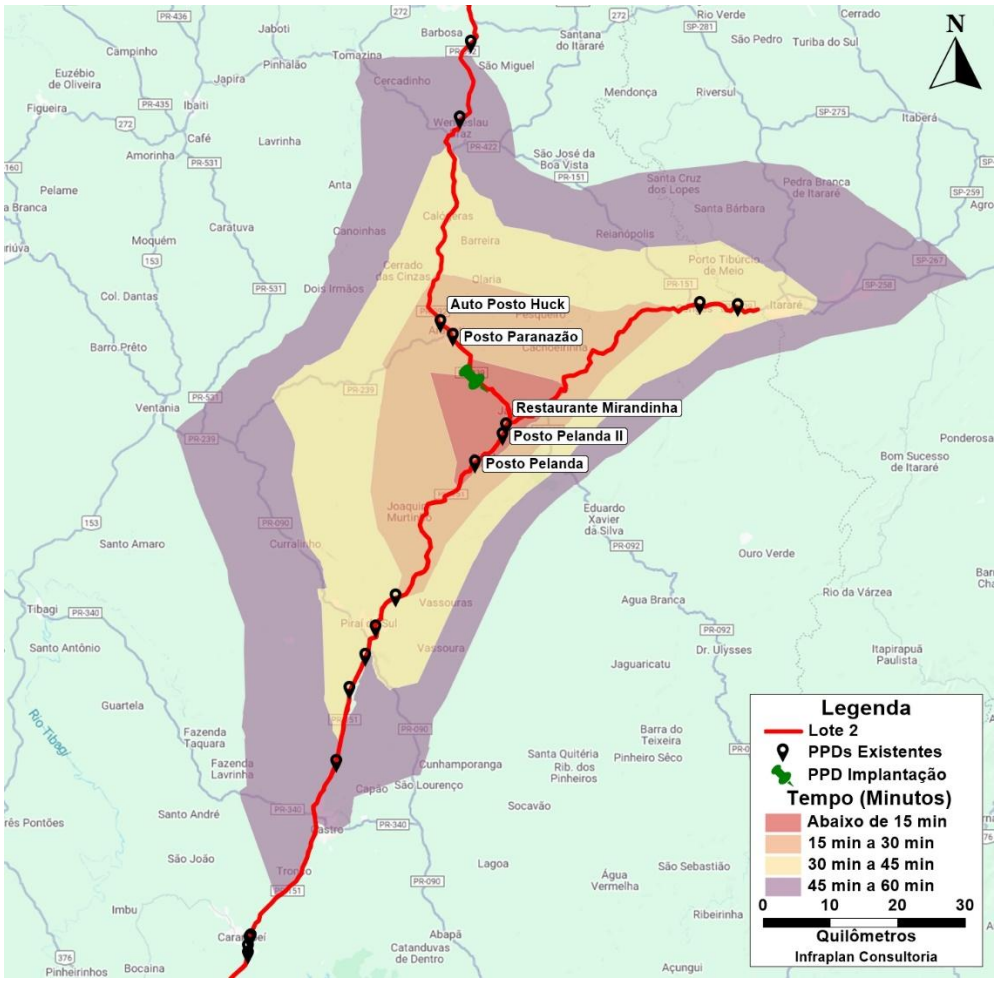


Figura 20: Pontos de parada existentes a 30 minutos de distância

Considerando a infraestrutura existente nesses locais, foi identificada a presença de 470 vagas de veículos, conforme levantado com os estabelecimentos. A Tabela 16 apresenta a quantidade de vagas por estabelecimento analisado.

Tabela 16: Pontos de parada existentes a 30 minutos de distância

Nome	Rodovia	Vagas
Posto Pelanda	PR-151_km 216+700	200
Posto Pelanda 2	PR-151_km 225+250	100
Restaurante Mirandinha	PR-151_km 224	30
Posto Paranazão	PR-092_km 231	40
Autoposto Huck	PR-092	100
Total		**470**

Por fim, essa quantidade de vagas existentes foi subtraída do $VDMA_i$ já calculado, resultando em um VDMA de interesse não atendido. Com o percentual horário calculado e o VDMA de interesse

não atendido, foi possível determinar a distribuição horária desse VDMA, multiplicando ambos os valores.

Vale destacar que foram realizadas análises para locais existentes com acessibilidade em até 30 minutos. Essas análises permitiram sensibilizar a necessidade de vagas mínimas para o cenário simulado. A tabela a seguir apresenta a distribuição horária do VDMA de interesse ajustado pela disponibilidade de vagas.

Tabela 17: VDMA de interesse horário

% da hora - P07		Cenário - Até 30 min
Hora	%	
0	1%	3
1	1%	2
2	1%	2
3	1%	2
4	1%	3
5	3%	6
6	4%	11
7	7%	16
8	7%	16
9	6%	16
10	6%	15
11	5%	13
12	5%	13
13	6%	14
14	7%	17
15	7%	17
16	7%	17
17	7%	16
18	5%	13
19	4%	9
20	3%	8
21	2%	6
22	2%	5
23	2%	4
Total		**245**
Média horária		**10**

De acordo com os estudos de Rizzotto (2012), a demanda efetiva por pontos de parada geralmente ocorre no período noturno. Conforme já mencionado, deve-se assegurar 11 horas de descanso, com possibilidade de fracionamento e coincidência com os períodos de parada obrigatória durante a condução do veículo, garantindo-se no mínimo 8 horas ininterruptas no primeiro período e o restante nas 16 horas seguintes.

Assim, com base nos conhecimentos da consultora em estudos dessa natureza, fundamentados em pesquisas acadêmicas sobre o tema, foi desenvolvida uma metodologia de cálculo de vagas. Dessa

forma, o volume de vagas atendido por hora foi calculado pela diferença entre o VDMA diário de caminhões de interesse, dividido por 24 (média horária), e o VDMA de interesse horário específico de cada cenário, conforme mostrado na equação abaixo.

$$Volume\ atendido_h = \frac{(VDMA\ \ de\ interesse\ diário)}{24} - VDMA\ de\ interesse\ horário$$

Assim, o número mínimo de vagas necessárias foi obtido somando o volume atendido por hora. A Tabela 18 apresenta os resultados da quantidade de vagas necessárias no cenário simulado. Observa-se que os intervalos no período diurno não correspondem à faixa de maior demanda, sendo o período de maior utilização o PPD, durante o período noturno.

Tabela 18: Quantidade de vagas necessárias

	Cenário - Até 30 min
Qtd. De Vagas	61

Por fim, foi necessário dimensionar a quantidade de vagas destinadas a veículos com dimensões superiores a 20 metros, ou seja, vagas para atender veículos com 6 ou mais eixos. Para isso, analisou-se novamente a contagem classificada do ponto P07, apresentada anteriormente.

Com base nos resultados da pesquisa, foi possível observar que cerca de 68,1% do tráfego de caminhões é composto por veículos com 6 ou mais eixos. Considerando essa distribuição do tráfego, foi verificado o quantitativo de vagas necessárias para veículos com dimensões superiores a 20 metros. Dessa forma, do total de 61 vagas destinadas ao PPD, aproximadamente 42 devem ser para veículos com dimensões superiores a 20 metros.

10. Conclusões

Para a determinação da possível localização ideal para disponibilizar um novo ponto de parada e descanso para os caminhoneiros usuários do sistema rodoviário administrado pela Concessionária EPR Litoral Pioneiro, inicialmente o segmento viário foi dividido em 84 trechos, considerando como base a divisão definida no Programa de Exploração da Rodovia (PER) do trecho concedido.

Posteriormente foi realizada a caracterização dos principais fluxos de viagem, sendo possível concluir que as viagens de maior volume ocorrem predominantemente dentro do Paraná, em direção à Paranaguá/PR e aos municípios próximos às rodovias em estudo. Além disso, cerca de 88% dos veículos comerciais possuem 4 ou mais eixos, sendo que 74% desses caminhões trafegam carregados.

Após a caracterização das viagens, utilizou-se como critério de análise o percentual de viagens atendidas por trecho, o percentual de viagens com duração entre 5 h e 6 h e 11 h e 12 h e a multiplicação entre esses indicadores. Esses intervalos foram definidos a partir da lei dos caminhoneiros que estabelece que o motorista não deve dirigir por mais de 5 h e 30 min ininterruptas.

Com o objetivo de verificar a localização do Ponto de Parada e Descanso (PPD) para cumprir a legislação atual, foi realizada uma análise abrangente dos trechos homogêneos do lote concedido, levando em consideração também os locais de parada já existentes levantados.

Dessa forma, considerando a necessidade de disponibilização de dois postos de parada e descanso conforme previsto no PER, foi avaliado o PPD existente no km 5,1 da BR-277/PR, que necessita de melhorias, assim como a implantação de um PPD no km 207,6 da PR-092/PR, visando atender aos requisitos do PER e as necessidades da Contratante.

Por fim, a avaliação da quantidade mínima de vagas baseou-se nas contagens volumétricas classificadas, no percentual de atendimento, no volume de caminhões no trecho e nos locais de parada existentes. Como resultado, foi determinado a quantidade mínima necessária de 61 vagas para atender os caminhoneiros usuários do posto de parada e descanso no segmento selecionado, sendo que, desse total, 42 devem ser destinadas a veículos com dimensões superiores a 20 metros.

11. Referências bibliográficas

Andrade, G,; Setti, J, R, (2011) Método para Caracterização e Classificação de Trechos Homogêneos Rodoviários. In: Anais do 7° Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões - CBR&C 2011, Foz do Iguaçu, PR (CD-ROM), 14 p.

BRASIL. Constituição (2015). Decreto nº 8.433, de 16 de abril de 2015: Dispõe sobre a regulamentação dos art. 9, art. 12, art. 17 e art. 22 da Lei n° 13.103, de 2 de março de 2015.

BRASIL. Constituição (2015). Lei nº 13.103, de 2 de março de 2015: Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista; altera a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e as Leis nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro, e 11.442, de 5 de janeiro de 2007 (empresas e transportadores autônomos de carga), para disciplinar a jornada de trabalho e o tempo de direção do motorista profissional; altera a Lei nº 7.408, de 25 de novembro de 1985; revoga dispositivos da Lei nº 12.619, de 30 de abril de 2012; e dá outras providências.

Bessa Jr., J. E. B. (2009) Caracterização do Fluxo de Tráfego em Rodovias de Pista Simples do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Programa de Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de S. Carlos, USP, 2009

DNIT (2006). Manual de Estudos de Tráfego: Publicação IPR - 723. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, RJ, 384 p.

SANTO, Lais Fernanda dal; SANTOS JUNIOR, Silvio; CAZELLA, Carla Fabiana. Impactos socioeconômicos da lei n. 12.619/2012 no transporte rodoviário de cargas: um estudo em Chapecó, SC. Unoesc & Ciência - Acsa, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 77-84, jun. 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/235125100>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SILVA, Ramon Araújo. Vida de caminhoneiro: sofrimento e paixão. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Psicologia, Puc-Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: <http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SOS ESTRADAS: PROGRAMA DE SEGURANÇA NAS ESTRADAS (Brasil). A importância social e econômica dos pontos de parada no Brasil e sua importância para a aplicação da Lei 13.103/15 - A Lei dos caminhoneiros. 2015. Disponível em: <http://estradas.com.br/wp-content/uploads/2013/07/Estudo-Importancia-Pontos-de-Parada-Brasil-dez-2015.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

Rua Pirapetinga, 322, sala 504 – Serra

Belo Horizonte - MG, Brasil

Tel.: +55 31 3047-1420

www.infraplan.com.br

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

ESTUDOS TOPOGRÁFICOS - AEROLEVANTAMENTO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-C1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-C1-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 20
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS - AEROLEVANTAMENTO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	12/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	

00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 4
2. LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO 4
2.1. Metodologia 4
2.2. Planejamento de Voo 5
2.3. Apoio Terrestre Suplementar 7
2.4. Atividades de Campo 8
2.5. Aerotriangulação Digital 8
2.6. Restituição Aerofotogramétrica 9
2.7. Ortofoto 10
3. RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO 12

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Técnico tem por objetivo apresentar a metodologia de execução dos serviços Topográficos em apoio à Elaboração de Anteprojeto para Posto de Parada e Descanso de Caminhoneiros na Rodovia PR-092, no km 207+500.

2. LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO

O Estudo Topográfico tem como área de abordagem o polígono correspondente ao alinhamento da rodovia PR-092 e a área onde é projetado o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, totalizando uma área aproximada de 160.000 m². A poligonal do projeto foi delimitada para atender aos requisitos do estudo de conformidade com o projeto, normas e boas práticas.

2.1. Metodologia

Os estudos topográficos foram realizados por meio de tecnologia de Aerolevantamento com Drone LiDAR, com apoio terrestre de pontos de controle.

O objetivo do levantamento é subsidiar o Anteprojeto do PPD, em todas suas disciplinas, permitindo a elaboração do “Modelo Digital de Terreno” com abrangência suficiente para caracterização do terreno local.

O processo para desenvolvimento de estudos topográficos por aerofotogrametria está dividido em três etapas:

- 1ª Etapa: Marcação dos pontos de apoio topográfico em solo através GNSS/RTK, garantindo a precisão e confiabilidade dos dados gerados.
- 2ª Etapa: Realização de voo com Drone para mapeamento de área;
- 3ª Etapa: Processamento das imagens registradas em campo.

2.2. Planejamento de Voo

Toda atividade de Aerofotogrametria deve ser precedida de um planejamento das etapas, de modo que se possa reduzir possíveis interferências, e que se obtenha um produto cartográfico de qualidade. O primeiro passo da atividade desempenhada foi o da elaboração do plano de voo, que foi concebido para abranger toda a extensão da poligonal pré-determinada.

A altura do voo foi determinada em função das interferências existentes, e em função do GSD (Ground Sample Distance) de 2,39 centímetros desejado. Com isso, adotou-se uma altura padrão de 65 metros acima do nível do solo.

Em virtude da existência de itens capazes de interferir na perfeita cobertura aerofotogramétrica, optou-se por adotar uma sobreposição longitudinal e transversal (lateral) entre as imagens, garantindo melhor cobertura do trecho, permitindo o registro de imagens em ângulos distintos com melhor varredura de todos os pontos em solo ao longo da aerotriangulação.

A área definida para o levantamento engloba a região de estudo, onde é projetado o PPD, em prolongamento pelo eixo da rodovia até o atingimento de três marcos topográficos pré-existentes, já cadastrados na malha da concessão. Com isso, é facilitada a amarração do levantamento no sistema de coordenadas da Contratante.

Figura 1 – Poligonal da realização do voo.

Figura 2 – Locais das fotos e sobreposição das imagens.

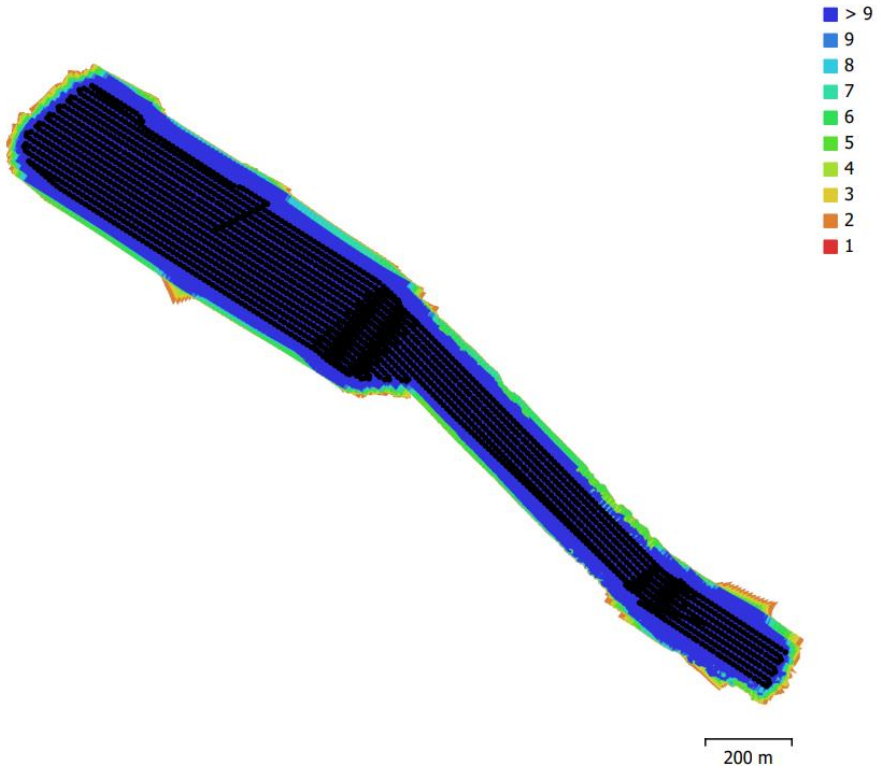


Figura 3 – Especificação da Câmera de captura das imagens.

Number of images:	2,397	Camera stations:	2,397
Flying altitude:	69.3 m	Tie points:	1,000,153
Ground resolution:	25 cm/pix	Projections:	8,324,338
Coverage area:	0.538 km²	Reprojection error:	0.602 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
M3T (4.4mm)	4000 x 3000	4.4 mm	1.59 x 1.59 µm	No

2.3. Apoio Terrestre Suplementar

Para garantir o perfeito enquadramento da atividade dentro dos padrões normativos, utilizou-se a técnica de georreferenciamento com base em amarração da aerotriangulação em pontos de controle georreferenciados em solo. Foram implantados 9 pontos de controle distribuídos ao longo do trecho, atendendo as especificações do processamento da aerotriangulação e à escala final do mapeamento.

As coordenadas foram obtidas através do auxílio de equipe de campo dotada de rastreadores GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite) de dupla frequência, sendo adotados os métodos de posicionamento RTK (Real Time Kinematic) e estático rápido. No posicionamento utilizando o RTK, o receptor denominado de base foi posicionado em um local de coordenadas previamente conhecidas.

O apoio suplementar de campo foi executado a partir das redes de vértices e de RRNN do IBGE e da RMBC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), também do IBGE, que garantiu a qualidade requerida para geração de produtos cartográficos PEC Classe A para mapeamentos nas escalas requeridas.

Todas as altitudes foram referenciadas em relação ao geoide, sendo utilizado o sistema de interpolação de ondulação geoidal MAPGEO2015 V1 do IBGE, para obtenção das diferenças de ondulação geoidal e determinação das altitudes ortométricas de cada ponto rastreado por GPS.

Figura 4 – Pontos de Controle Terrestres.

2.4. Atividades de Campo

Os trabalhos de campo foram realizados na data de 29 de outubro de 2024. Os voos foram realizados durante o período das 11:00 às 15:30, para que a posição do sol não tivesse interferência nas imagens captadas, garantindo assim que as sombras das edificações e copas de árvores não atrapalhasse o processamento e a aerotriangulação, e, portanto, não interferindo na precisão e acurácia do levantamento.

2.5. Aerotriangulação Digital

A aerotriangulação tem como objetivo possibilitar a densificação dos pontos fotogramétricos ao referencial geodésico, por meio das coordenadas horizontais e verticais dos pontos suplementares terrestres implantados, e garantindo a precisão planialtimétrica do bloco de fotografias.

A metodologia utilizada pelo software segue o modelo estatístico de mínimos quadrados, no qual cada imagem aérea terá suas coordenadas XYZ e altitudes de rotação Omega, Phi e Kappa próprias em relação ao terreno. Nesta etapa, o software divide o processamento em quatro.

- Orientação Interior: por meio do Certificado de Calibração da Câmera, as imagens são correlacionadas para que os parâmetros de transformação entre os referenciais da imagem digital e os referenciais métricos sejam conhecidos, bem como os parâmetros de distorção e distância focal da câmera;
- Orientação Relativa: são lançados pontos fotogramétricos (pontos homólogos) entre os pares de fotografias sobrepostas, de modo a se obter os centros de projeção de cada fotografia;
- Inserção dos Pontos de Controle ou Pontos de Apoio: etapa na qual são inseridos os pontos georreferenciados em solo;
- Cálculo: processo no qual todos os pontos são calculados, de modo a se obter a exata posição dos pontos fotogramétricos em relação ao Sistema de Projeção definidos.

2.6. Restituição Aerofotogramétrica

A Restituição Aerofotogramétrica é o processo de elaboração de mapas que contenham dados de planialtimetria a partir das fotografias aéreas. Tais mapas constituem a base para a restituição sob a forma de vetores. Posteriormente, a Captação Aerofotogramétrica utiliza os modelos estereoscópicos para transformar a projeção cônica das fotografias em projeção ortogonal para a representação em cartas. A representação do modelo tridimensional do terreno em questão é definida pela sobreposição longitudinal e transversal, definidas na etapa de planejamento de voo. Para esta etapa, utilizou-se uma escala de restituição de 1:1000, referenciados sob o Sistema de Projeção e DATUM UTM (fuso 22S) e SIRGAS 2000, com curvas de nível de equidistância igual a 1 metro, e curvas mestras a cada 5 metros.

2.7. Ortofoto

Com base nas informações de posição de cada imagem, bem como nos dados do Modelo Digital do Terreno (MDT), cada pixel das imagens aéreas é corrigido e transformado em uma imagem com projeção ortogonal, uma vez que se corrigem as distorções inerentes à projeção centro-perspectiva das imagens anteriores. Após essa correção realizada pelo software, obtém-se cada imagem individualmente ortorretificada, que devem posteriormente ser mosaicadas, formando uma imagem única da área de interesse.

O trabalho foi realizado de acordo com as exigências que constam do Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. As ortofotos em questão atendem o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC CLASSE A, para mapeamento na escala 1:1000.

Figura 5 – Ortofoto levantada.

3. RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO

Área 03 - Jaguariaíva - R01

Relatório de Processamento após a criação da nuvem densa de pontos, do MDS e da Ortofoto.
Os Pontos de Controle e de Verificação foram renomeados para melhor visualização.

04 November 2024

Survey Data

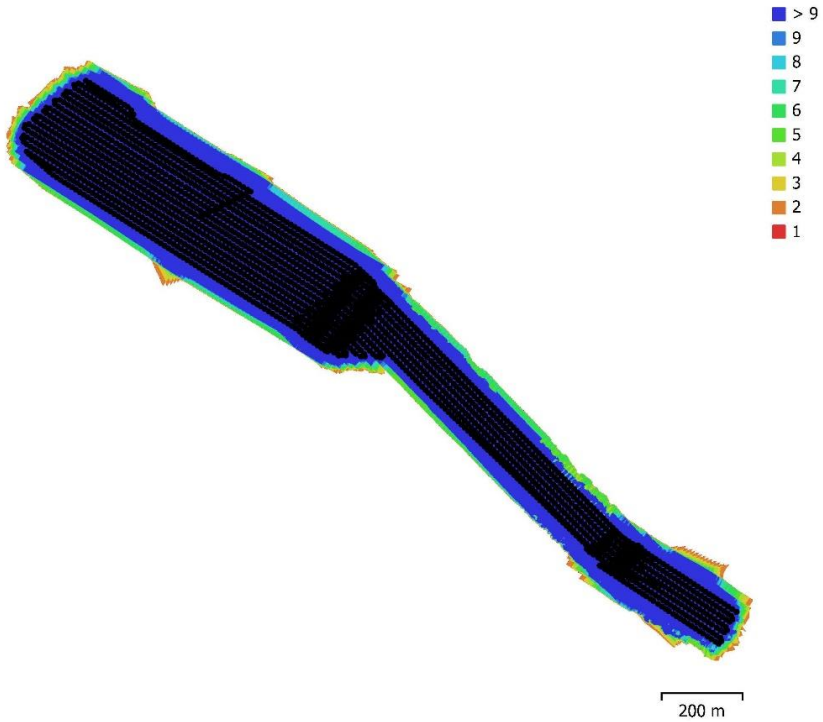


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	2,397	Camera stations:	2,397
Flying altitude:	69.3 m	Tie points:	1,000,153
Ground resolution:	25 cm/pix	Projections:	8,324,338
Coverage area:	0.538 km²	Reprojection error:	0.602 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
M3T (4.4mm)	4000 x 3000	4.4 mm	1.59 x 1.59 µm	No

Table 1. Cameras.

Page 2

Camera Calibration

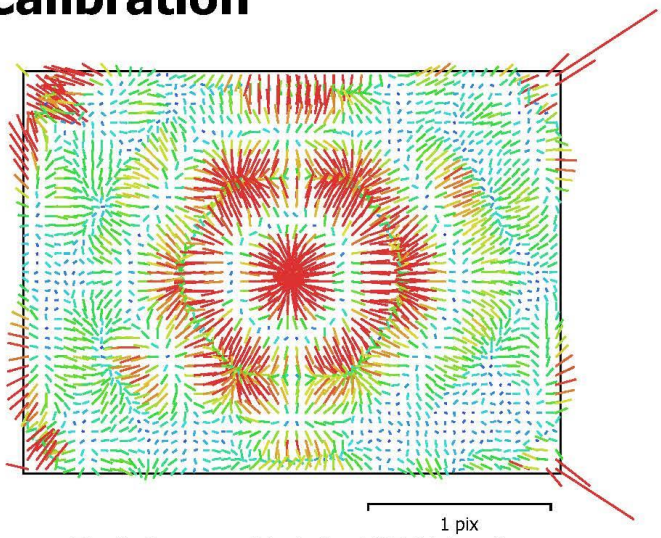


Fig. 2. Image residuals for M3T (4.4mm).

M3T (4.4mm)

2397 images, rolling shutter, additional corrections

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	**4000 x 3000**	**4.4 mm**	**1.59 x 1.59 µm**

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	**2940.19**	0.12	1.00	0.06	0.03	-0.18	-0.01	-0.89	0.88	-0.89	0.89	0.03	-0.00
Cx	**-10.9724**	0.016		1.00	0.00	-0.03	0.04	-0.05	0.06	-0.06	0.06	0.85	0.01
Cy	**20.7161**	0.018			1.00	-0.03	-0.02	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.01	0.91
B1	**-4.20767**	0.0039				1.00	0.00	0.21	-0.22	0.23	-0.22	-0.02	-0.03
B2	**1.39442**	0.0033					1.00	-0.02	0.02	-0.02	0.02	0.04	-0.01
K1	**0.00786638**	0.00032						1.00	-1.00	0.98	-0.97	-0.05	-0.01
K2	**0.169027**	0.00099							1.00	-1.00	0.98	0.05	0.01
K3	**-0.668761**	0.0013								1.00	-1.00	-0.05	-0.01
K4	**0.463804**	0.00065									1.00	0.05	0.01
P1	**5.25839e-05**	1.9e-06										1.00	0.02
P2	**-6.99273e-05**	2.2e-06											1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Page 3

Camera Locations

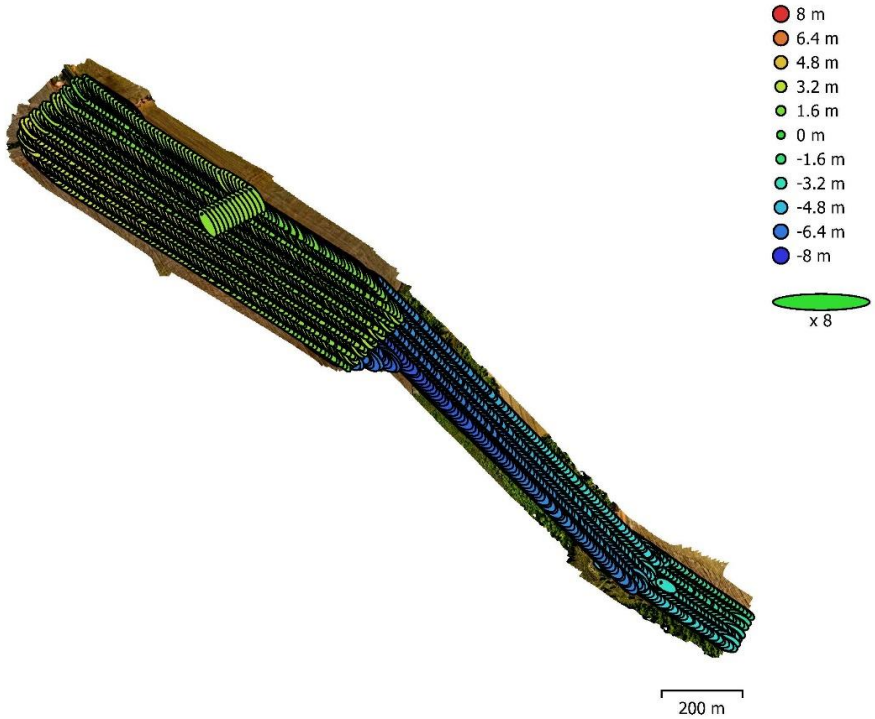


Fig. 3. Camera locations and error estimates.
Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
3.52789	3.70197	3.89231	5.11376	6.42656

Table 3. Average camera location error.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Page 4

Ground Control Points

Fig. 4. GCP locations and error estimates.
Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	1.7	0.771343	1.28914	1.86681	2.26867

Table 4. Control points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
3	1.33521	0.796108	3.71894	1.55453	4.03077

Table 5. Check points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Page 5

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
PC01	0.677492	-0.339565	-1.73869	1.89666	0.394 (48)
PC02	0.300787	-0.458453	1.13187	1.25769	0.459 (52)
PC03	-1.11262	-0.25056	-0.0909201	1.14411	0.401 (46)
PC04	-2.09456	0.328049	2.19125	3.049	0.384 (40)
PC05	4.39127	-1.93613	-1.6137	5.06319	0.344 (35)
PC06	0.432662	0.463884	-0.976024	1.16405	0.477 (53)
PC07	0.0488553	-0.827711	1.31975	1.5586	0.803 (36)
PC08	0.594072	-0.451197	-0.213038	0.775813	0.483 (37)
PC09	0.0987314	0.0798729	0.706478	0.717802	0.557 (45)
Total	**1.7**	**0.771343**	**1.28914**	**2.26867**	**0.489**

Table 6. Control points.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
PV01	0.532317	0.331022	0.534602	0.823855	0.346 (45)
PV02	1.69052	-1.30664	-1.48386	2.60135	0.401 (49)
PV03	1.48564	0.290657	6.24531	6.42616	0.565 (41)
Total	**1.33521**	**0.796108**	**3.71894**	**4.03077**	**0.442**

Table 7. Check points.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

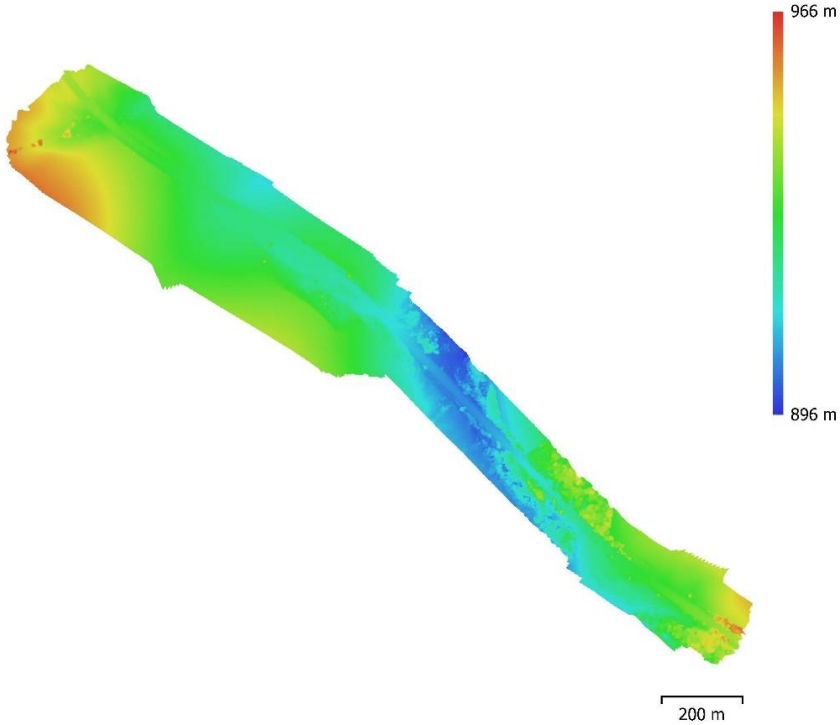


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution:	9.18 cm/pix
Point density:	119 points/m²

Page 7

Processing Parameters

General	
Cameras	2397
Aligned cameras	2397
Markers	12
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG::31982)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll
Tie Points	
Points	1,000,153 of 1,425,683
RMS reprojection error	0.194878 (0.601663 pix)
Max reprojection error	0.615397 (10.9712 pix)
Mean key point size	2.8756 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	8.60632
Alignment parameters	
Accuracy	High
Generic preselection	No
Reference preselection	Source
Key point limit	20,000
Key point limit per Mpx	1,000
Tie point limit	5,000
Filter points by mask	Yes
Mask tie points	No
Exclude stationary tie points	No
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	Yes
Matching time	23 minutes 58 seconds
Matching memory usage	1.44 GB
Alignment time	59 minutes 6 seconds
Alignment memory usage	4.23 GB
Optimization parameters	
Parameters	f, b1, b2, cx, cy, k1-k4, p1, p2
Fit additional corrections	Yes
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	4 minutes 24 seconds
Date created	2024:11:03 21:19:03
Software version	2.0.1.15925
File size	214.51 MB
Depth Maps	
Count	2397
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Aggressive
Max neighbors	16
Processing time	26 minutes 56 seconds
Memory usage	2.00 GB
Date created	2024:11:04 09:14:55
Software version	2.0.1.15925
File size	2.76 GB
Point Cloud	

Points	11,123,458
Point attributes	
Position	6.25 cm
Color	3 bands, uint8
Normal	
Point classes	
Created (never classified)	11,123,458
Point cloud generation parameters	
Processing time	49 minutes 11 seconds
Memory usage	7.22 GB
Date created	2024:11:04 10:04:07
Software version	2.0.1.15925
File size	144.65 MB
DEM	
Size	20,036 x 16,119
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG::31982)
Reconstruction parameters	
Source data	Point cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	8 minutes 49 seconds
Memory usage	305.86 MB
Date created	2024:11:04 10:12:57
Software version	2.0.1.15925
File size	231.59 MB
Orthomosaic	
Size	80,144 x 64,476
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG::31982)
Colors	3 bands, uint8
Reconstruction parameters	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	No
Processing time	1 hours 29 minutes
Memory usage	3.23 GB
Date created	2024:11:04 11:21:02
Software version	2.0.1.15925
File size	34.08 GB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	2.0.1 build 15925
OS	Windows 64 bit
RAM	31.74 GB
CPU	12th Gen Intel(R) Core(TM) i9-12900HX
GPU(s)	Intel(R) UHD Graphics 770 NVIDIA GeForce RTX 4060 Laptop GPU

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

ESTUDOS TOPOGRÁFICOS – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-C1-002

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-C1-002	Rev.: 01
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 20
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	12/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	

00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 4
2. TERMOS E DEFINIÇÕES 4
3. METODOLOGIA 6
4. EQUIPE E EQUIPAMENTOS 7
5. RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO 8
6. LISTAGEM DOS PONTOS CADASTRADOS 11
7. MONOGRAFIA DOS MARCOS TOPOGRÁFICOS PRÉ-EXISTENTES 37
8. MONOGRAFIA DOS MARCOS TOPOGRÁFICOS IMPLANTADOS 39

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Técnico tem por objetivo apresentar a metodologia de execução dos serviços Topográficos em apoio à Elaboração de Anteprojeto para Posto de Parada e Descanso de Caminhoneiros na Rodovia PR-092, no km 209+650.

2. TERMOS E DEFINIÇÕES

- **Levantamento topográfico**: Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumento adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados. Compreende na determinação da posição de certos detalhes visíveis ao nível e acima do solo e de interesse à sua finalidade, tais como: limite de vegetação ou de culturas, cercas internas, edificações, benfeitorias, posteamentos, barrancos, árvores isoladas, valos, valas, drenagem natural e artificial etc.

- **Apoio geodésico**: Conjunto de pontos, materializados no terreno, que proporciona aos levantamentos topográficos o controle de posição em relação à superfície terrestre determinada pelas fronteiras do país, referenciando-os ao datum planimétrico do país.

- **Apoio topográfico**: Conjunto de pontos planimétrico, altimétrico ou planialtimétrico, que dão suporte ao levantamento topográfico.

- **Pontos cotados**: Pontos definidores das formas e detalhes do relevo a ser levantado topograficamente, e que nas suas representações gráficas se apresentam acompanhados de sua altura.

- **Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)**: Sistema de representação cartográfica adotado pelo Sistema Cartográfico Brasileiro.

- **Datum Horizontal**: Plano de referência planimétrica, ao qual se relaciona a origem dos sistemas de coordenadas para um determinado local, em relação ao geoide.

- **Datum Vertical**: Plano de referência altimétrica, definido pela média das marés. No Brasil, encontra-se em vigência o Datum do marégrafo de Imbituba – SC.

- **Georreferenciamento**: Atribuição de coordenadas geodésicas aos elementos definidores do objeto do levantamento.

- **GPS**: Sistema de Posicionamento Global

- **GNSS**: Sistema Global de Navegação por Satélite

- **RBMC**: Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS que em 1996 implantou o conceito de redes “ativas” através do monitoramento (rastreio) contínuo de satélites do sistema GPS. Diariamente todos os dados coletados nas estações RMBC são transferidos automaticamente e disponibilizados aos usuários em formato RINEX.

3. METODOLOGIA

a) Transporte de Coordenadas

Definida a área de projeto, foram traçadas diretrizes para início dos trabalhos com base nas especificações técnicas da ABNT, IBGE e ANTT. O sistema de coordenadas utilizado foi o UTM, SIRGAS 2000.

Primeiramente, os vértices foram implantados próximos ao trecho a ser levantado.

Os vértices foram locados através do Sistema de Posicionamento Global (GPS), com constelação NAVSTAR (Navigation System With am Ranging), utilizando-se leitura de dupla frequência (L1+L2) na definição das coordenadas, obedecendo-se a tolerância de fechamento linear de 1/50.000 e seguindo metodologia de posicionamento estático, com observação contínua e ininterrupta.

b) Levantamento cadastral

A partir dos vértices foi feito todo o levantamento planialtimétrico cadastral necessário e suficiente para a concepção e elaboração das atividades previstas no escopo do trabalho, tais como edificações, acessos, árvores, postes, luminárias, placas, limite da mata etc. Todas as erosões, travessias existentes, margens de rios com cotas d´água e áreas de instabilidade de encostas e taludes foram cadastradas, além do sistema de drenagem superficial e obras de artes corrente existentes, bem como pontes.

Esses pontos foram levantados pelo sistema GNSS / RTK, numerados sequencialmente e identificados através de códigos, em arquivos magnéticos de dados.

c) Nivelamento

Os marcos implantados, que tiveram suas coordenadas determinadas por rastreamento GPS, tiveram suas cotas determinadas através de nivelamento e contranivelamento geométrico, obedecendo à tolerância de fechamento linear de 12 mm/km.

d) Cálculos e desenho:

As coordenadas dos pontos GPS implantados foram obtidas por Processamento Pós-processado(Programa Magnet Tools da Topcon). Os pontos do levantamento foram processados também pelo programa Magnet Tools da Topcon. As curvas de nível foram geradas no software topoGRAPH versão 3.91. Os desenhos topográficos foram elaborados e apresentados de acordo às normas da NBR 13133 da ABNT em Autocad.

Os desenhos foram elaborados com curvas de nível de metro em metro, em memória magnética, contendo todos os textos e planilhas elaborados nas versões finais dos projetos aprovados.

4. EQUIPE E EQUIPAMENTOS

4.1. Equipe

- 1 Engenheiro
- 1 Topógrafo
- 1 Auxiliar de Topografia

4.2. Equipamentos

- 1 veículo
- 1 par de rastreador GPS Leica RX 900 CSC Antena – ATX 900
- 1 estação total Leica 407 (Classe III +- 5” (2 mm +- 2 PPM X D)
- 1 nível ótico N2

5. RELATÓRIO DO PROCESSAMENTO

Project name: LEVANTAMENTO FIRMA.ttp
Linear unit: Meters
Angular unit: DMS
Projection: UTMSouth-Zone_22 : 54W to 48W
Datum: SIRGAS2000
Time Zone: E. South America Standard Time

MARCOS TOPOGRÁFICOS			
COORDENADAS UTM			
Name	**Grid Northing (m)**	**Grid Easting (m)**	**Elevation (m)**
PT1 (IMPLANTADO)	7322039,26	623844,341	920,081
PT2 (IMPLANTADO)	7322239,186	623526,923	928,061
EPRM13 (EXISTENTE)	7322122,131	623708,219	922,225
M0006 (EXISTENTE)	7321234,4	624691,19	930,445
COORDENADAS GEOGRAFICAS			
Name	**Latitude**	**Longitude**	**Ell.Height (m)**
PT1 (IMPLANTADO)	24°12'34,160"S	49°46'49,692"W	920,081
PT2 (IMPLANTADO)	24°12'27,751"S	49°47'01,004"W	928,061
EPRM13 (EXISTENTE)	24°12'31,505"S	49°46'54,542"W	922,225
M0006 (EXISTENTE)	24°13'00,084"S	49°46'19,425"W	930,445

DESVIO PADRÃO					
Name	**Std Dev n (m)**	**Std Dev e (m)**	**Std Dev Hz (m)**	**Std Dev u (m)**	**Code**
PT1	0,001	0,001	0,001	0,002	-
PT2	0,001	0,001	0,001	0,002	-
EPRM13	0,001	0,001	0,001	0,002	-

FATOR DE ESCALA		
Name	**Combined Grid to Ground Scale Factor**	**Convergence**
PT1	1,000355057	-0°30'00,5816"
PT2	1,00035728	-0°29'55,8169"
EPRM13	1,000355809	-0°29'58,5404"
M0006	1,000354083	-0°30'13,5046"

PRECISÃO			
Name	PT1−M0006	PT2−M0006	EPRM13−M0006
dN (m)	-804,86	-1004,786	-887,731
dE (m)	846,849	1164,267	982,971
dZ (m)	-731,768	-908,374	-805,412
North RMS(m)	0,001	0,001	0,001
East RMS(m)	0,001	0,001	0,001
Horz RMS (m)	0,001	0,001	0,001
Vert RMS (m)	0,002	0,002	0,002
CorrXY	-0,7692	-0,731	-0,5992
CorrXZ	-0,662	-0,6306	-0,4833
CorrYZ	0,7076	0,7803	0,7109

DISTANCIA SOLUÇÃO ORBITA E PDOP						
Name	**Distance (m)**	**Solution Type**	**Orbit**	**PDOP**	**HDOP**	**VDOP**
PT1−M0006	1168,773	Fixed	Broadcast	1,605	0,71	1,439
PT2−M0006	1538,441	Fixed	Broadcast	1,912	0,834	1,72
EPRM13−M0006	1324,995	Fixed	Broadcast	1,592	0,753	1,402

DURAÇÃO INTERVALO				
Point Name	M0006	PT1	PT2	EPRM13
Original Name	1047476	1047406	1047406	1047406
Start Time	22/01/2025 09:13	22/01/2025 09:39	22/01/2025 10:01	22/01/2025 10:20
Stop Time	22/01/2025 10:39	22/01/2025 09:55	22/01/2025 10:15	22/01/2025 10:33
Duration	01:26:14	00:16:05	00:14:30	00:13:20
Method	Static	Static	Static	Static
Interval (msec)	1000	5000	5000	5000
Antenna Type	CHCI80 NONE	CHCI80 NONE	CHCI80 NONE	CHCI80 NONE
Antenna Height (m)	1,84	2	2	2

PONTOS DE CONTROLE				
Name	PT1	PT2	EPRM13	M0006
Grid Northing (m)	7322039,3	7322239,2	7322122,1	7321234,4
Grid Easting (m)	623844,34	623526,92	623708,22	624691,19
Elevation (m)	920,081	928,061	922,225	930,445
Std Dev n (m)	0,001	0,001	0,001	
Std Dev e (m)	0,001	0,001	0,001	
Std Dev Hz (m)	0,001	0,001	0,001	
Std Dev u (m)	0,002	0,002	0,002	

6. LISTAGEM DOS PONTOS CADASTRADOS

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
B_1047476	-	7.321.234.400	624.691.190	930.445
m005	-	7.321.136.646	624.860.861	939.440
j1	-	7.322.439.539	623.274.437	945.879
B_1047476_1	-	7.322.439.539	623.274.437	945.879
1	be	7.322.569.161	623.197.112	945.498
2	ex	7.322.571.505	623.202.892	945.557
3	be	7.322.574.375	623.208.747	945.090
4	i	7.322.575.512	623.210.410	944.746
5	i	7.322.577.403	623.214.110	943.500
6	i	7.322.593.537	623.204.471	944.295
7	i	7.322.592.498	623.201.577	945.148
8	be	7.322.591.300	623.199.238	945.831
9	ex	7.322.589.001	623.193.457	946.224
10	be	7.322.586.559	623.188.396	946.145
11	i	7.322.584.671	623.184.565	946.056
12	i	7.322.583.405	623.181.843	946.152
13	i	7.322.600.950	623.174.741	947.217
14	be	7.322.602.169	623.180.503	946.810
15	ex	7.322.604.248	623.185.595	946.818
16	be	7.322.607.419	623.192.039	946.359
17	i	7.322.609.897	623.196.911	944.986
18	i	7.322.627.563	623.188.633	945.487
19	be	7.322.625.955	623.183.326	947.024
20	ex	7.322.621.296	623.177.372	947.443
21	be	7.322.619.279	623.172.233	947.390
22	i	7.322.617.895	623.169.130	947.617
23	i	7.322.635.887	623.160.663	948.132
24	be	7.322.637.121	623.164.335	948.086
25	ex	7.322.639.661	623.169.228	948.110
26	be	7.322.642.223	623.175.777	947.594
27	i	7.322.645.462	623.181.579	945.688
28	i	7.322.661.925	623.175.001	946.127
29	i	7.322.660.403	623.170.334	947.731
30	be	7.322.659.358	623.168.397	948.303
31	ex	7.322.656.829	623.162.140	948.693
32	be	7.322.654.627	623.157.031	948.733
33	i	7.322.652.882	623.151.898	948.796
34	i	7.322.673.475	623.144.494	949.516
35	be	7.322.674.847	623.149.055	949.438

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
36	ex	7.322.676.494	623.154.250	949.370
37	be	7.322.678.810	623.160.578	948.980
38	i	7.322.679.376	623.162.502	948.565
39	i	7.322.681.265	623.167.271	946.775
40	gsm0.20	7.322.673.171	623.164.929	948.007
41	i	7.322.697.033	623.160.967	947.479
42	i	7.322.695.516	623.156.294	949.196
43	be	7.322.694.922	623.154.709	949.471
44	ex	7.322.693.491	623.148.179	949.940
45	be	7.322.691.814	623.142.444	950.015
46	i	7.322.690.111	623.138.069	950.118
47	i	7.322.567.956	623.197.681	945.395
48	i	7.322.566.217	623.194.187	945.299
49	i	7.322.550.360	623.207.379	944.690
50	i	7.322.548.930	623.204.692	944.529
51	be	7.322.550.977	623.208.268	944.847
52	ex	7.322.553.470	623.213.165	944.843
53	be	7.322.556.583	623.218.674	944.427
54	i	7.322.557.245	623.220.464	944.103
55	gsm0.20	7.322.560.681	623.218.036	944.002
56	i	7.322.562.550	623.225.048	942.678
57	gsm0.80	7.322.548.818	623.230.092	942.283
60	ala	7.322.548.443	623.230.324	942.626
61	ala	7.322.549.130	623.229.919	942.632
62	ala	7.322.549.933	623.230.968	941.686
63	i	7.322.540.704	623.238.339	942.471
64	i	7.322.538.568	623.235.533	943.080
65	be	7.322.536.002	623.231.525	943.680
66	ex	7.322.532.788	623.225.840	944.071
67	be	7.322.529.893	623.221.308	944.091
68	i	7.322.526.381	623.215.439	944.304
69	canaleta	7.322.523.256	623.223.887	943.405
70	canaleta	7.322.510.703	623.232.153	942.960
71	pe	7.322.510.480	623.231.726	943.210
72	be	7.322.511.563	623.233.027	943.320
73	be	7.322.518.046	623.242.702	942.978
74	i	7.322.521.823	623.248.643	942.869
75	canaleta	7.322.514.301	623.246.266	942.524
76	i	7.322.507.270	623.260.089	942.889
77	cri	7.322.503.902	623.255.200	942.910
78	canaleta	7.322.503.052	623.253.992	942.015
79	pe	7.322.503.228	623.254.330	942.242
80	be	7.322.502.358	623.253.256	942.334

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
81	ex	7.322.498.778	623.248.418	942.661
82	be	7.322.495.901	623.243.642	942.679
83	canaleta	7.322.495.247	623.242.882	942.263
84	pe	7.322.494.836	623.242.542	942.552
85	pe	7.322.479.644	623.253.373	941.927
86	canaleta	7.322.479.857	623.253.876	941.588
87	be	7.322.480.546	623.254.755	941.965
88	ex	7.322.483.785	623.259.320	942.013
89	be	7.322.487.282	623.264.074	941.734
90	canaleta	7.322.487.912	623.264.949	941.367
91	pe	7.322.488.244	623.265.220	941.644
92	pe	7.322.472.332	623.277.318	941.009
93	canaleta	7.322.472.074	623.276.895	940.738
94	be	7.322.471.491	623.276.044	941.051
95	ex	7.322.468.118	623.271.105	941.355
96	be	7.322.464.665	623.266.942	941.278
97	canaleta	7.322.464.007	623.266.036	940.972
98	pe	7.322.463.593	623.265.762	941.273
99	pe	7.322.448.763	623.277.488	940.475
100	canaleta	7.322.449.142	623.277.754	940.283
101	be	7.322.450.006	623.278.311	940.626
102	canaleta	7.322.458.244	623.287.954	940.035
103	pe	7.322.458.415	623.288.269	940.307
104	be	7.322.457.659	623.286.972	940.400
105	pe	7.322.443.369	623.300.854	939.544
106	canaleta	7.322.443.100	623.300.473	939.317
107	be	7.322.442.594	623.299.786	939.646
108	ex	7.322.439.023	623.295.224	939.925
109	be	7.322.435.760	623.290.202	939.998
110	canaleta	7.322.435.142	623.289.351	939.636
111	pe	7.322.434.816	623.288.979	939.879
112	pe	7.322.419.357	623.302.430	939.074
113	canaleta	7.322.419.572	623.302.726	938.920
114	be	7.322.420.547	623.303.670	939.337
115	ex	7.322.424.326	623.307.842	939.300
116	be	7.322.428.531	623.311.895	939.061
117	canaleta	7.322.429.291	623.312.600	938.746
118	pe	7.322.429.742	623.312.881	939.037
119	canaleta	7.322.422.570	623.318.814	938.407
120	canaleta	7.322.420.719	623.321.591	938.131
121	canaleta	7.322.419.806	623.324.533	937.642
122	i	7.322.414.131	623.328.978	937.674
123	be	7.322.412.349	623.327.638	938.195

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
124	ex	7.322.407.963	623.323.277	938.467
125	be	7.322.404.050	623.319.000	938.573
126	i	7.322.402.796	623.317.405	938.132
127	i	7.322.400.307	623.315.481	936.712
128	canaleta	7.322.412.139	623.309.555	938.496
129	canaleta	7.322.409.701	623.310.749	938.236
130	canaleta	7.322.404.630	623.311.434	936.835
131	gsm0.20	7.322.408.082	623.310.245	937.806
132	i	7.322.387.345	623.331.292	936.545
133	i	7.322.388.301	623.332.792	937.650
134	be	7.322.389.431	623.333.565	937.780
135	ex	7.322.393.386	623.337.233	937.788
136	be	7.322.397.789	623.341.568	937.456
137	i	7.322.398.587	623.342.296	937.202
138	i	7.322.400.321	623.343.461	935.888
139	i	7.322.385.574	623.358.664	935.221
140	i	7.322.384.352	623.357.096	936.667
141	be	7.322.383.274	623.356.306	936.688
142	ex	7.322.379.038	623.352.014	936.987
143	be	7.322.375.345	623.348.130	937.023
144	i	7.322.374.365	623.347.120	936.851
145	i	7.322.373.072	623.346.113	935.458
146	i	7.322.357.904	623.362.395	934.872
147	i	7.322.359.266	623.363.644	936.048
148	be	7.322.359.998	623.364.296	936.148
149	ex	7.322.364.248	623.367.932	936.157
150	be	7.322.368.561	623.371.849	935.832
151	i	7.322.369.287	623.372.371	935.690
152	i	7.322.371.046	623.373.858	934.300
153	i	7.322.357.045	623.389.292	933.842
154	i	7.322.355.777	623.387.997	934.903
155	be	7.322.354.887	623.387.547	935.161
156	ex	7.322.350.442	623.384.022	935.370
157	i	7.322.342.125	623.377.128	934.657
158	i	7.322.344.788	623.379.424	935.319
159	be	7.322.345.937	623.380.282	935.462
160	i	7.322.332.557	623.394.644	934.712
161	be	7.322.333.547	623.395.323	934.823
162	ex	7.322.337.796	623.398.835	934.797
163	be	7.322.342.679	623.402.392	934.508
164	i	7.322.343.713	623.403.200	934.282
165	i	7.322.346.781	623.406.190	932.856
166	canaleta	7.322.354.514	623.402.694	932.268

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
167	canaleta	7.322.344.291	623.413.429	932.357
168	canaleta	7.322.340.125	623.408.561	933.538
169	be	7.322.338.948	623.407.626	934.207
170	be	7.322.327.805	623.422.016	933.577
171	i	7.322.331.555	623.424.882	932.360
172	canaleta	7.322.333.882	623.426.292	931.851
173	pe	7.322.334.090	623.426.572	932.079
174	be	7.322.321.187	623.430.650	933.230
175	i	7.322.325.290	623.433.800	931.923
176	canaleta	7.322.326.977	623.434.965	931.449
177	canaleta	7.322.315.346	623.450.577	930.804
178	pe	7.322.315.650	623.450.642	930.990
179	i	7.322.312.660	623.448.611	931.345
180	be	7.322.309.940	623.446.483	932.479
181	be	7.322.298.521	623.462.897	931.763
182	i	7.322.302.002	623.465.438	930.638
183	canaleta	7.322.303.842	623.466.714	930.123
184	pe	7.322.304.232	623.466.935	930.329
185	pe	7.322.293.145	623.483.424	929.680
186	canaleta	7.322.292.778	623.483.154	929.482
187	i	7.322.290.915	623.481.924	930.070
188	be	7.322.287.546	623.479.822	931.060
189	be	7.322.276.617	623.496.572	930.305
190	i	7.322.279.543	623.498.186	929.381
191	canaleta	7.322.282.104	623.499.824	928.756
192	pe	7.322.282.505	623.500.035	928.917
193	pe	7.322.271.546	623.517.238	928.054
194	canaleta	7.322.271.295	623.516.938	927.935
195	i	7.322.269.143	623.515.659	928.499
196	i	7.322.267.085	623.514.307	929.333
197	be	7.322.265.572	623.513.440	929.575
198	be	7.322.254.986	623.530.280	928.846
199	i	7.322.256.201	623.530.868	928.650
200	i	7.322.258.766	623.532.519	927.795
201	canaleta	7.322.260.779	623.533.469	927.206
202	pe	7.322.261.103	623.533.700	927.422
203	pe	7.322.250.269	623.550.958	926.738
204	canaleta	7.322.250.035	623.550.738	926.543
205	i	7.322.246.995	623.548.626	927.151
206	i	7.322.244.769	623.547.199	928.044
207	be	7.322.244.353	623.546.918	928.171
208	be	7.322.233.499	623.564.171	927.425
209	i	7.322.234.252	623.564.507	927.274

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
210	i	7.322.237.024	623.566.212	926.429
211	canaleta	7.322.239.465	623.567.818	925.965
212	pe	7.322.239.806	623.567.988	926.127
213	gsm0.20	7.322.228.521	623.573.577	926.523
214	be	7.322.222.917	623.580.791	926.646
215	i	7.322.223.540	623.581.163	926.507
216	ex	7.322.228.872	623.559.626	927.746
217	be	7.322.223.854	623.558.186	927.517
218	i	7.322.222.630	623.557.524	927.323
219	i	7.322.219.388	623.555.418	926.501
220	canaleta	7.322.217.835	623.554.113	925.937
221	ex	7.322.239.008	623.543.739	928.419
222	be	7.322.234.593	623.540.829	928.261
223	i	7.322.233.193	623.539.836	927.906
224	i	7.322.230.136	623.537.862	927.024
225	ex	7.322.249.752	623.526.667	929.125
226	be	7.322.245.535	623.523.722	928.967
227	i	7.322.244.540	623.522.889	928.705
228	canaleta	7.322.239.311	623.519.563	927.072
229	pe	7.322.239.095	623.519.369	927.328
230	i	7.322.241.950	623.521.658	927.816
231	ex	7.322.260.750	623.509.488	929.859
232	be	7.322.256.379	623.506.466	929.718
233	i	7.322.253.558	623.504.378	928.907
234	canaleta	7.322.250.341	623.502.287	927.896
235	pe	7.322.249.912	623.502.196	928.102
236	ex	7.322.271.118	623.492.971	930.559
237	be	7.322.266.675	623.490.352	930.444
238	i	7.322.263.073	623.487.654	929.557
239	ex	7.322.281.784	623.476.493	931.301
240	be	7.322.277.569	623.473.008	931.226
241	i	7.322.274.741	623.470.496	930.494
242	canaleta	7.322.271.409	623.468.944	929.460
243	pe	7.322.271.247	623.468.805	929.659
244	canaleta	7.322.282.285	623.452.452	930.084
245	i	7.322.284.714	623.454.341	930.786
246	i	7.322.286.247	623.455.201	931.481
247	be	7.322.288.399	623.456.535	932.031
248	gsm0.20	7.322.288.314	623.453.360	931.666
249	be	7.322.301.130	623.438.448	932.853
250	ex	7.322.305.355	623.441.612	932.843
251	i	7.322.300.231	623.437.410	932.702
252	i	7.322.297.206	623.434.906	931.635

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
253	canaleta	7.322.295.475	623.433.404	930.924
254	pe	7.322.295.342	623.433.139	931.081
255	ex	7.322.315.623	623.427.211	933.472
256	be	7.322.312.339	623.422.425	933.525
257	i	7.322.308.860	623.419.819	932.550
258	ex	7.322.322.285	623.418.291	933.875
259	be	7.322.318.106	623.414.982	933.875
260	i	7.322.316.679	623.413.278	933.585
261	canaleta	7.322.318.719	623.402.134	932.409
262	pe	7.322.318.526	623.401.874	932.566
263	pe	7.322.330.266	623.386.899	933.441
264	canaleta	7.322.330.466	623.387.095	933.176
265	i	7.322.332.692	623.388.512	933.835
266	be	7.322.223.381	623.580.642	926.638
267	ex	7.322.218.004	623.576.703	926.959
268	be	7.322.213.582	623.573.708	926.818
269	i	7.322.210.350	623.571.193	926.416
270	canaleta	7.322.207.956	623.570.104	925.318
271	pe	7.322.207.034	623.570.382	925.569
272	i	7.322.198.384	623.589.230	925.630
273	be	7.322.202.179	623.591.923	925.926
274	ex	7.322.206.954	623.594.080	926.110
275	be	7.322.211.929	623.597.169	925.868
276	i	7.322.213.247	623.597.689	925.721
277	i	7.322.216.039	623.599.814	923.979
278	i	7.322.218.192	623.601.941	923.767
279	i	7.322.204.222	623.616.527	923.333
280	be	7.322.200.909	623.614.500	925.087
281	ex	7.322.196.305	623.611.034	925.295
282	be	7.322.192.093	623.607.855	925.157
283	i	7.322.186.211	623.602.930	923.846
284	i	7.322.189.101	623.605.188	923.740
285	i	7.322.175.263	623.625.041	922.339
286	be	7.322.179.694	623.627.442	924.439
287	ex	7.322.184.042	623.630.025	924.530
288	be	7.322.189.003	623.633.069	924.384
289	i	7.322.190.384	623.633.776	924.169
290	i	7.322.193.961	623.633.444	922.248
291	i	7.322.181.045	623.649.505	923.581
292	i	7.322.182.137	623.649.741	922.718
293	be	7.322.179.271	623.648.662	923.781
294	ex	7.322.174.634	623.645.242	923.987
295	be	7.322.170.220	623.642.347	923.854

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
296	i	7.322.168.050	623.640.998	922.957
297	gsm1.0	7.322.156.057	623.656.275	921.123
298	gsm1.0	7.322.155.283	623.657.681	921.132
299	ala	7.322.154.910	623.658.152	921.443
300	ala	7.322.156.394	623.655.735	921.475
301	ala	7.322.154.826	623.654.617	920.009
302	ala	7.322.154.824	623.654.607	920.021
303	i	7.322.157.269	623.660.889	923.197
304	be	7.322.159.545	623.662.908	923.396
305	ex	7.322.162.620	623.664.877	923.470
306	be	7.322.167.155	623.667.441	923.324
307	i	7.322.169.490	623.668.884	922.885
308	i	7.322.160.390	623.683.377	922.599
309	be	7.322.157.917	623.681.967	922.984
310	ex	7.322.153.618	623.678.618	923.123
311	be	7.322.150.812	623.676.634	923.005
312	i	7.322.148.652	623.675.090	922.863
313	i	7.322.137.496	623.692.574	922.553
314	be	7.322.139.858	623.693.821	922.689
315	ex	7.322.142.782	623.695.757	922.783
316	be	7.322.147.396	623.698.734	922.624
317	i	7.322.150.234	623.700.150	922.094
318	i	7.322.140.893	623.718.148	921.631
319	be	7.322.136.858	623.715.511	922.340
320	ex	7.322.132.294	623.712.401	922.505
321	be	7.322.129.197	623.710.794	922.404
322	i	7.322.126.795	623.709.024	922.280
323	i	7.322.111.856	623.721.161	921.946
324	i	7.322.116.100	623.723.930	922.128
325	be	7.322.119.426	623.726.109	922.259
326	ex	7.322.122.410	623.728.276	922.344
327	be	7.322.126.987	623.731.080	922.210
328	i	7.322.130.365	623.733.259	921.920
329	i	7.322.131.721	623.734.272	921.700
330	i	7.322.121.001	623.753.004	921.729
331	i	7.322.118.267	623.751.338	921.988
332	be	7.322.115.302	623.749.611	922.116
333	ex	7.322.110.668	623.746.622	922.195
334	be	7.322.107.678	623.744.735	922.076
335	i	7.322.104.571	623.742.820	921.944
336	i	7.322.099.634	623.739.101	921.771
337	i	7.322.088.921	623.754.448	921.550
338	i	7.322.092.645	623.756.805	921.760

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
339	i	7.322.095.814	623.758.536	921.861
340	be	7.322.097.920	623.759.980	921.964
341	ex	7.322.100.929	623.762.019	922.042
342	be	7.322.105.405	623.764.975	921.944
343	i	7.322.108.050	623.766.583	921.809
344	i	7.322.110.772	623.768.783	921.761
345	i	7.322.099.287	623.785.737	921.905
346	i	7.322.096.751	623.784.305	921.853
347	be	7.322.094.294	623.782.495	921.710
348	be	7.322.094.316	623.782.480	921.702
349	ex	7.322.089.626	623.780.034	921.799
350	be	7.322.086.460	623.778.093	921.707
351	i	7.322.083.180	623.775.829	921.443
352	i	7.322.078.336	623.772.793	920.799
353	i	7.322.065.993	623.792.019	919.894
354	i	7.322.069.027	623.795.120	920.541
355	i	7.322.071.813	623.796.879	921.267
356	be	7.322.073.783	623.797.899	921.369
357	ex	7.322.076.866	623.800.092	921.546
358	be	7.322.081.249	623.803.229	921.333
359	i	7.322.084.285	623.804.902	921.058
360	i	7.322.088.267	623.807.333	920.824
361	i	7.322.078.869	623.820.962	920.389
362	i	7.322.075.655	623.818.515	920.802
363	be	7.322.072.947	623.816.887	921.052
364	be	7.322.070.972	623.816.198	921.193
365	ex	7.322.067.857	623.814.544	921.322
366	i	7.322.062.307	623.810.768	920.899
367	i	7.322.059.547	623.808.700	920.414
368	be	7.322.064.903	623.812.270	921.151
369	i	7.322.050.120	623.825.785	920.214
370	acost	7.322.052.528	623.827.382	920.669
371	be	7.322.054.808	623.828.808	920.972
372	be	7.322.044.058	623.845.589	920.610
373	ex	7.322.046.532	623.847.653	920.576
374	be	7.322.049.673	623.849.578	920.408
375	acost	7.322.051.579	623.850.796	920.221
376	i	7.322.043.346	623.869.645	919.605
377	acost	7.322.040.388	623.868.157	919.943
378	be	7.322.038.804	623.866.773	920.068
379	ex	7.322.035.959	623.864.785	920.209
380	be	7.322.033.150	623.862.766	920.173
381	acost	7.322.031.333	623.861.469	919.940

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
382	i	7.322.028.947	623.859.825	919.639
383	i	7.322.017.359	623.874.402	919.429
384	acost	7.322.021.003	623.876.823	919.540
385	be	7.322.023.008	623.878.574	919.792
386	ex	7.322.025.523	623.880.394	919.820
387	be	7.322.028.336	623.882.609	919.779
388	acost	7.322.030.179	623.883.959	919.669
389	i	7.322.033.514	623.886.514	919.241
390	i	7.322.020.724	623.902.930	919.175
391	acost	7.322.018.385	623.901.586	919.208
392	be	7.322.016.214	623.900.068	919.304
393	ex	7.322.013.431	623.898.088	919.367
394	be	7.322.010.715	623.896.270	919.276
395	acost	7.322.008.683	623.894.836	919.102
396	i	7.322.003.841	623.890.960	919.173
397	i	7.321.993.685	623.904.625	918.797
398	acost	7.321.997.917	623.908.574	918.596
399	be	7.322.000.173	623.910.667	918.852
400	ex	7.322.002.774	623.912.622	918.946
401	be	7.322.005.525	623.914.783	918.917
402	canaleta	7.322.007.562	623.916.553	918.610
403	i	7.322.008.303	623.917.099	919.036
404	i	7.322.011.836	623.919.979	919.114
405	i	7.321.997.418	623.934.902	919.281
406	i	7.321.995.944	623.934.175	918.883
407	canaleta	7.321.994.919	623.933.459	918.136
408	acost	7.321.994.446	623.933.197	918.256
409	be	7.321.992.674	623.931.659	918.492
410	ex	7.321.990.120	623.929.615	918.532
411	be	7.321.987.587	623.927.338	918.424
412	acost	7.321.985.747	623.925.913	918.194
413	canaleta	7.321.985.385	623.925.632	917.921
414	canaleta	7.321.991.343	623.917.693	918.260
415	i	7.321.981.144	623.922.040	918.700
416	i	7.321.971.681	623.936.961	919.694
417	i	7.321.973.785	623.935.957	918.947
418	i	7.321.973.859	623.935.891	918.954
419	canaleta	7.321.974.598	623.939.181	917.471
420	acost	7.321.975.008	623.939.503	917.733
421	be	7.321.977.006	623.940.615	917.992
422	ex	7.321.979.461	623.942.804	918.034
423	be	7.321.981.941	623.945.112	917.988
424	acost	7.321.983.350	623.946.917	917.914

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
425	canaleta	7.321.983.772	623.947.334	917.708
426	i	7.321.987.653	623.947.879	919.578
427	i	7.321.973.923	623.962.874	918.042
B_1047476_2		7.322.439.539	623.274.437	945.879
428	cri	7.322.433.727	623.233.899	946.937
429	cri	7.322.441.781	623.229.114	947.405
430	pe	7.322.442.126	623.232.269	945.084
431	pe	7.322.442.072	623.235.721	945.141
432	cri	7.322.437.797	623.238.850	947.045
433	cri	7.322.442.547	623.248.637	946.379
434	pe	7.322.445.112	623.246.305	945.156
435	i	7.322.460.030	623.240.630	945.293
436	i	7.322.478.069	623.232.382	945.052
437	i	7.322.484.802	623.240.560	944.982
438	cri	7.322.486.465	623.242.346	946.167
439	cri	7.322.505.171	623.231.670	945.362
440	i	7.322.500.134	623.217.242	944.917
441	i	7.322.519.473	623.209.005	944.724
442	i	7.322.523.292	623.218.454	944.334
443	i	7.322.523.533	623.220.896	944.606
444	i	7.322.526.887	623.219.605	944.045
445	cÃ³rrego	7.322.537.590	623.211.501	943.368
446	cx	7.322.538.339	623.211.398	943.278
447	cx	7.322.538.863	623.212.180	943.776
448	cx	7.322.537.513	623.211.989	943.279
449	gsm0.80	7.322.538.298	623.212.403	943.258
450	cÃ³rrego	7.322.521.442	623.205.144	944.409
451	cÃ³rrego	7.322.511.157	623.203.555	944.417
452	cÃ³rrego	7.322.497.492	623.211.410	944.679
453	pe	7.322.490.193	623.205.241	944.973
454	alagado	7.322.486.550	623.209.227	944.868
455	alagado	7.322.492.687	623.211.453	944.840
456	alagado	7.322.496.398	623.217.153	944.810
457	alagado	7.322.487.033	623.223.431	944.816
458	i	7.322.473.839	623.248.027	945.240
459	i	7.322.466.352	623.248.181	945.290
460	i	7.322.462.172	623.249.547	945.495
461	i	7.322.455.016	623.251.373	945.533
462	i	7.322.449.389	623.253.880	946.137
463	i	7.322.449.206	623.260.610	946.242
464	i	7.322.454.628	623.259.315	946.950
465	cri	7.322.456.844	623.262.755	946.961
466	cri	7.322.444.783	623.273.125	945.787

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
467	i	7.322.438.844	623.270.419	945.945
468	i	7.322.431.627	623.261.961	946.088
469	cri	7.322.432.121	623.284.184	944.308
470	cri	7.322.425.673	623.291.906	942.522
471	i	7.322.415.732	623.285.906	942.205
472	i	7.322.410.100	623.282.242	941.549
473	i	7.322.407.322	623.285.776	940.658
474	cri	7.322.415.633	623.303.360	939.745
475	i	7.322.407.426	623.305.123	938.301
476	cri	7.322.423.023	623.322.419	939.114
477	i	7.322.427.509	623.326.359	938.850
478	i	7.322.440.146	623.313.556	942.008
479	cri	7.322.438.768	623.310.141	942.437
480	i	7.322.455.539	623.300.003	944.079
481	cri	7.322.454.403	623.298.061	944.133
482	cri	7.322.465.494	623.290.431	944.918
483	cri	7.322.476.110	623.281.050	945.350
484	cri	7.322.482.896	623.275.881	945.452
485	cri	7.322.488.734	623.278.857	945.214
486	cri	7.322.496.903	623.274.187	944.642
487	i	7.322.504.129	623.264.085	943.071
488	cri	7.322.501.308	623.258.784	943.066
489	i	7.322.512.484	623.268.381	943.309
490	i	7.322.518.681	623.256.991	943.006
491	i	7.322.525.644	623.247.713	942.967
492	ce	7.322.502.041	623.279.123	944.197
493	ce	7.322.493.678	623.284.832	945.034
494	ce	7.322.533.750	623.258.358	940.960
495	ce	7.322.551.772	623.246.731	940.489
496	ce	7.322.576.280	623.231.090	941.593
497	ce	7.322.594.153	623.221.523	942.828
498	ce	7.322.609.851	623.213.632	943.673
499	ce	7.322.624.766	623.206.139	944.219
500	ce	7.322.642.181	623.197.634	944.216
501	ce	7.322.658.239	623.189.838	944.579
502	ce	7.322.675.355	623.182.795	945.052
503	ce	7.322.692.851	623.176.722	945.770
504	ce	7.322.710.597	623.170.594	946.900
505	ce	7.322.471.561	623.302.806	944.537
506	ce	7.322.457.751	623.314.523	943.250
507	ce	7.322.443.890	623.326.877	940.787
508	ce	7.322.433.622	623.335.910	938.279
509	ce	7.322.422.788	623.345.936	935.883

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
510	ce	7.322.406.708	623.361.534	934.255
511	ce	7.322.391.240	623.377.760	931.884
512	i	7.322.384.028	623.373.433	930.662
513	i	7.322.389.532	623.364.003	932.449
514	i	7.322.396.308	623.353.012	933.404
515	i	7.322.414.803	623.340.908	935.000
516	i	7.322.418.761	623.336.290	935.731
517	i	7.322.351.934	623.410.122	932.892
518	cri	7.322.346.393	623.414.022	933.390
519	cri	7.322.336.766	623.426.173	933.360
520	cri	7.322.328.895	623.436.537	933.156
521	cri	7.322.317.419	623.452.718	932.691
522	cri	7.322.306.745	623.469.079	932.650
523	cri	7.322.296.074	623.485.242	932.084
524	cri	7.322.285.166	623.501.630	931.310
525	cri	7.322.274.311	623.518.695	930.494
526	cri	7.322.263.210	623.535.174	929.346
527	cri	7.322.252.074	623.551.955	927.952
528	cri	7.322.241.678	623.567.768	926.698
529	cri	7.322.229.790	623.585.198	924.621
530	i	7.322.229.953	623.585.208	924.605
531	i	7.322.218.962	623.602.127	923.492
532	i	7.322.206.060	623.617.352	922.767
533	i	7.322.208.614	623.619.338	922.446
534	i	7.322.194.971	623.634.674	921.658
535	i	7.322.197.700	623.636.247	921.196
536	i	7.322.185.627	623.651.641	920.145
537	i	7.322.188.409	623.653.611	919.714
538	i	7.322.180.682	623.672.320	917.901
539	ala	7.322.178.068	623.668.928	918.027
540	ala	7.322.176.456	623.671.588	918.085
541	ala	7.322.175.089	623.670.639	918.230
542	ala	7.322.176.594	623.668.176	918.199
543	gsm1.0	7.322.176.263	623.668.687	919.392
544	gsm1.0	7.322.175.482	623.670.106	919.422
545	ce	7.322.175.365	623.693.395	917.048
546	i	7.322.171.065	623.690.096	918.442
547	i	7.322.163.473	623.697.490	919.506
548	i	7.322.157.360	623.704.688	919.786
549	i	7.322.160.991	623.708.027	919.330
550	ce	7.322.165.023	623.709.685	917.473
551	ce	7.322.188.330	623.673.351	917.508
552	ce	7.322.197.608	623.658.500	919.593

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
553	ce	7.322.207.698	623.642.849	920.731
554	ce	7.322.218.235	623.626.548	922.128
555	ce	7.322.228.853	623.609.670	923.435
556	ce	7.322.239.943	623.592.611	925.008
557	ce	7.322.250.908	623.575.401	926.484
558	ce	7.322.261.939	623.558.275	927.734
559	ce	7.322.272.124	623.542.139	928.665
560	ce	7.322.283.950	623.523.619	929.722
561	ce	7.322.293.886	623.508.095	930.437
562	ce	7.322.304.551	623.492.518	930.786
563	ce	7.322.316.122	623.475.808	931.133
564	ce	7.322.327.496	623.459.115	931.528
565	ce	7.322.338.110	623.443.517	931.886
566	ce	7.322.346.757	623.431.025	932.118
567	ce	7.322.355.655	623.418.067	931.943
568	ce	7.322.361.266	623.409.852	931.730
569	ce	7.322.363.421	623.406.493	931.554
570	i	7.322.364.803	623.401.981	931.279
571	i	7.322.366.159	623.399.157	930.219
572	i	7.322.375.338	623.409.079	928.376
573	i	7.322.376.542	623.408.808	927.643
574	ce	7.322.120.990	623.778.450	921.590
575	ce	7.322.132.717	623.760.149	920.423
576	i	7.322.128.083	623.755.417	921.007
577	i	7.322.137.610	623.740.145	920.451
578	ce	7.322.148.540	623.735.346	918.992
579	ce	7.322.159.994	623.717.388	917.750
580	poste cÃ¢mera	7.322.113.547	623.787.735	921.956
581	poste	7.322.114.722	623.796.180	922.175
582	ce	7.322.111.416	623.793.483	922.294
583	cri	7.322.108.204	623.792.354	922.732
584	ce	7.322.103.653	623.805.352	923.275
585	ce	7.322.091.047	623.824.666	924.639
586	cri	7.322.089.563	623.823.835	924.735
587	ce	7.322.078.676	623.845.151	925.762
588	cri	7.322.077.440	623.844.310	925.723
589	ce	7.322.064.914	623.866.583	927.410
590	cri	7.322.064.191	623.866.228	927.333
591	ce	7.322.053.817	623.883.285	928.063
592	cri	7.322.053.030	623.883.027	927.827
593	ce	7.322.044.120	623.897.890	928.345
594	cri	7.322.043.669	623.897.575	928.293
595	ce	7.322.032.343	623.914.867	928.702

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
596	cri	7.322.031.954	623.914.309	928.609
597	ce	7.322.017.062	623.936.762	928.554
598	i	7.322.008.123	623.948.319	928.139
599	ce	7.321.998.354	623.960.546	928.292
600	cri	7.321.997.888	623.960.080	928.191
601	cri	7.321.989.473	623.970.244	927.750
602	ce	7.321.989.778	623.970.884	927.880
603	cri	7.321.977.973	623.981.465	926.909
604	ce	7.321.979.027	623.982.940	926.826
605	ce	7.321.968.354	623.995.395	925.752
606	cri	7.321.962.316	623.988.919	925.741
607	cri	7.321.946.342	624.004.524	924.121
608	ce	7.321.953.299	624.011.183	923.853
609	ce	7.321.941.081	624.023.686	921.948
610	cri	7.321.932.297	624.015.887	921.431
611	cri	7.321.918.914	624.024.762	917.999
612	pe	7.321.924.585	624.030.478	918.184
613	pe	7.321.933.861	624.024.820	920.240
614	cri	7.321.935.276	624.026.628	921.579
615	ce	7.321.936.943	624.027.971	921.398
616	ce	7.321.926.819	624.038.049	919.847
617	cri	7.321.924.806	624.036.560	920.100
618	cri	7.321.914.575	624.047.455	917.740
619	cri	7.321.907.881	624.056.843	915.407
620	cri	7.321.913.505	624.028.376	916.513
621	pe	7.321.909.921	624.027.569	914.495
622	canaleta	7.321.909.249	624.027.414	914.154
623	canaleta	7.321.904.301	624.032.167	913.929
624	i	7.321.909.177	624.035.391	913.765
625	pe	7.321.974.185	623.959.675	917.450
626	canaleta	7.321.973.868	623.959.364	917.243
627	cri	7.321.977.332	623.962.234	920.559
628	acost	7.321.973.649	623.958.978	917.545
629	be	7.321.971.825	623.957.850	917.644
630	ex	7.321.969.020	623.955.192	917.662
631	be	7.321.966.858	623.952.870	917.571
632	acost	7.321.965.112	623.951.373	917.362
633	canaleta	7.321.964.827	623.951.010	917.111
634	pe	7.321.964.433	623.950.797	917.395
635	cri	7.321.961.448	623.948.396	920.480
636	cri	7.321.967.968	623.940.425	920.356
637	i	7.321.962.222	623.934.020	920.448
638	i	7.321.947.346	623.951.607	920.742

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
639	cri	7.321.949.127	623.960.650	920.849
640	cri	7.321.945.603	623.958.883	919.911
641	cri	7.321.944.717	623.955.221	920.095
642	cri	7.321.946.973	623.945.013	920.551
643	cri	7.321.947.836	623.940.450	920.595
644	cri	7.321.950.473	623.933.983	919.903
645	cri	7.321.951.999	623.928.519	919.007
646	i	7.321.957.819	623.923.620	919.152
647	pe	7.321.964.625	623.923.131	918.994
648	cri	7.321.964.658	623.925.365	919.825
649	pe	7.321.975.718	623.932.100	918.414
650	pe	7.321.975.980	623.935.578	918.368
651	pe	7.321.954.821	623.961.991	916.909
652	canaleta	7.321.955.024	623.962.385	916.615
653	acost	7.321.955.335	623.962.587	916.915
654	be	7.321.957.129	623.963.936	917.131
655	ex	7.321.959.622	623.966.198	917.254
656	be	7.321.962.294	623.968.799	917.260
657	acost	7.321.963.843	623.970.425	917.085
658	canaleta	7.321.964.063	623.970.810	916.812
659	pe	7.321.964.257	623.970.972	917.014
660	i	7.321.966.293	623.973.057	918.395
661	i	7.321.950.334	623.989.300	917.334
662	pe	7.321.948.689	623.987.760	916.460
663	canaleta	7.321.948.542	623.987.457	916.205
664	acost	7.321.948.321	623.987.198	916.489
665	be	7.321.946.779	623.985.447	916.630
666	ex	7.321.944.274	623.982.856	916.605
667	be	7.321.942.072	623.980.468	916.509
668	acost	7.321.940.508	623.978.945	916.327
669	canaleta	7.321.940.092	623.978.419	916.010
670	pe	7.321.939.938	623.978.141	916.284
671	pe	7.321.925.656	623.992.868	915.565
672	canaleta	7.321.925.920	623.993.031	915.277
673	acost	7.321.926.248	623.993.354	915.619
674	be	7.321.928.070	623.994.800	915.828
675	ex	7.321.930.300	623.997.285	915.930
676	be	7.321.933.214	623.999.657	915.922
677	acost	7.321.934.685	624.001.160	915.826
678	canaleta	7.321.934.927	624.001.497	915.558
679	pe	7.321.935.159	624.001.786	915.811
680	pe	7.321.921.008	624.017.219	915.222
681	canaleta	7.321.920.216	624.016.314	914.811

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
682	acost	7.321.919.863	624.016.084	915.069
683	be	7.321.918.329	624.014.425	915.192
684	ex	7.321.915.806	624.011.985	915.221
685	be	7.321.913.687	624.009.467	915.115
686	acost	7.321.912.195	624.007.776	914.934
687	canaleta	7.321.911.730	624.007.497	914.702
688	i	7.321.911.013	624.007.338	914.888
689	canaleta	7.321.903.675	624.015.554	914.216
690	canaleta	7.321.900.700	624.012.881	914.336
691	i	7.321.895.287	624.022.499	914.218
692	canaleta	7.321.895.595	624.023.330	913.877
693	acost	7.321.895.951	624.023.630	914.152
694	be	7.321.897.679	624.025.219	914.333
695	ex	7.321.899.812	624.027.992	914.434
696	be	7.321.901.519	624.031.045	914.388
697	acost	7.321.902.937	624.032.822	914.200
698	pe	7.321.892.886	624.057.274	912.815
699	i	7.321.888.181	624.051.774	913.049
700	acost	7.321.885.960	624.049.363	913.263
701	be	7.321.884.459	624.047.633	913.506
702	ex	7.321.882.312	624.044.863	913.555
703	be	7.321.880.021	624.042.301	913.503
704	acost	7.321.878.518	624.040.486	913.202
705	canaleta	7.321.878.204	624.040.073	912.967
706	pe	7.321.877.852	624.039.864	913.191
707	pe	7.321.892.817	624.024.849	914.128
708	pe	7.321.863.360	624.053.640	912.565
709	canaleta	7.321.863.826	624.053.967	912.286
710	acost	7.321.864.224	624.054.341	912.519
711	be	7.321.865.640	624.056.257	912.751
712	ex	7.321.867.975	624.058.745	912.821
713	be	7.321.870.476	624.061.307	912.749
714	acost	7.321.872.061	624.063.333	912.552
715	i	7.321.876.223	624.068.170	912.609
716	i	7.321.877.552	624.070.399	912.566
717	i	7.321.859.309	624.081.014	911.705
718	acost	7.321.856.211	624.077.697	911.782
719	be	7.321.854.891	624.076.275	911.889
720	ex	7.321.852.695	624.073.638	911.992
721	be	7.321.850.511	624.070.886	911.936
722	acost	7.321.849.083	624.069.404	911.769
723	canaleta	7.321.848.629	624.068.994	911.418
724	pe	7.321.848.383	624.068.644	911.707

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
725	pe	7.321.834.424	624.080.382	911.134
726	canaleta	7.321.835.612	624.081.582	910.828
727	acost	7.321.835.886	624.081.856	911.073
728	be	7.321.837.512	624.083.636	911.287
729	ex	7.321.839.387	624.086.505	911.304
730	be	7.321.841.837	624.089.105	911.137
731	acost	7.321.843.298	624.090.911	910.891
732	pe	7.321.846.996	624.094.546	910.960
733	cri	7.321.886.458	624.023.548	918.311
734	i	7.321.882.404	624.019.769	919.107
735	i	7.321.871.654	624.008.754	920.361
736	i	7.321.867.742	624.006.001	921.097
737	i	7.321.888.034	624.004.629	919.581
738	i	7.321.891.639	623.999.635	919.473
739	i	7.321.892.621	623.990.930	917.525
740	i	7.321.886.180	623.992.845	920.169
741	i	7.321.882.824	623.990.176	921.225
742	i	7.321.894.696	623.981.391	921.017
743	apagamento +10	7.321.896.012	623.981.442	920.234
744	i	7.321.897.175	623.976.376	921.748
745	i	7.321.899.246	623.969.864	922.623
746	i	7.321.901.550	623.970.714	920.487
747	ce	7.321.900.302	623.964.172	923.831
748	i	7.321.908.818	623.962.228	921.216
749	ce	7.321.909.908	623.954.349	922.914
750	i	7.321.914.872	623.958.467	922.047
751	i	7.321.918.274	623.956.967	921.999
752	i	7.321.924.006	623.952.161	920.512
753	ce abelha +10	7.321.919.978	623.941.613	922.502
754	i	7.321.928.702	623.929.711	921.935
755	i	7.321.935.401	623.920.856	922.293
756	ce	7.321.944.188	623.910.745	923.012
757	ce	7.321.953.820	623.897.279	922.995
758	ce	7.321.960.918	623.888.519	920.785
759	i	7.321.962.621	623.889.195	919.925
760	ce	7.321.983.149	623.856.318	920.113
761	ce	7.321.995.348	623.836.025	921.293
762	ce	7.322.005.582	623.822.753	921.510
763	lm.a	7.322.004.186	623.825.654	919.647
764	lm.a	7.322.015.925	623.807.681	919.601
765	ce	7.322.019.286	623.801.315	921.591
766	ce	7.322.029.127	623.787.117	921.731

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
767	ce	7.322.039.807	623.772.269	922.479
768	ce	7.322.052.639	623.753.147	924.435
769	ce	7.322.065.101	623.735.944	924.568
770	ce	7.322.075.863	623.719.284	923.666
771	ce	7.322.085.809	623.703.877	923.342
772	acesso	7.322.087.524	623.701.258	923.082
773	acesso	7.322.091.629	623.694.256	923.058
774	ce	7.322.093.118	623.691.806	923.184
775	acesso	7.322.091.969	623.713.816	922.512
776	acesso	7.322.085.437	623.719.148	922.347
777	acesso	7.322.084.282	623.731.333	922.087
778	acesso	7.322.090.034	623.731.853	922.100
779	acesso	7.322.091.678	623.736.440	921.918
780	acesso	7.322.084.514	623.741.703	921.885
781	acesso	7.322.091.361	623.748.266	921.764
782	i	7.322.088.618	623.757.915	921.600
783	i	7.322.080.940	623.771.677	921.018
784	i	7.322.071.791	623.786.602	920.283
785	i	7.322.062.628	623.799.427	919.845
786	i	7.322.057.761	623.806.141	919.610
787	lm.a	7.322.056.837	623.806.396	919.563
788	lm.a	7.322.058.396	623.796.228	919.547
789	lm.a	7.322.056.334	623.790.932	919.560
790	lm.a	7.322.053.607	623.782.712	919.528
791	lm.a	7.322.047.005	623.778.063	919.512
792	lm.a	7.322.044.575	623.774.307	919.560
793	i	7.322.043.480	623.771.002	919.845
794	i	7.322.053.209	623.758.616	920.870
795	i	7.322.056.467	623.761.522	920.584
796	i	7.322.062.296	623.744.778	921.981
797	i	7.322.072.767	623.755.085	921.280
798	i	7.322.068.394	623.736.722	922.276
799	i	7.322.075.418	623.724.902	922.235
800	i	7.322.087.276	623.731.053	922.152
801	i	7.322.092.427	623.726.613	922.209
802	i	7.322.102.008	623.712.888	922.089
803	i	7.322.104.556	623.701.209	922.223
804	i	7.322.109.998	623.684.017	922.524
805	i	7.322.115.083	623.671.120	922.304
806	i	7.322.121.692	623.653.145	922.290
807	i	7.322.129.909	623.638.938	922.603
808	i	7.322.152.925	623.612.296	923.320
809	i	7.322.163.225	623.599.633	924.286

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
810	i	7.322.176.008	623.582.854	925.584
811	i	7.322.184.727	623.569.666	926.639
812	i	7.322.194.265	623.554.320	927.258
813	i	7.322.202.429	623.538.451	928.614
814	i	7.322.209.320	623.522.899	930.393
815	i	7.322.216.781	623.508.373	932.309
816	i	7.322.224.276	623.495.526	933.469
817	i	7.322.232.696	623.481.308	934.752
818	i	7.322.241.505	623.467.532	935.870
819	i	7.322.251.155	623.452.406	937.044
820	i	7.322.260.836	623.437.010	938.184
821	i	7.322.269.596	623.422.943	939.031
822	i	7.322.279.751	623.413.691	939.221
823	i	7.322.289.471	623.400.096	939.710
824	i	7.322.299.552	623.388.261	939.869
825	i	7.322.311.853	623.374.796	939.895
826	i	7.322.319.791	623.363.897	939.329
827	cri	7.322.319.166	623.387.002	938.341
828	cri	7.322.306.810	623.402.311	938.568
829	cri	7.322.298.903	623.414.105	938.260
830	cri	7.322.287.793	623.428.216	937.833
831	cri	7.322.276.469	623.445.134	937.077
832	cri	7.322.264.610	623.463.599	935.884
833	cri	7.322.255.195	623.480.729	934.535
834	cri	7.322.243.342	623.499.285	933.102
835	cri	7.322.233.445	623.515.977	931.956
836	cri	7.322.223.388	623.533.242	930.123
837	cri	7.322.215.622	623.550.757	928.034
838	cri	7.322.210.635	623.561.107	926.870
839	cri	7.322.201.639	623.577.167	926.470
840	canaleta	7.322.202.412	623.577.918	925.053
841	cri	7.322.190.982	623.590.598	925.459
842	i	7.322.195.354	623.593.350	924.540
843	i	7.322.180.822	623.604.242	924.498
844	i	7.322.184.756	623.607.900	923.442
845	i	7.322.177.906	623.616.335	922.768
846	i	7.322.172.888	623.613.193	923.631
847	i	7.322.158.389	623.632.607	922.106
848	i	7.322.148.301	623.642.158	921.621
849	i	7.322.153.672	623.645.256	920.799
850	i	7.322.158.409	623.648.214	920.565
851	ala	7.322.156.378	623.655.684	921.517
852	ala	7.322.154.919	623.658.209	921.486

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
853	ala	7.322.153.426	623.657.332	919.936
854	gsm1.0	7.322.155.217	623.657.716	921.136
855	gsm1.0	7.322.156.153	623.656.157	921.189
856	i	7.322.140.073	623.654.896	921.300
857	i	7.322.138.068	623.659.695	921.466
858	i	7.322.134.544	623.665.380	921.848
859	i	7.322.130.406	623.677.757	922.085
860	i	7.322.127.458	623.684.408	922.157
861	i	7.322.123.503	623.694.288	922.010
862	i	7.322.120.110	623.704.587	921.661
863	i	7.322.114.495	623.716.447	921.866
865	ebrm13	7.322.122.140	623.708.221	922.268
866	gsm0.20	7.322.130.361	623.702.100	922.067
867	i	7.322.131.302	623.691.460	922.137
868	i	7.322.145.892	623.673.840	921.722
869	pe	7.322.098.217	623.801.308	921.340
870	pe	7.322.086.508	623.819.477	920.604
871	pe	7.322.075.018	623.840.338	921.000
872	gsm0.20	7.322.063.735	623.838.344	920.333
873	pe	7.322.058.450	623.856.917	920.307
874	i	7.322.044.694	623.870.432	919.785
875	i	7.322.045.545	623.871.876	920.703
876	pe +3	7.322.047.067	623.873.534	920.347
877	i	7.322.033.984	623.888.239	919.283
878	pe +5	7.322.035.468	623.889.314	919.706
879	i	7.322.022.087	623.903.766	918.999
880	pe +4	7.322.023.747	623.904.352	919.833
881	pe +6	7.322.012.182	623.921.699	919.572
882	i	7.322.011.157	623.920.775	919.174
883	i	7.321.995.432	623.934.848	919.141
884	i	7.321.995.173	623.939.510	919.295
885	pe +8	7.321.995.097	623.939.154	920.188
886	i	7.321.988.905	623.948.865	920.301
887	pe +6	7.321.988.737	623.948.640	920.244
888	cri	7.321.976.519	623.964.289	921.091
889	i	7.321.974.357	623.962.973	918.261
B_1047476_3		7.321.234.400	624.691.190	930.445
B_1047476_4		7.321.234.400	624.691.190	930.445
B_1047476_5		7.322.050.311	623.851.661	928.125
890	ce	7.322.092.596	623.688.017	930.796
891	ce	7.322.100.118	623.676.612	930.770
892	ce	7.322.109.438	623.661.884	930.354
893	ce	7.322.117.967	623.648.492	930.287

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
894	ce	7.322.126.421	623.635.230	930.495
895	ce	7.322.135.840	623.620.434	931.018
896	ce	7.322.145.274	623.605.913	931.740
897	ce	7.322.155.006	623.590.597	932.741
898	ce	7.322.164.664	623.575.481	933.742
899	ce	7.322.171.703	623.564.588	934.688
900	ce	7.322.182.540	623.547.673	935.832
901	ce	7.322.190.915	623.534.383	937.062
902	ce	7.322.199.750	623.520.389	938.423
903	ce	7.322.210.686	623.503.401	940.478
904	ce	7.322.223.537	623.483.493	942.240
905	ce	7.322.234.550	623.466.695	943.663
906	ce	7.322.246.523	623.449.004	945.165
B_1047476_6		7.321.234.400	624.691.190	930.445
B_1047476_7		7.321.234.400	624.691.190	930.445
pq1	pq1	7.322.077.767	623.725.485	922.320
B_1047476_8		7.322.077.767	623.725.485	922.320
907	ce	7.322.095.459	623.688.119	922.859
908	ce	7.322.106.340	623.671.511	922.561
909	ce	7.322.115.927	623.656.473	922.355
910	ce	7.322.125.259	623.641.861	922.413
911	ce	7.322.135.155	623.626.351	922.780
912	ce	7.322.145.024	623.610.945	923.537
913	ce	7.322.155.258	623.594.939	924.458
914	ce	7.322.165.454	623.578.890	925.606
915	ce	7.322.174.435	623.565.000	926.668
916	ce	7.322.186.503	623.546.108	928.025
917	ce	7.322.196.724	623.530.078	929.544
918	ce	7.322.208.287	623.511.847	931.565
919	ce	7.322.220.136	623.493.278	933.470
920	ce	7.322.230.616	623.477.173	934.901
921	ce	7.322.245.265	623.455.305	936.720
922	ce	7.322.255.573	623.439.918	937.802
923	ce	7.322.267.667	623.421.934	938.961
924	ce	7.322.274.155	623.412.142	939.382
925	i	7.322.274.161	623.412.191	939.382
926	i	7.322.256.511	623.408.970	940.292
927	i	7.322.238.052	623.415.667	940.308
928	i	7.322.218.774	623.422.402	940.060
929	i	7.322.205.738	623.427.953	939.816
930	i	7.322.183.420	623.422.605	940.539
931	i	7.322.166.268	623.420.511	940.917
932	i	7.322.146.194	623.430.706	940.007

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
933	i	7.322.126.651	623.443.000	938.625
934	i	7.322.104.464	623.456.904	936.884
935	i	7.322.093.378	623.464.119	936.122
936	i	7.322.080.047	623.487.832	933.805
937	i	7.322.066.936	623.505.387	932.112
938	i	7.322.059.245	623.520.881	930.778
939	i	7.322.044.077	623.544.527	929.680
940	i	7.322.033.877	623.557.836	929.412
941	i	7.322.023.710	623.570.954	929.541
942	i	7.322.022.707	623.578.913	929.345
943	i	7.322.036.796	623.592.049	928.333
944	i	7.322.036.648	623.570.701	928.956
945	i	7.322.043.455	623.566.326	928.543
946	i	7.322.057.846	623.557.225	928.732
947	i	7.322.071.394	623.548.845	928.745
948	i	7.322.086.788	623.539.118	929.281
949	i	7.322.101.233	623.529.798	929.989
950	i	7.322.116.488	623.520.423	930.831
951	i	7.322.132.039	623.510.470	931.924
952	i	7.322.147.992	623.500.524	932.901
953	i	7.322.161.583	623.491.802	933.807
954	i	7.322.177.890	623.481.516	934.718
955	i	7.322.192.535	623.472.532	935.525
956	i	7.322.208.178	623.462.612	936.372
957	i	7.322.222.298	623.453.398	937.138
958	i	7.322.235.853	623.445.250	937.567
959	i	7.322.248.017	623.438.000	937.994
960	i	7.322.244.377	623.455.796	936.668
961	i	7.322.227.218	623.466.054	935.728
962	i	7.322.210.424	623.476.367	935.078
963	i	7.322.195.136	623.486.707	934.164
964	i	7.322.176.758	623.498.045	933.072
965	i	7.322.159.547	623.509.429	932.083
966	i	7.322.142.311	623.520.040	930.939
967	i	7.322.125.146	623.530.911	929.847
968	i	7.322.111.470	623.539.665	929.155
969	i	7.322.096.552	623.548.859	928.565
970	i	7.322.081.112	623.558.791	927.902
971	i	7.322.067.155	623.567.509	927.824
972	i	7.322.052.768	623.575.771	928.130
973	i	7.322.047.299	623.585.640	927.861
974	i	7.322.052.315	623.592.150	927.280
975	i	7.322.072.704	623.579.417	927.115

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
976	i	7.322.089.119	623.569.085	927.090
977	i	7.322.109.661	623.556.077	927.729
978	i	7.322.124.504	623.546.671	928.517
979	i	7.322.141.631	623.536.009	929.445
980	i	7.322.155.175	623.527.283	930.253
981	i	7.322.171.938	623.516.698	931.229
982	i	7.322.191.547	623.504.293	932.387
983	i	7.322.173.849	623.532.882	929.705
984	i	7.322.157.557	623.543.217	928.737
985	i	7.322.139.393	623.553.886	927.758
986	i	7.322.122.244	623.564.172	927.008
987	i	7.322.109.632	623.572.270	926.442
988	i	7.322.092.763	623.583.370	926.103
989	i	7.322.076.560	623.591.507	926.434
990	i	7.322.065.433	623.598.985	926.694
991	i	7.322.060.245	623.603.150	926.507
992	i	7.322.052.146	623.607.408	926.958
993	i	7.322.071.010	623.616.044	925.456
994	i	7.322.083.459	623.608.201	925.491
995	i	7.322.097.577	623.599.081	925.070
996	i	7.322.113.882	623.589.098	925.195
997	i	7.322.126.508	623.581.129	925.567
998	i	7.322.139.610	623.573.662	926.132
999	i	7.322.139.149	623.589.833	924.672
1000	i	7.322.122.946	623.601.027	924.100
1001	i	7.322.106.051	623.610.538	924.325
1002	i	7.322.091.406	623.617.860	924.670
1003	i	7.322.078.222	623.623.710	924.941
1004	i	7.322.074.219	623.627.198	924.778
1005	i	7.322.069.542	623.632.514	924.953
1006	i	7.322.076.453	623.647.906	923.951
1007	i	7.322.083.246	623.643.755	923.640
1008	i	7.322.099.481	623.633.696	923.724
1009	i	7.322.115.591	623.622.938	923.488
1010	i	7.322.125.275	623.617.121	923.463
1011	i	7.322.114.916	623.632.081	923.210
1012	i	7.322.104.143	623.646.820	922.992
1013	i	7.322.094.830	623.658.589	923.124
1014	i	7.322.084.783	623.670.976	923.358
1015	i	7.322.158.619	623.564.669	926.760
1016	i	7.322.186.686	623.518.323	930.966
1017	i	7.322.247.383	623.426.443	939.124
1018	i	7.322.228.987	623.435.248	938.783

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
1019	i	7.322.210.916	623.445.523	938.052
1020	i	7.322.193.515	623.455.623	937.208
1021	i	7.322.178.242	623.463.780	936.497
1022	i	7.322.163.822	623.471.998	935.762
1023	i	7.322.143.893	623.483.288	934.594
1024	i	7.322.131.303	623.490.633	933.947
1025	i	7.322.118.688	623.498.427	933.002
1026	i	7.322.100.524	623.509.650	931.828
1027	i	7.322.083.795	623.519.463	930.849
1028	i	7.322.071.059	623.526.485	930.368
1029	i	7.322.054.386	623.536.536	929.931
1030	i	7.322.065.226	623.512.974	931.353
1031	i	7.322.083.474	623.501.668	932.441
1032	i	7.322.100.750	623.490.934	933.688
1033	i	7.322.118.223	623.479.878	934.774
1034	i	7.322.136.038	623.468.788	936.084
1035	i	7.322.152.462	623.458.299	937.102
1036	i	7.322.170.115	623.447.044	938.243
1037	i	7.322.187.250	623.436.510	939.110
1038	i	7.322.204.312	623.417.638	940.787
1039	i	7.322.306.715	623.370.030	940.349
1040	i	7.322.318.789	623.355.876	939.681
1041	i	7.322.330.952	623.342.354	936.956
1042	i	7.322.342.634	623.329.724	934.194
1043	alagado	7.322.347.738	623.324.292	933.489
1044	i	7.322.346.033	623.339.988	933.282
1045	i	7.322.349.431	623.352.202	932.289
1046	i	7.322.352.068	623.357.347	931.719
1047	alagado	7.322.356.512	623.350.963	931.312
1048	gsm1.0	7.322.362.949	623.349.876	931.567
1049	gsm1.0	7.322.363.839	623.349.207	931.545
1050	i	7.322.346.375	623.366.502	932.935
1051	canaleta	7.322.341.481	623.372.137	933.227
1052	i	7.322.368.350	623.393.190	928.800
1053	ala	7.322.372.536	623.382.381	930.132
1054	gsm1.0	7.322.373.037	623.381.991	929.821
1055	gsm1.0	7.322.374.229	623.380.826	929.882
1056	i	7.322.397.952	623.298.435	937.040
1057	ce	7.322.387.045	623.284.592	938.049
1058	ce	7.322.378.105	623.293.021	936.799
1059	ce	7.322.372.277	623.298.552	934.837
1060	alagado	7.322.369.579	623.301.282	933.681
1061	alagado	7.322.384.644	623.305.601	934.666

Ponto	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude (m)
1062	i	7.322.393.410	623.303.976	935.357
1063	i	7.322.459.457	623.218.277	947.931
1064	ce	7.322.485.419	623.202.467	947.239
1065	ce	7.322.509.429	623.188.971	947.349
1066	i	7.322.538.082	623.187.046	945.830
1067	i	7.322.550.083	623.177.190	947.209
1068	ce	7.322.548.380	623.166.985	948.610
1069	i	7.322.567.832	623.165.500	948.317
1070	ce	7.322.571.442	623.154.161	949.969
1071	i	7.322.590.355	623.153.994	949.405
1072	i	7.322.605.802	623.147.405	949.988
1073	ce	7.322.604.198	623.137.612	951.089
1074	i	7.322.626.325	623.139.457	950.145
1075	ce	7.322.629.747	623.127.054	951.376
1076	ce	7.322.646.474	623.120.063	951.705
1077	i	7.322.651.417	623.128.418	950.814
1078	i	7.322.654.616	623.148.379	948.729
1079	i	7.322.640.033	623.154.774	948.529
1080	i	7.322.616.848	623.166.143	947.842
1081	i	7.322.599.800	623.174.292	947.183
1082	i	7.322.570.101	623.186.302	945.120

7. MONOGRAFIA DOS MARCOS TOPOGRÁFICOS PRÉ-EXISTENTES

RELATÓRIO GEODÉSICO

Nome do Ponto:	PR092 M0005	**Responsável/ Empresa:**	H2M ENGENHARIA	**Data:**	12/05/2024
Fuso:	22S	**Estado:**	PR	**Tempo de Rastreio:**	03:33:35
Meridiano Central:	-51	**Município:**	JAGUARIAÍVA	**Início do Rastreio:**	14:41:27
Fonte Ondulação:	MODELO GEOIDAL LOCAL (RRNN)	**Equipamento utilizado:**	CHC i50	**Final do Rastreio:**	18:15:01
Ondulação Geoidal	1,16	**Estações de Referência:**	SPOR/SPBO	**Altura Antena:**	1,800

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000				**DATUM VERTICAL: IMBITUBA/SC**			
Coordenadas Geográficas		**Coordenadas UTM**		**Coordenadas LTM**		**Precisões**	
Latitude:	-24°13'03,21200"	**E:**	624860,884	**E:**	187771,517	**ΔLeste**	0,000
Longitude:	-49°46'13,38003"	**N:**	7321136,672	**N:**	2320622,696	**ΔNorte**	0,000
h (elipsoidal):	940,564		**H (ortométrica):**	939,402		**ΔElevação**	0,000

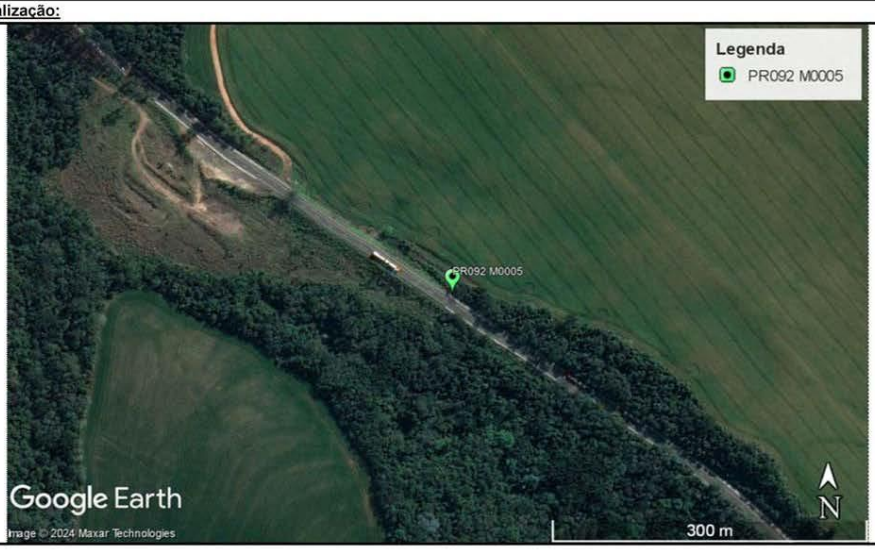
Visão Geral 01:

Visão Geral 02:

Descrição do marco:

RODOVIA PR 092 KM 207 + 900 m

Croqui de Localização:



Observações:

www.h2m.eng.br

RELATÓRIO GEODÉSICO

Nome do Ponto:	PR092 M0006	**Responsável/ Empresa:**	H2M ENGENHARIA	**Data:**	12/05/2024
Fuso:	22S	**Estado:**	PR	**Tempo de Rastreio:**	03:26:30
Meridiano Central:	-51	**Município:**	JAGUARIAÍVA	**Início do Rastreio:**	14:34:07
Fonte Ondulação:	MODELO GEOIDAL LOCAL (RRNN)	**Equipamento utilizado:**	CHC i50	**Final do Rastreio:**	18:00:36
Ondulação Geoidal	1,16	**Estações de Referência:**	SPOR/SPBO	**Altura Antena:**	1,622

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000				**DATUM VERTICAL: IMBITUBA/SC**			
Coordenadas Geográficas		**Coordenadas UTM**		**Coordenadas LTM**		**Precisões**	
Latitude:	-24°13'00,08360"	**E:**	624691,190	**E:**	187600,851	**ΔLeste**	0,004
Longitude:	-49°46'19,42546"	**N:**	7321234,400	**N:**	2320718,799	**ΔNorte**	0,004
h (elipsoidal):	931,600		**H (ortométrica):**	930,445		**ΔElevação**	0,008

Visão Geral 01:

Visão Geral 02:

Descrição do marco:

RODOVIA PR 092 KM 208 + 92 m

Croqui de Localização:

Observações:

www.h2m.eng.br

8. MONOGRAFIA DOS MARCOS TOPOGRÁFICOS IMPLANTADOS

AFIRMA ENGENHARIA-EVIAS ENGENHARIA DE VIÁRIA

ESTAÇÃO:	LOCAL:	MUNICÍPIO:	UF:
PT1	PR-092	ARAPOTI	PR

COORDENADAS GEODÉSICAS (GPS)

DATUM HORIZONTAL	LATITUDE ° ' "	LONGITUDE ° ' "	COORDENADAS N (m)	COORDENADAS E (m)	ALTITUDE ELIPSOIDAL (m)	MERIDIANO CENTRAL
SIRGAS 2000	24°12'34,160"S	49°46'49,692"W	7.322.039,260	623.844,341	920,081	-51

COORDENADAS TOPOGRÁFICAS

COORDENADAS X (m)	COORDENADAS Y (m)	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m)
7.322.039,2600	623.844,3410	920,081

PARÂMETROS DE CONVERSÃO

MERIDIANO CENTRAL: 54W

DATUM SIRGAS 2000

ROTAÇÃO: -

ONDULAÇÃO GEOIDAL (m): 3,94

ORIGEM TOPOGRÁFICA	
X (m):	623.844,341
Y (m):	7.322.039,260

OBS: NÃO FORAM UTILIZADOS OS PARÂMETROS DA NBR 13.133 PARA CONVERSÃO DO SISTEMA UTM PARA O TOPOGRÁFICO E COTAS A PARTIR DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

DESCRIÇÃO DE MATERIALIZAÇÃO

Marco tronco-trapezoidal com base quadrada de 40cm de aresta e chapa de metal com nomeclatura específica.

ITINERÁRIO

OBSERVAÇÃO

CROQUI

FOTO

AFIRMA ENGENHARIA-EVIAS ENGENHARIA DE VIÁRIA

ESTAÇÃO:	LOCAL:	MUNICÍPIO:	UF:
PT2	PR-092	ARAPOTI	PR

COORDENADAS GEODÉSICAS (GPS)

DATUM HORIZONTAL	LATITUDE ° ' "	LONGITUDE ° ' "	COORDENADAS N (m)	COORDENADAS E (m)	ALTITUDE ELIPSOIDAL (m)	MERIDIANO CENTRAL
SIRGAS 2000	25°12'27,751"S	49°47'01,004"W	7.322.239,186	623.526,923	928,061	-51

COORDENADAS TOPOGRÁFICAS

COORDENADAS X (m)	COORDENADAS Y (m)	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m)
7.322.239,1860	623.526,9230	928,061

PARÂMETROS DE CONVERSÃO

MERIDIANO CENTRAL: 54W

DATUM SIRGAS 2000

ROTAÇÃO: -

ONDULAÇÃO GEOIDAL (m): 3,94

ORIGEM TOPOGRÁFICA	
X (m):	623.526,923
Y (m):	7.322.239,186

OBS: NÃO FORAM UTILIZADOS OS PARÂMETROS DA NBR 13.133 PARA CONVERSÃO DO SISTEMA UTM PARA O TOPOGRÁFICO E COTAS A PARTIR DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

DESCRIÇÃO DE MATERIALIZAÇÃO

Marco tronco-trapezoidal com base quadrada de 40cm de aresta e chapa de metal com nomeclatura específica.

ITINERÁRIO

OBSERVAÇÃO

CROQUI

FOTO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D1-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 107
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – ESTUDO GEOLÓGICO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	11/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 4
2. ESTUDOS GEOLÓGICOS 4
2.1. Aspectos Geológicos 5
2.2. Aspectos Geomorfológicos 6
2.3. Cobertura Vegetal 7
3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS 9
3.1. Plano de Sondagem 9
3.2. Poços de Inspeção 12
3.3. Sondagens a Trado 40
3.4. Sondagens à Percussão 103

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante dos serviços técnicos especializados de engenharia para elaboração de projetos funcional, anteprojetos e projetos executivos de um Ponto de Parada para Descanso de Caminhoneiros – PPD a ser implantado na rodovia PR-092, sob concessão da EPR Litoral Pioneiro, no estado do Paraná.

Este relatório tem por objetivo apresentar os Estudos Geológicos e Geotécnicos conduzidos, que objetivaram a investigação e conhecimento das condicionantes do solo local.

2. ESTUDOS GEOLÓGICOS

A região onde será implantado o Pontos de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, indicadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do I tem 1, fica situada no km 209+650 da PR-092, entre as áreas urbanas de Arapoti e Jaguariaiva, estado do Paraná.

Além dos estudos geológicos e das investigações geotécnicas que foram executados para os estudos das obras de ampliação de capacidade previstas na PR-092, eventualmente disponíveis nos arquivos do DNIT e da Concessionária, foram consultados arquivos públicos de mapeamentos geológicos e geotécnicos originados de trabalhos anteriores de âmbito regional, merecendo destaque, entre outros:

- O Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná, em escala original 1: 600.000, emitido em 2021 pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em convênio com o Instituto Água e Terra e a Universidade Federal do Paraná;
- A Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (escala original 1: 1.000.000), Folha Curitiba, SG.22; que abrange a área de interesse dos presentes estudos

para o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros PPD; emitidas em 2004 pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil;

- Mapa hidrogeológico do estado do Paraná, em escala original 1: 600.000, emitida pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil, emitido em 2015, que abrange a área de interesse dos presentes estudos para o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD;

- Mapa Político do Estado do Paraná, em escala original 1: 750.000 emitido pelo IBGE em 2015;

- Cartas Planialtimétricas da Região Sul do Brasil em escala original 1:250.000, com curvas de nível espaçadas de 100m emitidas pelo IBGE: Folha Telêmaco Borba, SG-22-X-A, emitida em 1982; que abrange a área de interesse dos presentes estudos para o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros PPD;

2.1. Aspectos Geológicos

Com base nas informações disponíveis nos documentos referidos acima e ainda nos resultados da interpretação geológico-geotécnica de conjuntos de imagens de satélites do Programa Google Earth, foi preparado o desenho ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-D1-001, *PPD – Estudos Geológico-Geotécnicos – Características Geológico-Geotécnicas – Planta*, que é apresentado em anexo ao presente relatório.

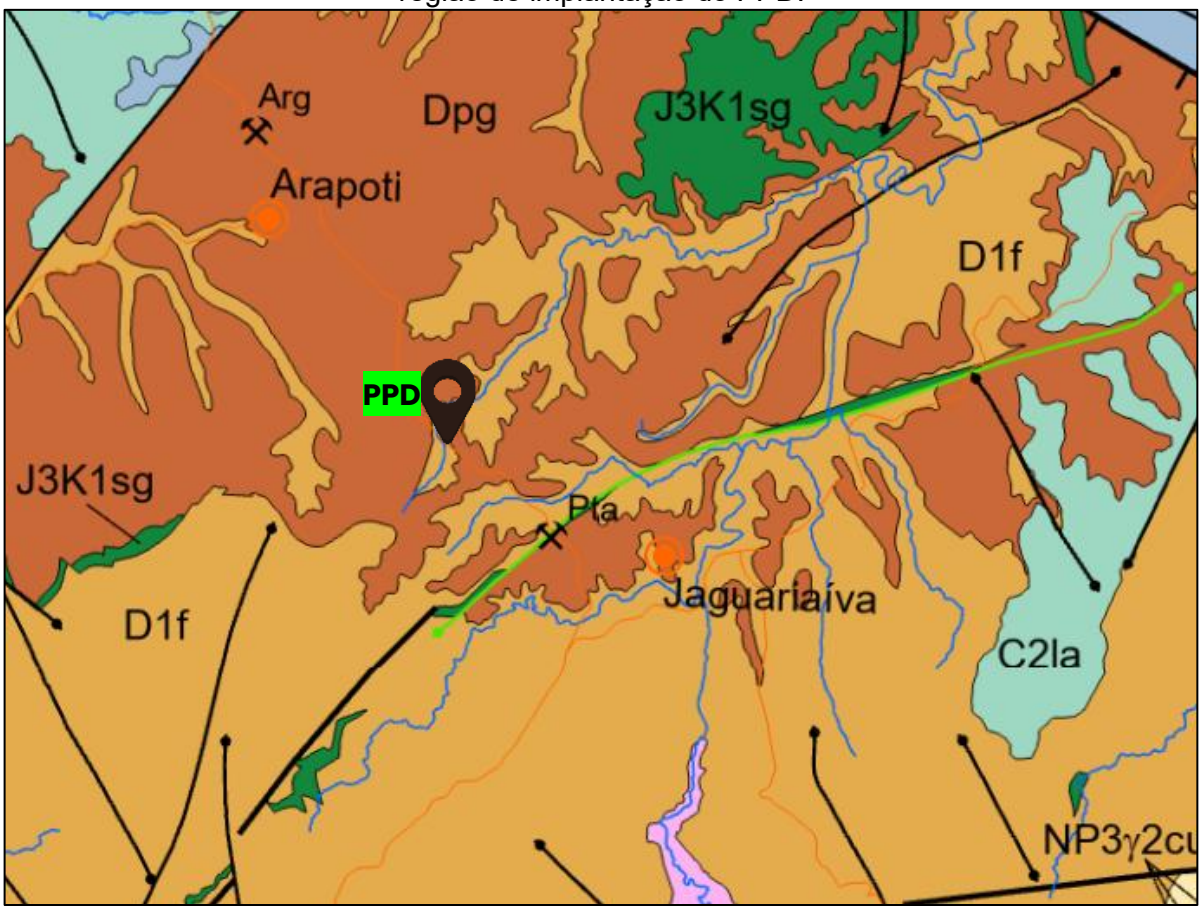
Também para apoio às atividades de inspeção de campo foi desenvolvida uma pesquisa na internet, associada com a interpretação das imagens de satélite referidas acima, na qual foram identificadas, preliminarmente, as principais fontes comerciais de materiais naturais de construção, pétreos, arenosos, cascalhosos e terrosos, existentes nas proximidades do local onde será implantado o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD.

2.2. Aspectos Geomorfológicos

Com base nas informações disponíveis no Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná, referido anteriormente, foi preparada a Figura 1 com o recorte do referido mapa em área que abrange o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD.

O PPD ficará situado no Segundo Planalto Paranaense e, como mostrado na figura, ocupará área de formação geológica Formação Ponta Grossa (sigla Dpg, cor marrom), em zona de transição com a Formação Furnas (sigla D1f, cor dourado/amarelo queimado). Estas formações se caracterizam por:

Figura 1 – Recorte do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná, na região de implantação do PPD.



a) Formação Ponta Grossa: Folhelhos e siltitos ferruginosos, cinza a cinza-esverdeados, subordinadamente amarelados e avermelhados, com intercalações de arenitos finos a muito finos, preferencialmente ferruginosos, cinza esverdeados, esbranquiçados e amarelados.

b) Formação Furnas: Subarcóseo e arcóseo de granulometria média a grossa, cauliníticos texturalmente imaturo, arenito conglomeráticos e conglomerado oligomítico. Arenito de granulação fina, interdigitado com argilito, siltito e folhelho.

2.3. Cobertura Vegetal

A área prevista para a implantação do Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD é coberta por culturas agrícolas e plantações. Na faixa de bordo da rodovia e no talude de corte existente, têm-se uma cobertura de vegetação rasteira gramínea e esparsas arvores de pequeno porte.

Desta forma, não há necessidade de supressão vegetal para a implantação das obras do PPD.

Figura 2 – Registro fotográfico da área em estudo. Vegetação rasteira na face dos taludes.

Figura 3 – Registro fotográfico da área em estudo. Área de cultivo.

3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geotécnicos têm como objetivo avaliar o solo que servirá de suporte para a estrutura de pavimento existente ou da futura estrutura a ser implantada. Este solo de fundação, denominado subleito, exige procedimentos que possibilitam o reconhecimento, e definição das suas características físicas e mecânicas para a obtenção dos parâmetros geotécnicos.

Por definição, fazem parte dos Estudos Geotécnicos os seguintes itens: estudo de subleito e cortes (plano de sondagem, realização de ensaios de laboratório e investigação do nível d'água), estudo de ocorrências de materiais para pavimentação (croqui linear com distancias de transporte), estudo de fundação dos aterros, estudo dos locais das fundações da edificação de apoio do PPD e estudo de estabilidade dos taludes (taludes com altura superior a 5 m).

Além disso, a fim de realizar o projeto do encaixe do novo pavimento do acesso com a rodovia, realizaram-se poços de inspeção para caracterização das estruturas do pavimento existente.

3.1. Plano de Sondagem

As soluções de restauração e reconstrução ou mesmo a estrutura final de um pavimento novo, associadas a escolha dos tipos de materiais a serem empregados, decorrem principalmente das condições do subleito.

Quanto pior for a condição do subleito, maior será a espessura do pavimento requerida para uma mesma solicitação de tráfego, podendo muitas vezes ser requerida a substituição parcial ou total do mesmo por outro material de melhores condições.

De acordo com a DER/PR ES-P 01/05, o material regularizado do subleito deve apresentar as seguintes condições:

- Diâmetro máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm;
- Índice de Suporte Califórnia (método DNER-ME 49-94), igualou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento;
- Expansão, determinada no ensaio de Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME 49-94), utilizando-se a energia de referência selecionada, igual ou inferior a 2%.

No caso de ocorrência de solos com expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, o rebaixamento de greide deve ser de, no mínimo, 0,60 m, ou conforme estabelecido em projeto, sendo tomadas providências necessárias à drenagem das áreas rebaixadas.

O reconhecimento e determinação das características do material a ser cortado também se mostra fundamental para posterior reaproveitamento do mesmo como material de corpo de aterro ou ainda camada final de terraplenagem.

O plano de sondagem conduzido foi composto das investigações destacadas na Tabela 1. A Figura 4 apresenta uma vista em mapa das sondagens realizadas. No arquivo ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-D1-002 é apresentado o mapa de sondagens sobreposto ao projeto do PPD.

Tabela 1 – Quantidade de sondagens realizadas.

Sondagem	Local	Quantidade
Poço de Inspeção	Acesso	4
Sondagem à Trado	Acesso	4
	Pátio do PPD	5
Sondagem à Percussão	Edificação	3
	Pátio do PPD	2

Figura 4 – Mapeamento das sondagens realizadas.

3.2. Poços de Inspeção

BOLETIM DE SONDAGEM
POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	209+875	**DATA:**	10/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	PI_01		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,00	0,00		CBUQ
2	0,00	0,30	0,30		BGTC
3	0,30	1,52	1,22		ARGILA SILTOSA VERMELHA
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**3**			
Nº cápsula	22	26		
Massa cápsula	13,20	13,41		
Massa cap + solo úmido	87,70	86,63		
Massa cap + solo seco	76,50	75,69		
Massa da água	11,20	10,94		
Massa do solo seco	63,30	62,28		
Umidade (%)	**17,63%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		**3**
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	6.000,0
	Peso do frasco depois (gf)	3.380,0
	Peso da areia deslocada (gf)	2.620,0
	Peso da areia no funil e placa (gf)	520,0
	Peso da areia na cavidade (gf)	2.100,0
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	1.368,0
	Volume do buraco (dm³)	1,5351
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	3.578,0
	Peso do recipiente (gf)	245,0
	Peso do solo (gf)	3.333,0
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		**2.171,2**
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	150,6
	Peso do solo seco (gf)	133,6
	Peso da água (gf)	17,0
	Teor de umidade (%)	12,7
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		**1.925,8**

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	1. Estrutura da pista. 2. Não foi possível identificar CBUQ devido o trecho estar recebendo intervenções (reciclagem).

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Boletim de Poço de Inspeção

AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	PI_01	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	209+875	**HORIZONTE:**	0,30 a 1,52 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA SILTOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		191	32	128		CILINDROS		
Cápsula Nº	67	08	Umidade calculada (%)		8,4	10,4	12,4		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	132,56	116,31	Água adicionada (g)		400,0	500,0	600,0				
C + S (g)	132,18	115,95	% Água adicionada		8,0	10,0	12,0		191	4.119,0	2.087,0
A - Água (g)	0,38	0,36	M + S + A (g)		8.220,0	9.141,0	9.709,0		32	4.894,0	2.097,8
C - Cápsula (g)	26,31	16,77	S + A (g)		4.101,0	4.247,0	4.268,0		128	5.441,0	2.075,7
S - Solo (g)	105,87	99,18	Dens. úmida (g/cm³)		1,965	2,025	2,056				
Umidade (%)	0,36	0,36	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,36		Dens. seca (g/cm³)		1,813	1,834	1,829		Peso seco:	4.982,0	

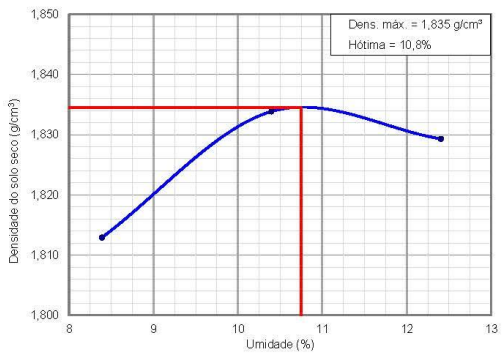
CÁLCULO DO ISC

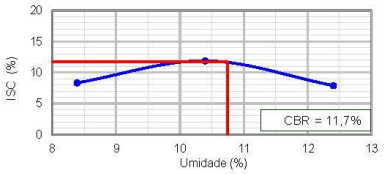
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		26	54	82	103	137	169	203	238	271
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
191		Corrigida	1,35	2,81	4,26	5,36	7,12	8,79	10,56	12,38	14,09
	ISC (%)					7,6		**8,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		36	76	118	154	202	241	285	324	361
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
32		Corrigida	1,87	3,95	6,14	8,01	10,50	12,53	14,82	16,85	18,77
	ISC (%)					11,4		**11,9**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		23	45	65	88	134	160	187	214	246
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
128		Corrigida	1,20	2,34	3,38	4,58	6,97	8,32	9,72	11,13	12,79
	ISC (%)					6,5		**7,9**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

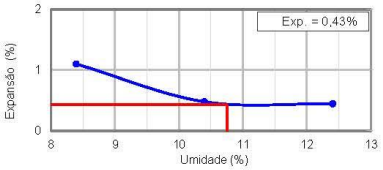
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		191	114,32	5,00			6,26	1,26	**1,1**		
16/01/2025		32	114,63	5,00			5,55	0,55	**0,5**		
16/01/2025		128	114,20	5,00			5,51	0,51	**0,4**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 -PPD	**FURO:**	PI_01	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	209+875	**HORIZONTE:**	0,30 a 1,52 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA SILTOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		162	75	116		CILINDROS		
Cápsula Nº	106	27	Umidade calculada (%)		8,7	10,7	12,7		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	99,22	86,33	Água adicionada (g)		400,0	500,0	600,0				
C + S (g)	98,75	85,85	% Água adicionada		8,1	10,1	12,1		162	5.208,0	2.087,5
A - Água (g)	0,47	0,48	M + S + A (g)		9.394,0	9.335,0	8.417,0		75	4.937,0	2.077,9
C - Cápsula (g)	23,15	15,67	S + A (g)		4.186,0	4.398,0	4.337,0		116	4.080,0	2.099,4
S - Solo (g)	75,60	70,18	Dens. úmida (g/cm³)		2,005	2,117	2,066				
Umidade (%)	0,62	0,68	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,65		Dens. seca (g/cm³)		1,845	1,912	1,833		Peso seco:	4.967,6	

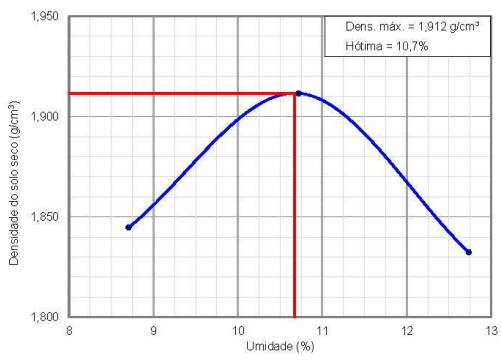
CÁLCULO DO ISC

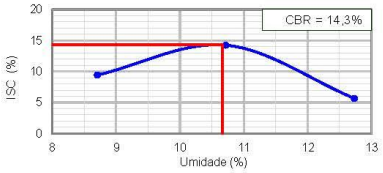
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		41	69	95	115	155	191	232	271	305
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
162		Corrigida	2,13	3,59	4,94	5,98	8,06	9,93	12,06	14,09	15,86
	ISC (%)					8,5		**9,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		60	105	143	179	241	289	328	364	402
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
75		Corrigida	3,12	5,46	7,44	9,31	12,53	15,03	17,06	18,93	20,90
	ISC (%)					13,2		**14,2**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		17	30	45	61	90	115	131	155	171
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
116		Corrigida	0,88	1,56	2,34	3,17	4,68	5,98	6,81	8,06	8,89
	ISC (%)					4,5		**5,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

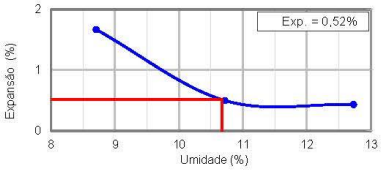
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		162	113,86	5,00			6,90	1,90	**1,7**		
16/01/2025		75	114,18	5,00			5,57	0,57	**0,5**		
16/01/2025		116	114,90	5,00			5,50	0,50	**0,4**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,30 a 1,52 m
KM:	209+875	**MATERIAL**	ARGILA SILTOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	20/01/2025
FURO:	PI-01	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	501	520
(a) Solo úmido + tara (gf)	93,07	86,42
(b) Solo seco + tara (gf)	89,77	83,24
(c) Tara da cápsula (gf)	14,19	14,44
(d) Água (a-b) (gf)	3,30	3,18
(e) Solo seco (b-c) (gf)	75,58	68,80
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	4,37	4,62
Umidade média (%)	4,49	

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.435,5	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.435,5	100,0%
1"	25,4	0,00	1.435,5	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.435,5	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.435,5	100,0%
4	4,8	1,73	1.433,8	99,9%
10	2,0	12,52	1.421,2	99,0%

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.435,5
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	13,64
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.485,8
(d) Solo s. pass. #10 {c/(1+h)} (gf)	1.421,8
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.435,5

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº:		7	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	143,55	100,0%	99,0%
40	0,420	23,08	120,47	83,9%	83,1%
200	0,075	45,94	74,53	51,9%	51,4%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	08	42	26			13	01	116	21	09
Cápsula + solo úmido (gf)	18,89	18,40	17,78			6,65	5,76	5,15	6,08	6,05
Cápsula + solo seco (gf)	16,31	15,77	14,55			6,22	5,39	4,75	5,70	5,63
Peso da cápsula (gf)	8,83	8,41	5,85			4,50	3,81	3,00	4,18	3,93
Peso da água (gf)	2,58	2,63	3,23			0,43	0,37	0,40	0,38	0,42
Peso do solo seco (gf)	7,48	7,36	8,70			1,72	1,58	1,75	1,52	1,70
Porcentagem de água (%)	34,5%	35,7%	37,1%			25,0%	23,4%	22,9%	25,0%	24,7%
Nº de golpes	35	26	16					NÃO		

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,12%	0,87%	15,92%	31,69%	51,40%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,7%	24,5%	11,2%	3	A-6

Luiz Ferreira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,30 a 1,52 m
KM:	209+875	**MATERIAL**	ARGILA SILTOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	21/01/2025
FURO:	PI-01	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	501	58
Solo Úmido + Tara (gr)	93,07	86,42
Solo Seco + Tara (gr)	89,77	83,24
Tara da Cápsula (gr)	14,19	14,44
Água (a-b) (gr)	3,3	3,2
Solo Seco (b-c) (gr)	75,6	68,8
Teor de Umidade (%)	4,37	4,62
Umidade Média (%)	**4,49**	

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	114,8
Amostra Total Seca (gr)	114,8

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira Nº	Peneira mm	Peso da Amostra Seca (gr) Retido	Passando	% que Passa de Amostra Total
2"	50,8	0,00	114,8	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	114,8	100,00
1"	25,4	0,00	114,8	100,00
3/4"	19,1	0,00	114,8	100,00
3/8"	9,5	0,00	114,8	100,00
4	4,8	0,00	114,8	100,00
10	2,0	0,00	114,8	100,00

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº: 01 — Peso da Am. Parcial Úmida (gr): 120,00

Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
16	1,200	2,63	2,63	97,81	97,71
30	0,600	7,71	10,34	93,58	91,00
40	0,420	7,40	17,74	93,83	84,55
50	0,300	7,04	24,78	94,13	78,42
100	0,149	11,50	36,28	90,42	68,41
200	0,075	13,84	50,12	88,47	56,36

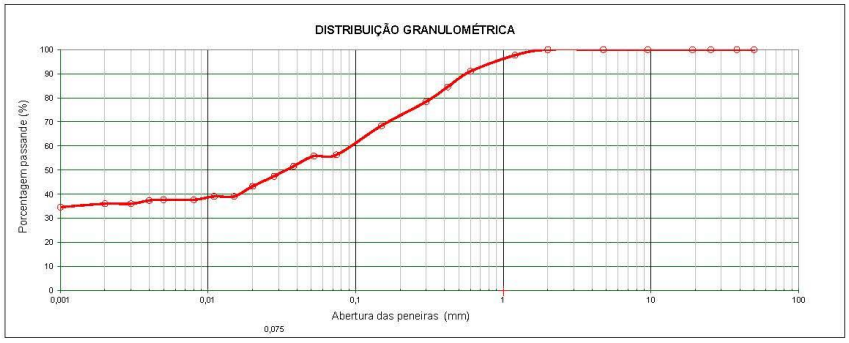
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-6}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	26	8,92	1,001	1,000	1,041	1,001	8,53	55,85	0,052
1 min	26	8,92	1,001	1,000	1,038	1,001	9,03	51,68	0,038
2 min	26	8,92	1,001	1,000	1,035	1,001	9,52	47,50	0,028
4 min	26	8,92	1,001	1,000	1,032	1,001	10,02	43,32	0,020
8 min	26	8,92	1,001	1,000	1,029	1,001	10,51	39,14	0,015
15 min	26	8,92	1,001	1,000	1,029	1,001	10,51	39,14	0,011
30 min	26	8,92	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	37,75	0,008
1 h	26	8,92	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	37,75	0,005
2 h	25	9,13	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	37,47	0,004
4 h	25	9,13	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,08	0,003
8 h	25	9,13	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,08	0,002
25 h	25	9,13	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	34,69	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	38	40
M1=picnômetro vazio (g)	45,20	50,32
M2=M1+amostra (g)	75,69	81,31
M3=M2+água destilada (g)	163,36	176,36
M4=M1+água destilada(g)	144,28	157,01
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,675	2,665
Densidade Média	**2,670**	
Densimetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	9,00	12,57	22,07	18,61	37,75	100,00

Juan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	015/25 -PI-01
OBRA:	-	**MATERIAL:**	ARGILA SILTOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	10/01/2024
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	23/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	Equipe
ESTACA/KM	209+875	**PROFUNDIDADE:**	0,30 a 1,52 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($ka=A_c+i_d$): **92,16**

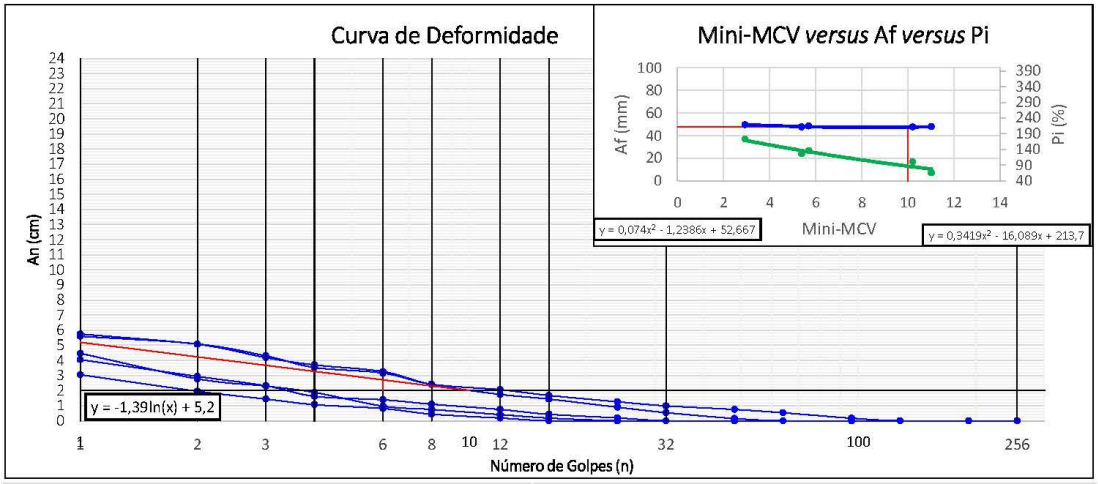
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	163,76			166,72			169,29			172,43			175,19					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	43	76		23	24		62	74		32	58		14	59				
Massa úmida + Tara (g)	103,39	101,02		94,66	97,55		85,18	86,32		100,15	95,66		92,09	94,78				
Massa seca + Tara (g)	88,47	86,24		82,14	85,03		75,29	75,99		89,41	85,26		83,67	85,05				
Tara (g)	20,26	20,20		19,50	22,21		19,79	20,04		19,51	22,65		20,66	19,99				
Água (g)	14,92	14,78		12,52	12,52		9,89	10,33		10,74	10,40		8,42	9,73				
Solo seco (g)	68,21	66,04		62,64	62,82		55,50	55,95		69,90	62,61		63,01	65,06				
Teor de umidade (%)	21,9	22,4		20,0	19,9		17,8	18,5		15,4	16,6		13,4	15,0				
Média (%)	22			20			18			16			14					

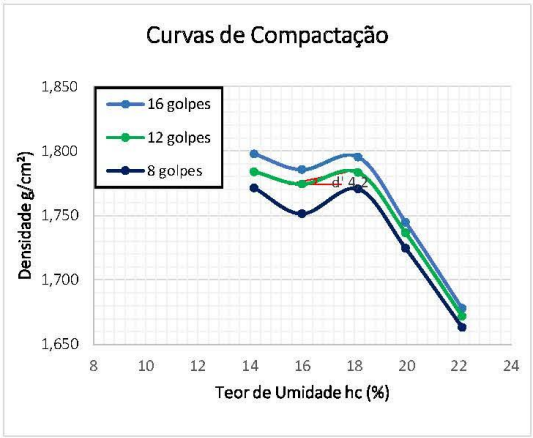
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,39	3,05	1,581	39,19	4,47	1,603	40,50	4,05	1,669	38,65	5,75	1,642	38,59	5,60	1,666			
2	0,1	40,48	1,96	1,614	40,88	2,78	1,656	41,61	2,94	1,706	39,33	5,07	1,663	39,10	5,09	1,682			
3	0,1	41,00	1,44	1,631	41,36	2,30	1,672	42,23	2,32	1,727	40,22	4,18	1,691	39,89	4,30	1,707			
4	0,1	41,37	1,07	1,643	41,78	1,88	1,686	42,93	1,62	1,752	40,70	3,70	1,707	40,66	3,53	1,733			
6	0,1	41,63	0,81	1,651	42,69	0,97	1,717	43,16	1,39	1,760	41,14	3,26	1,722	41,03	3,16	1,746			
8	0,1	42,00	0,44	1,663	42,91	0,75	1,725	43,45	1,10	1,770	42,00	2,40	1,751	41,77	2,42	1,771			
12	0,2	42,26	0,18	1,672	43,25	0,41	1,737	43,80	0,75	1,783	42,65	1,75	1,774	42,13	2,06	1,784			
16	0,2	42,44	0,00	1,678	43,48	0,18	1,745	44,12	0,43	1,795	42,96	1,44	1,785	42,51	1,68	1,798			
24	0,2				43,66	0,00	1,751	44,36	0,19	1,804	43,50	0,90	1,805	42,93	1,26	1,813			
32	0,2							44,55	0,00	1,811	43,86	0,54	1,819	43,20	0,99	1,823			
48	0,2										44,25	0,15	1,833	43,44	0,75	1,832			
64	0,2										44,40	0,00	1,839	43,66	0,53	1,840			
96	0,2													44,02	0,17	1,854			
128	0,2													44,19	0,00	1,860			
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		49,72			48,50			47,61			47,76			47,97				
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)			200,00			200,00			200,00			200,00			200,00				
Massa Extrudada (g)			32,94			34,38			35,56			36,10			36,52				
Massa Desprendida (g)			56,98			46,83			45,02			36,66			23,87				
Fator de correção			1,00			1,00			1,00			1,00			1,00				
Perda por imersão (%)			173,00			136,23			126,61			101,54			65,36				

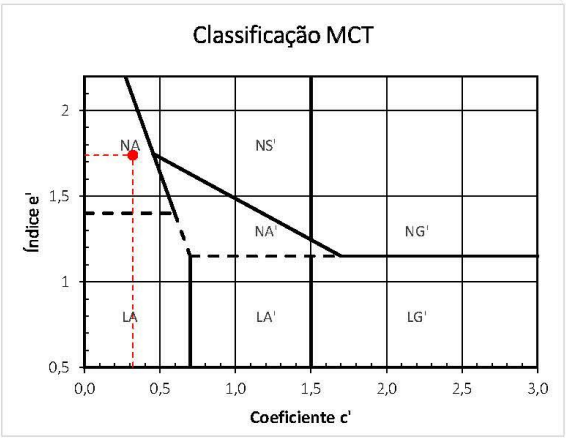
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	015/25 -PI-01
OBRA:	-	MATERIAL:	ARGILA SILTOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	10/01/2024
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	23/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	Equipe
ESTACA/KM	209+875	PROFUNDIDADE:	0,30 a 1,52 m		







Pi = 49,3 d' = 4,2 c' = 0,3 e' = 1,7

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	209+739	**DATA:**	11/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	PI_02		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,00	0,00		CBUQ
2	0,00	0,40	0,40		BGTC
3	0,40	1,43	1,03		ARGILA ARENOSA VERMELHA
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**3**			
Nº cápsula	37	45		
Massa cápsula	15,10	15,00		
Massa cap + solo úmido	122,01	109,53		
Massa cap + solo seco	110,18	98,67		
Massa da água	11,83	10,86		
Massa do solo seco	95,08	83,67		
Umidade (%)	**12,71%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		**3**
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	6.000,0
	Peso do frasco depois (gf)	3.366,0
	Peso da areia deslocada (gf)	2.634,0
	Peso da areia no funil e placa (gf)	520,0
	Peso da areia na cavidade (gf)	2.114,0
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	1.368,0
	Volume do buraco (dm³)	1,5453
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	3.540,0
	Peso do recipiente (gf)	245,0
	Peso do solo (gf)	3.295,0
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		**2.132,2**
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	151,2
	Peso do solo seco (gf)	136,5
	Peso da água (gf)	14,8
	Teor de umidade (%)	10,8
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		**1.924,0**

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	1. Estrutura da pista. 2. Não foi possível identificar CBUQ devido o trecho estar recebendo intervenções (reciclagem).

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Boletim de Poço de Inspeção

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	PI_02	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	17/01/2025
KM:	209+739	**HORIZONTE:**	0,40 a 1,43 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		66	210	53		CILINDROS		
Cápsula Nº	38	11	Umidade calculada (%)		6,5	8,5	10,5		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	86,27	76,32	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	85,95	76,01	% Água adicionada		6,0	8,0	10,0		66	4.289,0	2.078,3
A - Água (g)	0,32	0,31	M + S + A (g)		8.469,0	8.558,0	9.596,0		210	4.277,0	2.074,0
C - Cápsula (g)	17,88	13,74	S + A (g)		4.180,0	4.281,0	4.151,0		53	5.445,0	2.075,0
S - Solo (g)	68,07	62,27	Dens. úmida (g/cm³)		2,011	2,064	2,000				
Umidade (%)	0,47	0,50	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**0,48**		Dens. seca (g/cm³)		**1,888**	**1,902**	**1,810**		Peso seco:	**4.975,9**	

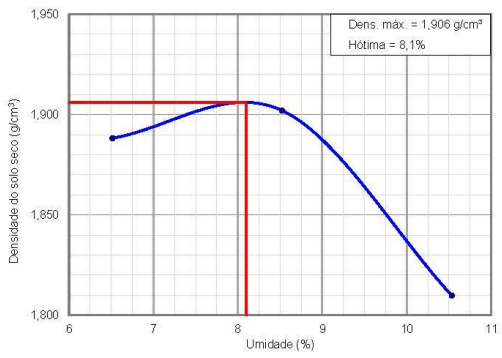
CÁLCULO DO ISC

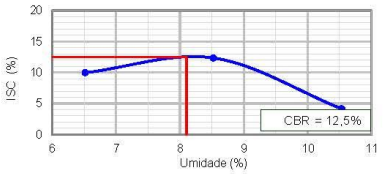
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		94	104	116	129	165	202	241	278	311
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
66		Corrigida	4,89	5,41	6,03	6,71	8,58	10,50	12,53	14,46	16,17
	ISC (%)					9,5		**10,0**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		53	96	134	167	167	221	267	306	349
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
210		Corrigida	2,76	4,99	6,97	8,68	8,68	11,49	13,88	15,91	18,15
	ISC (%)					**12,4**		10,9			
Cilindro Nº	Leitura do anel		21	32	40	49	70	84	93	106	121
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
53		Corrigida	1,09	1,66	2,08	2,55	3,64	4,37	4,84	5,51	6,29
	ISC (%)					3,6		**4,1**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

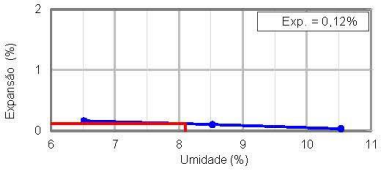
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
17/01/2025		66	114,80	5,00			5,19	0,19	**0,2**		
17/01/2025		210	114,08	5,00			5,12	0,12	**0,1**		
17/01/2025		53	114,20	5,00			5,04	0,04	**0,0**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 -PPD	**FURO:**	PI_02	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	209+739	**HORIZONTE:**	0,40 a 1,43 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		172	41	05		CILINDROS		
Cápsula Nº	44	23	Umidade calculada (%)		4,4	6,4	8,4		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	93,17	94,35	Água adicionada (g)		200,0	300,0	400,0				
C + S (g)	92,93	94,00	% Água adicionada		4,0	6,0	8,0		172	3.838,0	2.096,0
A - Água (g)	0,24	0,35	M + S + A (g)		7.926,0	9.517,0	9.420,0		41	5.167,0	2.079,8
C - Cápsula (g)	17,25	17,34	S + A (g)		4.088,0	4.350,0	4.294,0		5	5.126,0	2.099,9
S - Solo (g)	75,68	76,66	Dens. úmida (g/cm³)		1,950	2,092	2,045				
Umidade (%)	0,32	0,46	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,39		Dens. seca (g/cm³)		1,868	1,966	1,886		Peso seco:	4.980,7	

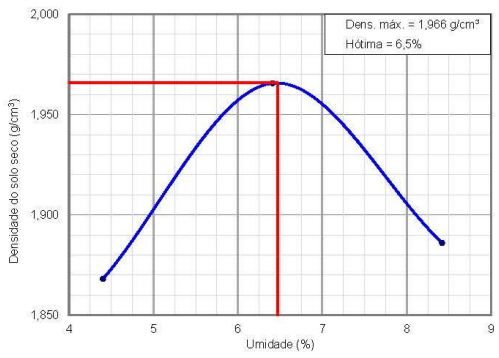
CÁLCULO DO ISC

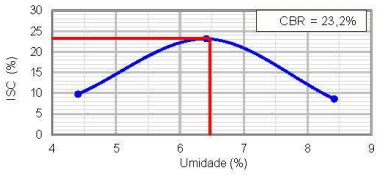
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		82	96	115	132	147	162	179	201	215
172	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	4,26	4,99	5,98	6,86	7,64	8,42	9,31	10,45	11,18
	ISC (%)					**9,8**		8,0			
Cilindro Nº	Leitura do anel		166	227	274	313	386	446	492	543	577
41	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	8,63	11,80	14,25	16,28	20,07	23,19	25,58	28,24	30,00
	ISC (%)					**23,1**		22,0			
Cilindro Nº	Leitura do anel		48	58	86	107	149	174	198	225	249
05	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	2,50	3,02	4,47	5,56	7,75	9,05	10,30	11,70	12,95
	ISC (%)					7,9		**8,6**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

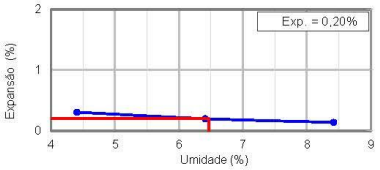
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		172	113,82	5,00			5,35	0,35	**0,3**		
16/01/2025		41	114,20	5,00			5,23	0,23	**0,2**		
16/01/2025		5	114,75	5,00			5,16	0,16	**0,1**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,40 a 1,43 m
KM:	209+739	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	20/01/2025
FURO:	PI-02	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	503	505
(a) Solo úmido + tara (gf)	89,62	88,74
(b) Solo seco + tara (gf)	84,83	84,05
(c) Tara da cápsula (gf)	15,38	14,16
(d) Água (a-b) (gf)	4,79	4,69
(e) Solo seco (b-c) (gf)	69,45	69,89
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	6,90	6,71
Umidade média (%)	6,80	

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.404,4	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.404,4	100,0%
1"	25,4	0,00	1.404,4	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.404,4	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.404,4	100,0%
4	4,8	0,56	1.403,9	100,0%
10	2,0	14,05	1.389,8	99,0%

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.404,4
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	13,68
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.485,4
(d) Solo s. pass. #10 {c/(1+h)} (gf)	1.390,8
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.404,4

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº:		6	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	140,44	100,0%	99,0%
40	0,420	31,91	108,53	77,3%	76,5%
200	0,075	45,81	62,72	44,7%	44,2%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	65	67	40			47	38	50	113	220
Cápsula + solo úmido (gf)	19,90	22,44	18,16			7,01	5,78	6,04	4,79	4,81
Cápsula + solo seco (gf)	16,85	18,90	14,79			6,66	5,41	5,68	4,44	4,46
Peso da cápsula (gf)	8,18	9,19	5,96			5,22	3,91	4,20	3,02	3,04
Peso da água (gf)	3,05	3,54	3,37			0,35	0,37	0,36	0,35	0,35
Peso do solo seco (gf)	8,67	9,71	8,83			1,44	1,50	1,48	1,42	1,42
Porcentagem de água (%)	35,2%	36,5%	38,2%			24,3%	24,7%	24,3%	24,6%	24,6%
Nº de golpes	35	24	16							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,04%	1,00%	22,48%	32,28%	44,20%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
36,3%	24,5%	11,8%	2	A-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,40 a 1,43 m
KM:	209+739	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	21/01/2025
FURO:	PI-02	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	503	505
Solo Úmido + Tara (gr)	89,62	88,74
Solo Seco + Tara (gr)	84,83	84,05
Tara da Cápsula (gr)	15,38	14,16
Água (a-b) (gr)	4,8	4,7
Solo Seco (b-c) (gr)	69,5	69,9
Teor de Umidade (%)	6,90	6,71
Umidade Média (%)	**6,80**	

PENEIRAMENTO GROSSO	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
	2"	50,8	0,00	112,4	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	112,4	100,00
	1"	25,4	0,00	112,4	100,00
	3/4"	19,1	0,00	112,4	100,00
	3/8"	9,5	0,00	112,4	100,00
	4	4,8	0,00	112,4	100,00
	10	2,0	0,00	112,4	100,00

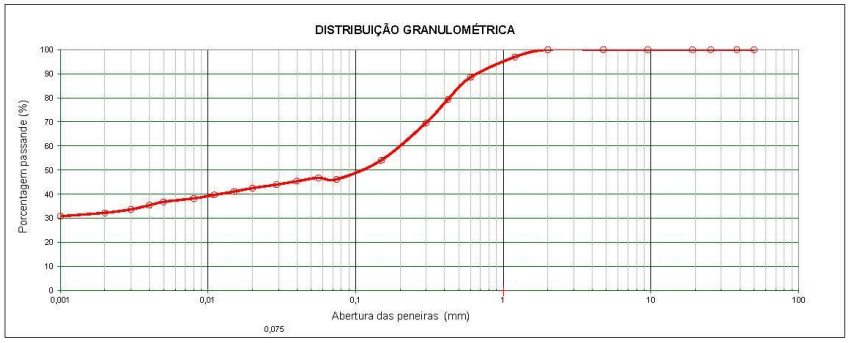
Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	112,4
Amostra Total Seca (gr)	112,4

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
	16	1,200	3,39	3,39	97,18	96,98
	30	0,600	9,50	12,89	92,08	88,53
	40	0,420	10,36	23,25	91,37	79,31
	50	0,300	10,79	34,04	91,01	69,70
	100	0,149	17,51	51,55	85,41	54,12
	200	0,075	8,91	60,46	92,58	46,19

SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181									
Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	25	9,13	1,001	1,000	1,034	1,001	9,69	46,85	0,056
1 min	25	9,13	1,001	1,000	1,033	1,001	9,85	45,43	0,040
2 min	25	9,13	1,001	1,000	1,032	1,001	10,02	44,00	0,029
4 min	25	9,13	1,001	1,000	1,031	1,001	10,18	42,58	0,020
8 min	25	9,13	1,001	1,000	1,030	1,001	10,35	41,15	0,015
15 min	25	9,13	1,001	1,000	1,029	1,001	10,51	39,73	0,011
30 min	25	9,13	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,31	0,008
1 h	25	9,13	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,88	0,005
2 h	25	9,13	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,46	0,004
4 h	24	9,34	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,75	0,003
8 h	24	9,34	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,33	0,002
25 h	24	9,34	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	30,91	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64		
PICNÔMETRO Nº	39	41
M1=picnômetro vazio (g)	42,17	48,63
M2=M1+amostra (g)	72,72	79,12
M3=M2+água destilada (g)	163,66	164,47
M4=M1+água destilada(g)	144,58	145,40
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,666	2,673
Densidade Média	**2,670**	
Densimetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	11,47	18,82	23,51	9,31	36,88	100,00

Juan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA·EVIAS

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Sedimentação e Densidade Real dos Grãos

AFIRMA EVIAS

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	015/25 -PI 02
OBRA:	-	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	11/01/2024
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	23/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	Equipe
ESTACA/KM	209+739	**PROFUNDIDADE:**	0,40 a 1,43 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+i_d$): **92,2**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	161,12			163,87			166,36			169,32			172,20					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	1	79		4	33		71	80		26	28		35	73				
Massa úmida + Tara (g)	88,00	94,88		95,68	90,03		90,73	89,78		96,59	94,91		91,85	92,31				
Massa seca + Tara (g)	73,88	80,95		81,39	77,56		77,62	79,30		85,18	83,53		81,52	82,67				
Tara (g)	17,73	20,66		18,16	19,54		19,14	21,15		20,90	21,98		19,54	20,97				
Água (g)	14,12	13,94		14,29	12,47		13,11	10,48		11,41	11,38		10,33	9,64				
Solo seco (g)	56,15	60,29		63,23	58,02		58,48	58,15		64,28	61,55		61,98	61,70				
Teor de umidade (%)	25,1	23,1		22,6	21,5		22,4	18,0		17,8	18,5		16,7	15,6				
Média (%)	24			22			20			18			16					

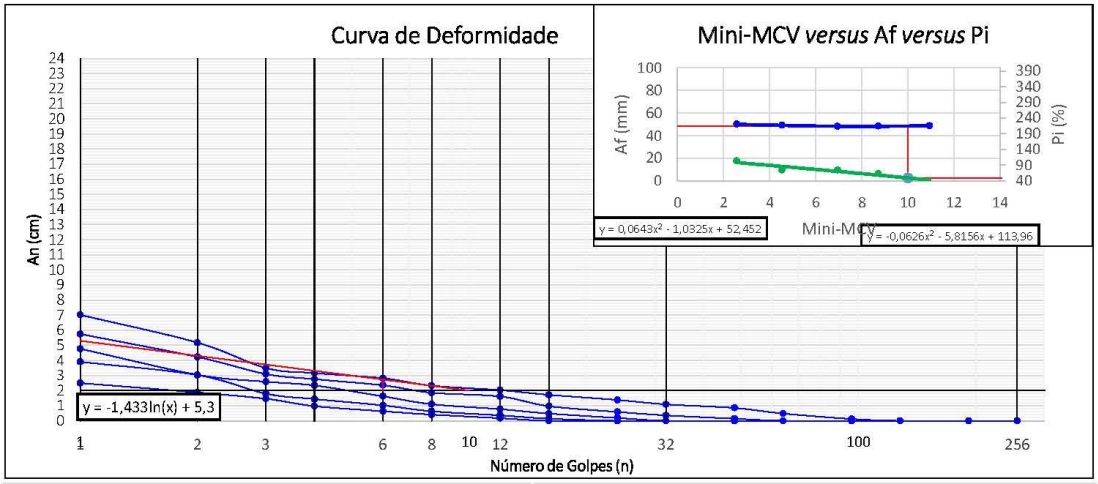
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,50	2,50	1,557	39,11	3,91	1,572	39,20	4,77	1,599	38,00	5,75	1,591	36,36	7,02	1,571			
2	0,1	40,12	1,88	1,576	39,99	3,03	1,599	40,92	3,05	1,653	39,52	4,23	1,637	38,20	5,18	1,624			
3	0,1	40,54	1,46	1,589	41,22	1,80	1,638	41,38	2,59	1,668	40,65	3,10	1,673	39,88	3,50	1,677			
4	0,1	41,03	0,97	1,604	41,58	1,44	1,649	41,63	2,34	1,676	40,99	2,76	1,684	40,22	3,16	1,688			
6	0,1	41,37	0,63	1,615	42,00	1,02	1,663	42,35	1,62	1,700	41,40	2,35	1,698	40,56	2,82	1,699			
8	0,1	41,59	0,41	1,622	42,39	0,63	1,676	42,87	1,10	1,718	41,89	1,86	1,714	41,05	2,33	1,715			
12	0,2	41,83	0,17	1,629	42,66	0,36	1,685	43,20	0,77	1,730	42,14	1,61	1,723	41,35	2,03	1,725			
16	0,2	42,00	0,00	1,635	42,88	0,14	1,693	43,49	0,48	1,740	42,78	0,97	1,745	41,66	1,72	1,736			
24	0,2				43,02	0,00	1,697	43,78	0,19	1,750	43,16	0,59	1,759	42,00	1,38	1,747			
32	0,2							43,97	0,00	1,757	43,39	0,36	1,767	42,29	1,09	1,758			
48	0,2										43,61	0,14	1,775	42,53	0,85	1,766			
64	0,2										43,75	0,00	1,780	42,90	0,48	1,779			
96	0,2													43,26	0,12	1,792			
128	0,2													43,38	0,00	1,797			
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		50,20			49,18			48,23			48,45			48,82				

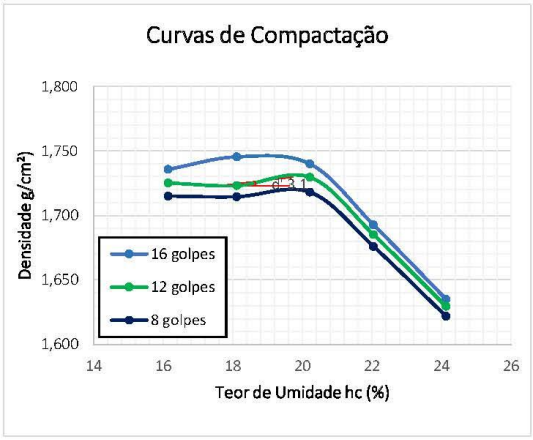
PERCA POR IMERSÃO						
Massa úmida inicial (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Massa Extrudada (g)	32,09	33,32	34,49	34,95	35,27	
Massa Desprendida (g)	33,41	24,87	25,88	22,24	13,97	
Fator de correção	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Perda por imersão (%)	104,10	74,64	75,03	63,64	39,61	

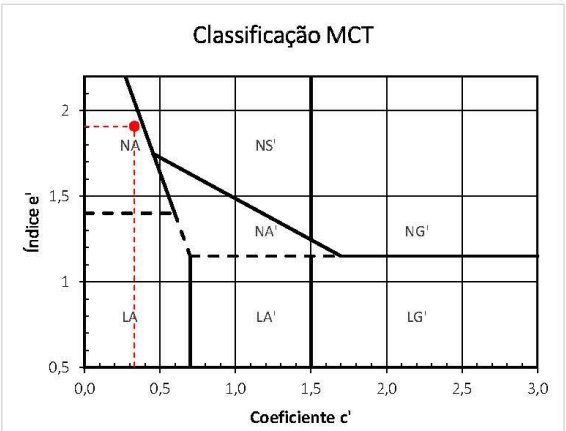
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	015/25 -PI 02
OBRA:	-	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	11/01/2024
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	23/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	Equipe
ESTACA/KM	209+739	PROFUNDIDADE:	0,40 a 1,43 m		







Pi = 49,5 d' = 3,1 c' = 0,3 e' = 1,9

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	209+604	**DATA:**	10/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	PI_03		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,00	0,00		CBUQ
2	0,00	0,38	0,38		BGTC
3	0,38	1,50	1,12		ARGILA VERMELHA
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**3**			
Nº cápsula	8	19		
Massa cápsula	16,77	16,45		
Massa cap + solo úmido	103,41	112,11		
Massa cap + solo seco	90,70	98,25		
Massa da água	12,71	13,86		
Massa do solo seco	73,93	81,80		
Umidade (%)	**17,07%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		**3**
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	6.000,0
	Peso do frasco depois (gf)	3.094,0
	Peso da areia deslocada (gf)	2.906,0
	Peso da areia no funil e placa (gf)	520,0
	Peso da areia na cavidade (gf)	2.386,0
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	1.368,0
	Volume do buraco (dm³)	1,7442
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	4.054,0
	Peso do recipiente (gf)	245,0
	Peso do solo (gf)	3.809,0
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		**2.183,9**
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	157,0
	Peso do solo seco (gf)	137,6
	Peso da água (gf)	19,3
	Teor de umidade (%)	14,1
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		**1.914,8**

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	1. Estrutura da pista. 2. Não foi possível identificar CBUQ devido o trecho estar recebendo intervenções (reciclagem).

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Boletim de Poço de Inspeção

AFIRMA ENGENHARIA E VIAS

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	PI_03	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	17/01/2025
KM:	209+604	**HORIZONTE:**	0,38 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		127	27	150		CILINDROS		
Cápsula Nº	220	43 B	Umidade calculada (%)		7,3	9,3	11,4		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	92,83	70,65	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	92,03	69,95	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		127	4.226,0	2.083,9
A - Água (g)	0,80	0,70	M + S + A (g)		8.166,0	9.319,0	9.007,0		27	5.077,0	2.094,8
C - Cápsula (g)	29,57	12,15	S + A (g)		3.940,0	4.242,0	3.942,0		150	5.065,0	2.075,0
S - Solo (g)	62,46	57,80	Dens. úmida (g/cm³)		1,891	2,025	1,900				
Umidade (%)	1,28	1,21	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	1,25		Dens. seca (g/cm³)		1,762	1,852	1,706		Peso seco:	4.938,5	

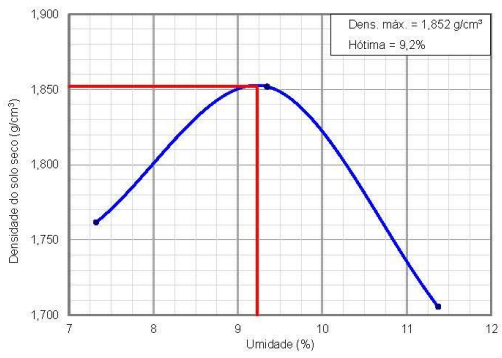
CÁLCULO DO ISC

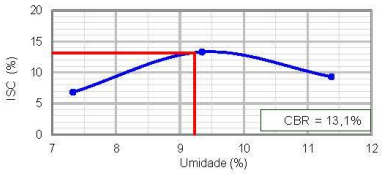
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		74	82	88	92	106	121	145	162	188
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
127		Corrigida	3,85	4,26	4,58	4,78	5,51	6,29	7,54	8,42	9,78
	ISC (%)					**6,8**		6,0			
Cilindro Nº	Leitura do anel		63	107	145	176	225	270	324	378	419
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
27		Corrigida	3,28	5,56	7,54	9,15	11,70	14,04	16,85	19,66	21,79
	ISC (%)					13,0		**13,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		49	71	94	118	155	189	216	241	265
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
150		Corrigida	2,55	3,69	4,89	6,14	8,06	9,83	11,23	12,53	13,78
	ISC (%)					8,7		**9,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

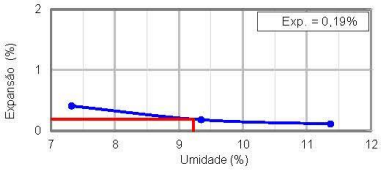
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
17/01/2025		127	114,43	5,00			5,47	0,47	**0,4**		
17/01/2025		27	114,73	5,00			5,21	0,21	**0,2**		
17/01/2025		150	114,40	5,00			5,13	0,13	**0,1**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 -PPD	**FURO:**	PI_03	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	209+604	**HORIZONTE:**	0,38 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		160	121	144		CILINDROS		
Cápsula Nº	256	59	Umidade calculada (%)		6,6	8,6	10,7		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	95,28	93,52	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	94,87	93,00	% Água adicionada		6,0	8,0	10,1		160	4.744,0	2.073,0
A - Água (g)	0,41	0,52	M + S + A (g)		8.616,0	9.747,0	9.374,0		121	5.415,0	2.078,4
C - Cápsula (g)	17,28	15,42	S + A (g)		3.872,0	4.332,0	4.361,0		144	5.013,0	2.079,6
S - Solo (g)	77,59	77,58	Dens. úmida (g/cm³)		1,868	2,084	2,097				
Umidade (%)	0,53	0,67	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,60		Dens. seca (g/cm³)		1,752	1,918	1,895		Peso seco:	4.970,2	

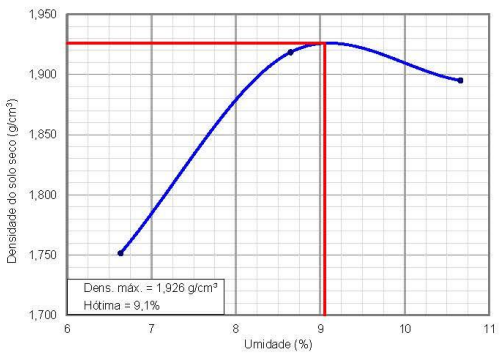
CÁLCULO DO ISC

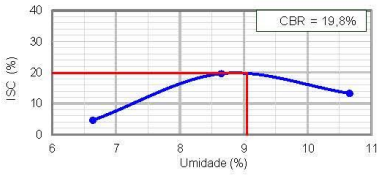
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		33	45	55	62	77	90	101	119	130
160	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	1,72	2,34	2,86	3,22	4,00	4,68	5,25	6,19	6,76
	ISC (%)					**4,6**		4,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		103	164	216	261	333	398	471	562	611
121	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	5,36	8,53	11,23	13,57	17,32	20,70	24,49	29,22	31,77
	ISC (%)					19,3		**19,6**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		77	114	144	172	226	269	319	384	412
144	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	4,00	5,93	7,49	8,94	11,75	13,99	16,59	19,97	21,42
	ISC (%)					12,7		**13,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

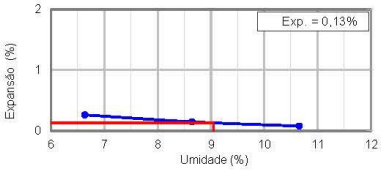
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		160	114,06	5,00			5,30	0,30	**0,3**		
16/01/2025		121	114,20	5,00			5,17	0,17	**0,1**		
16/01/2025		144	114,46	5,00			5,09	0,09	**0,1**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,38 a 1,50 m
KM:	209+604	**MATERIAL**	ARGILA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	20/01/2025
FURO:	PI-03	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	23	165
(a) Solo úmido + tara (gf)	107,52	113,44
(b) Solo seco + tara (gf)	103,63	109,25
(c) Tara da cápsula (gf)	17,34	16,35
(d) Água (a-b) (gf)	3,89	4,19
(e) Solo seco (b-c) (gf)	86,29	92,90
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	4,51	4,51
Umidade média (%)	4,51	

AMOSTRA TOTAL SECA: 1.435,3

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira Nº	Peneira mm	Peso da amostra seca (gf) Retido	Passando	% passante da amostra total
2"	50,8	0,00	1.435,3	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.435,3	100,0%
1"	25,4	0,00	1.435,3	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.435,3	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.435,3	100,0%
4	4,8	0,58	1.434,7	100,0%
10	2,0	10,16	1.424,5	99,3%

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº: 1 — Peso amostra parcial úmida (gf): 150,00

(a) Amostra total úmida (gf): 1.500,00

(b) Solo seco retido #10 (gf)	10,28
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.489,3
(d) Solo s. pass. #10 {c/(1+h)} (gf)	1.425,0
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.435,3

Peneiras Nº	Peneiras mm	Amostra seca (gf) Retido	Passando	Porcentagem passante Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	143,53	100,0%	99,3%
40	0,420	37,06	106,47	74,2%	73,6%
200	0,075	53,58	52,89	36,8%	36,6%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	21	01	22			114	04	22	12	61
Cápsula + solo úmido (gf)	17,74	20,91	18,03			4,87	6,03	7,39	5,79	7,06
Cápsula + solo seco (gf)	14,85	17,85	14,55			4,54	5,70	7,07	5,47	6,74
Peso da cápsula (gf)	5,73	8,71	6,03			3,04	4,21	5,61	3,98	5,25
Peso da água (gf)	2,89	3,06	3,48			0,33	0,33	0,32	0,32	0,32
Peso do solo seco (gf)	9,12	9,14	8,52			1,50	1,49	1,46	1,49	1,49
Porcentagem de água (%)	31,7%	33,5%	40,8%			22,0%	22,1%	21,9%	21,5%	21,5%
Nº de golpes	35	26	16							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,04%	0,71%	25,63%	37,05%	36,57%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
34,7%	21,8%	12,9%	0	A-2-6

Lucs Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratorio

AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,38 a 1,50 m
KM:	209+604	**MATERIAL**	ARGILA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	21/01/2025
FURO:	PI-03	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	23	165
Solo Úmido + Tara (gr)	107,52	113,44
Solo Seco + Tara (gr)	103,63	109,25
Tara da Cápsula (gr)	17,34	16,35
Água (a-b) (gr)	3,9	4,2
Solo Seco (b-c) (gr)	86,3	92,9
Teor de Umidade (%)	4,51	4,51
Umidade Média (%)	**4,51**	

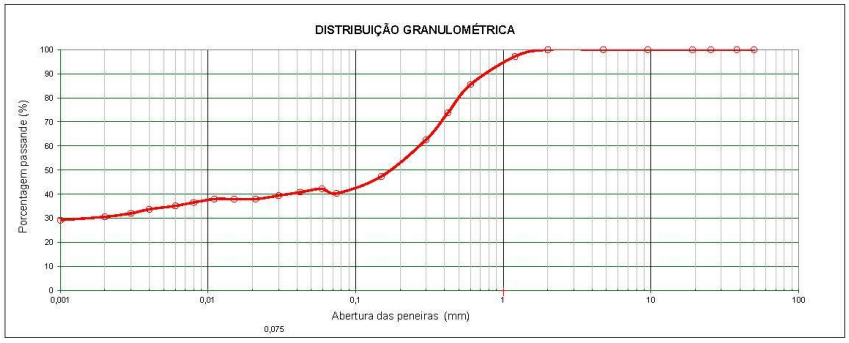
PENEIRAMENTO GROSSO					
Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	114,8	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	114,8	100,00
1"	25,4	0,00	114,8	100,00
3/4"	19,1	0,00	114,8	100,00
3/8"	9,5	0,00	114,8	100,00
4	4,8	0,00	114,8	100,00
10	2,0	0,00	114,8	100,00

PENEIRAMENTO FINO						
Amostra Total Úmida (gr)	120,0	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):	120,00
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0	16	1,200	3,23	3,23	97,31	97,19
Solo Seco Passante #10 (gr)	114,8	30	0,600	13,39	16,62	88,84	85,53
Amostra Total Seca (gr)	114,8	40	0,420	13,58	30,20	88,68	73,70
		50	0,300	12,65	42,85	89,46	62,68
		100	0,149	17,56	60,41	85,37	47,39
		200	0,075	8,06	68,47	93,28	40,37

SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181									
Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-6}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	25	9,13	1,001	1,000	1,031	1,001	10,18	42,27	0,059
1 min	25	9,13	1,001	1,000	1,030	1,001	10,35	40,86	0,042
2 min	25	9,13	1,001	1,000	1,029	1,001	10,51	39,45	0,030
4 min	25	9,13	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,03	0,021
8 min	25	9,13	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,03	0,015
15 min	25	9,13	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,03	0,011
30 min	25	9,13	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,62	0,008
1 h	25	9,13	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,20	0,006
2 h	25	9,13	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,79	0,004
4 h	24	9,34	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,10	0,003
8 h	24	9,34	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	30,68	0,002
25 h	24	9,34	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,27	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64		
PICNÔMETRO Nº	12	16
M1=picnômetro vazio (g)	41,92	43,21
M2=M1+amostra (g)	72,28	73,84
M3=M2+água destilada (g)	178,64	182,10
M4=M1+água destilada(g)	159,95	163,22
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,604	2,610
Densidade Média	**2,607**	
Densimetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm^3)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	14,47	22,84	22,31	6,58	33,79	100,00

Juan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	015/25 -PI 03
OBRA:	-	**MATERIAL:**	-	**DATA DA COLETA:**	10/01/2024
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	23/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	Equipe
ESTACA/KM	209+604	**PROFUNDIDADE:**	0,38 a 1,50 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+i_d$): **92,09**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	166,36			169,17			172,32			175,14			178,62					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	36	56		5	49		46	66		2	44		9	19				
Massa úmida + Tara (g)	95,48	92,08		89,81	75,79		76,69	87,26		83,49	93,17		85,17	82,77				
Massa seca + Tara (g)	82,70	80,28		79,00	67,23		68,86	78,00		75,36	84,32		78,01	76,19				
Tara (g)	19,32	22,09		19,04	20,75		20,42	19,99		19,25	20,64		18,94	20,49				
Água (g)	12,78	11,80		10,81	8,56		7,83	9,26		8,13	8,85		7,16	6,58				
Solo seco (g)	63,38	58,19		59,96	46,48		48,44	58,01		56,11	63,68		59,07	55,70				
Teor de umidade (%)	20,2	20,3		18,0	18,4		16,2	16,0		14,5	13,9		12,1	11,8				
Média (%)	20			18			16			14			12					

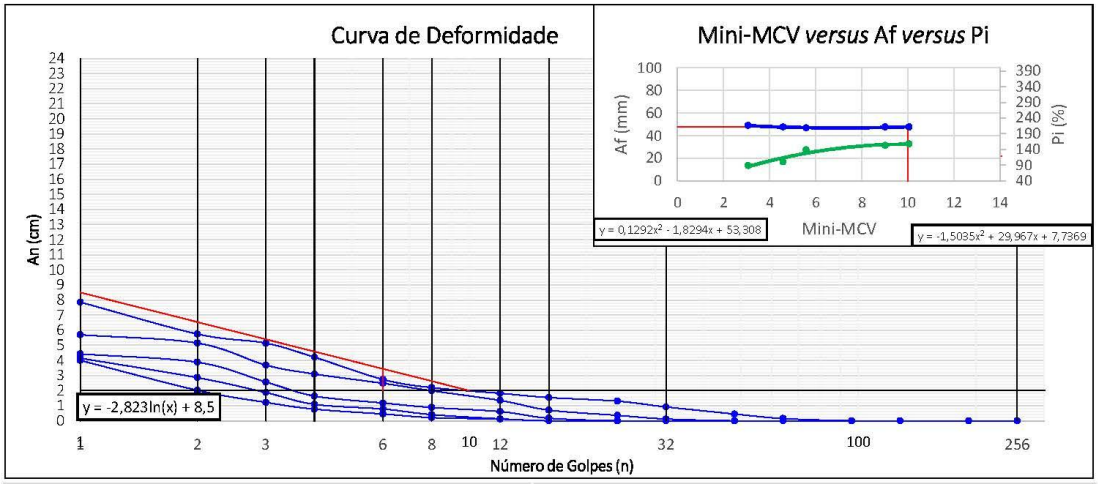
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,10	4,00	1,599	40,26	4,15	1,663	40,80	4,43	1,712	38,65	5,70	1,670	36,54	7,86	1,638			
2	0,1	41,08	2,02	1,661	41,55	2,86	1,705	41,35	3,88	1,730	39,20	5,15	1,687	38,65	5,75	1,703			
3	0,1	41,88	1,22	1,688	42,54	1,87	1,739	42,66	2,57	1,776	40,66	3,69	1,735	39,26	5,14	1,722			
4	0,1	42,33	0,77	1,703	43,32	1,09	1,767	43,59	1,64	1,810	41,25	3,10	1,755	40,19	4,21	1,753			
6	0,1	42,65	0,45	1,714	43,63	0,78	1,778	44,05	1,18	1,827	41,87	2,48	1,777	41,66	2,74	1,804			
8	0,1	42,89	0,21	1,723	44,00	0,41	1,792	44,35	0,88	1,839	42,36	1,99	1,794	42,20	2,20	1,824			
12	0,2	42,99	0,11	1,726	44,28	0,13	1,803	44,62	0,61	1,849	43,00	1,35	1,818	42,58	1,82	1,838			
16	0,2	43,10	0,00	1,730	44,41	0,00	1,807	45,06	0,17	1,867	43,64	0,71	1,842	42,86	1,54	1,848			
24	0,2							45,23	0,00	1,873	43,99	0,36	1,855	43,10	1,30	1,857			
32	0,2										44,23	0,12	1,864	43,48	0,92	1,872			
48	0,2										44,35	0,00	1,869	43,95	0,45	1,890			
64	0,2													44,25	0,15	1,902			
96	0,2													44,40	0,00	1,908			
128	0,2																		
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		48,99			47,68			46,86			47,74			47,69				

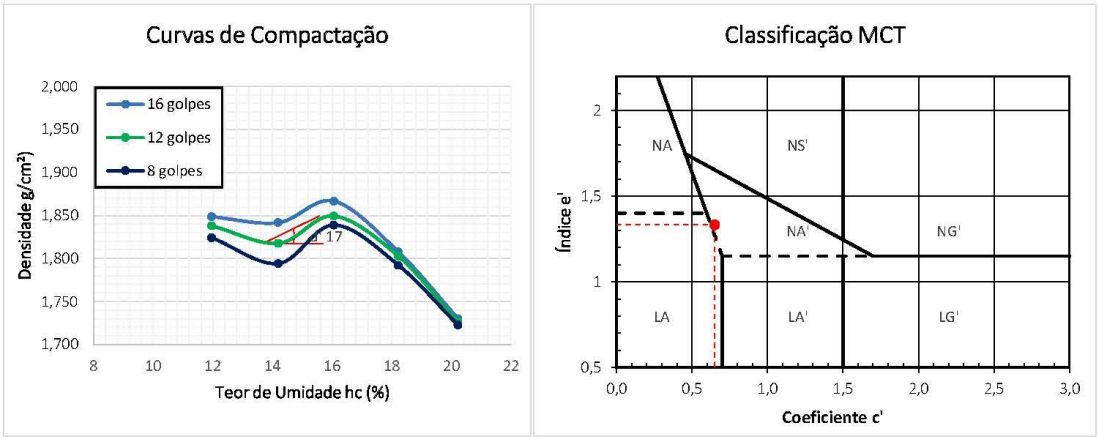
PERCA POR IMERSÃO																		
Massa úmida inicial (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Massa Extrudada (g)	33,96			35,48			36,77			36,69			37,46					
Massa Desprendida (g)	60,45			71,19			102,34			112,35			118,42					
Fator de correção	0,50			0,50			0,50			0,50			0,50					
Perda por imersão (%)	89,01			100,32			139,15			153,12			158,08					

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	015/25 -PI 03
OBRA:	-	MATERIAL:	-	DATA DA COLETA:	10/01/2024
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	23/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	Equipe
ESTACA/KM	209+604	PROFUNDIDADE:	0,38 a 1,50 m		





Pi = 119,0 d' = 17,0 c' = 0,6 e' = 1,3

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA'

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	209+400	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	PI_04		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,00	0,00		CBUQ
2	0,00	0,48	0,48		BGTC
3	0,48	1,50	1,02		ARGILA ARENOSA MARROM
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**3**			
Nº cápsula	21b	27		
Massa cápsula	16,29	15,67		
Massa cap + solo úmido	115,66	110,50		
Massa cap + solo seco	102,51	97,77		
Massa da água	13,15	12,73		
Massa do solo seco	86,22	82,10		
Umidade (%)	**15,38%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		**3**
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	6.000,0
	Peso do frasco depois (gf)	3.360,0
	Peso da areia deslocada (gf)	2.640,0
	Peso da areia no funil e placa (gf)	520,0
	Peso da areia na cavidade (gf)	2.120,0
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	1.368,0
	Volume do buraco (dm³)	1,5497
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	3.478,0
	Peso do recipiente (gf)	245,0
	Peso do solo (gf)	3.233,0
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		**2.086,2**
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	149,9
	Peso do solo seco (gf)	133,4
	Peso da água (gf)	16,5
	Teor de umidade (%)	12,4
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		**1.856,6**

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	1. Estrutura da pista. 2. Não foi possível identificar CBUQ devido o trecho estar recebendo intervenções (reciclagem).

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Boletim de Poço de Inspeção

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,48 a 1,50 m
KM:	209+400	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	20/01/2025
FURO:	PI-04	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	507	538
(a) Solo úmido + tara (gf)	87,82	84,78
(b) Solo seco + tara (gf)	84,98	82,16
(c) Tara da cápsula (gf)	12,30	13,38
(d) Água (a-b) (gf)	2,84	2,62
(e) Solo seco (b-c) (gf)	72,68	68,78
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	3,91	3,81
Umidade média (%)	3,86	

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.444,3
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	10,11
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.489,5
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.434,2
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.444,3

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.444,3	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.444,3	100,0%
1"	25,4	0,00	1.444,3	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.444,3	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.444,3	100,0%
4	4,8	0,00	1.444,3	100,0%
10	2,0	10,50	1.433,8	99,3%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		30	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	144,43	100,0%	99,3%
40	0,420	48,40	96,03	66,5%	66,0%
200	0,075	58,94	37,09	25,7%	25,5%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	31	38	17			65	18	58	11	47
Cápsula + solo úmido (gf)	18,81	21,20	21,50			7,19	5,71	7,27	5,71	5,96
Cápsula + solo seco (gf)	16,15	18,08	18,19			6,88	5,44	6,95	5,39	5,62
Peso da cápsula (gf)	7,69	8,51	8,44			5,45	4,12	5,38	3,83	4,00
Peso da água (gf)	2,66	3,12	3,31			0,31	0,27	0,32	0,32	0,34
Peso do solo seco (gf)	8,46	9,57	9,75			1,43	1,32	1,57	1,56	1,62
Porcentagem de água (%)	31,4%	32,6%	33,9%			21,7%	20,5%	20,4%	20,5%	21,0%
Nº de golpes	35	26	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,73%	33,27%	40,51%	25,49%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
32,6%	20,8%	11,8%	0	A-2-6

Luiz Ferreira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS

Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Limite de Plasticidade e Liquidez

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	PI_04	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	17/01/2025
KM:	209+400	**HORIZONTE:**	0,48 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		25	163	141		CILINDROS		
Cápsula Nº	258	414	Umidade calculada (%)		6,6	8,6	10,7		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	96,52	74,04	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	95,95	73,75	% Água adicionada		6,0	8,0	10,1		25	5.093,0	2.087,7
A - Água (g)	0,57	0,29	M + S + A (g)		8.954,0	8.387,0	8.320,0		163	4.181,0	2.080,0
C - Cápsula (g)	16,18	12,08	S + A (g)		3.861,0	4.206,0	4.176,0		141	4.144,0	2.050,0
S - Solo (g)	79,77	61,67	Dens. úmida (g/cm³)		1,849	2,022	2,037				
Umidade (%)	0,71	0,47	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,59		Dens. seca (g/cm³)		1,734	1,861	1,841		Peso seco:	4.970,6	

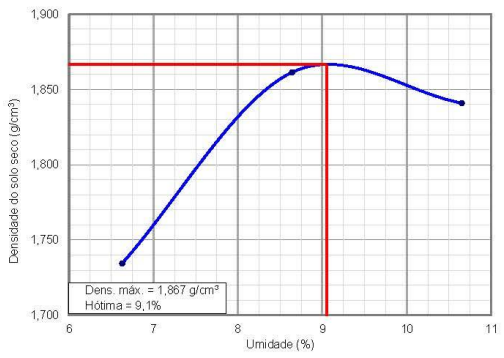
CÁLCULO DO ISC

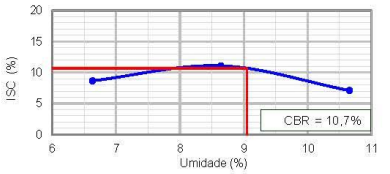
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		52	87	100	117	139	159	181	203	221
25	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	2,70	4,52	5,20	6,08	7,23	8,27	9,41	10,56	11,49
	ISC (%)					**8,7**		7,8			
Cilindro Nº	Leitura do anel		76	101	126	150	178	210	245	271	305
163	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	3,95	5,25	6,55	7,80	9,26	10,92	12,74	14,09	15,86
	ISC (%)					**11,1**		10,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		30	51	67	87	118	144	165	197	219
141	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
		Corrigida	1,56	2,65	3,48	4,52	6,14	7,49	8,58	10,24	11,39
	ISC (%)					6,4		**7,1**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

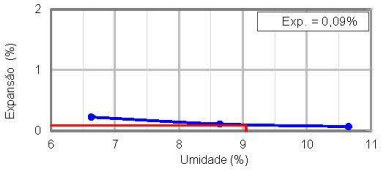
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
17/01/2025		25	114,45	5,00			5,26	0,26	**0,2**		
17/01/2025		163	114,64	5,00			5,13	0,13	**0,1**		
17/01/2025		141	112,72	5,00			5,08	0,08	**0,1**		

GRÁFICOS







Elaborado por: Coordenação de Ensaios e Levantamentos de Campo

AFIRMA ENGENHARIA | www.afirma.eng.br

Compactação e CBR

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 -PPD	**FURO:**	PI_04	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	209+400	**HORIZONTE:**	0,48 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		70	140	113		CILINDROS		
Cápsula Nº	27	527	Umidade calculada (%)		7,2	9,2	11,2		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	79,34	76,89	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	78,79	76,04	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		70	4.843,0	2.057,0
A - Água (g)	0,55	0,85	M + S + A (g)		9.070,0	9.873,0	9.707,0		140	5.463,0	2.079,9
C - Cápsula (g)	11,75	13,63	S + A (g)		4.227,0	4.410,0	4.250,0		113	5.457,0	2.076,1
S - Solo (g)	67,04	62,41	Dens. úmida (g/cm³)		2,055	2,120	2,047				
Umidade (%)	0,82	1,36	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**1,09**		Dens. seca (g/cm³)		**1,918**	**1,942**	**1,841**		Peso seco:	**4.946,0**	

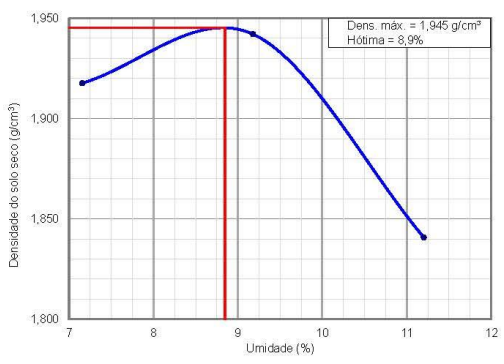
CÁLCULO DO ISC

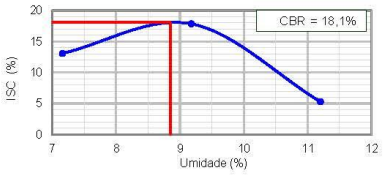
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		40	85	113	177	198	209	225	234	247
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
70		Corrigida	2,08	4,42	5,88	9,20	10,30	10,87	11,70	12,17	12,84
	ISC (%)					**13,1**		10,3			
Cilindro Nº	Leitura do anel		90	119	168	212	288	362	432	499	550
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
140		Corrigida	4,68	6,19	8,74	11,02	14,98	18,82	22,46	25,95	28,60
	ISC (%)					15,7		**17,8**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		16	32	49	62	84	107	129	152	177
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
113		Corrigida	0,83	1,66	2,55	3,22	4,37	5,56	6,71	7,90	9,20
	ISC (%)					4,6		**5,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

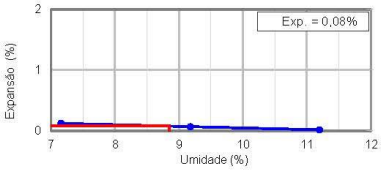
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		70	112,95	5,00			5,14	0,14	**0,1**		
16/01/2025		140	114,23	5,00			5,08	0,08	**0,1**		
16/01/2025		113	114,15	5,00			5,02	0,02	**0,0**		

GRÁFICOS







Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,48 a 1,50 m
KM:	209+400	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	21/01/2025
FURO:	PI-04	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	507	538
Solo Úmido + Tara (gr)	87,82	84,78
Solo Seco + Tara (gr)	84,98	82,16
Tara da Cápsula (gr)	12,30	13,38
Água (a-b) (gr)	2,8	2,6
Solo Seco (b-c) (gr)	72,7	68,8
Teor de Umidade (%)	3,91	3,81
Umidade Média (%)	**3,86**	

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	115,5
Amostra Total Seca (gr)	115,5

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	115,5	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	115,5	100,00
1"	25,4	0,00	115,5	100,00
3/4"	19,1	0,00	115,5	100,00
3/8"	9,5	0,00	115,5	100,00
4	4,8	0,00	115,5	100,00
10	2,0	0,00	115,5	100,00

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº: 01 — Peso da Am. Parcial Úmida (gr): 120,00

Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
16	1,200	3,78	3,78	96,85	96,73
30	0,600	13,81	17,59	88,49	84,78
40	0,420	11,10	28,69	90,75	75,17
50	0,300	9,20	37,89	92,33	67,21
100	0,149	12,71	50,60	89,41	56,21
200	0,075	5,85	56,45	95,13	51,14

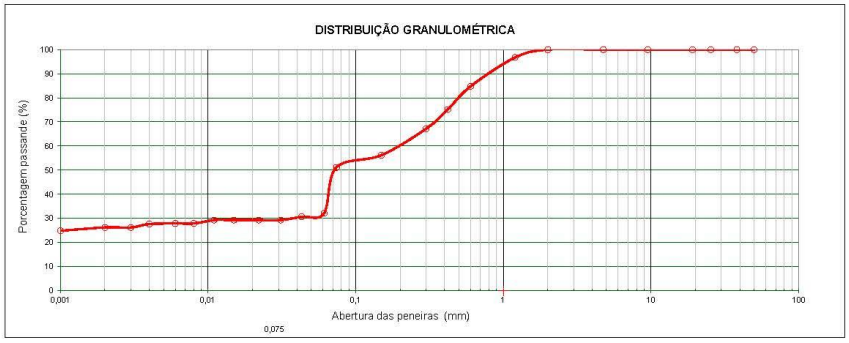
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	26	8,92	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,10	0,061
1 min	26	8,92	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	30,71	0,043
2 min	26	8,92	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,32	0,031
4 min	26	8,92	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,32	0,022
8 min	26	8,92	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,32	0,015
15 min	26	8,92	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,32	0,011
30 min	26	8,92	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	27,93	0,008
1 h	26	8,92	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	27,93	0,006
2 h	25	9,13	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	27,65	0,004
4 h	25	9,13	1,001	1,000	1,020	1,001	12,00	26,26	0,003
8 h	25	9,13	1,001	1,000	1,020	1,001	12,00	26,26	0,002
25 h	25	9,13	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	24,87	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	30	32
M1=picnômetro vazio (g)	43,95	45,77
M2=M1+amostra (g)	74,52	76,42
M3=M2+água destilada (g)	164,81	174,26
M4=M1+água destilada(g)	145,80	155,14
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,647	2,661
Densidade Média	**2,654**	
Densimetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	15,22	17,57	16,06	23,49	27,65	100,00

Juan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	015/25 -PI 04
OBRA:	-	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**DATA DA COLETA:**	12/08/2024
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	23/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	marcelo
ESTACA/KM	209+400	**PROFUNDIDADE:**	0,48 a 1,50 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a = A_c + i_a$): **92,19**

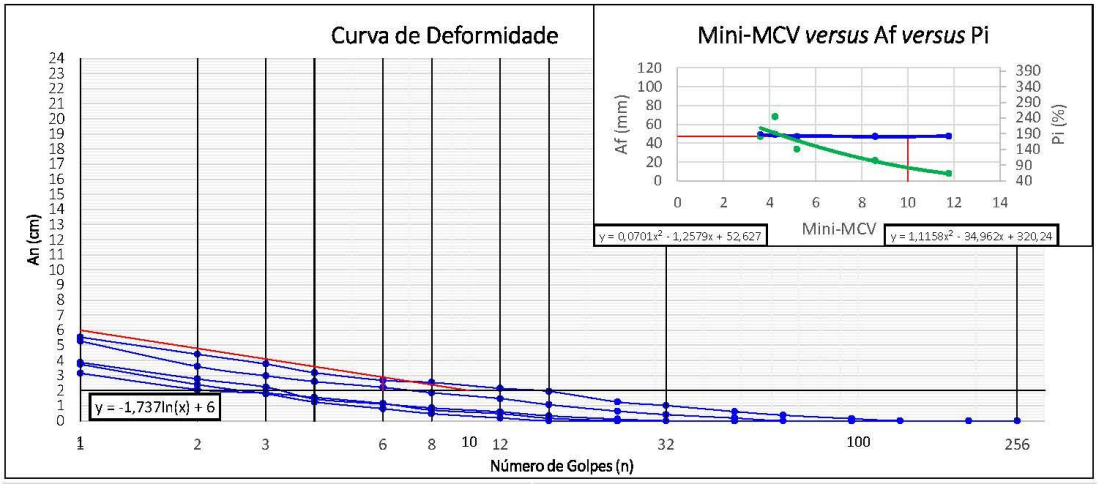
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	163,88			166,68			169,52			172,36			175,42					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	37	39		48	78		16	25		31	68		22	54				
Massa úmida + Tara (g)	91,37	100,36		105,59	104,10		93,64	100,22		95,62	94,23		92,53	95,10				
Massa seca + Tara (g)	78,18	86,25		91,67	90,46		81,53	88,75		85,77	83,55		84,14	85,29				
Tara (g)	19,78	20,62		22,06	22,22		17,75	21,18		20,92	20,28		20,27	19,39				
Água (g)	13,19	14,11		13,92	13,64		12,11	11,47		9,85	10,68		8,39	9,81				
Solo seco (g)	58,40	65,63		69,61	68,24		63,78	67,57		64,85	63,27		63,87	65,90				
Teor de umidade (%)	22,6	21,5		20,0	20,0		19,0	17,0		15,2	16,9		13,1	14,9				
Média (%)	22,0			20,0			18,0			16,0			14,0					

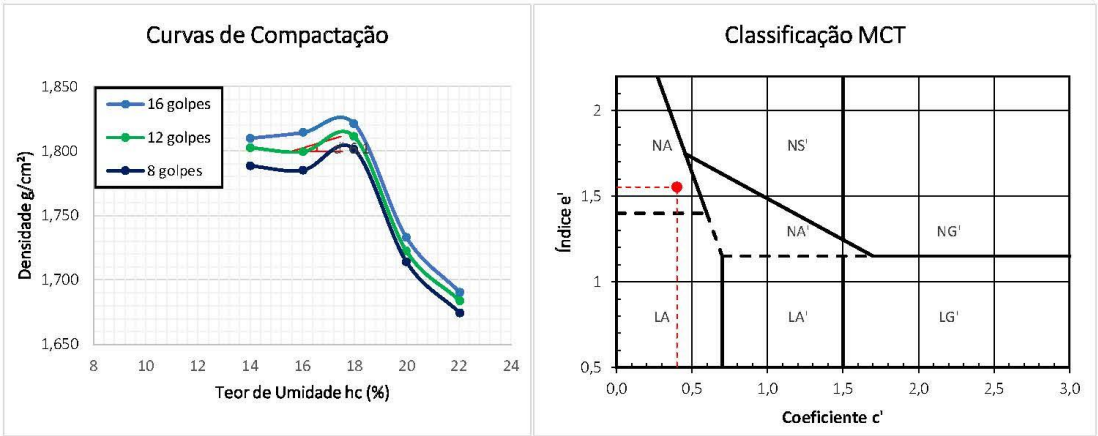
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,06	3,74	1,571	40,21	3,15	1,633	41,23	3,87	1,695	39,58	5,28	1,669	39,22	5,54	1,687			
2	0,1	40,40	2,40	1,612	41,29	2,07	1,668	42,33	2,77	1,732	41,26	3,60	1,724	40,35	4,41	1,724			
3	0,1	41,01	1,79	1,631	41,53	1,83	1,676	42,87	2,23	1,751	41,88	2,98	1,745	41,00	3,76	1,746			
4	0,1	41,55	1,25	1,649	41,81	1,55	1,685	43,65	1,45	1,779	42,26	2,60	1,759	41,57	3,19	1,765			
6	0,1	42,00	0,80	1,663	42,22	1,14	1,699	43,99	1,11	1,792	42,65	2,21	1,772	42,08	2,68	1,783			
8	0,1	42,33	0,47	1,674	42,65	0,71	1,714	44,25	0,85	1,801	43,00	1,86	1,785	42,22	2,54	1,788			
12	0,2	42,61	0,19	1,684	42,89	0,47	1,722	44,51	0,59	1,811	43,39	1,47	1,799	42,61	2,15	1,802			
16	0,2	42,80	0,00	1,690	43,19	0,17	1,733	44,77	0,33	1,821	43,79	1,07	1,814	42,81	1,95	1,810			
24	0,2				43,36	0,00	1,739	44,99	0,11	1,830	44,22	0,64	1,830	43,51	1,25	1,836			
32	0,2							45,10	0,00	1,834	44,45	0,41	1,839	43,75	1,01	1,845			
48	0,2										44,68	0,18	1,848	44,15	0,61	1,860			
64	0,2										44,86	0,00	1,855	44,39	0,37	1,870			
96	0,2													44,62	0,14	1,879			
128	0,2													44,76	0,00	1,884			
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		49,39			48,83			47,09			47,33			47,43				
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)			200,00			200,00			200,00			200,00			200,00				
Massa Extrudada (g)			33,18			34,13			36,00			36,42			36,99				
Massa Desprendida (g)			81,15			62,08			50,90			38,13			23,41				
Fator de correção			1,00			1,00			1,00			1,00			1,00				
Perda por imersão (%)			244,57			181,87			141,39			104,70			63,30				

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR 092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	015/25 -PI 04
OBRA:	-	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA MARROM	DATA DA COLETA:	09/01/2024
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	23/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	Equipe
ESTACA/KM	209+400	PROFUNDIDADE:	0,48 a 1,50 m		





Pi = 46,9 d' = 6,1 c' = 0,4 e' = 1,6

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

3.3. Sondagens a Trado

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM
POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_01		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,18	0,18		CAMADA VEGETAL
2	0,18	1,50	1,32		ARGILA ARENOSA MARROM
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	10	199		
Massa cápsula	16,02	16,82		
Massa cap + solo úmido	93,23	97,12		
Massa cap + solo seco	81,32	84,78		
Massa da água	11,91	12,34		
Massa do solo seco	65,30	67,96		
Umidade (%)	**18,20%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_01	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		109	04	39		CILINDROS		
Cápsula Nº	200	205	Umidade calculada (%)		6,4	8,4	10,4		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	154,12	165,46	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	153,64	164,98	% Água adicionada		6,0	8,0	10,0		109	4.938,0	2.092,7
A - Água (g)	0,48	0,48	M + S + A (g)		8.879,0	9.320,0	9.310,0		4	5.091,0	2.092,0
C - Cápsula (g)	23,73	25,51	S + A (g)		3.941,0	4.229,0	4.301,0		39	5.009,0	2.093,9
S - Solo (g)	129,91	139,47	Dens. úmida (g/cm³)		1,883	2,022	2,054				
Umidade (%)	0,37	0,34	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,36		Dens. seca (g/cm³)		1,770	1,865	1,861		Peso seco:	4.982,2	

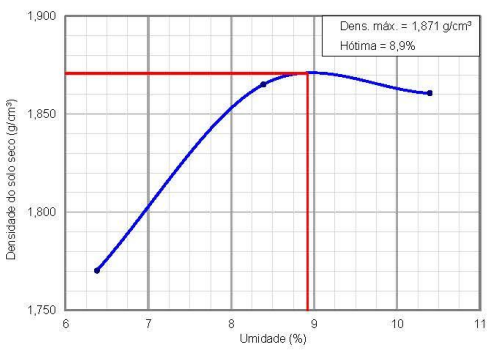
CÁLCULO DO ISC

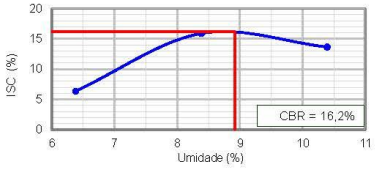
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		51	69	78	86	98	110	124	136	149
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
109		Corrigida	2,65	3,59	4,06	4,47	5,10	5,72	6,45	7,07	7,75
	ISC (%)					**6,4**		5,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		99	153	189	215	259	297	333	367	403
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
04		Corrigida	5,15	7,96	9,83	11,18	13,47	15,44	17,32	19,08	20,96
	ISC (%)					**15,9**		14,6			
Cilindro Nº	Leitura do anel		60	101	134	166	229	277	325	374	423
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
39		Corrigida	3,12	5,25	6,97	8,63	11,91	14,40	16,90	19,45	22,00
	ISC (%)					12,3		**13,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

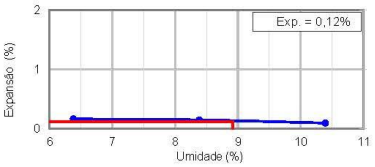
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		109	114,88	5,00			5,19	0,19	**0,2**		
16/01/2025		4	114,58	5,00			5,17	0,17	**0,1**		
16/01/2025		39	114,38	5,00			5,11	0,11	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_01	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,50 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		19	105	50		CILINDROS		
Cápsula Nº	3	18	Umidade calculada (%)		6,5	8,5	10,5		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	89,16	64,94	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	88,86	64,64	% Água adicionada		6,0	8,0	10,0		19	5.072,0	2.085,2
A - Água (g)	0,30	0,30	M + S + A (g)		9.286,0	8.427,0	9.733,0		105	4.076,0	2.052,2
C - Cápsula (g)	16,99	12,12	S + A (g)		4.214,0	4.351,0	4.302,0		50	5.431,0	2.069,1
S - Solo (g)	71,87	52,52	Dens. úmida (g/cm³)		2,021	2,120	2,079				
Umidade (%)	0,42	0,57	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,49		Dens. seca (g/cm³)		1,897	1,953	1,881		Peso seco:	4.975,4	

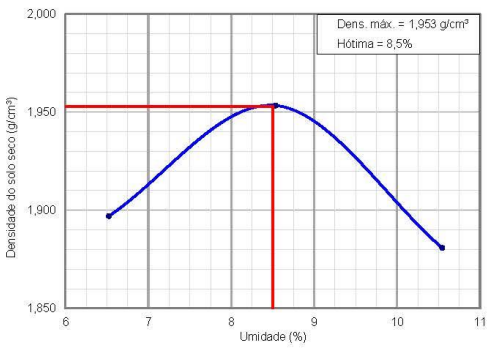
CÁLCULO DO ISC

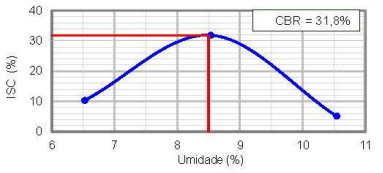
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		18	41	73	106	158	210	263	314	368
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
19		Corrigida	0,94	2,13	3,80	5,51	8,22	10,92	13,68	16,33	19,14
	ISC (%)					7,8		**10,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		179	287	388	431	474	524	579	632	688
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
105		Corrigida	9,31	14,92	20,18	22,41	24,65	27,25	30,11	32,86	35,78
	ISC (%)					**31,9**		25,8			
Cilindro Nº	Leitura do anel		16	29	45	59	82	104	131	155	178
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
50		Corrigida	0,83	1,51	2,34	3,07	4,26	5,41	6,81	8,06	9,26
	ISC (%)					4,4		**5,1**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

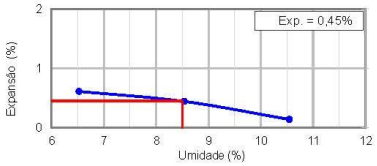
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		19	114,35	5,00			5,70	0,70	**0,6**		
16/01/2025		105	112,80	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		50	113,95	5,00			5,16	0,16	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,50 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-01	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	508	510
(a) Solo úmido + tara (gf)	93,58	93,09
(b) Solo seco + tara (gf)	88,88	88,59
(c) Tara da cápsula (gf)	13,27	13,56
(d) Água (a-b) (gf)	4,70	4,50
(e) Solo seco (b-c) (gf)	75,61	75,03
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	6,22	6,00
Umidade média (%)	6,11	

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.413,7	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.413,7	100,0%
1"	25,4	0,00	1.413,7	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.413,7	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.413,7	100,0%
4	4,8	0,00	1.413,7	100,0%
10	2,0	2,56	1.411,1	99,8%

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.413,7
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	2,41
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.497,4
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.411,3
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.413,7

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	141,37	100,0%	99,8%
40	0,420	30,25	111,12	78,6%	78,5%
200	0,075	59,25	51,87	36,7%	36,6%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	10	12	29			12	37	17	30	105
Cápsula + solo úmido (gf)	18,77	20,85	22,05			4,91	6,49	6,11	4,55	7,04
Cápsula + solo seco (gf)	16,20	17,60	18,22			4,56	6,04	5,71	4,26	6,65
Peso da cápsula (gf)	8,68	8,45	8,70			3,07	4,10	3,97	3,08	4,97
Peso da água (gf)	2,57	3,25	3,83			0,35	0,45	0,40	0,29	0,39
Peso do solo seco (gf)	7,52	9,15	9,52			1,49	1,94	1,74	1,18	1,68
Porcentagem de água (%)	34,2%	35,5%	40,2%			23,5%	23,2%	23,0%	24,6%	23,2%
Nº de golpes	35	26	15							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,18%	21,36%	41,84%	36,62%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
36,0%	23,5%	12,5%	0	A-2-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,50 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-01	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	508	510
Solo Úmido + Tara (gr)	93,58	93,07
Solo Seco + Tara (gr)	88,88	88,59
Tara da Cápsula (gr)	13,27	13,56
Água (a-b) (gr)	4,7	4,5
Solo Seco (b-c) (gr)	75,6	75,0
Teor de Umidade (%)	6,22	5,97
Umidade Média (%)	**6,09**	

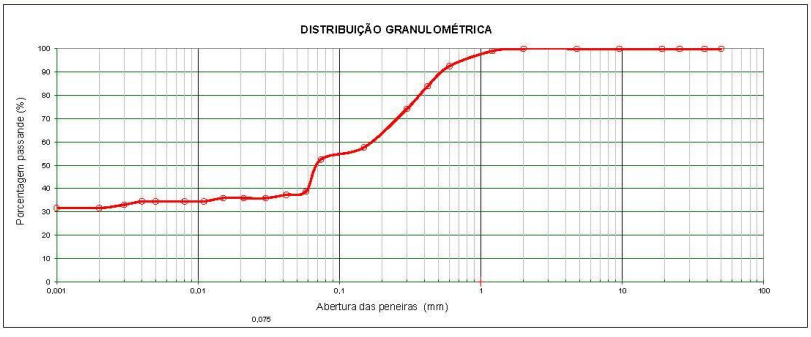
Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	113,1
Amostra Total Seca (gr)	113,1

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	113,1	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	113,1	100,00
	1"	25,4	0,00	113,1	100,00
	3/4"	19,1	0,00	113,1	100,00
	3/8"	9,5	0,00	113,1	100,00
	4	4,8	0,00	113,1	100,00
	10	2,0	0,00	113,1	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (%)
	16	1,200	1,14	1,14	99,05	98,99
	30	0,600	7,26	8,40	93,95	92,57
	40	0,420	9,74	18,14	91,88	83,96
	50	0,300	11,03	29,17	90,81	74,21
	100	0,149	18,74	47,91	84,38	57,64
	200	0,075	5,86	53,77	95,12	52,46

SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181										DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64		
Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)			
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,75	0,058	PICNÔMETRO Nº	33	37
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	37,32	0,042	M1=picnômetro vazio (g)	43,64	46,63
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,90	0,030	M2=M1+amostra (g)	74,14	76,95
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,90	0,021	M3=M2+água destilada (g)	163,61	165,06
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,90	0,015	M4=M1+água destilada(g)	144,67	146,26
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,47	0,011	Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,47	0,008	Densidade	2,641	2,635
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,47	0,005	Densidade Média	**2,638**	
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,47	0,004	Densímetro nº	1	
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	33,05	0,003	Quant. Dispersante (ml)	125	
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,62	0,002	Vol. da dispersão (cm³)	1000	
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,62	0,001	Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	7,43	18,36	21,75	17,99	34,47	100,00

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 -ST-01
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,18 a 1,50 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a = A_c + L_a$): **92,2**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	169,45			172,30			175,13			178,65			181,73					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	22	28		25	74		13	50		2	51		40	66				
Massa úmida + Tara (g)	90,09	98,20		88,91	95,00		94,38	90,83		77,47	89,45		79,43	89,14				
Massa seca + Tara (g)	79,11	86,90		80,68	83,40		85,05	82,17		72,13	81,11		74,16	82,71				
Tara (g)	20,21	22,00		21,19	20,06		19,94	20,65		19,23	20,71		20,72	19,96				
Água (g)	10,98	11,30		8,23	11,60		9,33	8,66		5,34	8,34		5,27	6,43				
Solo seco (g)	58,90	64,90		59,49	63,34		65,11	61,52		52,90	60,40		53,44	62,75				
Teor de umidade (%)	18,6	17,4		13,8	18,3		14,3	14,1		10,1	13,8		9,9	10,2				
Média (%)	18			16			14			12			10					

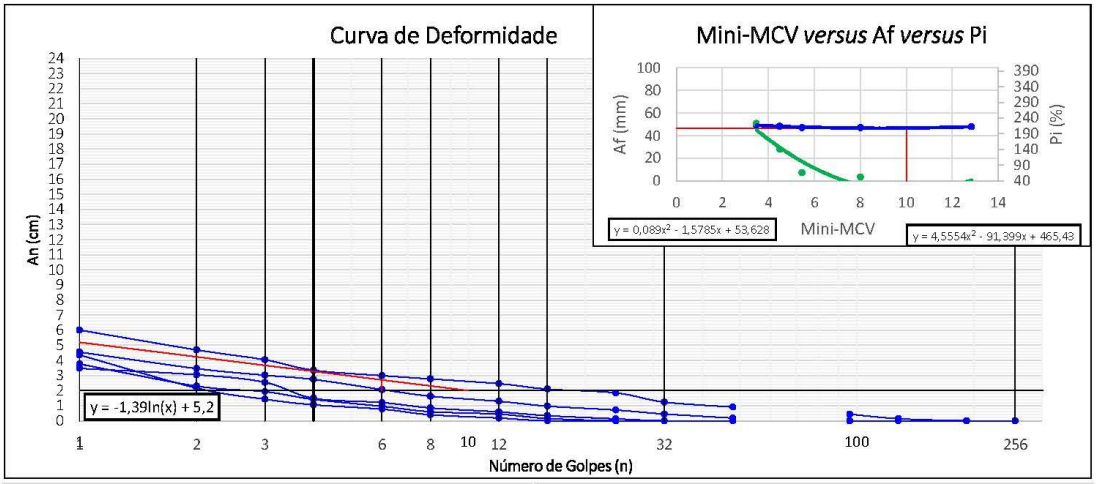
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	38,30	4,36	1,602	40,20	3,76	1,688	41,66	3,47	1,765	40,52	4,55	1,761	38,23	6,01	1,715			
2	0,1	40,49	2,17	1,669	41,66	2,30	1,737	42,08	3,05	1,780	41,61	3,46	1,799	39,54	4,70	1,758			
3	0,1	41,23	1,43	1,694	42,03	1,93	1,750	42,58	2,55	1,798	42,05	3,02	1,815	40,20	4,04	1,780			
4	0,1	41,60	1,06	1,706	42,54	1,42	1,768	43,64	1,49	1,837	42,33	2,74	1,825	40,89	3,35	1,804			
6	0,1	41,89	0,77	1,716	43,00	0,96	1,784	43,92	1,21	1,848	43,00	2,07	1,850	41,25	2,99	1,817			
8	0,1	42,26	0,40	1,729	43,36	0,60	1,797	44,28	0,85	1,862	43,44	1,63	1,866	41,47	2,77	1,825			
12	0,2	42,48	0,18	1,736	43,52	0,44	1,803	44,54	0,59	1,872	43,78	1,29	1,880	41,78	2,46	1,836			
16	0,2	42,66	0,00	1,743	43,81	0,15	1,814	44,79	0,34	1,882	44,10	0,97	1,892	42,14	2,10	1,849			
24	0,2				43,96	0,00	1,820	45,00	0,13	1,890	44,36	0,71	1,902	42,39	1,85	1,859			
32	0,2							45,13	0,00	1,895	44,62	0,45	1,913	43,00	1,24	1,882			
48	0,2										44,89	0,18	1,924	43,33	0,91	1,894			
64	0,2										45,07	0,00	1,931	43,56	0,68	1,903			
96	0,2													43,80	0,44	1,913			
128	0,2													44,10	0,14	1,925			
192	0,2													44,24	0,00	1,930			
256	0,2																		
	Altura Final		49,54			48,24			47,07			47,13			47,96				

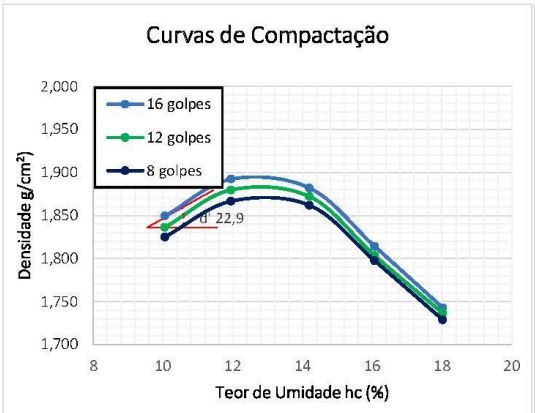
PERCA POR IMERSÃO																		
Massa úmida inicial (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Massa Extrudada (g)	34,21			35,72			37,21			37,91			37,89					
Massa Desprendida (g)	76,17			50,20			24,64			19,74			14,48					
Fator de correção	1,00			1,00			1,00			1,00			1,00					
Perda por imersão (%)	222,68			140,55			66,23			52,08			38,21					

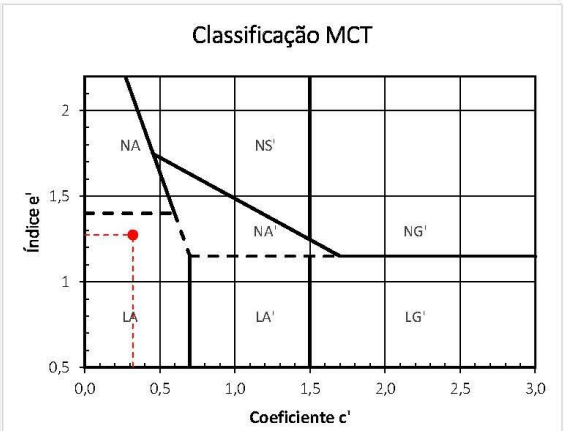
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 -ST-01
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA MARROM	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,18 a 1,50 m		







Pi = 119,4 d' = 22,9 c' = 0,3 e' = 1,3

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_02		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,16	0,16		CAMADA VEGETAL
2	0,16	1,57	1,41		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	28	439		
Massa cápsula	13,09	12,96		
Massa cap + solo úmido	75,45	71,41		
Massa cap + solo seco	64,81	61,54		
Massa da água	10,64	9,87		
Massa do solo seco	51,72	48,58		
Umidade (%)	**20,44%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_02	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,16 a 1,57 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		146	192	93		CILINDROS		
Cápsula Nº	37 B	254	Umidade calculada (%)		7,1	9,1	11,1		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	100,89	93,54	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	99,93	92,90	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		146	4.807,0	2.081,2
A - Água (g)	0,96	0,64	M + S + A (g)		8.412,0	9.226,0	9.321,0		192	5.039,0	2.085,0
C - Cápsula (g)	15,10	25,29	S + A (g)		3.605,0	4.187,0	4.231,0		93	5.090,0	2.086,1
S - Solo (g)	84,83	67,61	Dens. úmida (g/cm³)		1,732	2,008	2,028				
Umidade (%)	1,13	0,95	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	1,04		Dens. seca (g/cm³)		1,617	1,840	1,825		Peso seco:	4.948,6	

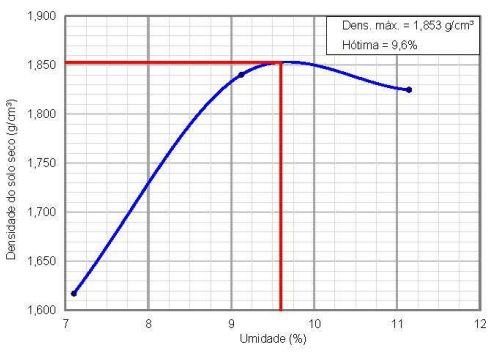
CÁLCULO DO ISC

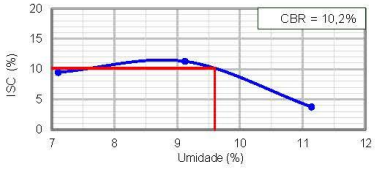
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		44	70	92	115	159	192	223	256	289
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
146		Corrigida	2,29	3,64	4,78	5,98	8,27	9,98	11,60	13,31	15,03
	ISC (%)					8,5		**9,5**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		68	102	130	151	191	229	273	306	342
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
192		Corrigida	3,54	5,30	6,76	7,85	9,93	11,91	14,20	15,91	17,78
	ISC (%)					11,2		**11,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		29	36	45	51	63	75	92	107	123
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
93		Corrigida	1,51	1,87	2,34	2,65	3,28	3,90	4,78	5,56	6,40
	ISC (%)					**3,8**		3,7			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

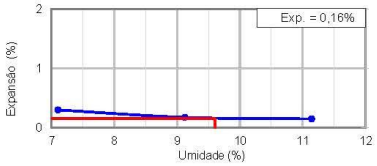
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		146	113,46	5,00			5,34	0,34	**0,3**		
16/01/2025		192	114,12	5,00			5,20	0,20	**0,2**		
16/01/2025		93	114,33	5,00			5,17	0,17	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_02	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,16 a 1,57 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		173	103	58		CILINDROS		
Cápsula Nº	199	19	Umidade calculada (%)		6,8	8,8	10,8		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	95,71	88,14	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	95,13	87,63	% Água adicionada		6,0	8,1	10,1		173	5.470,0	2.097,0
A - Água (g)	0,58	0,51	M + S + A (g)		9.712,0	9.379,0	8.978,0		103	4.232,0	2.246,9
C - Cápsula (g)	16,82	16,45	S + A (g)		4.242,0	5.147,0	4.053,0		58	4.925,0	2.095,2
S - Solo (g)	78,31	71,18	Dens. úmida (g/cm³)		2,023	2,291	1,934				
Umidade (%)	0,74	0,72	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,73		Dens. seca (g/cm³)		1,895	2,106	1,746		Peso seco:	4.963,8	

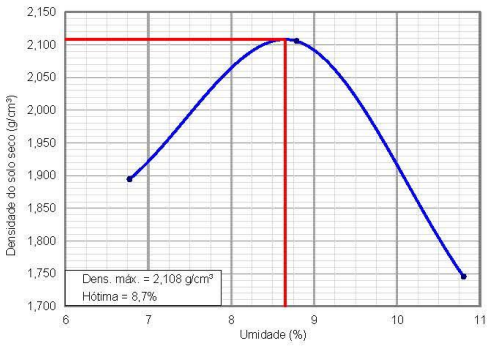
CÁLCULO DO ISC

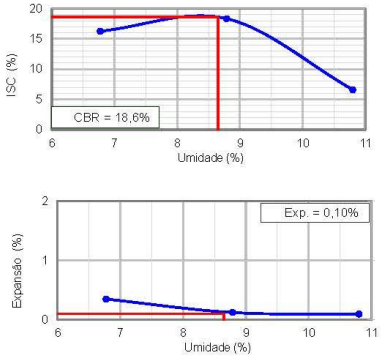
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		111	157	192	220	275	325	375	420	467
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
173		Corrigida	5,77	8,16	9,98	11,44	14,30	16,90	19,50	21,84	24,28
	ISC (%)					**16,3**		16,0			
Cilindro Nº	Leitura do anel		130	176	211	248	303	353	401	457	506
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
103		Corrigida	6,76	9,15	10,97	12,90	15,76	18,36	20,85	23,76	26,31
	ISC (%)					**18,3**		17,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		20	39	58	77	106	134	165	192	224
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
58		Corrigida	1,04	2,03	3,02	4,00	5,51	6,97	8,58	9,98	11,65
	ISC (%)					5,7		**6,6**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		173	114,84	5,00			5,40	0,40	**0,3**		
16/01/2025		103	123,18	5,00			5,15	0,15	**0,1**		
16/01/2025		58	115,05	5,00			5,11	0,11	**0,1**		

GRÁFICOS





AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,16 a 1,57 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-02	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	523	524
(a) Solo úmido + tara (gf)	85,59	83,08
(b) Solo seco + tara (gf)	82,00	79,66
(c) Tara da cápsula (gf)	13,29	14,24
(d) Água (a-b) (gf)	3,59	3,42
(e) Solo seco (b-c) (gf)	68,71	65,42
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	5,22	5,23
Umidade média (%)	5,23	

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.425,5
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	2,46
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.497,4
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.423,0
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.425,5

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.425,5	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.425,5	100,0%
1"	25,4	0,00	1.425,5	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.425,5	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.425,5	100,0%
4	4,8	0,00	1.425,5	100,0%
10	2,0	2,59	1.422,9	99,8%

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº:	4	Peso amostra parcial úmida (gf):	150,00

Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	142,55	100,0%	99,8%
40	0,420	24,74	117,81	82,6%	82,5%
200	0,075	69,15	48,66	34,1%	34,1%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	72	56	32			39	03	33	22	111
Cápsula + solo úmido (gf)	20,10	21,79	19,88			5,49	5,53	5,86	5,79	5,03
Cápsula + solo seco (gf)	17,19	18,45	16,56			5,23	5,27	5,51	5,47	4,65
Peso da cápsula (gf)	8,22	8,51	8,58			4,07	4,14	4,04	4,10	3,04
Peso da água (gf)	2,91	3,34	3,32			0,26	0,26	0,35	0,32	0,38
Peso do solo seco (gf)	8,97	9,94	7,98			1,16	1,13	1,47	1,37	1,61
Porcentagem de água (%)	32,4%	33,6%	41,6%			22,4%	23,0%	23,8%	23,4%	23,6%
Nº de golpes	35	26	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,18%	17,32%	48,42%	34,07%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,8%	23,2%	12,6%	0	A-2-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,16 a 1,57 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-02	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	523	524
Solo Úmido + Tara (gr)	85,59	83,08
Solo Seco + Tara (gr)	82,00	79,66
Tara da Cápsula (gr)	13,29	14,24
Água (a-b) (gr)	3,6	3,4
Solo Seco (b-c) (gr)	68,7	65,4
Teor de Umidade (%)	5,22	5,23
Umidade Média (%)	**5,23**	

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	114,0
Amostra Total Seca (gr)	114,0

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	114,0	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	114,0	100,00
	1"	25,4	0,00	114,0	100,00
	3/4"	19,1	0,00	114,0	100,00
	3/8"	9,5	0,00	114,0	100,00
	4	4,8	0,00	114,0	100,00
	10	2,0	0,00	114,0	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
	16	1,200	1,66	1,66	98,62	98,54
	30	0,600	9,26	10,92	92,28	90,42
	40	0,420	11,54	22,46	90,38	80,31
	50	0,300	15,38	37,84	87,18	66,82
	100	0,149	18,79	56,63	84,34	50,34
	200	0,075	8,24	64,87	93,13	43,12

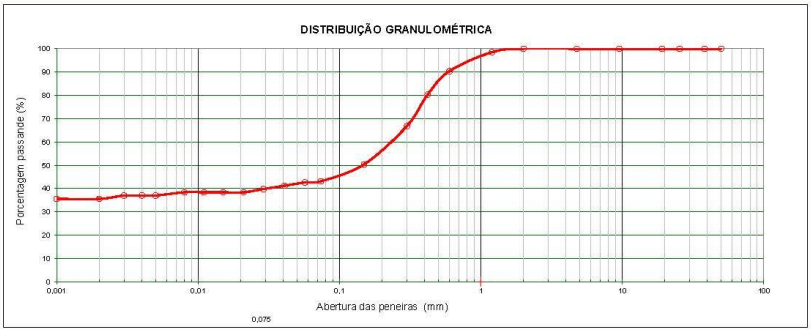
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,031	1,001	10,18	42,62	0,057
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,030	1,001	10,35	41,21	0,041
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,029	1,001	10,51	39,80	0,029
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,39	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,39	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,39	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,028	1,001	10,68	38,39	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,98	0,005
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,98	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,98	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,57	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,57	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	41	42
M1=picnômetro vazio (g)	48,63	45,19
M2=M1+amostra (g)	79,12	75,92
M3=M2+água destilada (g)	164,37	166,19
M4=M1+água destilada(g)	145,40	147,13
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,650	2,636
Densidade Média	**2,643**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	9,58	23,61	23,70	6,14	36,98	100,00

Luan Pereira Lopes
Encanhe no Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 ST-02
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,18 a 1,50 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a = A_c + L_a$): **92,2**

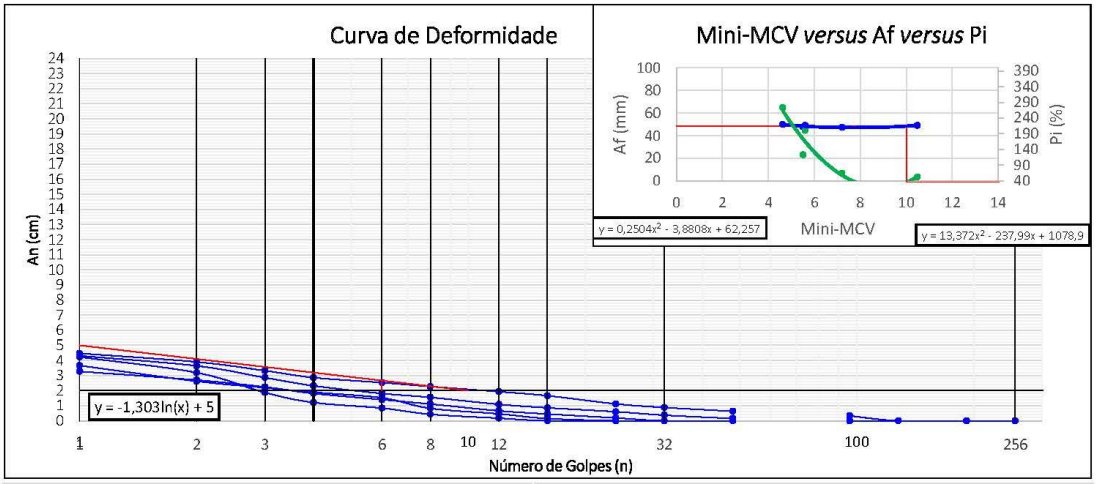
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	166,31			168,95			172,46			175,10			178,35					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	48	80		16	54		71	62		34	36		12	18				
Massa úmida + Tara (g)	98,80	92,03		99,46	88,97		86,42	82,84		85,42	80,05		87,65	86,36				
Massa seca + Tara (g)	84,71	81,20		85,40	79,38		76,05	75,24		76,72	73,13		78,73	80,82				
Tara (g)	22,04	21,13		17,73	19,38		19,13	19,83		20,90	19,29		19,37	20,91				
Água (g)	14,09	10,83		14,06	9,59		10,37	7,60		8,70	6,92		8,92	5,54				
Solo seco (g)	62,67	60,07		67,67	60,00		56,92	55,41		55,82	53,84		59,36	59,91				
Teor de umidade (%)	22,5	18,0		20,8	16,0		18,2	13,7		15,6	12,9		15,0	9,2				
Média (%)	20			18			16			14			12					

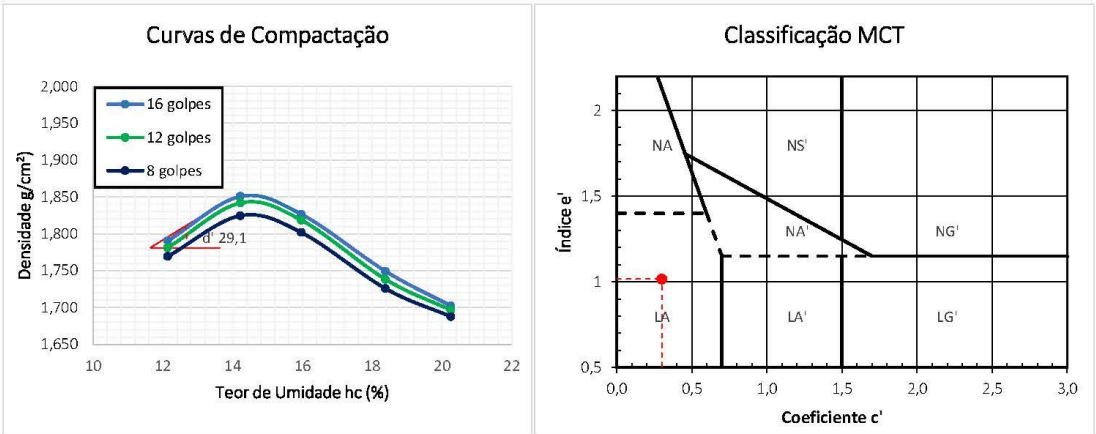
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	38,20	4,23	1,569	39,49	3,66	1,633	41,28	3,27	1,725	40,55	4,31	1,727	38,65	4,47	1,697			
2	0,1	39,24	3,19	1,600	40,53	2,62	1,666	41,85	2,70	1,745	41,22	3,64	1,750	39,22	3,90	1,715			
3	0,1	40,56	1,87	1,641	40,96	2,19	1,680	42,31	2,24	1,761	42,00	2,86	1,777	39,80	3,32	1,734			
4	0,1	41,22	1,21	1,662	41,26	1,89	1,690	42,74	1,81	1,776	42,54	2,32	1,796	40,26	2,86	1,749			
6	0,1	41,59	0,84	1,674	41,63	1,52	1,702	43,15	1,40	1,791	43,05	1,81	1,815	40,59	2,53	1,760			
8	0,1	42,00	0,43	1,688	42,33	0,82	1,726	43,44	1,11	1,802	43,31	1,55	1,825	40,85	2,27	1,769			
12	0,2	42,26	0,17	1,697	42,69	0,46	1,738	43,89	0,66	1,819	43,77	1,09	1,842	41,19	1,93	1,781			
16	0,2	42,43	0,00	1,702	43,00	0,15	1,749	44,10	0,45	1,827	44,00	0,86	1,851	41,46	1,66	1,791			
24	0,2				43,15	0,00	1,755	44,36	0,19	1,836	44,26	0,60	1,861	42,00	1,12	1,810			
32	0,2							44,55	0,00	1,844	44,49	0,37	1,870	42,24	0,88	1,819			
48	0,2										44,71	0,15	1,878	42,49	0,63	1,828			
64	0,2										44,86	0,00	1,884	42,73	0,39	1,837			
96	0,2													42,79	0,33	1,839			
128	0,2													43,12	0,00	1,851			
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		49,77			49,05			47,65			47,34			49,08				
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)			200,00			200,00			200,00			200,00			200,00				
Massa Extrudada (g)			33,42			34,44			36,19			36,99			36,34				
Massa Desprendida (g)			91,40			69,19			44,59			23,77			19,06				
Fator de correção			1,00			1,00			1,00			1,00			1,00				
Perda por imersão (%)			273,52			200,88			123,20			64,26			52,45				

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 ST-02
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA MARROM	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,18 a 1,50 m		





Pi = 36,2 d' = 29,1 c' = 0,3 e' = 1,0

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_03		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,19	0,19		CAMADA VEGETAL
2	0,19	1,60	1,41		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	77	254		
Massa cápsula	26,65	25,29		
Massa cap + solo úmido	116,05	94,07		
Massa cap + solo seco	103,35	84,22		
Massa da água	12,70	9,85		
Massa do solo seco	76,70	58,93		
Umidade (%)	**16,64%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_03	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,19 a 1,60 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		60	03	135		CILINDROS		
Cápsula Nº	40	51	Umidade calculada (%)		6,6	8,6	10,6		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	112,15	116,43	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	111,89	115,75	% Água adicionada		6,0	8,0	10,1		60	4.530,0	2.077,5
A - Água (g)	0,26	0,68	M + S + A (g)		8.569,0	9.470,0	7.947,0		3	5.120,0	2.086,4
C - Cápsula (g)	18,96	26,10	S + A (g)		4.039,0	4.350,0	4.221,0		135	3.726,0	2.073,3
S - Solo (g)	92,93	89,65	Dens. úmida (g/cm³)		1,944	2,085	2,036				
Umidade (%)	0,28	0,76	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**0,52**		Dens. seca (g/cm³)		**1,825**	**1,921**	**1,841**		Peso seco:	**4.974,2**	

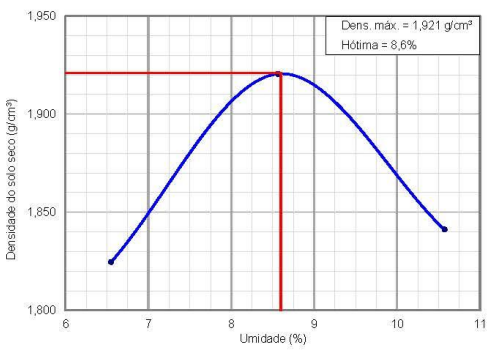
CÁLCULO DO ISC

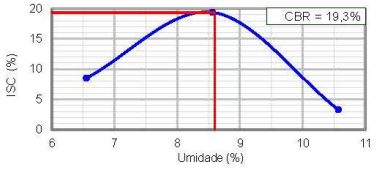
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		54	77	97	115	140	167	192	210	242
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
60		Corrigida	2,81	4,00	5,04	5,98	7,28	8,68	9,98	10,92	12,58
	ISC (%)					**8,5**		8,2			
Cilindro Nº	Leitura do anel		96	160	211	259	332	393	459	514	565
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
03		Corrigida	4,99	8,32	10,97	13,47	17,26	20,44	23,87	26,73	29,38
	ISC (%)					19,2		**19,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		17	25	31	40	54	67	82	97	111
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
135		Corrigida	0,88	1,30	1,61	2,08	2,81	3,48	4,26	5,04	5,77
	ISC (%)					3,0		**3,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

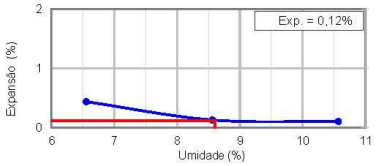
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		60	113,85	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		3	114,28	5,00			5,15	0,15	**0,1**		
16/01/2025		135	114,11	5,00			5,12	0,12	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_03	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,19 a 1,60 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		78	148	204		CILINDROS		
Cápsula Nº	137	138	Umidade calculada (%)		6,8	8,8	10,8		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	108,61	115,60	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	107,87	114,98	% Água adicionada		6,0	8,1	10,1		78	4.797,0	2.067,5
A - Água (g)	0,74	0,62	M + S + A (g)		9.151,0	9.218,0	10.130,0		148	4.740,0	2.079,5
C - Cápsula (g)	24,16	19,37	S + A (g)		4.354,0	4.478,0	4.409,0		204	5.721,0	2.076,0
S - Solo (g)	83,71	95,61	Dens. úmida (g/cm³)		2,106	2,153	2,124				
Umidade (%)	0,88	0,65	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,77		Dens. seca (g/cm³)		1,972	1,979	1,916		Peso seco:	4.962,0	

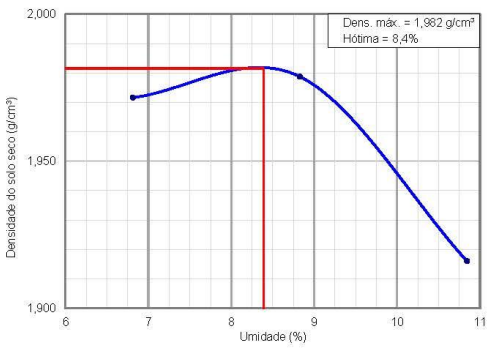
CÁLCULO DO ISC

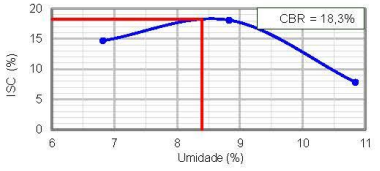
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		57	89	129	163	231	298	359	421	485
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
78		Corrigida	2,96	4,63	6,71	8,48	12,01	15,50	18,67	21,89	25,22
	ISC (%)					12,1		**14,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		70	125	175	223	301	367	417	465	512
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
148		Corrigida	3,64	6,50	9,10	11,60	15,65	19,08	21,68	24,18	26,62
	ISC (%)					16,5		**18,1**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		31	52	73	93	127	159	193	126	159
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
204		Corrigida	1,61	2,70	3,80	4,84	6,60	8,27	10,04	6,55	8,27
	ISC (%)					6,9		**7,8**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

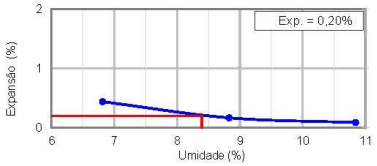
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		78	113,90	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		148	113,65	5,00			5,19	0,19	**0,2**		
16/01/2025		204	114,40	5,00			5,10	0,10	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,19 a 1,60 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-03	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	528	536
(a) Solo úmido + tara (gf)	88,83	91,68
(b) Solo seco + tara (gf)	85,72	88,32
(c) Tara da cápsula (gf)	13,00	13,21
(d) Água (a-b) (gf)	3,11	3,36
(e) Solo seco (b-c) (gf)	72,72	75,11
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	4,28	4,47
Umidade média (%)	4,38	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.437,1	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	5,35	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.494,4	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.431,8	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.437,1	

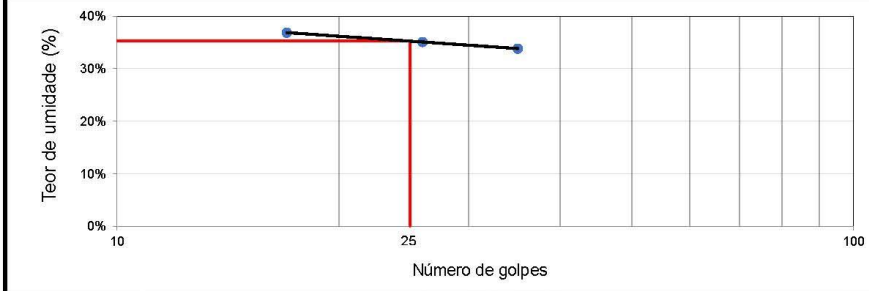
PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.437,1	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.437,1	100,0%
1"	25,4	0,00	1.437,1	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.437,1	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.437,1	100,0%
4	4,8	0,35	1.436,8	100,0%
10	2,0	5,23	1.431,5	99,6%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	143,71	100,0%	99,6%
40	0,420	35,26	108,45	75,5%	75,2%
200	0,075	61,40	47,05	32,7%	32,6%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	04	39	13			121	35	09	27	21
Cápsula + solo úmido (gf)	20,57	18,85	22,33			5,11	5,32	6,10	7,49	5,75
Cápsula + solo seco (gf)	17,54	16,07	18,81			4,72	4,91	5,72	7,10	5,43
Peso da cápsula (gf)	8,58	8,15	9,26			3,03	3,11	4,03	5,43	4,05
Peso da água (gf)	3,03	2,78	3,52			0,39	0,41	0,38	0,39	0,32
Peso do solo seco (gf)	8,96	7,92	9,55			1,69	1,80	1,69	1,67	1,38
Porcentagem de água (%)	33,8%	35,1%	36,9%			23,1%	22,8%	22,5%	23,4%	23,2%
Nº de golpes	35	26	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ



RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,02%	0,36%	24,44%	42,56%	32,61%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,3%	23,0%	12,3%	0	A-2-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,19 a 1,60 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-03	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	528	536
Solo Úmido + Tara (gr)	88,83	91,68
Solo Seco + Tara (gr)	85,72	88,32
Tara da Cápsula (gr)	13,00	13,21
Água (a-b) (gr)	3,1	3,4
Solo Seco (b-c) (gr)	72,7	75,1
Teor de Umidade (%)	4,28	4,47
Umidade Média (%)	**4,38**	

PENEIRAMENTO GROSSO	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)			% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido		Passando	
	2"	50,8	0,00		115,0	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00		115,0	100,00
	1"	25,4	0,00		115,0	100,00
	3/4"	19,1	0,00		115,0	100,00
	3/8"	9,5	0,00		115,0	100,00
	4	4,8	0,00		115,0	100,00
	10	2,0	0,00		115,0	100,00
PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (%)
	16	1,200	0,00	0,00	100,00	100,00
	30	0,600	0,00	0,00	100,00	100,00
	40	0,420	0,36	0,36	99,70	99,69
	50	0,300	4,22	4,58	96,48	96,02
	100	0,149	44,72	49,30	62,73	57,12
	200	0,075	24,55	73,85	79,54	35,77

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	115,0
Amostra Total Seca (gr)	115,0

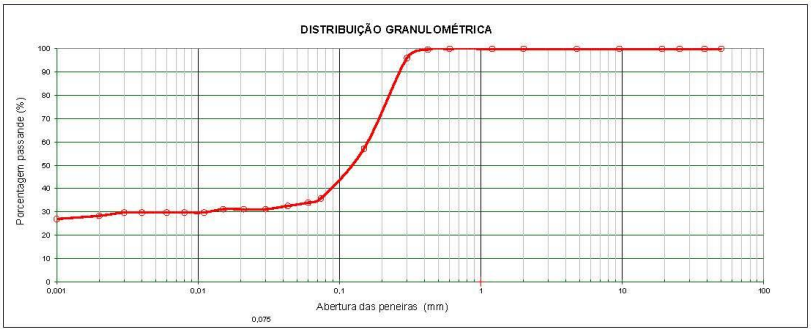
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,93	0,060
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,52	0,043
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,12	0,030
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,12	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,12	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,72	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,72	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,72	0,006
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,72	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,72	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	28,32	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,020	1,001	12,00	26,92	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	39	40
M1=picnômetro vazio (g)	42,17	50,32
M2=M1+amostra (g)	72,97	80,78
M3=M2+água destilada (g)	163,68	175,91
M4=M1+água destilada(g)	144,58	157,01
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,635	2,638
Densidade Média	**2,637**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	0,00	3,98	60,25	6,04	29,72	100,00

Lilian Pereira Lopes
Engª Júnior Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 -ST-03
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,19 a 1,60 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k=A_c+L_c$): **92,19**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	169,31			172,21			175,42			178,28			181,81					
Umidade																		
Molde nº	1			2			3			4			5					
Cápsula nº	14	72		26	30		33	65		15	32		47	67				
Massa úmida + Tara (g)	92,11	86,80		84,13	80,11		92,51	96,33		82,11	78,26		85,51	92,25				
Massa seca + Tara (g)	81,04	76,75		75,33	71,75		83,71	87,19		75,51	71,73		79,49	85,70				
Tara (g)	20,66	20,68		20,87	19,89		19,55	23,31		19,81	19,54		19,88	19,59				
Água (g)	11,07	10,05		8,80	8,36		8,80	9,14		6,60	6,53		6,02	6,55				
Solo seco (g)	60,38	56,07		54,46	51,86		64,16	63,88		55,70	52,19		59,61	66,11				
Teor de umidade (%)	18,3	17,9		16,2	16,1		13,7	14,3		11,8	12,5		10,1	9,9				
Média (%)	18			16			14			12			10					

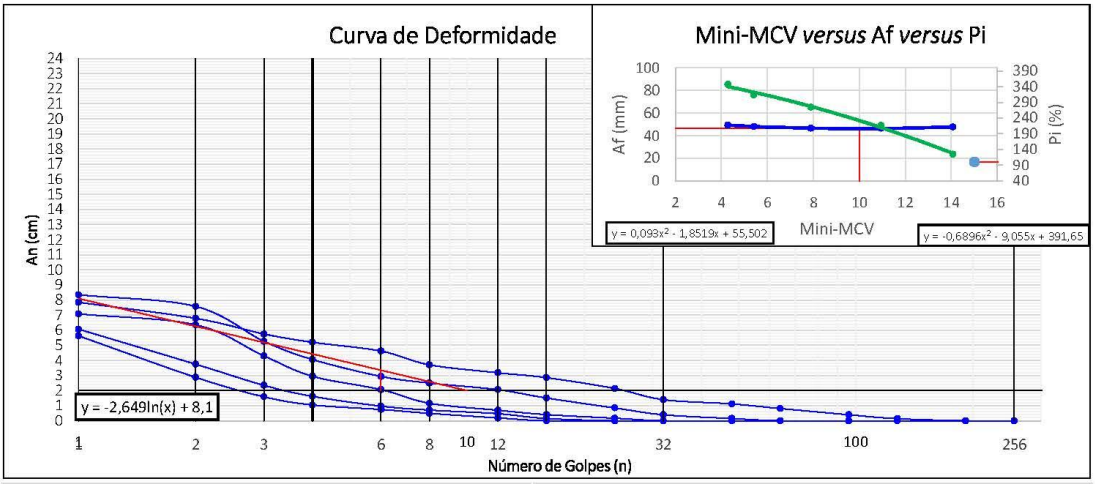
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	37,22	5,63	1,569	37,93	6,07	1,617	38,62	7,08	1,668	37,25	8,35	1,653	36,55	7,85	1,665			
2	0,1	39,97	2,88	1,652	40,25	3,75	1,689	39,34	6,36	1,691	38,02	7,58	1,677	37,61	6,79	1,697			
3	0,1	41,26	1,59	1,693	41,65	2,35	1,736	41,40	4,30	1,759	40,33	5,27	1,751	38,65	5,75	1,730			
4	0,1	41,80	1,05	1,712	42,38	1,62	1,761	42,75	2,95	1,808	41,54	4,06	1,793	39,20	5,20	1,748			
6	0,1	42,10	0,75	1,722	43,03	0,97	1,785	43,63	2,07	1,840	42,66	2,94	1,834	39,78	4,62	1,767			
8	0,1	42,36	0,49	1,731	43,29	0,71	1,794	44,54	1,16	1,875	43,10	2,50	1,850	40,69	3,71	1,798			
12	0,2	42,66	0,19	1,741	43,53	0,47	1,803	45,00	0,70	1,894	43,54	2,06	1,867	41,22	3,18	1,817			
16	0,2	42,85	0,00	1,748	43,85	0,15	1,815	45,29	0,41	1,905	44,09	1,51	1,888	41,54	2,86	1,829			
24	0,2				44,00	0,00	1,820	45,53	0,17	1,915	44,75	0,85	1,914	42,26	2,14	1,855			
32	0,2							45,70	0,00	1,922	45,20	0,40	1,933	43,00	1,40	1,883			
48	0,2										45,45	0,15	1,943	43,28	1,12	1,894			
64	0,2										45,60	0,00	1,949	43,59	0,81	1,906			
96	0,2													44,00	0,40	1,922			
128	0,2													44,26	0,14	1,932			
192	0,2													44,40	0,00	1,938			
256	0,2																		
Altura Final		49,34			48,19			46,49			46,59			47,79					

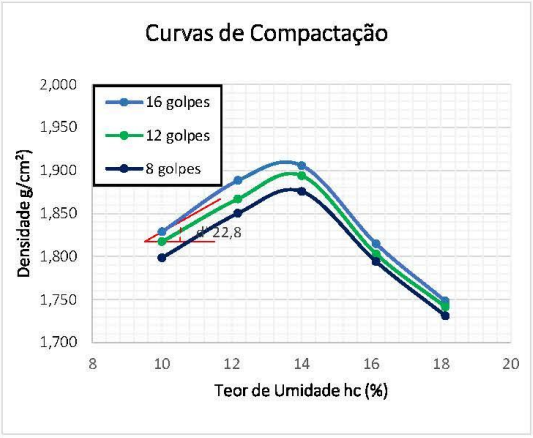
PERCA POR IMERSÃO					
Massa úmida inicial (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Extrudada (g)	34,31	35,73	37,73	38,27	38,04
Massa Desprendida (g)	119,14	112,14	103,70	82,86	47,62
Fator de correção	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perda por imersão (%)	347,20	313,81	274,83	216,53	125,17

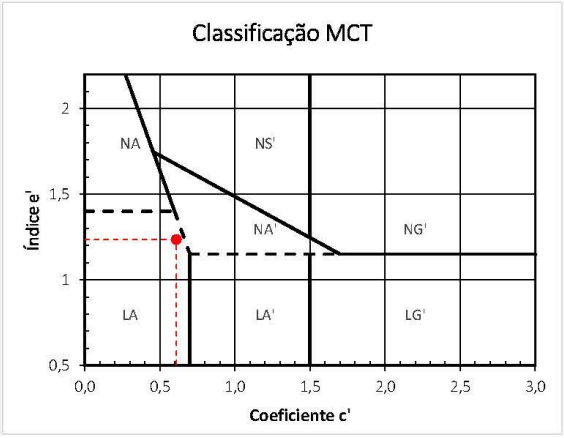
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 -ST-03
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,19 a 1,60 m		







Pi = 100,7 d' = 22,8 c' = 0,6 e' = 1,2

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_04		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,14	0,14		CAMADA VEGETAL
2	0,14	1,40	1,26		ARGILA ARENOSA MARROM
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	502	533		
Massa cápsula	13,50	14,63		
Massa cap + solo úmido	75,65	82,42		
Massa cap + solo seco	65,40	71,38		
Massa da água	10,25	11,04		
Massa do solo seco	51,90	56,75		
Umidade (%)	**19,60%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_04	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,14 a 1,40 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		98	184	69		CILINDROS		
Cápsula Nº	31	433	Umidade calculada (%)		8,5	10,5	12,5		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	74,18	84,09	Água adicionada (g)		400,0	500,0	600,0				
C + S (g)	73,81	83,92	% Água adicionada		8,0	10,0	12,1		98	4.818,0	2.067,9
A - Água (g)	0,37	0,17	M + S + A (g)		8.743,0	8.254,0	8.258,0		184	4.137,0	2.091,0
C - Cápsula (g)	12,29	14,25	S + A (g)		3.925,0	4.117,0	4.091,0		69	4.167,0	2.073,4
S - Solo (g)	61,52	69,67	Dens. úmida (g/cm³)		1,898	1,969	1,973				
Umidade (%)	0,60	0,24	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,42		Dens. seca (g/cm³)		1,750	1,782	1,754		Peso seco:	4.979,0	

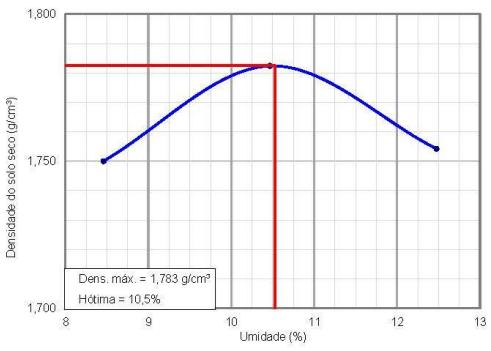
CÁLCULO DO ISC

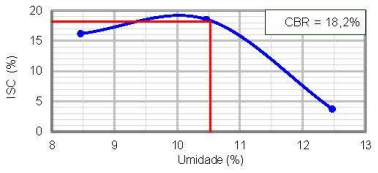
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		92	145	189	219	265	285	304	326	341
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
98		Corrigida	4,78	7,54	9,83	11,39	13,78	14,82	15,81	16,95	17,73
	ISC (%)					**16,2**		14,1			
Cilindro Nº	Leitura do anel		99	166	221	251	301	346	390	335	381
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
184		Corrigida	5,15	8,63	11,49	13,05	15,65	17,99	20,28	17,42	19,81
	ISC (%)					**18,6**		17,1			
Cilindro Nº	Leitura do anel		13	20	29	36	55	76	91	106	118
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
69		Corrigida	0,68	1,04	1,51	1,87	2,86	3,95	4,73	5,51	6,14
	ISC (%)					2,7		**3,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

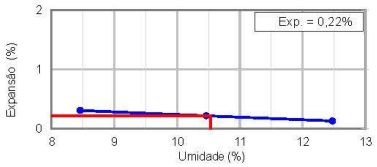
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		98	113,55	5,00			5,35	0,35	**0,3**		
16/01/2025		184	114,57	5,00			5,25	0,25	**0,2**		
16/01/2025		69	114,15	5,00			5,15	0,15	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_04	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,14 a 1,40 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		165	117	138		CILINDROS		
Cápsula Nº	444	535	Umidade calculada (%)		7,2	9,2	11,3		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	61,56	58,81	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	61,06	58,25	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		165	5.339,0	2.085,0
A - Água (g)	0,50	0,56	M + S + A (g)		9.365,0	9.624,0	9.499,0		117	5.433,0	2.074,5
C - Cápsula (g)	12,45	14,41	S + A (g)		4.026,0	4.191,0	4.247,0		138	5.252,0	2.074,6
S - Solo (g)	48,61	43,84	Dens. úmida (g/cm³)		1,931	2,020	2,047				
Umidade (%)	1,03	1,28	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	1,15		Dens. seca (g/cm³)		1,801	1,849	1,840		Peso seco:	4.943,0	

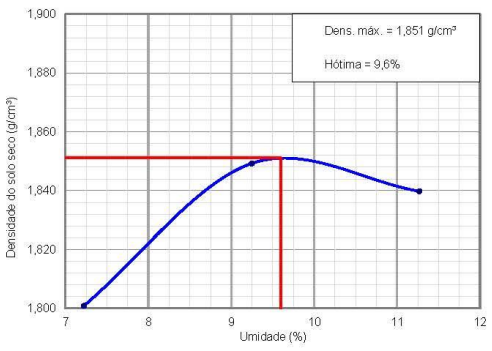
CÁLCULO DO ISC

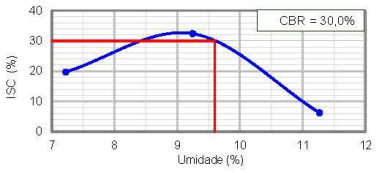
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		55	130	199	267	350	378	400	428	456
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
165		Corrigida	2,86	6,76	10,35	13,88	18,20	19,66	20,80	22,26	23,71
	ISC (%)					**19,7**		18,6			
Cilindro Nº	Leitura do anel		164	295	377	438	540	606	678	735	798
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
117		Corrigida	8,53	15,34	19,60	22,78	28,08	31,51	35,26	38,22	41,50
	ISC (%)					**32,4**		29,9			
Cilindro Nº	Leitura do anel		16	26	42	59	101	127	150	186	212
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
138		Corrigida	0,83	1,35	2,18	3,07	5,25	6,60	7,80	9,67	11,02
	ISC (%)					4,4		**6,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

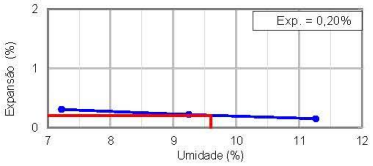
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		165	114,62	5,00			5,35	0,35	**0,3**		
16/01/2025		117	114,10	5,00			5,25	0,25	**0,2**		
16/01/2025		138	114,36	5,00			5,17	0,17	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,14 a 1,40 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-04	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	530	531
(a) Solo úmido + tara (gf)	95,14	87,79
(b) Solo seco + tara (gf)	90,79	83,82
(c) Tara da cápsula (gf)	13,16	13,11
(d) Água (a-b) (gf)	4,35	3,97
(e) Solo seco (b-c) (gf)	77,63	70,71
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	5,60	5,61
Umidade média (%)	5,61	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.420,3	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	0,00	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.500,0	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.420,3	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.420,3	

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.420,3	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.420,3	100,0%
1"	25,4	0,00	1.420,3	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.420,3	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.420,3	100,0%
4	4,8	0,00	1.420,3	100,0%
10	2,0	0,00	1.420,3	100,0%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	142,03	100,0%	100,0%
40	0,420	36,01	106,02	74,6%	74,6%
200	0,075	56,64	49,38	34,8%	34,8%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	01	06	08			21	09	42	40	11
Cápsula + solo úmido (gf)	20,78	21,48	21,79			6,04	5,80	6,00	6,03	5,69
Cápsula + solo seco (gf)	17,73	18,11	18,30			5,69	5,45	5,66	5,69	5,35
Peso da cápsula (gf)	8,71	8,51	8,83			4,17	3,94	4,16	4,19	3,86
Peso da água (gf)	3,05	3,37	3,49			0,35	0,35	0,34	0,34	0,34
Peso do solo seco (gf)	9,02	9,60	9,47			1,52	1,51	1,50	1,50	1,49
Porcentagem de água (%)	33,8%	35,1%	36,9%			23,0%	23,2%	22,7%	22,7%	22,8%
Nº de golpes	35	26	16							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,00%	25,35%	39,88%	34,77%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,1%	22,9%	12,2%	0	A-2-6

Luan Vieira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,14 a 1,40 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA MARROM
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-04	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	530	531
Solo Úmido + Tara (gr)	95,14	87,79
Solo Seco + Tara (gr)	90,79	83,82
Tara da Cápsula (gr)	13,16	13,11
Água (a-b) (gr)	4,3	4,0
Solo Seco (b-c) (gr)	77,6	70,7
Teor de Umidade (%)	5,60	5,61
Umidade Média (%)	**5,61**	

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	113,6
Amostra Total Seca (gr)	113,6

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	113,6	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	113,6	100,00
	1"	25,4	0,00	113,6	100,00
	3/4"	19,1	0,00	113,6	100,00
	3/8"	9,5	0,00	113,6	100,00
	4	4,8	0,00	113,6	100,00
	10	2,0	0,00	113,6	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (%)
	16	1,200	1,27	1,27	98,94	98,88
	30	0,600	13,38	14,65	88,85	87,11
	40	0,420	15,53	30,18	87,06	73,44
	50	0,300	14,45	44,63	87,96	60,72
	100	0,149	20,08	64,71	83,27	43,05
	200	0,075	7,24	71,95	93,97	36,68

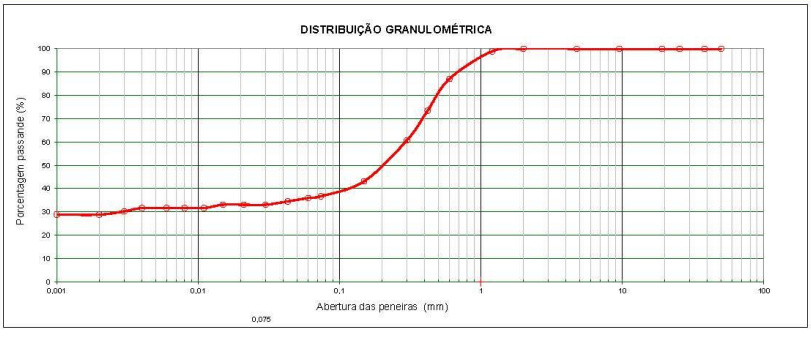
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,91	0,060
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,49	0,043
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	33,06	0,030
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	33,06	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	33,06	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,64	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,64	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,64	0,006
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,64	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	30,21	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	28,79	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	28,79	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	6	8
M1=picnômetro vazio (g)	44,36	38,74
M2=M1+amostra (g)	75,03	69,40
M3=M2+água destilada (g)	180,92	174,03
M4=M1+água destilada(g)	161,98	155,10
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,618	2,617
Densidade Média	**2,617**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	12,89	26,38	24,04	5,04	31,64	100,00

Luan Forsin Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 ST-04
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,18 a 1,58 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+L_a$): **92,19**

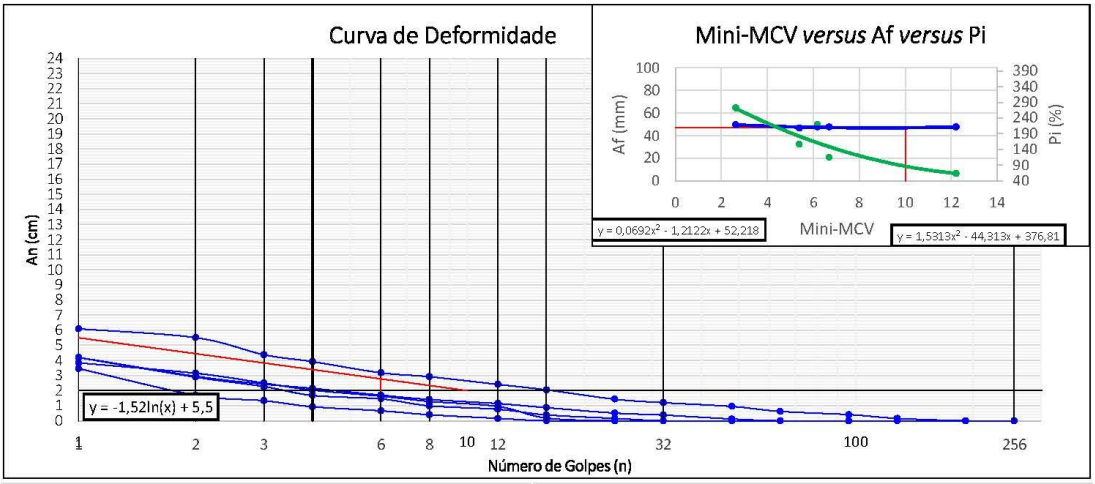
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	169,19			172,48			175,21			179,31			181,78					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	42	59		27	58		7	46		61	77		5	60				
Massa úmida + Tara (g)	100,05	88,87		108,29	95,69		88,85	90,25		88,20	98,20		93,41	95,03				
Massa seca + Tara (g)	88,34	77,99		96,56	85,36		79,59	82,35		80,94	90,60		87,08	87,82				
Tara (g)	21,80	20,20		20,60	22,63		19,99	20,43		22,47	19,30		19,02	20,69				
Água (g)	11,71	10,88		11,73	10,33		9,26	7,90		7,26	7,60		6,33	7,21				
Solo seco (g)	66,54	57,79		75,96	62,73		59,60	61,92		58,47	71,30		68,06	67,13				
Teor de umidade (%)	17,6	18,8		15,4	16,5		15,5	12,8		12,4	10,7		9,3	10,7				
Média (%)	18			16			14			12			10					

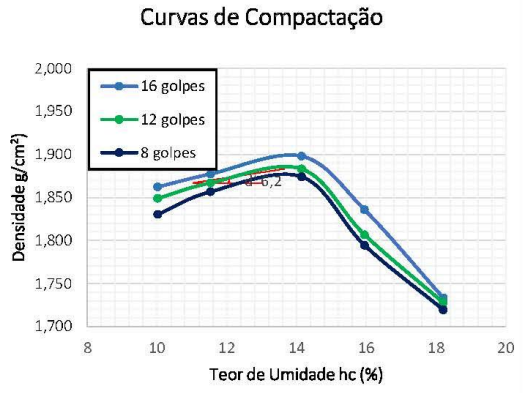
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,00	3,46	1,620	40,66	3,84	1,705	41,36	4,19	1,756	40,20	4,20	1,757	38,41	6,10	1,722			
2	0,1	40,76	1,70	1,676	41,35	3,15	1,728	42,66	2,89	1,802	41,45	2,95	1,800	39,00	5,51	1,741			
3	0,1	41,13	1,33	1,688	42,00	2,50	1,751	43,28	2,27	1,825	41,97	2,43	1,819	40,13	4,38	1,779			
4	0,1	41,53	0,93	1,701	42,47	2,03	1,767	43,87	1,68	1,847	42,25	2,15	1,829	40,59	3,92	1,795			
6	0,1	41,80	0,66	1,710	42,87	1,63	1,782	44,10	1,45	1,856	42,70	1,70	1,846	41,33	3,18	1,821			
8	0,1	42,06	0,40	1,719	43,22	1,28	1,794	44,56	0,99	1,874	42,99	1,41	1,857	41,59	2,92	1,830			
12	0,2	42,30	0,16	1,728	43,55	0,95	1,806	44,79	0,76	1,883	43,26	1,14	1,867	42,10	2,41	1,849			
16	0,2	42,46	0,00	1,733	44,32	0,18	1,836	45,16	0,39	1,898	43,53	0,87	1,877	42,46	2,05	1,862			
24	0,2				44,50	0,00	1,842	45,39	0,16	1,907	43,89	0,51	1,891	43,08	1,43	1,886			
32	0,2							45,55	0,00	1,914	44,02	0,38	1,896	43,31	1,20	1,895			
48	0,2										44,28	0,12	1,907	43,56	0,95	1,904			
64	0,2										44,40	0,00	1,911	43,89	0,62	1,917			
96	0,2													44,10	0,41	1,926			
128	0,2													44,35	0,16	1,936			
192	0,2													44,51	0,00	1,942			
256	0,2																		
	Altura Final		49,73			47,69			46,64			47,79			47,68				
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)			200,00			200,00			200,00			200,00			200,00				
Massa Extrudada (g)			34,02			36,17			37,57			37,52			38,13				
Massa Desprendida (g)			92,71			79,47			58,67			43,27			24,49				
Fator de correção			1,00			1,00			1,00			1,00			1,00				
Perda por imersão (%)			272,51			219,73			156,18			115,32			64,23				

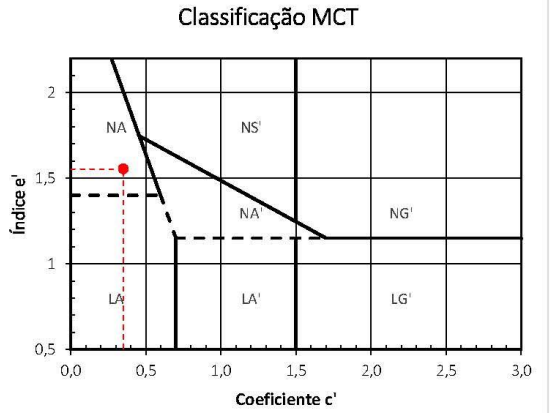
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 ST-04
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,18 a 1,58 m		







Pi = 52,5 d' = 6,2 c' = 0,4 e' = 1,6

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_05		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,18	0,18		CAMADA VEGETAL
2	0,18	1,58	1,40		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	13	26		
Massa cápsula	17,28	16,78		
Massa cap + solo úmido	104,46	102,90		
Massa cap + solo seco	90,80	89,70		
Massa da água	13,66	13,20		
Massa do solo seco	73,52	72,92		
Umidade (%)	**18,34%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_05	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,58 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		58	02	43		CILINDROS		
Cápsula Nº	48	114	Umidade calculada (%)		7,0	9,0	11,0		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	66,35	70,36	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	65,90	69,87	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		58	4.925,0	2.095,2
A - Água (g)	0,45	0,49	M + S + A (g)		9.052,0	9.167,0	9.213,0		2	4.958,0	2.098,0
C - Cápsula (g)	15,90	17,17	S + A (g)		4.127,0	4.209,0	4.206,0		43	5.007,0	2.082,7
S - Solo (g)	50,00	52,70	Dens. úmida (g/cm³)		1,970	2,006	2,019				
Umidade (%)	0,90	0,93	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,91		Dens. seca (g/cm³)		1,841	1,841	1,819		Peso seco:	4.954,7	

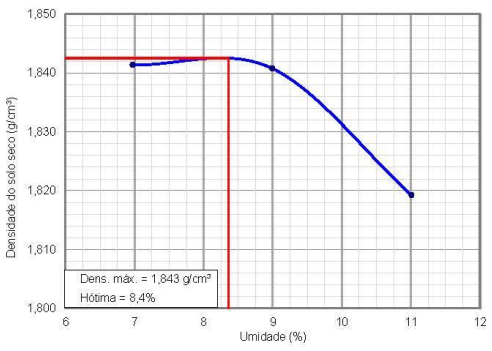
CÁLCULO DO ISC

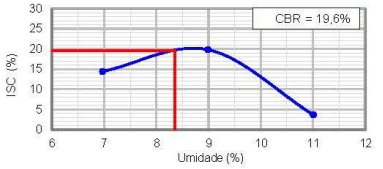
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		59	136	174	195	221	247	269	291	312
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
58		Corrigida	3,07	7,07	9,05	10,14	11,49	12,84	13,99	15,13	16,22
	ISC (%)					**14,4**		12,2			
Cilindro Nº	Leitura do anel		73	137	211	268	344	394	449	498	543
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
02		Corrigida	3,80	7,12	10,97	13,94	17,89	20,49	23,35	25,90	28,24
	ISC (%)					**19,8**		19,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		13	20	29	39	56	75	94	118	139
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
43		Corrigida	0,68	1,04	1,51	2,03	2,91	3,90	4,89	6,14	7,23
	ISC (%)					2,9		**3,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

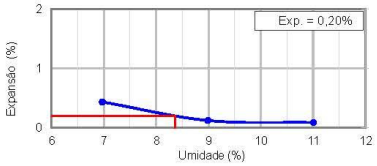
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		58	115,05	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		2	114,74	5,00			5,14	0,14	**0,1**		
16/01/2025		43	114,40	5,00			5,10	0,10	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_05	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,58 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		159	81	199		CILINDROS		
Cápsula Nº	21	255	Umidade calculada (%)		6,0	8,0	10,1		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	78,30	77,57	Água adicionada (g)		250,0	350,0	450,0				
C + S (g)	77,54	77,17	% Água adicionada		5,0	7,1	9,1		159	4.838,0	2.082,1
A - Água (g)	0,76	0,40	M + S + A (g)		8.854,0	8.441,0	8.567,0		81	4.159,0	2.077,0
C - Cápsula (g)	17,97	16,05	S + A (g)		4.016,0	4.282,0	4.302,0		199	4.265,0	2.082,0
S - Solo (g)	59,57	61,12	Dens. úmida (g/cm³)		1,929	2,062	2,066				
Umidade (%)	1,28	0,65	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,97		Dens. seca (g/cm³)		1,819	1,908	1,878		Peso seco:	4.952,2	

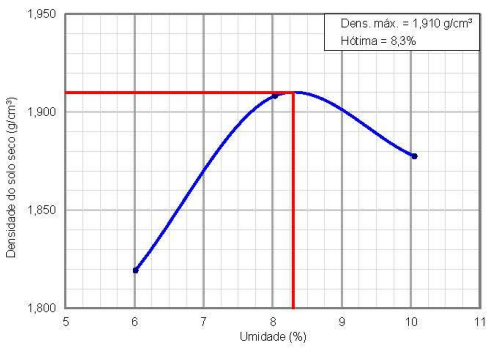
CÁLCULO DO ISC

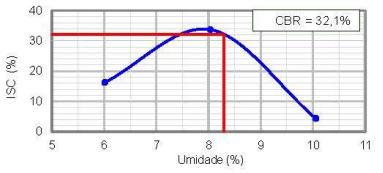
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		43	87	138	189	275	330	385	440	495
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
159		Corrigida	2,24	4,52	7,18	9,83	14,30	17,16	20,02	22,88	25,74
	ISC (%)					14,0		**16,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		211	332	412	456	515	560	611	675	739
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
81		Corrigida	10,97	17,26	21,42	23,71	26,78	29,12	31,77	35,10	38,43
	ISC (%)					**33,7**		27,6			
Cilindro Nº	Leitura do anel		13	20	31	44	66	89	102	119	130
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
199		Corrigida	0,68	1,04	1,61	2,29	3,43	4,63	5,30	6,19	6,76
	ISC (%)					3,3		**4,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

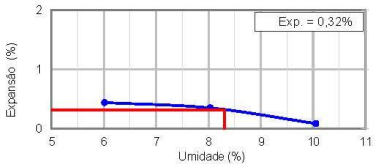
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		159	113,46	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		81	114,20	5,00			5,40	0,40	**0,4**		
16/01/2025		199	114,57	5,00			5,10	0,10	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,58 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-05	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	442	443
(a) Solo úmido + tara (gf)	88,99	88,00
(b) Solo seco + tara (gf)	85,02	83,92
(c) Tara da cápsula (gf)	13,10	12,58
(d) Água (a-b) (gf)	3,97	4,08
(e) Solo seco (b-c) (gf)	71,92	71,34
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	5,52	5,72
Umidade média (%)	5,62	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.420,2	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	3,56	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.496,2	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.416,6	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.420,2	

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.420,2	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.420,2	100,0%
1"	25,4	0,00	1.420,2	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.420,2	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.420,2	100,0%
4	4,8	0,00	1.420,2	100,0%
10	2,0	3,76	1.416,4	99,7%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	142,02	100,0%	99,7%
40	0,420	35,99	106,03	74,7%	74,5%
200	0,075	54,18	51,85	36,5%	36,4%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	14	30	20			38	31	122	210	49
Cápsula + solo úmido (gf)	19,12	20,92	19,19			5,83	7,29	4,79	6,55	5,93
Cápsula + solo seco (gf)	16,48	17,68	16,29			5,48	6,92	4,44	6,18	5,60
Peso da cápsula (gf)	8,76	8,56	8,46			4,00	5,38	2,98	4,36	4,24
Peso da água (gf)	2,64	3,24	2,90			0,35	0,37	0,35	0,37	0,33
Peso do solo seco (gf)	7,72	9,12	7,83			1,48	1,54	1,46	1,82	1,36
Porcentagem de água (%)	34,2%	35,5%	37,0%			23,6%	24,0%	24,0%	20,3%	24,3%
Nº de golpes	35	26	15						NÃO	

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,26%	25,27%	38,05%	36,41%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,3%	24,0%	11,3%	0	A-2-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro | Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,18 a 1,58 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-05	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	442	443
Solo Úmido + Tara (gr)	88,99	88,00
Solo Seco + Tara (gr)	85,02	83,92
Tara da Cápsula (gr)	13,10	12,58
Água (a-b) (gr)	4,0	4,1
Solo Seco (b-c) (gr)	71,9	71,3
Teor de Umidade (%)	5,52	5,72
Umidade Média (%)	**5,62**	

	Amostra Total Úmida (gr)	120,0
	Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
	Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
	Solo Seco Passante #10 (gr)	113,6
	Amostra Total Seca (gr)	113,6

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	113,6	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	113,6	100,00
	1"	25,4	0,00	113,6	100,00
	3/4"	19,1	0,00	113,6	100,00
	3/8"	9,5	0,00	113,6	100,00
	4	4,8	0,00	113,6	100,00
	10	2,0	0,00	113,6	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
	16	1,200	2,52	2,52	97,90	97,78
	30	0,600	14,04	16,56	88,30	85,42
	40	0,420	14,70	31,26	87,75	72,49
	50	0,300	12,83	44,09	89,31	61,19
	100	0,149	17,68	61,77	85,27	45,63
	200	0,075	5,63	67,40	95,31	40,68

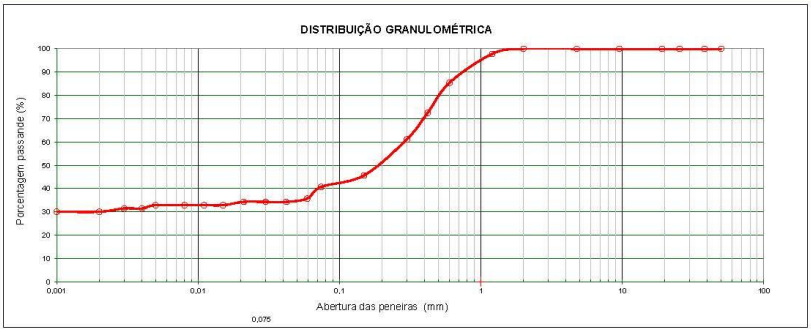
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,70	0,059
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,28	0,042
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,28	0,030
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,28	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,86	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,86	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,86	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,86	0,005
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,45	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,45	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	30,03	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	30,03	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	5	9
M1=picnômetro vazio (g)	40,86	40,24
M2=M1+amostra (g)	71,64	70,84
M3=M2+água destilada (g)	174,45	175,26
M4=M1+água destilada(g)	155,34	156,24
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,640	2,645
Densidade Média	**2,643**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



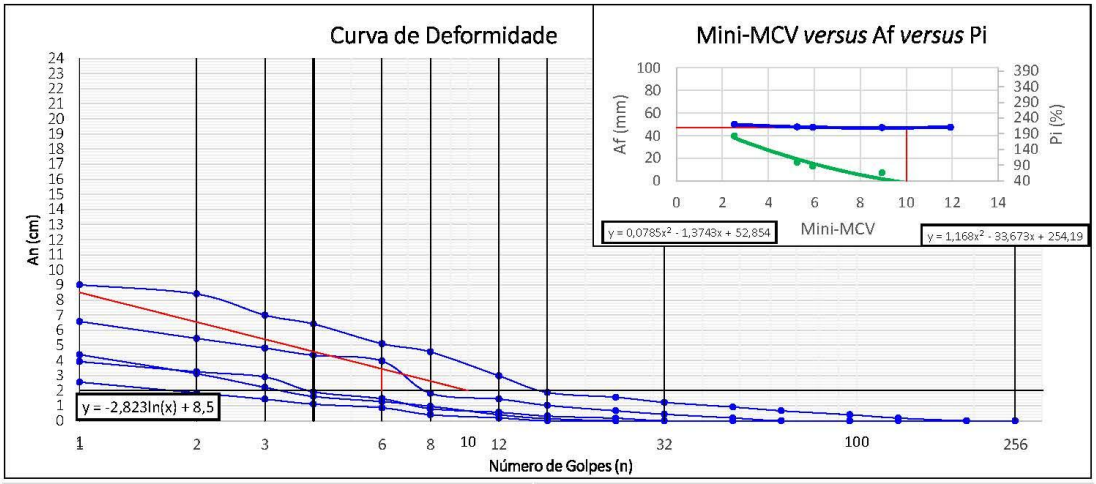
Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	14,58	24,23	20,52	7,81	32,86	100,00

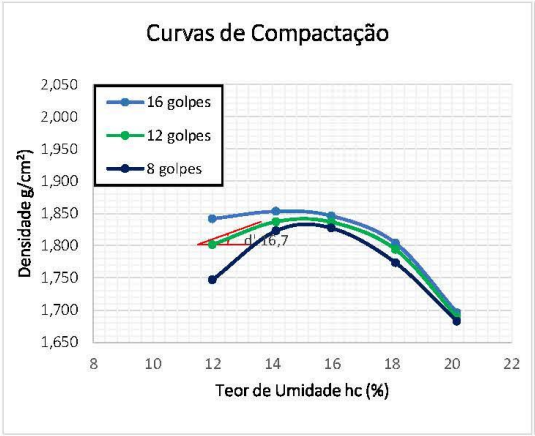
Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

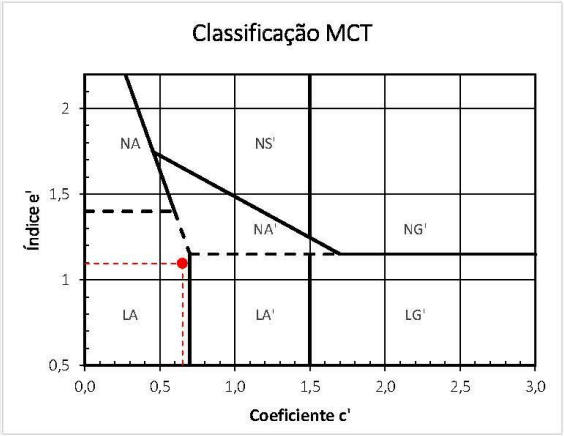
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	14-25 - ST-05
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,18 a 1,58 m		







Pi = 11,9 d' = 16,7 c' = 0,6 e' = 1,1

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	14-25 - ST-05
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,18 a 1,58 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a = A_c \cdot i_e$): **92,18**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	166,43			169,33			172,46			175,26			178,59					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	4	55		1	20		70	75		11	21		10	19				
Massa úmida + Tara (g)	89,57	84,47		85,22	88,97		86,95	92,36		91,68	95,03		92,25	95,02				
Massa seca + Tara (g)	77,48	73,76		71,70	82,17		78,01	82,33		82,83	85,72		84,39	87,10				
Tara (g)	18,01	20,23		17,82	21,08		19,79	21,85		19,87	20,03		19,37	20,47				
Água (g)	12,09	10,71		13,52	6,80		8,94	10,03		8,85	9,31		7,86	7,92				
Solo seco (g)	59,47	53,53		53,88	61,09		58,22	60,48		62,96	65,69		65,02	66,63				
Teor de umidade (%)	20,3	20,0		25,1	11,1		15,4	16,6		14,1	14,2		12,1	11,9				
Média (%)	20			18			16			14			12					

GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,63	2,56	1,613	40,12	4,38	1,657	40,98	3,92	1,716	38,44	6,58	1,661	35,65	9,01	1,609			
2	0,1	40,34	1,85	1,636	41,38	3,12	1,698	41,65	3,25	1,739	39,56	5,46	1,697	36,26	8,40	1,627			
3	0,1	40,76	1,43	1,649	42,29	2,21	1,729	42,00	2,90	1,751	40,20	4,82	1,718	37,66	7,00	1,669			
4	0,1	41,09	1,10	1,660	42,89	1,61	1,750	42,98	1,92	1,786	40,68	4,34	1,734	38,25	6,41	1,687			
6	0,1	41,33	0,86	1,667	43,23	1,27	1,762	43,44	1,46	1,803	41,06	3,96	1,747	39,55	5,11	1,729			
8	0,1	41,79	0,40	1,683	43,54	0,96	1,773	44,10	0,80	1,827	43,20	1,82	1,823	40,10	4,56	1,747			
12	0,2	42,00	0,19	1,690	44,10	0,40	1,794	44,34	0,56	1,836	43,58	1,44	1,837	41,68	2,98	1,802			
16	0,2	42,19	0,00	1,696	44,36	0,14	1,804	44,59	0,31	1,846	44,00	1,02	1,853	42,78	1,88	1,842			
24	0,2				44,50	0,00	1,809	44,73	0,17	1,852	44,36	0,66	1,867	43,10	1,56	1,854			
32	0,2							44,90	0,00	1,858	44,59	0,43	1,876	43,44	1,22	1,867			
48	0,2										44,83	0,19	1,886	43,75	0,91	1,879			
64	0,2										45,02	0,00	1,893	44,00	0,66	1,888			
96	0,2													44,26	0,40	1,899			
128	0,2													44,48	0,18	1,907			
192	0,2													44,66	0,00	1,915			
256	0,2																		
	Altura Final		49,99			47,68			47,28			47,16			47,52				
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)			200,00			200,00			200,00			200,00			200,00				
Massa Extrudada (g)			33,29			35,51			36,48			37,16			37,58				
Massa Desprendida (g)			61,07			35,16			31,80			24,35			4,47				
Fator de correção			1,00			1,00			1,00			1,00			1,00				
Perda por imersão (%)			183,43			99,00			87,18			65,52			11,89				

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_06		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,15	0,15		CAMADA VEGETAL
2	0,15	1,55	1,40		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	11	32		
Massa cápsula	14,22	13,07		
Massa cap + solo úmido	84,80	80,16		
Massa cap + solo seco	73,80	69,80		
Massa da água	11,00	10,36		
Massa do solo seco	59,58	56,73		
Umidade (%)	**18,36%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_06	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,15 a 1,55 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		36	211	56		CILINDROS		
Cápsula Nº	30 B	52	Umidade calculada (%)		6,5	8,5	10,5		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	63,49	67,27	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	63,25	67,02	% Água adicionada		6,0	8,0	10,0		36	5.097,0	2.079,8
A - Água (g)	0,24	0,25	M + S + A (g)		9.108,0	9.635,0	8.862,0		211	5.506,0	2.079,0
C - Cápsula (g)	16,86	14,97	S + A (g)		4.011,0	4.129,0	4.145,0		56	4.717,0	2.069,5
S - Solo (g)	46,39	52,05	Dens. úmida (g/cm³)		1,929	1,986	2,003				
Umidade (%)	0,52	0,48	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	**0,50**		Dens. seca (g/cm³)		**1,810**	**1,830**	**1,812**		Peso seco:	4.975,2	

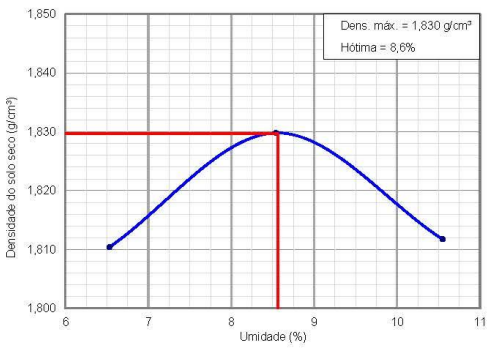
CÁLCULO DO ISC

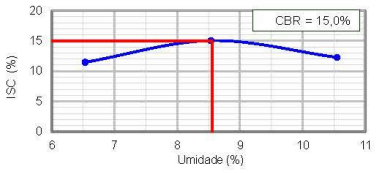
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		77	112	140	155	176	190	215	231	246
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
36		Corrigida	4,00	5,82	7,28	8,06	9,15	9,88	11,18	12,01	12,79
	ISC (%)					**11,5**		9,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		74	129	171	203	257	305	355	401	459
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
211		Corrigida	3,85	6,71	8,89	10,56	13,36	15,86	18,46	20,85	23,87
	ISC (%)					15,0		**15,0**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		90	120	139	166	202	232	264	299	329
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
56		Corrigida	4,68	6,24	7,23	8,63	10,50	12,06	13,73	15,55	17,11
	ISC (%)					**12,3**		11,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

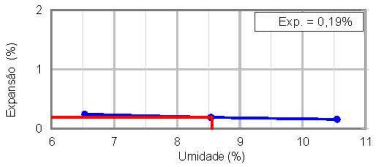
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		36	114,35	5,00			5,28	0,28	**0,2**		
16/01/2025		211	114,38	5,00			5,22	0,22	**0,2**		
16/01/2025		56	113,75	5,00			5,18	0,18	**0,2**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_06	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,15 a 1,55 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		45	151	145		CILINDROS		
Cápsula Nº	18	41	Umidade calculada (%)		7,0	9,0	11,1		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	75,38	73,92	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	75,08	73,12	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		45	4.796,0	2.060,2
A - Água (g)	0,30	0,80	M + S + A (g)		8.971,0	9.956,0	9.056,0		151	5.625,0	2.074,7
C - Cápsula (g)	15,45	16,35	S + A (g)		4.175,0	4.331,0	4.298,0		145	4.758,0	2.073,1
S - Solo (g)	59,63	56,77	Dens. úmida (g/cm³)		2,027	2,088	2,073				
Umidade (%)	0,50	1,41	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	**0,96**		Dens. seca (g/cm³)		**1,894**	**1,915**	**1,867**		Peso seco:	4.952,6	

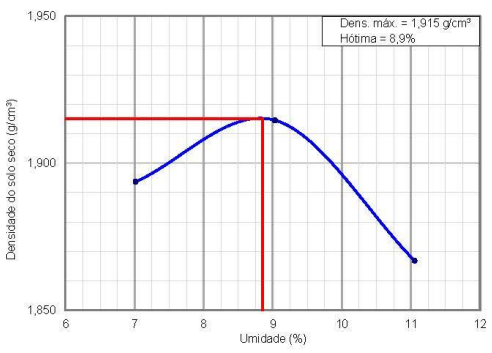
CÁLCULO DO ISC

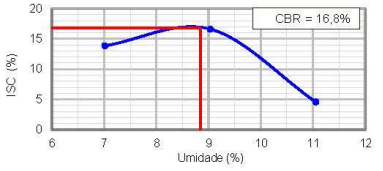
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		41	80	119	159	226	281	330	374	412
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
45		Corrigida	2,13	4,16	6,19	8,27	11,75	14,61	17,16	19,45	21,42
	ISC (%)					11,8		**13,9**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		112	149	183	216	279	337	698	739	783
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
151		Corrigida	5,82	7,75	9,52	11,23	14,51	17,52	36,30	38,43	40,72
	ISC (%)					16,0		**16,6**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		18	29	40	51	72	93	112	138	159
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
145		Corrigida	0,94	1,51	2,08	2,65	3,74	4,84	5,82	7,18	8,27
	ISC (%)					3,8		**4,6**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

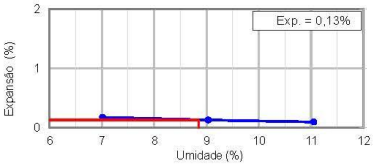
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		45	113,20	5,00			5,20	0,20	**0,2**		
16/01/2025		151	114,22	5,00			5,15	0,15	**0,1**		
16/01/2025		145	113,94	5,00			5,11	0,11	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,15 a 1,55 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-06	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	506	509
(a) Solo úmido + tara (gf)	90,45	91,07
(b) Solo seco + tara (gf)	86,72	87,38
(c) Tara da cápsula (gf)	13,58	13,77
(d) Água (a-b) (gf)	3,73	3,69
(e) Solo seco (b-c) (gf)	73,14	73,61
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	5,10	5,01
Umidade média (%)	5,06	

AMOSTRA TOTAL SECA:	1.427,8
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00
(b) Solo seco retido #10 (gf)	5,38
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.494,4
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.422,4
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.427,8

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.427,8	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.427,8	100,0%
1"	25,4	0,00	1.427,8	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.427,8	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.427,8	100,0%
4	4,8	0,00	1.427,8	100,0%
10	2,0	5,65	1.422,2	99,6%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	142,78	100,0%	99,6%
40	0,420	34,64	108,14	75,7%	75,4%
200	0,075	55,62	52,52	36,8%	36,6%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	18	64	17			06	34	28	46	51
Cápsula + solo úmido (gf)	20,53	21,15	20,40			6,21	6,14	5,88	6,09	7,72
Cápsula + solo seco (gf)	17,61	18,02	17,15			5,83	5,79	5,47	5,71	7,32
Peso da cápsula (gf)	8,92	8,98	8,04			4,16	4,35	3,72	4,05	5,61
Peso da água (gf)	2,92	3,13	3,25			0,38	0,35	0,41	0,38	0,40
Peso do solo seco (gf)	8,69	9,04	9,11			1,67	1,44	1,75	1,66	1,71
Porcentagem de água (%)	33,6%	34,6%	35,7%			22,8%	24,3%	23,4%	22,9%	23,4%
Nº de golpes	35	26	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,40%	24,17%	38,80%	36,64%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
34,6%	23,4%	11,2%	0	A-2-6

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,15 a 1,55 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-06	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	506	509
Solo Úmido + Tara (gr)	90,45	91,07
Solo Seco + Tara (gr)	86,72	87,38
Tara da Cápsula (gr)	13,58	13,77
Água (a-b) (gr)	3,7	3,7
Solo Seco (b-c) (gr)	73,1	73,6
Teor de Umidade (%)	5,10	5,01
Umidade Média (%)	**5,06**	

	Amostra Total Úmida (gr)	120,0
	Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
	Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
	Solo Seco Passante #10 (gr)	114,2
	Amostra Total Seca (gr)	114,2

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	114,2	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	114,2	100,00
	1"	25,4	0,00	114,2	100,00
	3/4"	19,1	0,00	114,2	100,00
	3/8"	9,5	0,00	114,2	100,00
	4	4,8	0,00	114,2	100,00
	10	2,0	0,00	114,2	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
	16	1,200	2,46	2,46	97,95	97,85
	30	0,600	12,36	14,82	89,70	87,03
	40	0,420	14,35	29,17	88,04	74,46
	50	0,300	13,06	42,23	89,12	63,03
	100	0,149	19,73	61,96	83,56	45,76
	200	0,075	5,54	67,50	95,38	40,91

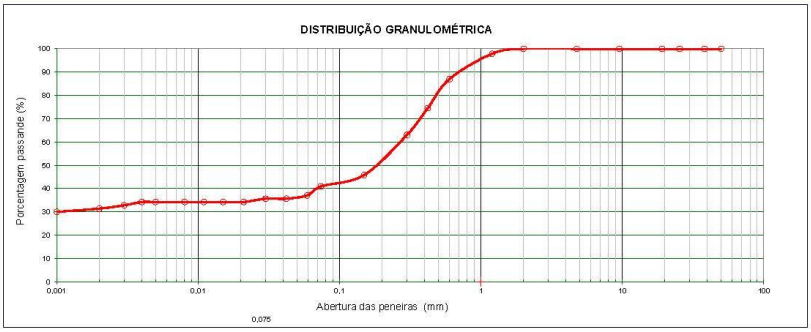
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	37,05	0,059
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,63	0,042
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	35,63	0,030
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,005
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	34,22	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,81	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	31,39	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,98	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	35	36
M1=picnômetro vazio (g)	43,62	41,23
M2=M1+amostra (g)	74,24	71,71
M3=M2+água destilada (g)	161,55	163,12
M4=M1+água destilada(g)	142,53	144,32
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,643	2,612
Densidade Média	**2,628**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	12,97	24,00	22,12	6,68	34,22	100,00

Lilian Pereira Lopes
Engª Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 - ST-06
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,15 a 1,55m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+L_a$): **92,23**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	169,18			172,42			175,09			178,42			181,24					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	3	49		56	76		35	59		43	45		23	44				
Massa úmida + Tara (g)	103,90	102,30		90,17	87,63		99,55	99,02		96,43	91,42		87,63	75,36				
Massa seca + Tara (g)	88,48	91,77		78,84	80,39		87,87	90,97		86,28	85,62		79,31	71,88				
Tara (g)	17,20	20,66		22,10	20,16		19,57	20,03		20,29	19,79		19,50	20,61				
Água (g)	15,42	10,53		11,33	7,24		11,68	8,05		10,15	5,80		8,32	3,48				
Solo seco (g)	71,28	71,11		56,74	60,23		68,30	70,94		65,99	65,83		59,81	51,27				
Teor de umidade (%)	21,6	14,8		20,0	12,0		17,1	11,3		15,4	8,8		13,9	6,8				
Média (%)	18			16			14			12			10					

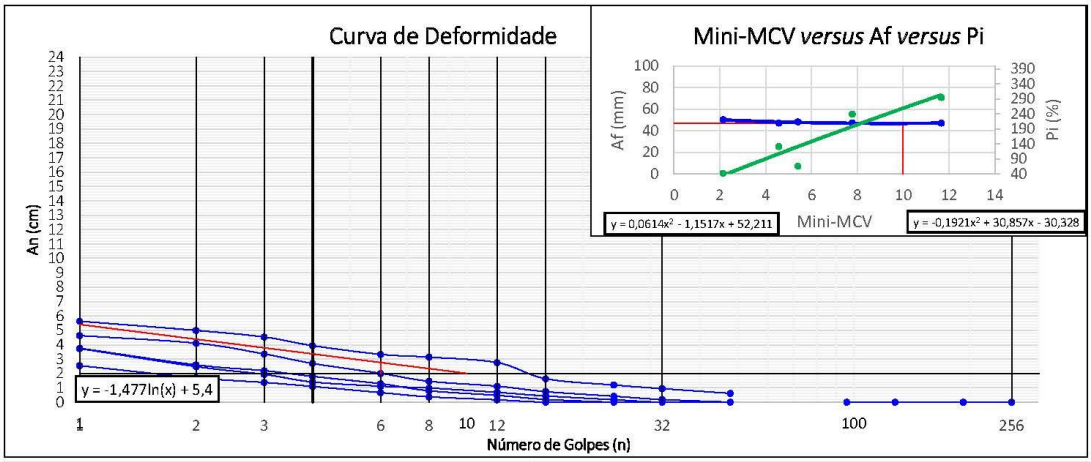
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	39,38	2,54	1,631	40,10	3,75	1,685	41,33	3,73	1,752	40,36	4,63	1,752	39,56	5,63	1,753			
2	0,1	40,23	1,69	1,657	41,26	2,59	1,723	42,59	2,47	1,797	40,89	4,10	1,770	40,20	4,99	1,775			
3	0,1	40,55	1,37	1,668	41,66	2,19	1,737	43,13	1,93	1,817	41,64	3,35	1,797	40,66	4,53	1,790			
4	0,1	40,83	1,09	1,677	42,06	1,79	1,751	43,66	1,40	1,836	42,30	2,69	1,820	41,26	3,93	1,811			
6	0,1	41,26	0,66	1,691	42,57	1,28	1,769	43,95	1,11	1,847	42,99	2,00	1,846	41,87	3,32	1,833			
8	0,1	41,55	0,37	1,701	43,06	0,79	1,786	44,08	0,98	1,852	43,54	1,45	1,867	42,06	3,13	1,840			
12	0,2	41,76	0,16	1,708	43,38	0,47	1,798	44,38	0,68	1,864	43,88	1,11	1,880	42,44	2,75	1,854			
16	0,2	41,92	0,00	1,713	43,66	0,19	1,808	44,63	0,43	1,874	44,26	0,73	1,895	43,56	1,63	1,897			
24	0,2				43,85	0,00	1,816	44,89	0,17	1,884	44,58	0,41	1,907	44,00	1,19	1,914			
32	0,2							45,06	0,00	1,891	44,81	0,18	1,917	44,25	0,94	1,924			
48	0,2										44,99	0,00	1,924	44,58	0,61	1,938			
64	0,2													45,04	0,15	1,957			
96	0,2													45,19	0,00	1,963			
128	0,2																		
192	0,2																		
256	0,2																		
Altura Final		50,31			48,38			47,17			47,24			47,04					

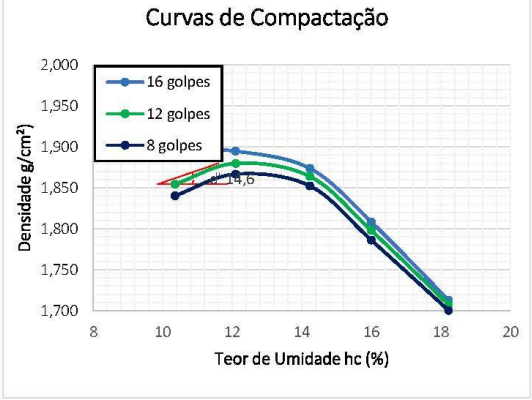
PERCA POR IMERSÃO						
Massa úmida inicial (g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Massa Extrudada (g)	33,63	35,64	37,12	37,77	38,53	
Massa Desprendida (g)	14,23	23,54	48,76	90,46	113,69	
Fator de correção	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Perda por imersão (%)	42,32	66,05	131,36	239,51	295,07	

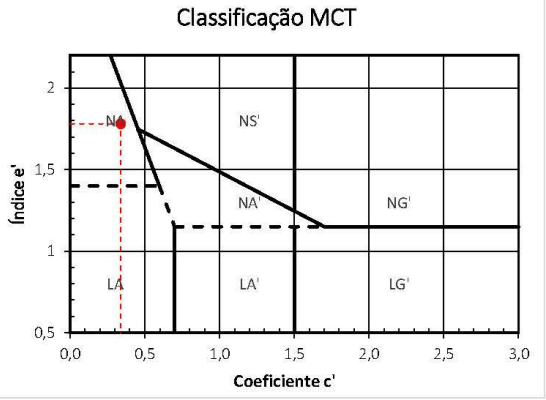
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 - ST-06
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,15 a 1,55m		







Pi = 428,2 d' = 14,6 c' = 0,3 e' = 1,8

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_07		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,10	0,10		CAMADA VEGETAL
2	0,10	1,40	1,30		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	508	509		
Massa cápsula	13,27	13,77		
Massa cap + solo úmido	82,71	87,59		
Massa cap + solo seco	72,80	76,90		
Massa da água	9,91	10,69		
Massa do solo seco	59,53	63,13		
Umidade (%)	**16,79%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_07	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,40 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		153	200	176		CILINDROS		
Cápsula Nº	31	108	Umidade calculada (%)		6,7	8,7	10,8		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	71,21	82,59	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	70,90	82,12	% Água adicionada		6,0	8,1	10,1		153	4.739,0	2.081,1
A - Água (g)	0,31	0,47	M + S + A (g)		8.894,0	8.504,0	9.725,0		200	4.158,0	2.089,0
C - Cápsula (g)	16,04	24,82	S + A (g)		4.155,0	4.346,0	4.251,0		176	5.474,0	2.083,0
S - Solo (g)	54,86	57,30	Dens. úmida (g/cm³)		1,997	2,080	2,041				
Umidade (%)	0,57	0,82	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	**0,69**		Dens. seca (g/cm³)		**1,871**	**1,913**	**1,843**		Peso seco:	4.965,6	

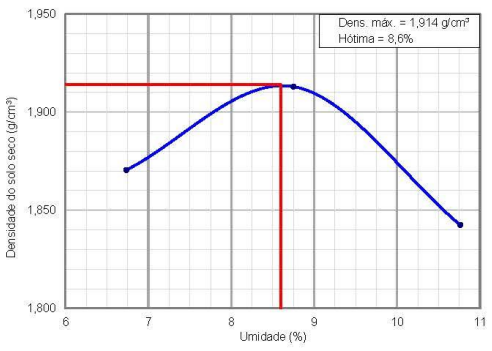
CÁLCULO DO ISC

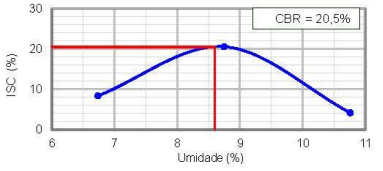
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		20	39	63	85	127	170	206	249	288
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
153		Corrigida	1,04	2,03	3,28	4,42	6,60	8,84	10,71	12,95	14,98
	ISC (%)					6,3		**8,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		87	170	234	278	332	370	416	447	486
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
200		Corrigida	4,52	8,84	12,17	14,46	17,26	19,24	21,63	23,24	25,27
	ISC (%)					**20,6**		18,2			
Cilindro Nº	Leitura do anel		13	21	30	45	66	85	102	126	147
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
176		Corrigida	0,68	1,09	1,56	2,34	3,43	4,42	5,30	6,55	7,64
	ISC (%)					3,3		**4,2**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

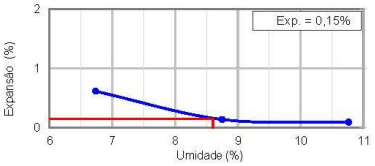
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		153	114,00	5,00			5,70	0,70	**0,6**		
16/01/2025		200	114,45	5,00			5,16	0,16	**0,1**		
16/01/2025		176	114,69	5,00			5,11	0,11	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_07	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,40 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		68	171	203		CILINDROS		
Cápsula Nº	436	541	Umidade calculada (%)		6,8	8,8	10,9		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	48,50	57,12	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	48,17	56,85	% Água adicionada		6,0	8,1	10,1		68	5.528,0	2.078,8
A - Água (g)	0,33	0,27	M + S + A (g)		9.766,0	9.761,0	8.375,0		171	5.409,0	2.082,0
C - Cápsula (g)	13,03	12,91	S + A (g)		4.238,0	4.352,0	4.272,0		203	4.103,0	2.091,0
S - Solo (g)	35,14	43,94	Dens. úmida (g/cm³)		2,039	2,090	2,043				
Umidade (%)	0,94	0,61	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**0,78**		Dens. seca (g/cm³)		**1,908**	**1,921**	**1,843**		Peso seco:	**4.961,5**	

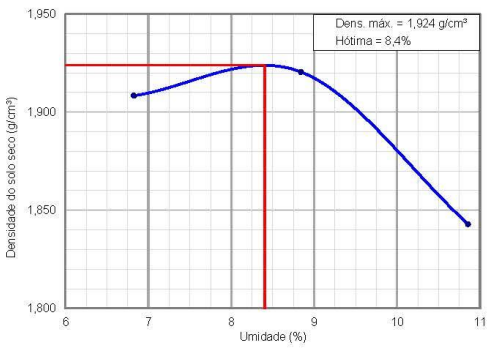
CÁLCULO DO ISC

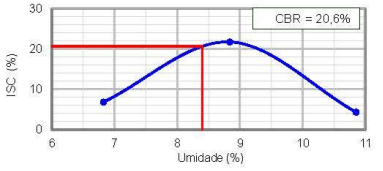
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		17	31	49	67	109	139	167	195	216
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
68		Corrigida	0,88	1,61	2,55	3,48	5,67	7,23	8,68	10,14	11,23
	ISC (%)					5,0		**6,9**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		102	192	247	293	375	441	498	554	587
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
171		Corrigida	5,30	9,98	12,84	15,24	19,50	22,93	25,90	28,81	30,52
	ISC (%)					21,7		**21,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		13	23	35	48	68	88	103	128	152
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
203		Corrigida	0,68	1,20	1,82	2,50	3,54	4,58	5,36	6,66	7,90
	ISC (%)					3,5		**4,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

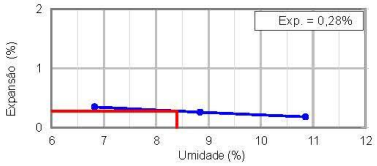
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		68	114,30	5,00			5,40	0,40	**0,3**		
16/01/2025		171	114,30	5,00			5,30	0,30	**0,3**		
16/01/2025		203	114,62	5,00			5,21	0,21	**0,2**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,40 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-07	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	533	534
(a) Solo úmido + tara (gf)	83,45	81,31
(b) Solo seco + tara (gf)	78,49	81,31
(c) Tara da cápsula (gf)	14,63	12,93
(d) Água (a-b) (gf)	4,96	0,00
(e) Solo seco (b-c) (gf)	63,86	68,38
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	7,77	0,00
Umidade média (%)	3,88	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.443,9	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	2,62	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.497,3	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.441,3	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.443,9	

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.443,9	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.443,9	100,0%
1"	25,4	0,00	1.443,9	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.443,9	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.443,9	100,0%
4	4,8	0,00	1.443,9	100,0%
10	2,0	2,72	1.441,2	99,8%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	144,39	100,0%	99,8%
40	0,420	39,79	104,60	72,4%	72,3%
200	0,075	52,90	51,70	35,8%	35,7%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	13	38	29			29	111	01	32	49
Cápsula + solo úmido (gf)	21,58	22,10	20,15			6,94	7,98	6,61	6,95	7,23
Cápsula + solo seco (gf)	18,46	18,54	17,07			6,61	7,64	6,26	6,60	6,85
Peso da cápsula (gf)	8,63	7,85	8,14			5,21	6,19	4,71	5,13	5,21
Peso da água (gf)	3,12	3,56	3,08			0,33	0,34	0,35	0,35	0,38
Peso do solo seco (gf)	9,83	10,69	8,93			1,40	1,45	1,55	1,47	1,64
Porcentagem de água (%)	31,7%	33,3%	34,5%			23,6%	23,4%	22,6%	23,8%	23,2%
Nº de golpes	35	27	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,19%	27,50%	36,57%	35,74%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
33,2%	23,3%	9,9%	0	A-2-4

Luan Terence Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,40 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	17/01/2025
FURO:	ST-07	**LABORATORISTA:**	Equipe

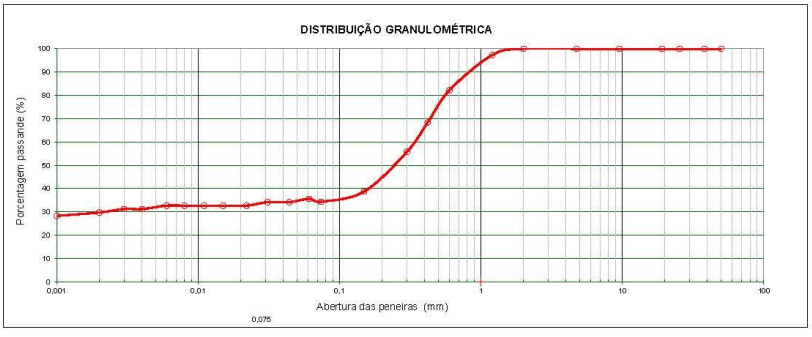
UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	533	534
Solo Úmido + Tara (gr)	83,45	86,52
Solo Seco + Tara (gr)	78,49	81,31
Tara da Cápsula (gr)	14,63	12,93
Água (a-b) (gr)	5,0	5,2
Solo Seco (b-c) (gr)	63,9	68,4
Teor de Umidade (%)	7,77	7,62
Umidade Média (%)	**7,69**	
Amostra Total Úmida (gr)	120,0	
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0	
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0	
Solo Seco Passante #10 (gr)	111,4	
Amostra Total Seca (gr)	111,4	

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	111,4	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	111,4	100,00
	1"	25,4	0,00	111,4	100,00
	3/4"	19,1	0,00	111,4	100,00
	3/8"	9,5	0,00	111,4	100,00
	4	4,8	0,00	111,4	100,00
	10	2,0	0,00	111,4	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (%)
	16	1,200	3,03	3,03	97,48	97,28
	30	0,600	16,79	19,82	86,01	82,21
	40	0,420	15,50	35,32	87,08	68,30
	50	0,300	13,97	49,29	88,36	55,77
	100	0,149	19,07	68,36	84,11	38,65
	200	0,075	4,81	73,17	95,99	34,33

SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181										DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64		
Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-3}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)			
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	35,60	0,061	PICNÔMETRO Nº	12	16
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	34,13	0,044	M1=picnômetro vazio (g)	41,92	43,21
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	34,13	0,031	M2=M1+amostra (g)	72,50	73,29
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	32,66	0,022	M3=M2+água destilada (g)	178,62	181,55
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	32,66	0,015	M4=M1+água destilada(g)	159,95	163,22
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	32,66	0,011	Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	32,66	0,008	Densidade	2,570	2,563
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	32,66	0,006	Densidade Média	**2,567**	
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	31,19	0,004	Densímetro nº	1	
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	31,19	0,003	Quant. Dispersante (ml)	125	
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	29,72	0,002	Vol. da dispersão (cm³)	1000	
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,020	1,001	12,00	28,24	0,001	Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	17,79	26,45	21,43	3,15	31,19	100,00

Luiz Fernando Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 - ST07
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,10 a 1,40 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a = A_c + L_a$): **92,14**

PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	166,41			169,16			172,05			175,28			178,57					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	31	78		39	68		37	79		17	69		6	52				
Massa úmida + Tara (g)	89,83	94,23		98,56	88,69		102,67	101,02		104,39	103,03		88,56	95,66				
Massa seca + Tara (g)	78,51	81,96		86,86	77,87		91,55	89,33		94,46	92,27		81,60	87,20				
Tara (g)	21,32	22,31		20,62	20,30		19,79	20,54		20,17	19,74		20,03	20,57				
Água (g)	11,32	12,27		11,70	10,82		11,12	11,69		9,93	10,76		6,96	8,46				
Solo seco (g)	57,19	59,65		66,24	57,57		71,76	68,79		74,29	72,53		61,57	66,63				
Teor de umidade (%)	19,8	20,6		17,7	18,8		15,5	17,0		13,4	14,8		11,3	12,7				
Média (%)	20			18			16			14			12					

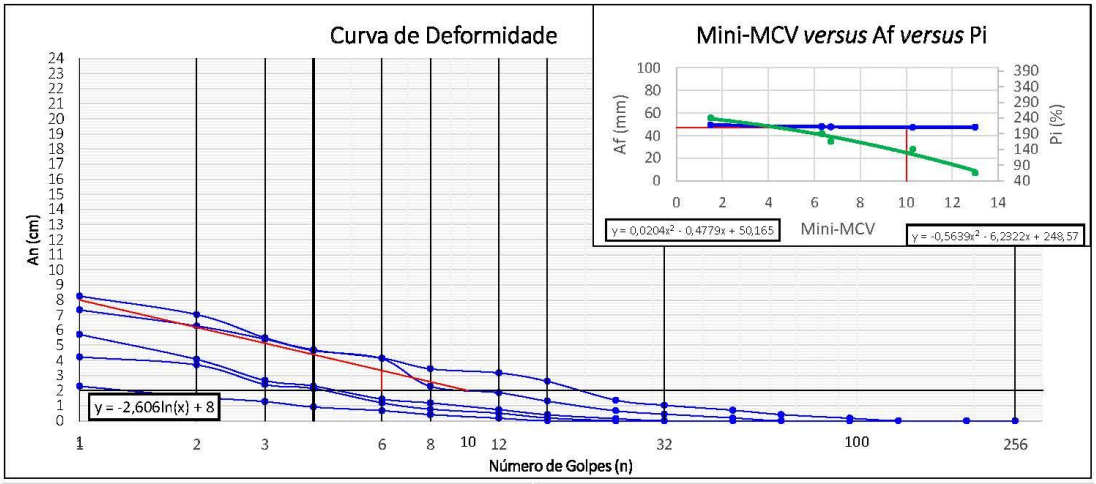
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_s)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	40,37	2,29	1,638	39,76	4,23	1,645	38,68	5,72	1,639	37,46	7,34	1,633	36,44	8,76	1,633			
2	0,1	41,08	1,58	1,660	40,29	3,70	1,662	40,33	4,07	1,692	38,52	6,28	1,665	37,66	7,04	1,670			
3	0,1	41,39	1,27	1,670	41,58	2,41	1,704	41,73	2,67	1,739	39,39	5,41	1,693	39,20	5,50	1,718			
4	0,1	41,75	0,91	1,682	41,85	2,14	1,714	42,10	2,30	1,752	40,15	4,65	1,718	40,00	4,70	1,745			
6	0,1	41,99	0,67	1,690	42,80	1,19	1,747	42,96	1,44	1,782	40,69	4,11	1,736	40,55	4,15	1,763			
8	0,1	42,25	0,41	1,699	43,22	0,77	1,762	43,22	1,18	1,792	42,52	2,28	1,800	41,26	3,44	1,788			
12	0,2	42,49	0,17	1,707	43,49	0,50	1,771	43,66	0,74	1,808	42,94	1,86	1,815	41,53	3,17	1,797			
16	0,2	42,66	0,00	1,713	43,80	0,19	1,783	44,00	0,40	1,821	43,50	1,30	1,836	42,09	2,61	1,818			
24	0,2				43,99	0,00	1,790	44,26	0,14	1,831	44,14	0,66	1,860	43,33	1,37	1,864			
32	0,2							44,40	0,00	1,836	44,36	0,44	1,869	43,67	1,03	1,877			
48	0,2										44,61	0,19	1,879	44,00	0,70	1,890			
64	0,2										44,80	0,00	1,886	44,29	0,41	1,901			
96	0,2													44,53	0,17	1,911			
128	0,2													44,70	0,00	1,918			
192	0,2																		
256	0,2																		
	Altura Final		49,48			48,15			47,74			47,34			47,44				

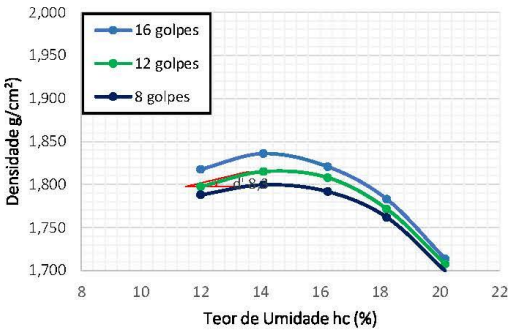
PERDA POR IMERSÃO																		
Massa úmida inicial (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Massa Extrudada (g)	33,63			35,13			36,04			37,03			37,64					
Massa Desprendida (g)	80,83			67,11			59,70			51,94			24,76					
Fator de correção	1,00			1,00			1,00			1,00			1,00					
Perda por imersão (%)	240,33			191,02			165,65			140,28			65,78					

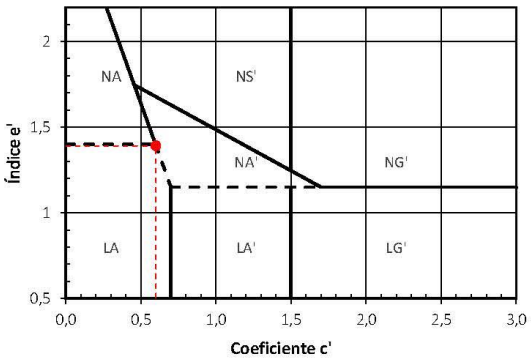
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 - ST07
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	equipe
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,10 a 1,40 m		







Pi = 28,2 d' = 8,3 c' = 0,6 e' = 1,4

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_08		

CAMADAS	PROF. (m)		ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
	DE	ATÉ			
1	0,00	0,10	0,10		CAMADA VEGETAL
2	0,10	1,60	1,50		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	441	542		
Massa cápsula	13,29	13,10		
Massa cap + solo úmido	82,16	79,50		
Massa cap + solo seco	71,32	68,97		
Massa da água	10,84	10,53		
Massa do solo seco	58,03	55,87		
Umidade (%)	**18,76%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_08	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,60 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		99	107	90		CILINDROS		
Cápsula Nº	16	540	Umidade calculada (%)		9,2	11,3	13,3		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	94,85	85,60	Água adicionada (g)		400,0	500,0	600,0				
C + S (g)	93,89	84,90	% Água adicionada		8,1	10,1	12,1		99	5.436,0	2.075,7
A - Água (g)	0,96	0,70	M + S + A (g)		9.402,0	9.577,0	9.265,0		107	5.433,0	2.075,7
C - Cápsula (g)	15,93	19,30	S + A (g)		3.966,0	4.144,0	3.910,0		90	5.355,0	2.076,8
S - Solo (g)	77,96	65,60	Dens. úmida (g/cm³)		1,911	1,996	1,883				
Umidade (%)	1,23	1,07	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**1,15**		Dens. seca (g/cm³)		**1,749**	**1,794**	**1,662**		Peso seco:	**4.943,2**	

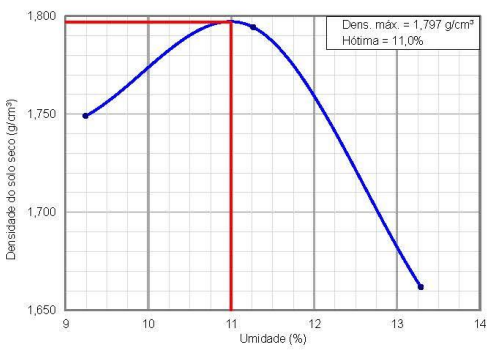
CÁLCULO DO ISC

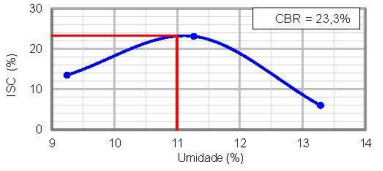
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		97	131	157	183	219	242	266	291	219
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
99		Corrigida	5,04	6,81	8,16	9,52	11,39	12,58	13,83	15,13	11,39
	ISC (%)					**13,5**		11,9			
Cilindro Nº	Leitura do anel		117	193	257	313	396	451	505	561	611
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
107		Corrigida	6,08	10,04	13,36	16,28	20,59	23,45	26,26	29,17	31,77
	ISC (%)					**23,1**		22,2			
Cilindro Nº	Leitura do anel		19	36	55	69	95	122	156	189	214
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
90		Corrigida	0,99	1,87	2,86	3,59	4,94	6,34	8,11	9,83	11,13
	ISC (%)					5,1		**6,0**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

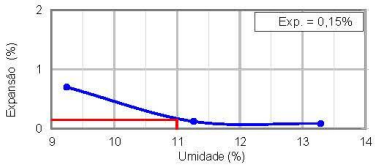
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		99	114,13	5,00			5,80	0,80	**0,7**		
16/01/2025		107	114,20	5,00			5,14	0,14	**0,1**		
16/01/2025		90	114,15	5,00			5,10	0,10	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_08	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,60 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		129	104	131		CILINDROS		
Cápsula Nº	10	48	Umidade calculada (%)		8,7	10,7	12,7		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	104,16	103,28	Água adicionada (g)		400,0	500,0	600,0				
C + S (g)	103,45	102,85	% Água adicionada		8,1	10,1	12,1		129	5.299,0	2.077,5
A - Água (g)	0,71	0,43	M + S + A (g)		9.545,0	9.841,0	9.347,0		104	5.462,0	2.080,0
C - Cápsula (g)	16,84	15,16	S + A (g)		4.246,0	4.379,0	4.337,0		131	5.010,0	2.052,7
S - Solo (g)	86,61	87,69	Dens. úmida (g/cm³)		2,044	2,105	2,113				
Umidade (%)	0,82	0,49	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	0,66		Dens. seca (g/cm³)		1,880	1,901	1,874		Peso seco:	4.967,5	

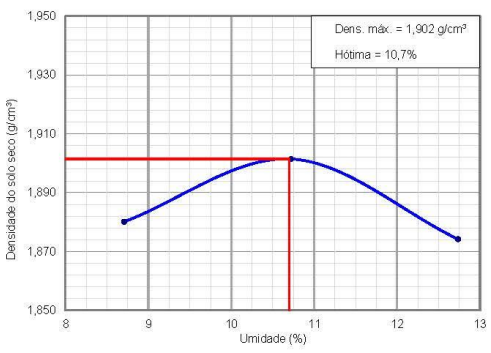
CÁLCULO DO ISC

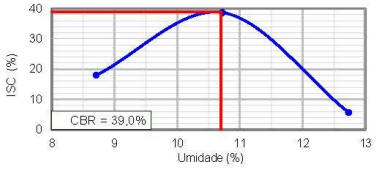
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		44	92	139	193	293	365	412	467	509
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
129		Corrigida	2,29	4,78	7,23	10,04	15,24	18,98	21,42	24,28	26,47
	ISC (%)					14,3		**18,0**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		209	332	444	523	623	677	762	854	932
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
104		Corrigida	10,87	17,26	23,09	27,20	32,40	35,20	39,62	44,41	48,46
	ISC (%)					**38,7**		33,4			
Cilindro Nº	Leitura do anel		20	38	54	67	90	116	147	179	207
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
131		Corrigida	1,04	1,98	2,81	3,48	4,68	6,03	7,64	9,31	10,76
	ISC (%)					5,0		**5,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

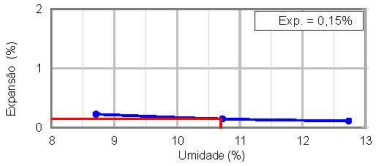
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		129	114,08	5,00			5,26	0,26	**0,2**		
16/01/2025		104	114,33	5,00			5,17	0,17	**0,1**		
16/01/2025		131	114,32	5,00			5,13	0,13	**0,1**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,60 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-08	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula Nº	440	441
(a) Solo úmido + tara (gf)	85,19	86,89
(b) Solo seco + tara (gf)	82,44	84,10
(c) Tara da cápsula (gf)	12,87	13,29
(d) Água (a-b) (gf)	2,75	2,79
(e) Solo seco (b-c) (gf)	69,57	70,81
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	3,95	3,94
Umidade média (%)	3,95	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.443,1	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	3,08	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.496,8	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.440,0	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.443,1	

PENEIRAMENTO GROSSO

Peneira Nº	Peneira mm	Peso da amostra seca (gf) Retido	Passando	% passante da amostra total
2"	50,8	0,00	1.443,1	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.443,1	100,0%
1"	25,4	0,00	1.443,1	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.443,1	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.443,1	100,0%
4	4,8	0,00	1.443,1	100,0%
10	2,0	3,20	1.439,9	99,8%

PENEIRAMENTO FINO

Recipiente Nº: 1 — Peso amostra parcial úmida (gf): 150,00

Peneiras Nº	Peneiras mm	Amostra seca (gf) Retido	Passando	Porcentagem passante Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	144,31	100,0%	99,8%
40	0,420	37,46	106,85	74,0%	73,9%
200	0,075	59,62	47,23	32,7%	32,7%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	44	24	05			15	56	42	14	60
Cápsula + solo úmido (gf)	19,47	21,99	21,61			8,30	6,97	4,73	5,86	7,76
Cápsula + solo seco (gf)	16,82	18,62	18,27			7,96	6,64	4,39	5,47	7,43
Peso da cápsula (gf)	8,55	8,45	8,72			6,50	5,20	2,94	3,82	6,05
Peso da água (gf)	2,65	3,37	3,34			0,34	0,33	0,34	0,39	0,33
Peso do solo seco (gf)	8,27	10,17	9,55			1,46	1,44	1,45	1,65	1,38
Porcentagem de água (%)	32,0%	33,1%	35,0%			23,3%	22,9%	23,4%	23,6%	23,9%
Nº de golpes	35	26	17							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,22%	25,90%	41,22%	32,65%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
33,4%	23,4%	10,0%	0	A-2-4

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,10 a 1,60 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	17/01/2025
FURO:	ST-08	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	440	441
Solo Úmido + Tara (gr)	85,19	86,89
Solo Seco + Tara (gr)	82,44	84,10
Tara da Cápsula (gr)	12,87	13,29
Água (a-b) (gr)	2,8	2,8
Solo Seco (b-c) (gr)	69,6	70,8
Teor de Umidade (%)	3,95	3,94
Umidade Média (%)	**3,95**	

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	115,4
Amostra Total Seca (gr)	115,4

	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)		% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido	Passando	
PENEIRAMENTO GROSSO	2"	50,8	0,00	115,4	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00	115,4	100,00
	1"	25,4	0,00	115,4	100,00
	3/4"	19,1	0,00	115,4	100,00
	3/8"	9,5	0,00	115,4	100,00
	4	4,8	0,00	115,4	100,00
	10	2,0	0,00	115,4	100,00

PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (%)
	16	1,200	1,44	1,44	98,80	98,75
	30	0,600	12,88	14,32	89,27	87,60
	40	0,420	15,07	29,39	87,44	74,54
	50	0,300	13,88	43,27	88,43	62,52
	100	0,149	20,95	64,22	82,54	44,37
	200	0,075	7,10	71,32	94,08	38,22

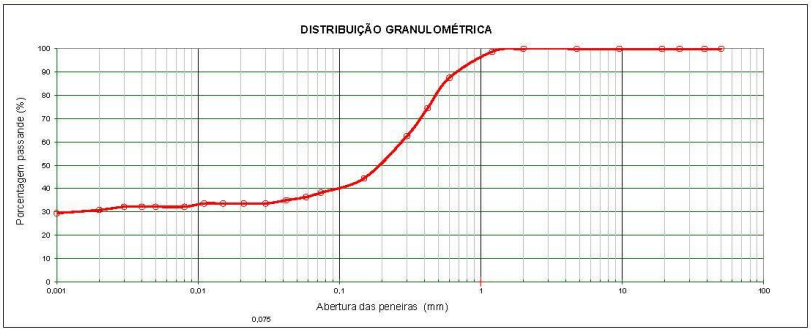
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,027	1,001	10,84	36,34	0,058
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,026	1,001	11,01	34,96	0,042
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,57	0,030
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,57	0,021
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,57	0,015
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,025	1,001	11,17	33,57	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,18	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,18	0,005
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,18	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,024	1,001	11,34	32,18	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,023	1,001	11,50	30,80	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	29,41	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	45	46
M1=picnômetro vazio (g)	46,67	47,49
M2=M1+amostra (g)	77,35	77,98
M3=M2+água destilada (g)	162,62	162,06
M4=M1+água destilada(g)	143,47	143,02
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,664	2,666
Densidade Média	**2,665**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	12,40	25,08	24,30	6,04	32,18	100,00

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014/25 - ST-08
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA MARROM	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	21/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,18 a 1,50 m	*P*	

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+L_a$): **92,25**

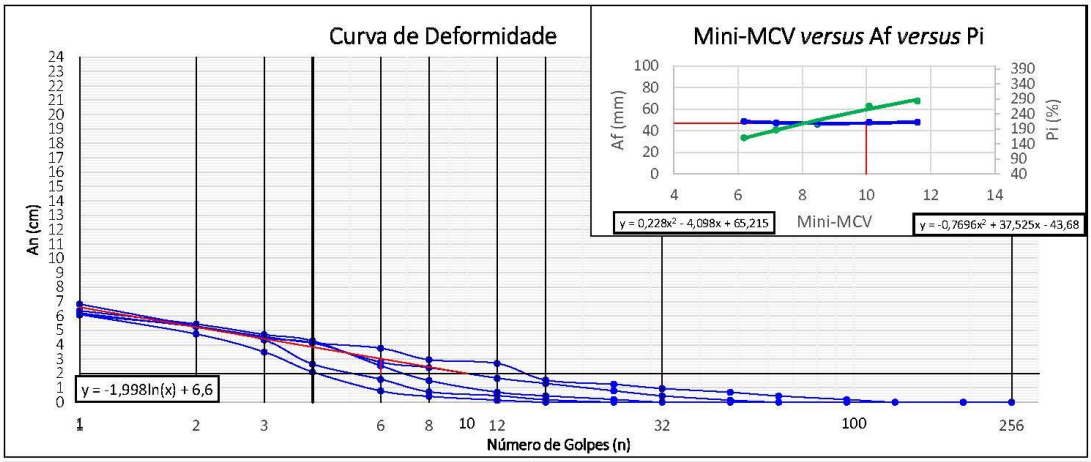
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	172,29			175,23			178,41			181,64			184,96					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	8	57		38	73		24	41		29	64		9	63				
Massa úmida + Tara (g)	82,24	83,02		97,80	96,89		87,06	86,33		88,46	85,33		82,13	81,66				
Massa seca + Tara (g)	73,10	74,63		87,74	88,00		79,82	79,43		81,70	79,65		76,92	77,57				
Tara (g)	19,41	19,24		20,70	20,96		22,31	20,01		19,40	18,99		18,89	21,39				
Água (g)	9,14	8,39		10,06	8,89		7,24	6,90		6,76	5,68		5,21	4,09				
Solo seco (g)	53,69	55,39		67,04	67,04		57,51	59,42		62,30	60,66		58,03	56,18				
Teor de umidade (%)	17,0	15,1		15,0	13,3		12,6	11,6		10,9	9,4		9,0	7,3				
Média (%)	16			14			12			10			8					

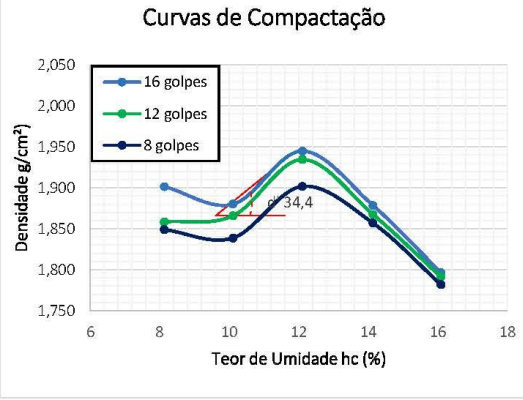
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (γ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	37,30	6,10	1,597	38,08	6,82	1,648	39,60	6,36	1,726	38,26	6,07	1,714	38,05	6,19	1,738			
2	0,1	38,66	4,74	1,638	39,61	5,29	1,696	40,53	5,43	1,757	39,06	5,27	1,740	39,00	5,24	1,769			
3	0,1	39,91	3,49	1,677	40,58	4,32	1,728	41,26	4,70	1,782	39,87	4,46	1,767	39,68	4,56	1,792			
4	0,1	41,30	2,10	1,723	42,25	2,65	1,785	41,70	4,26	1,798	40,20	4,13	1,778	40,12	4,12	1,808			
6	0,1	42,62	0,78	1,768	43,31	1,59	1,824	43,43	2,53	1,862	41,55	2,78	1,825	40,49	3,75	1,820			
8	0,1	43,00	0,40	1,782	44,18	0,72	1,857	44,46	1,50	1,902	41,93	2,40	1,839	41,29	2,95	1,849			
12	0,2	43,26	0,14	1,792	44,45	0,45	1,868	45,27	0,69	1,935	42,66	1,67	1,866	41,55	2,69	1,858			
16	0,2	43,40	0,00	1,797	44,73	0,17	1,879	45,52	0,44	1,945	43,03	1,30	1,880	42,70	1,54	1,902			
24	0,2				44,90	0,00	1,885	45,77	0,19	1,955	43,54	0,79	1,900	43,00	1,24	1,913			
32	0,2							45,96	0,00	1,963	43,89	0,44	1,913	43,29	0,95	1,925			
48	0,2										44,19	0,14	1,925	43,56	0,68	1,935			
64	0,2										44,33	0,00	1,931	43,81	0,43	1,945			
96	0,2													44,06	0,18	1,955			
128	0,2													44,24	0,00	1,963			
192	0,2																		
256	0,2																		
Altura Final		48,85			47,35			46,29			47,92			48,01					
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Massa Extrudada (g)	35,27			37,01			38,54			37,91			38,53					
Massa Desprendida (g)	56,65			69,19			80,76			101,29			109,32					
Fator de correção	1,00			1,00			1,00			1,00			1,00					
Perda por imersão (%)	160,62			186,96			209,54			267,22			283,76					

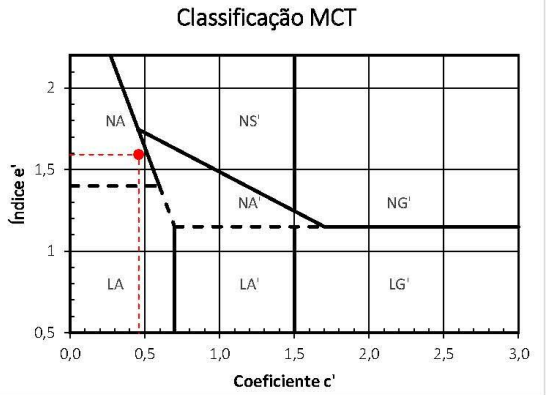
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014/25 - ST-08
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA MARROM	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	21/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,18 a 1,50 m	P	







Pi = 346,0 d' = 34,4 c' = 0,5 e' = 1,6

CLASSIFICAÇÃO MCT	NA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

BOLETIM DE SONDAGEM

POÇO DE INSPEÇÃO | UMIDADE NATURAL | DENSIDADE *IN SITU*

CLIENTE:	EPR	**KM:**	-	**DATA:**	09/01/2024
LOCAL:	PR-092 - PPD	**BORDO:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE AFIRMA
PISTA:	DECRESCENTE	**FURO:**	ST_09		

CAMADAS	PROF. (m) DE	PROF. (m) ATÉ	ESP. (m)	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
1	0,00	0,20	0,20		CAMADA VEGETAL
2	0,20	1,65	1,45		ARGILA ARENOSA VERMELHA
3					
4					
5					
6					
7					
8					

UMIDADE NATURAL - DNER-ME 213/94				
Camada ensaiada	**2**			
Nº cápsula	106	311		
Massa cápsula	23,15	16,33		
Massa cap + solo úmido	109,46	108,89		
Massa cap + solo seco	97,64	96,16		
Massa da água	11,82	12,73		
Massa do solo seco	74,49	79,83		
Umidade (%)	**15,91%**			

MASSA ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU* - DNER-ME 092/94		
Camada ensaiada em campo		
VOLUME	Peso do frasco antes (gf)	
	Peso do frasco depois (gf)	
	Peso da areia deslocada (gf)	
	Peso da areia no funil e placa (gf)	
	Peso da areia na cavidade (gf)	
	Massa esp. aparente da areia (g/dm³)	
	Volume do buraco (dm³)	
MASSA	Peso do solo e recipiente (gf)	
	Peso do recipiente (gf)	
	Peso do solo (gf)	
Densidade aparente do solo úmido (g/dm³)		
UMIDADE	Peso do solo úmido (gf)	
	Peso do solo seco (gf)	
	Peso da água (gf)	
	Teor de umidade (%)	
Densidade aparente do solo seco (g/dm³)		

FOTOS

OBSERVAÇÕES:	

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092-PPD	**FURO:**	ST_09	**PROCTOR:**	NORMAL	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,20 a 1,65 m	**Nº GOLPES:**	12	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		136	143	12		CILINDROS		
Cápsula Nº	503	507	Umidade calculada (%)		7,3	9,3	11,3		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	59,66	69,59	Água adicionada (g)		300,0	400,0	500,0				
C + S (g)	59,06	68,99	% Água adicionada		6,1	8,1	10,1		136	5.007,0	2.076,7
A - Água (g)	0,60	0,60	M + S + A (g)		9.005,0	8.489,0	9.215,0		143	4.290,0	2.074,7
C - Cápsula (g)	15,38	12,30	S + A (g)		3.998,0	4.199,0	4.150,0		12	5.065,0	2.091,4
S - Solo (g)	43,68	56,69	Dens. úmida (g/cm³)		1,925	2,024	1,984				
Umidade (%)	1,37	1,06	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	**5.000,0**	
Umidade média (%)	**1,22**		Dens. seca (g/cm³)		**1,794**	**1,851**	**1,782**		Peso seco:	**4.939,9**	

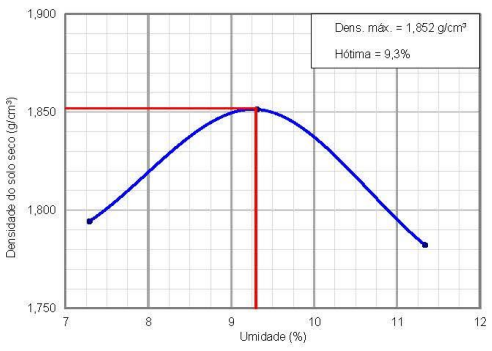
CÁLCULO DO ISC

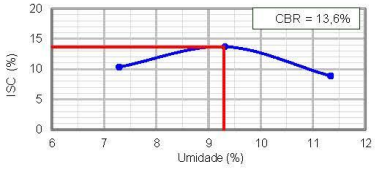
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		63	93	119	140	179	210	241	269	302
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
136		Corrigida	3,28	4,84	6,19	7,28	9,31	10,92	12,53	13,99	15,70
	ISC (%)					10,4		**10,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		44	86	122	159	226	278	332	389	419
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
143		Corrigida	2,29	4,47	6,34	8,27	11,75	14,46	17,26	20,23	21,79
	ISC (%)					11,8		**13,7**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		22	42	64	86	132	180	214	249	287
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
12		Corrigida	1,14	2,18	3,33	4,47	6,86	9,36	11,13	12,95	14,92
	ISC (%)					6,4		**8,9**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

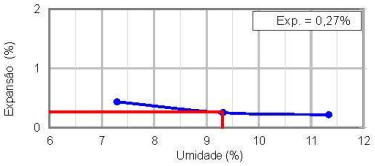
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		136	114,46	5,00			5,50	0,50	**0,4**		
16/01/2025		143	114,02	5,00			5,29	0,29	**0,3**		
16/01/2025		12	114,65	5,00			5,25	0,25	**0,2**		

GRÁFICOS







AFIRMA·EVIAS engenharia viária

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAL
COMPACTAÇÃO, ISC E EXPANSÃO

LOCAL:	PR-092 - PPD	**FURO:**	ST_09	**PROCTOR:**	INTERMEDIARIO	**DATA:**	16/01/2025
KM:	-	**HORIZONTE:**	0,20 a 1,65 m	**Nº GOLPES:**	26	**OPERADOR:**	Equipe
PISTA:	DECRESCENTE	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**AMOSTRA:**	1	**AUXILIAR:**	-

COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA			Nº moldes		187	23	74		CILINDROS		
Cápsula Nº	512	529	Umidade calculada (%)		4,7	6,7	8,7		Nº	Peso	Volume
C + S + A (g)	61,12	59,48	Água adicionada (g)		200,0	300,0	400,0				
C + S (g)	60,87	59,13	% Água adicionada		4,0	6,0	8,1		187	5.457,0	2.089,0
A - Água (g)	0,25	0,35	M + S + A (g)		9.542,0	9.422,0	8.463,0		23	5.116,0	2.087,3
C - Cápsula (g)	14,74	13,29	S + A (g)		4.085,0	4.306,0	4.276,0		74	4.187,0	2.089,1
S - Solo (g)	46,13	45,84	Dens. úmida (g/cm³)		1,955	2,063	2,047				
Umidade (%)	0,54	0,76	Dens. convert. (g/cm³)	-	-	-	-	-	Peso mat.:	5.000,0	
Umidade média (%)	**0,65**		Dens. seca (g/cm³)		**1,868**	**1,934**	**1,883**		Peso seco:	4.967,6	

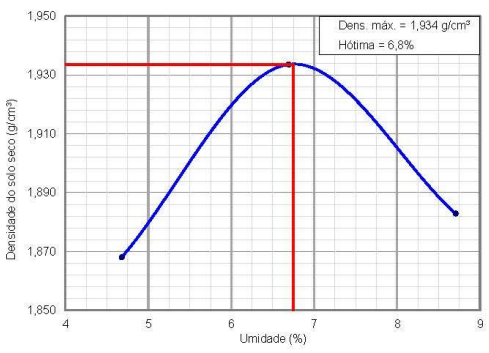
CÁLCULO DO ISC

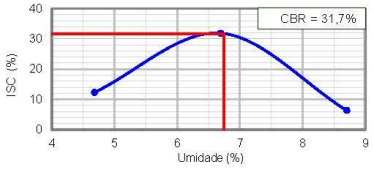
Penetração (mm)			0,63	1,27	1,90	2,54	3,81	5,08	7,62	10,16	12,70
Tempo (m)			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										
Cilindro Nº	Leitura do anel		76	108	137	166	213	250	291	339	374
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
187		Corrigida	3,95	5,62	7,12	8,63	11,08	13,00	15,13	17,63	19,45
	ISC (%)					12,3		**12,3**			
Cilindro Nº	Leitura do anel		195	307	377	431	500	558	607	661	715
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
23		Corrigida	10,14	15,96	19,60	22,41	26,00	29,02	31,56	34,37	37,18
	ISC (%)					**31,9**		27,5			
Cilindro Nº	Leitura do anel		22	36	52	68	97	129	171	205	231
	Pressão kgf/cm²	Padrão				70,31		105,46			
74		Corrigida	1,14	1,87	2,70	3,54	5,04	6,71	8,89	10,66	12,01
	ISC (%)					5,0		**6,4**			
Cilindro Nº	Leitura do anel										
	Pressão kgf/cm²	Padrão									
		Corrigida									
	ISC (%)										

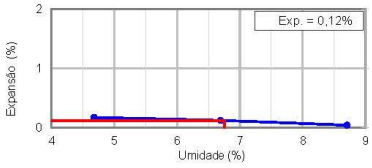
EXPANSÃO

Data	Hora	Nº cilindro	Altura inicial (mm)	Leituras (mm)				Diferença (mm)	Expansão (%)	Massa do cilindro c/ solo final	Diferença (mm)
				1º dia	2º dia	3º dia	4º dia				
16/01/2025		187	114,45	5,00			5,20	0,20	**0,2**		
16/01/2025		23	114,43	5,00			5,14	0,14	**0,1**		
16/01/2025		74	114,60	5,00			5,05	0,05	**0,0**		

GRÁFICOS







AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
UMIDADE, LIMITE DE PLASTICIDADE E LIMITE DE LIQUIDEZ

LOCAL:	PR - 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,20 a 1,65 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	DECRESCENTE	**DATA:**	16/01/2025
FURO:	ST-09	**LABORATORISTA:**	Equipe

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	12	17
(a) Solo úmido + tara (gf)	87,26	86,33
(b) Solo seco + tara (gf)	82,49	81,70
(c) Tara da cápsula (gf)	12,26	12,15
(d) Água (a-b) (gf)	4,77	4,63
(e) Solo seco (b-c) (gf)	70,23	69,55
(f) Teor de umidade [100.(d/e)] (%)	6,79	6,66
Umidade média (%)	6,72	
AMOSTRA TOTAL SECA:	1.405,5	
(a) Amostra total úmida (gf)	1.500,00	
(b) Solo seco retido #10 (gf)	1,14	
(c) Solo úmido pass. #10 (a-b) (gf)	1.498,8	
(d) Solo s. pass. #10 (c/(1+h)) (gf)	1.404,3	
(e) Amostra total seca (b+d) (gf)	1.405,5	

PENEIRAMENTO GROSSO				
Peneira		Peso da amostra seca (gf)		% passante da amostra total
Nº	mm	Retido	Passando	
2"	50,8	0,00	1.405,5	100,0%
1 1/2"	38,1	0,00	1.405,5	100,0%
1"	25,4	0,00	1.405,5	100,0%
3/4"	19,1	0,00	1.405,5	100,0%
3/8"	9,5	0,00	1.405,5	100,0%
4	4,8	0,00	1.405,5	100,0%
10	2,0	1,22	1.404,3	99,9%

PENEIRAMENTO FINO					
Recipiente Nº:		1	Peso amostra parcial úmida (gf):		150,00
Peneiras		Amostra seca (gf)		Porcentagem passante	
Nº	mm	Retido	Passando	Amostra parcial	Amostra total
10	2,000	0,00	140,55	100,0%	99,9%
40	0,420	41,08	99,47	70,8%	70,7%
200	0,075	54,10	45,37	32,3%	32,3%

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIOS REALIZADOS	LIMITE DE LIQUIDEZ | DNER-ME 122-94					LIMITE DE PLASTICIDADE | DNER-ME 082-94				
Cápsula Nº	05	42	30			32	34	35	01	30
Cápsula + solo úmido (gf)	19,11	20,97	21,04			6,10	7,19	5,88	5,64	6,90
Cápsula + solo seco (gf)	16,09	17,69	17,76			5,75	6,85	5,53	5,29	6,57
Peso da cápsula (gf)	7,19	8,41	8,87			4,27	5,40	4,07	3,84	5,18
Peso da água (gf)	3,02	3,28	3,28			0,35	0,34	0,35	0,35	0,33
Peso do solo seco (gf)	8,90	9,28	8,89			1,48	1,45	1,46	1,45	1,39
Porcentagem de água (%)	33,9%	35,3%	36,9%			23,6%	23,4%	24,0%	24,1%	23,7%
Nº de golpes	35	26	16							

GRÁFICO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	Areia grossa 4,8 - 2,0 mm	Areia média 2,0 - 0,42 mm	Areia fina 0,42 - 0,074 mm	Passando na #200
0,00%	0,09%	29,20%	38,46%	32,25%
LL	**LP**	**IP**	**IG**	**Classificação HRB**
35,3%	23,8%	11,5%	0	A-2-6

Juan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA
SEDIMENTAÇÃO E DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

RODOVIA:	PR 092 - PPD	**HORIZONTE:**	0,20 a 1,65 m
KM:	-	**MATERIAL**	ARGILA ARENOSA VERMELHA
PISTA:	-	**DATA:**	17/01/2025
FURO:	ST-09	**LABORATORISTA:**	Equipe

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Cápsula Nº	12	17
Solo Úmido + Tara (gr)	87,26	86,33
Solo Seco + Tara (gr)	82,49	81,70
Tara da Cápsula (gr)	12,26	12,15
Água (a-b) (gr)	4,8	4,6
Solo Seco (b-c) (gr)	70,2	69,6
Teor de Umidade (%)	6,79	6,66
Umidade Média (%)	**6,72**	

PENEIRAMENTO GROSSO	Peneira		Peso da Amostra Seca (gr)			% que Passa de Amostra Total
	Nº	mm	Retido		Passando	
	2"	50,8	0,00		112,4	100,00
	1 1/2"	38,1	0,00		112,4	100,00
	1"	25,4	0,00		112,4	100,00
	3/4"	19,1	0,00		112,4	100,00
	3/8"	9,5	0,00		112,4	100,00
	4	4,8	0,00		112,4	100,00
	10	2,0	0,00		112,4	100,00
PENEIRAMENTO FINO	Recipiente Nº:		01	Peso da Am. Parcial Úmida (gr):		120,00
	Nº	mm	Retido	Acumulado	Amostra Parcial (%)	Amostra Total (5)
	16	1,200	1,96	1,96	98,37	98,26
	30	0,600	19,40	21,36	83,83	81,00
	40	0,420	18,56	39,92	84,53	64,50
	50	0,300	15,21	55,13	87,33	50,97
	100	0,149	18,11	73,24	84,91	34,86
	200	0,075	4,27	77,51	96,44	31,06

Amostra Total Úmida (gr)	120,0
Solo Seco Retido na #10 (gr)	0,0
Solo Úmido Passante na #10 (gr)	120,0
Solo Seco Passante #10 (gr)	112,4
Amostra Total Seca (gr)	112,4

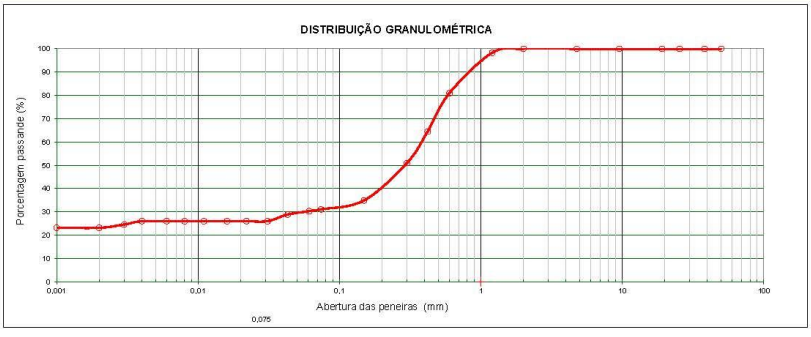
SEDIMENTAÇÃO - ABNT NBR 7181

Tempo	Temp. (ºC)	Viscosidade da Água (10^{-5}gs/cm²)	Massa Específica do Meio Dispersor (g/cm³)	Massa Específica da Água na Calibração (g/cm³)	Leitura na Suspensão	Leitura no Meio Dispersor	Altura de Queda das Partículas	Solo em Suspensão (%)	Diâmetro Máximo das Partículas (mm)
30 s	27	8,72	1,001	1,000	1,022	1,001	11,67	30,28	0,061
1 min	27	8,72	1,001	1,000	1,021	1,001	11,83	28,85	0,043
2 min	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,031
4 min	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,022
8 min	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,016
15 min	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,011
30 min	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,008
1 h	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,006
2 h	27	8,72	1,001	1,000	1,019	1,001	12,16	25,99	0,004
4 h	27	8,72	1,001	1,000	1,018	1,001	12,33	24,56	0,003
8 h	27	8,72	1,001	1,000	1,017	1,001	12,49	23,14	0,002
25 h	27	8,72	1,001	1,000	1,017	1,001	12,49	23,14	0,001

DENSIDADE REAL DO AGREGADO MÍUDO DNER - ME 84-64

PICNÔMETRO Nº	44	48
M1=picnômetro vazio (g)	46,26	51,89
M2=M1+amostra (g)	76,90	82,46
M3=M2+água destilada (g)	184,03	170,23
M4=M1+água destilada(g)	164,95	151,20
Fator de correção temp.	1,0011	1,0011
Densidade	2,653	2,652
Densidade Média	**2,653**	
Densímetro nº	1	
Quant. Dispersante (ml)	125	
Vol. da dispersão (cm³)	1000	
Quant.Solo Sedimentação	120,00	

GRÁFICO



Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte	Argila	Total
%	0,00	19,00	30,03	19,90	5,07	25,99	100,00

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA
MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	**PISTA:**	DECRESCENTE	**REGISTRO:**	014-25 - ST-09
OBRA:	PPD	**MATERIAL:**	ARGILA ARENOSA VERMELHA	**DATA DA COLETA:**	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	**AMOSTRA:**	1	**DATA DO ENSAIO:**	23/01/2025
TRECHO:	-	**CAMADA:**	-	**OPERADOR:**	EQUIPE
ESTACA/KM	-	**PROFUNDIDADE:**	0,20 a 1,65 m		

DIÂMETRO DO MOLDE: **50 mm** ÁREA DO MOLDE: **19,63 mm²** SOQUETE N.º: **1** AFERIÇÃO EXTENSÔMETRO ($k_a=A_c+L_a$): **92,09**

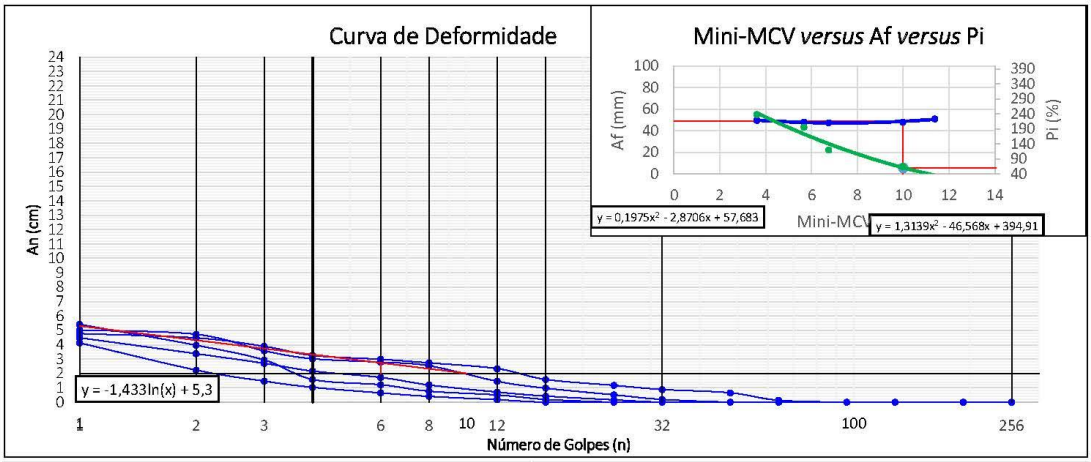
PONTOS	1			2			3			4			5			6		
Solo + água (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Solo seco (g)	166,56			169,11			171,91			175,45			178,60					
Umidade																		
Molde n.º	1			2			3			4			5					
Cápsula n.º	55	77		41	59		61	72		63	64		8	60				
Massa úmida + Tara (g)	100,08	99,95		97,20	91,88		89,86	86,90		89,27	94,84		91,36	91,33				
Massa seca + Tara (g)	87,08	86,13		86,16	80,01		80,97	77,71		80,94	85,54		84,17	83,28				
Tara (g)	20,26	19,34		20,03	20,19		22,51	25,12		21,46	18,99		19,37	20,71				
Água (g)	13,00	13,82		11,04	11,87		8,89	9,19		8,33	9,30		7,19	8,05				
Solo seco (g)	66,82	66,79		66,13	59,82		58,46	52,59		59,48	66,55		64,80	62,57				
Teor de umidade (%)	19,5	20,7		16,7	19,8		15,2	17,5		14,0	14,0		11,1	12,9				
Média (%)	20			18			16			14			12					

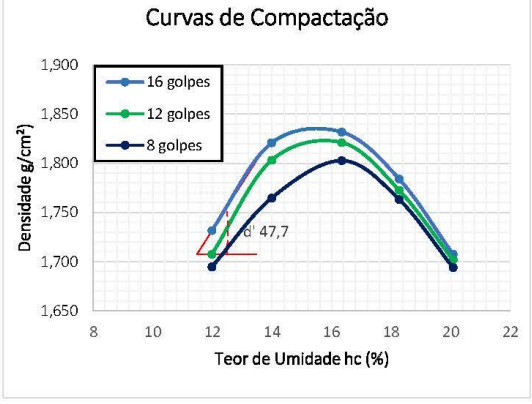
GOLPES	Dif. de leitura para cessar a compac.	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)	Leitura	Dif. de altura (DL)	Dens. seca (ρ_d)
		(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)	(mm)	(mm)	(g/cm³)
1	0,1	38,28	4,12	1,577	38,58	5,41	1,610	40,22	4,48	1,688	38,95	5,02	1,682	36,36	4,77	1,633			
2	0,1	40,17	2,23	1,634	40,03	3,96	1,655	41,33	3,37	1,725	39,25	4,72	1,692	36,66	4,47	1,641			
3	0,1	40,94	1,46	1,659	41,06	2,93	1,688	42,00	2,70	1,748	40,40	3,57	1,729	37,25	3,88	1,659			
4	0,1	41,37	1,03	1,673	42,41	1,58	1,734	42,54	2,16	1,767	40,95	3,02	1,748	37,88	3,25	1,678			
6	0,1	41,76	0,64	1,686	42,78	1,21	1,747	42,98	1,72	1,783	41,19	2,78	1,756	38,15	2,98	1,687			
8	0,1	42,00	0,40	1,694	43,23	0,76	1,763	43,51	1,19	1,803	41,44	2,53	1,765	38,40	2,73	1,695			
12	0,2	42,23	0,17	1,702	43,49	0,50	1,773	44,00	0,70	1,821	42,52	1,45	1,803	38,80	2,33	1,707			
16	0,2	42,40	0,00	1,708	43,80	0,19	1,784	44,28	0,42	1,832	43,00	0,97	1,821	39,55	1,58	1,732			
24	0,2				43,99	0,00	1,791	44,54	0,16	1,842	43,46	0,51	1,838	39,96	1,17	1,745			
32	0,2							44,70	0,00	1,848	43,78	0,19	1,850	40,25	0,88	1,755			
48	0,2										43,97	0,00	1,857	40,48	0,65	1,763			
64	0,2													41,00	0,13	1,781			
96	0,2													41,13	0,00	1,785			
128	0,2																		
192	0,2																		
256	0,2																		
Altura Final		49,69			48,10			47,39			48,12			50,96					
PERCA POR IMERSÃO																			
Massa úmida inicial (g)	200,00			200,00			200,00			200,00			200,00					
Massa Extrudada (g)	33,52			35,16			36,28			36,46			35,05					
Massa Desprendida (g)	79,98			68,98			43,39			23,58			12,02					
Fator de correção	1,00			1,00			1,00			1,00			1,00					
Perda por imersão (%)	238,60			196,20			119,61			64,67			34,30					

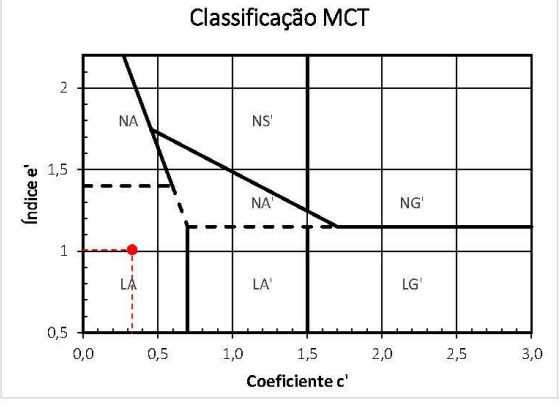
AFIRMA EVIAS engenharia viária

SOLOS - ENSAIO DE SOLOS COMPACTADOS EM EQUIPAMENTO MINIATURA - MINI-MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR

RODOVIA:	PR-092	PISTA:	DECRESCENTE	REGISTRO:	014-25 - ST-09
OBRA:	PPD	MATERIAL:	ARGILA ARENOSA VERMELHA	DATA DA COLETA:	09/01/2025
EXECUTANTE:	-	AMOSTRA:	1	DATA DO ENSAIO:	23/01/2025
TRECHO:	-	CAMADA:	-	OPERADOR:	EQUIPE
ESTACA/KM	-	PROFUNDIDADE:	0,20 a 1,65 m		







Pi = 60,6 d' = 47,7 c' = 0,3 e' = 1,0

CLASSIFICAÇÃO MCT	LA

Luan Pereira Lopes
Engenheiro Resp. Laboratório

3.4. Sondagens à Percussão

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623494.00 m E
NORTE: 7322188.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-01

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
—— 2ª e 3ª penetrações

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL D'ÁGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,25	0,00 - 0,25m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	3	3				
2	P	2"	2	3	3				
3	P	2"	3	2	3				0,25 - 7,00m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A COMPACTA, COR VERMELHA.
4	P	2"	4	4	4				
5	P	2"	5	5	5				
6	P	2"	6	3	3				
7	P	2"	7	17	28			6,75	
8	P	2"	8	25	35				.
9	P	2"	9	27	29				
10	P	2"	10	21	29				.
11	P	2"	11	32	40/10				
12	P	2"	12	35	-				7,00 - 20,12m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
13	P	2"	13	42	-	12,90			
14	P	2"	14	45/12	-				
15	P	2"	15	50/10	-				
16	P	2"	16	49	49				
17	P	2"	17	35	-				
18	P	2"	18	35/12	-			13,12	
19	P	2"	19	35/10	-				LIMITE DA SONDAGEM: 20,12m CONFORME NBR 6484/2020
20				35/07	-				

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

SONDADOR
Valdecir

GERENTE DE OBRAS
-

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

DATA EXECUÇÃO:
INÍCIO: 18/01/2025
TÉRMINO: 18/01/2025

NÍVEL D'ÁGUA
INÍCIO: 10,00 m
TÉRMINO: 12,90 m

OBS:
Limite de sondagem: 20,12m.
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623506.00 m E
NORTE: 7322194.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-02

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
—— 2ª e 3ª penetrações

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL D'ÁGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR- 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,30	0,00 - 0,30m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	3	2				
2	P	2"	2	3	5				0,30 - 7,30m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A COMPACTA, COR VERMELHA.
3	P	2"	3	5	5				
4	P	2"	4	3	3				
5	P	2"	5	4	3				
6	P	2"	6	3	4				
7	P	2"	7	10	27			7,30	
8	P	2"	8	20	29				7,30 - 20,10m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
9	P	2"	9	25	24				
10	P	2"	10	21	37				
11	P	2"	11	32	40/10				
12	P	2"	12	40	-	12,50			
13	P	2"	13	45/10	-				
14	P	2"	14	45	-				
15	P	2"	15	50/12	-				
16	P	2"	16	30/10	-				
17	P	2"	17	35/09	-				
18	P	2"	18	35/07	-				
19	P	2"	19	35/05	-			12,80	
20				35/07	-				LIMITE DA SONDAGEM: 20,10m CONFORME NBR 6484/2020

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

DATA EXECUÇÃO:
INÍCIO: 18/01/2025
TÉRMINO: 18/01/2025

OBS:
Limite de sondagem: 20,10m
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas:

SONDADOR
Valdecir

GERENTE DE OBRAS
-

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

NÍVEL D'ÁGUA
INÍCIO: 9,10 m
TÉRMINO: 12,50 m

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623507.00 m E
NORTE: 7322182.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-03

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

Prof.	Perfil	Método Avanço	Diâmetro	Amostra	Nº. Golpes 1ª e 2ª	Nº. Golpes 2ª e 3ª	Nível d'água 24 h (m)	Mudança de camada (m)	Classificação dos materiais
0		T	2"	0	-	-		0,25	0,00 - 0,25m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1		P	2"	1	2	2			
2		P	2"	2	3	4			0,25 - 7,50m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A POUCO COMPACTA, COR VERMELHA.
3		P	2"	3	3	3			
4		P	2"	4	3	2			
5		P	2"	5	3	3			
6		P	2"	6	3	2			
7		P	2"	7	5	8		7,50	.
8		P	2"	8	22	30			
9		P	2"	9	23	33	9,20		.
10		P	2"	10	30	45			
11		P	2"	11	22	30			7,50 - 19,12m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
12		P	2"	12	23	38			
13		P	2"	13	31	49			
14		P	2"	14	35	40/10			
15		P	2"	15	39	50/07			
16		P	2"	16	54	-			
17		P	2"	17	55/10	-			
18		P	2"	18	35/12	-		11,62	
19		P	2"	19	35/09	-			LIMITE DA SONDAGEM: 19,12m CONFORME NBR 6484/2020
20									

MÉTODO: E - Escavação; T - Trado; P - Percussão

DATA EXECUÇÃO:
INÍCIO: 18/01/2025
TÉRMINO: 18/01/2025

OBS:
Limite de sondagem: 19,12m
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

SONDADOR
Valdecir

GERENTE DE OBRAS
-

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

NÍVEL D'ÁGUA:
INÍCIO: 7,6.0 m
TÉRMINO: 9,20 m

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623460.00 m E
NORTE: 7322143.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-04

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
——— 2ª e 3ª penetrações

Prof.	Perfil	Método avanço	Diâmetro	Amostra	Nº. golpes 1ª e 2ª	Nº. golpes 2ª e 3ª	Nível d'água 24 h (m)	Convenção gráfica NBR- 13441	Mudança de camada (m)	Classificação dos materiais
0		T	2"	0	-	-			0,20	0,00 - 0,20m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1		P	2"	1	4	4				
2		P	2"	2	5	5				
3		P	2"	3	4	4				
4		P	2"	4	5	4				0,20 - 6,90m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A POUCO COMPACTA, COR VERMELHA.
5		P	2"	5	3	4				
6		P	2"	6	2	4			6,70	
7		P	2"	7	17	20				
8		P	2"	8	18	25				
9		P	2"	9	21	31				
10		P	2"	10	25	38				6,90 - 15,30 m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO.
11		P	2"	11	19	25	11,20			
12		P	2"	12	22	29				
13		P	2"	13	31	36				
14		P	2"	14	25	45				
15		P	2"	15	45	-			8,40	
16		P	2"	16						LIMITE DA SONDAGEM: 15,30m CONFORME NBR 6484/2020
17		P	2"	17						
18		P	2"	18						
19		P	2"	19						
20										

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

SONDADOR
Valdecir
GERENTE DE OBRAS
-
RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

DATA EXECUÇÃO:
INICÍO: 19/01/2025
TÉRMINO: 19/01/2025

NÍVEL D'ÁGUA:
INICÍO: 10,10m
TÉRMINO: 11,20m

OBS:
Limite de sondagem: 15,30m.
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623595.00 m E
NORTE: 7322108.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-05

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
——— 2ª e 3ª penetrações

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL DÁGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR- 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,25	0,00 - 0,25m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	2	3				
2	P	2"	2	2	4				0,25 - 6,50m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A POUCO COMPACTA, COR VERMELHA.
3	P	2"	3	3	3				
4	P	2"	4	4	4				
5	P	2"	5	5	4				
6	P	2"	6	7	8			6,25	
7	P	2"	7	12	27				6,50 - 12,15m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR CINZA.
8	P	2"	8	19	37				
9	P	2"	9	24	40/10				
10	P	2"	10	30	45/07	10,50			
11	P	2"	11	47	-				
12	P	2"	12	35	-			5,65	
13	P	2"	13						LIMITE DA SONDAGEM: 12,15m CONFORME NBR 6484/2020
14	P	2"	14						
15	P	2"	15						
16	P	2"	16						
17	P	2"	17						
18	P	2"	18						
19	P	2"	19						
20									

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

DATA EXECUÇÃO:
INICÍO: 19/01/2025
TÉRMINO: 20/01/2025

OBS:
Limite de sondagem: 12,15m
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

SONDADOR
Valdecir

GERENTE DE OBRAS
-

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

NÍVEL D'ÁGUA:
INICÍO: 9,00 m
TÉRMINO: 10,50 m

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO GEOMÉTRICO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-F1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-F1-001	Rev. 01
	Emissão: 30/03/2025	Folha: 2 / 39
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez R. Cordeiro- CREA/PR 83492/D	

Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO GEOMÉTRICO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT
01	30/03/2025	Mário Henrique - CREA PR-12450/D	Juarez R. Cordeiro- CREA/PR 83492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez R. Cordeiro- CREA/PR 83492/D	

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. PRINCIPAIS PREMISSAS 4
3. OPÇÕES DE RETORNOS 7
4. PROJETO GEOMÉTRICO 10
4.1. QUADRO HORIZONTAL 10
4.2. QUADRO VERTICAL 24

1. OBJETO

Através do presente documento, a **Afirma Evias Engenharia Viária**. apresenta à **EPR Litoral Pioneiro**, o embasamento geométrico para o desenvolvimento do projeto referente ao Ponto de Parada e Descanso – PPD, com o seu ponto de amarração e localização fixado após os estudos de localização no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti/PR.

No presente documento é apresentado o projeto geométrico executivo desenvolvido a partir das definições estabelecidas como premissas principais e conclusões observadas no projeto funcional e no anteprojeto. As características geométricas do PPD estão apresentadas no capítulo seguinte, precedidos de uma breve descrição.

2. PRINCIPAIS PREMISSAS

Para elaboração do projeto foi utilizado, como referência, as publicações do DNIT: Manual de Projeto de Rodovias Rurais (1999) IPR 706 e Manual de Projeto de Interseções (2005) IPR 718. No Programa de Exploração da Rodovia, existe uma classificação da via discriminada para cada trecho, bem como a caracterização do seu relevo, tais informações foram validadas e ratificadas com base no levantamento aerofotogramétrico recebido. Deste, foi possível caracterizar exatamente as velocidades diretrizes no ponto exato de implantação do PPD.

Para a Rodovia PR-092, na região de implantação, temos a velocidade regulamentada de 80 km/h, esta informação foi corroborada pela marcação da sinalização vertical levantada pela equipe de campo. Quanto à velocidade de entrada para o PPD, apresentará velocidade regulamentada de 40 km/h para as faixas de Desaceleração/Aceleração até a velocidade de parada (0 km/h) na portaria do PPD.

No trecho da rodovia foram consideradas as faixas de rolamento, acostamento e ombros de terraplenagem padrões para a classe da via, quais sejam, Faixas de

Rolamento com 3,50 m cada (condição existente), faixa de acostamento com 2,50 m e ombro com 1,50 m de largura; no segmento das Faixas de Desaceleração e Aceleração será implantada uma Faixa Adicional, com largura de 3,60 m, sem acostamento, porém com faixa de segurança de 1,20 m.

Conforme definido pela ANTT, Anexo I, a faixa de domínio da rodovia é de 70 m, sendo 45 m no sentido decrescente e 25 m no sentido crescente partindo do eixo atual da rodovia existente.

Como premissas de projeto, o PPD foi estudado em uma área de aproximadamente 22.000,0 m², sendo 200,00 m de comprimento e 100,00 m de largura, considerando a medida máxima dos taludes de projeto. Basicamente, para a largura das vias de acesso e internas ao PPD é de 8,00 m, suficiente para cruzamento de veículos de carga do Tipo Bitrem 9 eixos.

Quanto à declividade, foi projetada a declividade transversal do tipo “chapéu”, com inclinação de 1% para o lado da frente do PPD (junto a rodovia), e 0,5% para o lado dos fundos (oposto a rodovia).

As vagas de estacionamento foram posicionadas a 45 graus, totalizando 61 vagas para caminhões, sendo 42 vagas com 30 metros de comprimento (voltadas para veículos bitrem 9 eixos), e 19 vagas com 20 metros de comprimento (voltadas para veículos bitrem 7 eixos). Todas estas vagas possuem largura de 4 metros. Buscando atender eventuais serviços operacionais, visitantes e usuários, foram implantadas ainda 5 vagas para veículos de passeio, com dimensões de 6,00 m x 2,75 m.

Na tabela abaixo é indicado os tipos de pavimento e a espessura final a serem implantados em cada localidade do PPD, sendo área de pavimento do tipo flexível nas vias de acesso e externas ao PPD, pavimento rígido na área das vagas do PPD, conforme mostrado na planta de projeto.

Tabela 1 - Espessura total da estrutura de pavimento considerada.

Local	Estrutura de Pavimento
Acessos e Ruas Internas	36,0 cm
Estacionamento	40,0 cm

Tabela 2 – Premissas iniciais de projeto.

Características	Adotado	Parâmetro DNIT
Classe da Rodovia	1-B	1-B
Relevo da Região	Plano	Plano
Velocidade Diretriz (km/h)	80 km/h	80 km/h
Distância de Visibilidade de Parada (m)	60 m	60 m
Veículo de Projeto	Bitrem	Bitrem

Tabela 3 – Características geométricas de projeto.

Características	Local	Adotado		Parâmetro DNIT
		Rodovia	PPD	
Larguras	Pista	3,5	Variável	3,3
	Acostamento	2,5	-	2,0
	Ombro	1,5	1,50	1,5
Declividade Transversal Mínima		2,0%	1,5%	2,0%
Superelevação Máxima		8,0%	8,0%	8,0%
Taludes	Corte	1 : 1	1 : 1	1 : 1
	Aterro	1,5 : 1	1,5 : 1	1,5 : 1

Tabela 4 – Alinhamento horizontal.

Características	Adotado	Parâmetro DNIT
Raio Mínimo de Curvatura Horizontal (m)	-	80 m
Afastamento Lateral	1,50 m	1,50 m

Tabela 5 – Alinhamento vertical.

Características	Adotado	Parâmetro DNIT
K Mínimo - Concâva	-	4
K Mínimo – Convexo	4,53	2
Declividade Longitudinal Máxima – PPD	4,63%	8%
Gabarito Vertical	4,50m	4,50 m

3. OPÇÕES DE RETORNOS

O PPD projeto será construído em rodovia de pista simples e, por premissa, não permitirá que veículos cruzem a rodovia para o acesso ou saída do pátio. O acesso será exclusivo para veículos trafegando na pista sul, bem como a saída será direta também para a pista Sul. Esta condição será reforçada após a duplicação da rodovia no 5º ano da concessão, onde haverá um canteiro central entre as pistas.

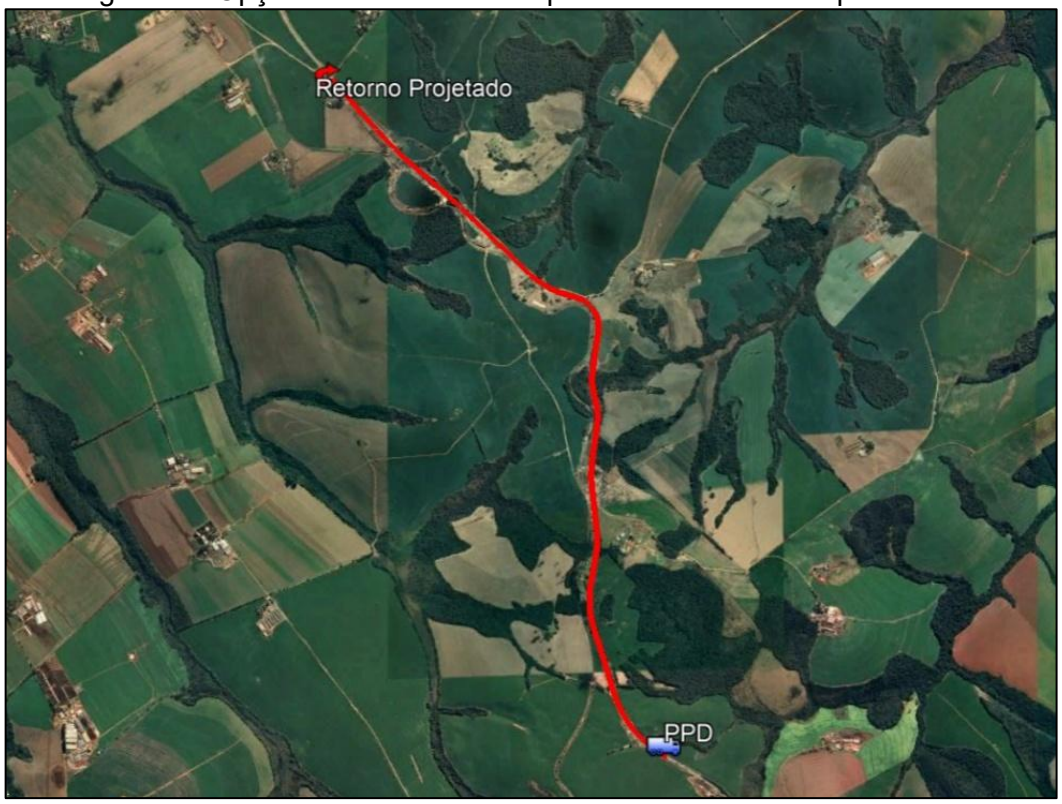
Assim, para motoristas que desejem acessar o PPD pela pista Norte, ou sair do PPD com direção ao Norte, deverão utilizar os retornos mais próximos, para garantir a segurança das conversões. Os retornos disponíveis são os seguintes:

Para os motoristas que trafegam na pista norte e desejam acessar o PPD, os mesmos poderão utilizar o retorno existente no km 218+500, a 8,85 km de distância. A Figura 1 apresenta o trajeto até o referido retorno.

Figura 1 – Opção de Retorno atual para os motoristas na pista Norte.

Existe previsão no PER para implantação de um dispositivo em desnível (Diamante com rotatórias) no km 216+000, a ser executado no 5º ano da concessão. Após a execução deste dispositivo, a opção de retorno para os motoristas da pista Norte passará a ser a nova obra, a uma distância de 6,8 km do PPD. A Figura 2 apresenta o trajeto até o dispositivo a ser implantado.

Figura 2 – Opção de Retorno futuro para os motoristas na pista Norte.



Na pista Sul, os motoristas saindo do PPD que desejam se direcionar à pista Norte deverão utilizar o dispositivo de retorno existente no km 203+930. A Figura 3 apresenta o trajeto de 5,74 km até o dispositivo. O PER da concessão prevê que seja executada uma melhoria deste dispositivo no 5º ano da concessão.

Figura 3 – Opção de Retorno para os motoristas na pista Sul.

4. PROJETO GEOMÉTRICO

4.1. QUADRO HORIZONTAL

ALINHAMENTO: PR-092 KM 209+650

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	104+64.000+0.000	7322050.422	623841.984
FIM:	104+71.000+10.817	7322131.115	623714.570
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+65.000+0.000	7322061.123	623825.087
	104+66.000+0.000	7322071.824	623808.191
	104+67.000+0.000	7322082.525	623791.294
	104+68.000+0.000	7322093.225	623774.398
	104+69.000+0.000	7322103.926	623757.501
	104+70.000+0.000	7322114.627	623740.605
	104+71.000+0.000	7322125.328	623723.708

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	150.817	ÂNGULO:	302° 20' 48.4482"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	104+71.000+10.817	7322131.115	623714.570
PI:		7322131.130	623714.547
CC:		7322300.021	623821.541
PT:	104+71.000+10.872	7322131.144	623714.524
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 00' 55.9243"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	199.930		
DESENVOLVIMENTO:	0.054	TANGENTE:	0.027
FLECHA:	0.000	AFASTAMENTO:	0.000

COMPRIM. CORDA:	0.054	AZIMUTE CORDA:	302° 21' 16.4009"
δ20:	02° 51' 56.8340"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	104+71.000+10.872	7322131.144	623714.524
FIM:	104+79.000+18.353	7322220.792	623573.055
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+72.000+0.000	7322136.030	623706.814
	104+73.000+0.000	7322146.735	623689.920
	104+74.000+0.000	7322157.441	623673.027
	104+75.000+0.000	7322168.146	623656.133
	104+76.000+0.000	7322178.852	623639.239
	104+77.000+0.000	7322189.557	623622.346
	104+78.000+0.000	7322200.263	623605.452
	104+79.000+0.000	7322210.968	623588.559

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	167.482	ÂNGULO:	302° 21' 44.3531"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	104+79.000+18.353	7322220.792	623573.055
PI:		7322220.807	623573.033
CC:		7322389.713	623680.100
PT:	104+79.000+18.407	7322220.821	623573.010
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 00' 55.3555"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	199.981		
DESENVOLVIMENTO:	0.054	TANGENTE:	0.027
FLECHA:	0.000	AFASTAMENTO:	0.000
COMPRIM. CORDA:	0.054	AZIMUTE CORDA:	302° 22' 12.0300"
δ20:	02° 51' 54.2085"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	104+79.000+18.407	7322220.821	623573.010
FIM:	104+84.000+13.676	7322271.838	623492.552
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+80.000+0.000	7322221.674	623571.665
	104+81.000+0.000	7322232.384	623554.774
	104+82.000+0.000	7322243.094	623537.883
	104+83.000+0.000	7322253.804	623520.992
	104+84.000+0.000	7322264.514	623504.102

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	95.269	ÂNGULO:	302° 22' 39.7086"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	104+84.000+13.676	7322271.838	623492.552
PI:		7322280.870	623478.171
CC:		7323339.949	624163.406
PCC:	104+86.000+7.639	7322290.287	623464.038
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+85.000+0.000	7322275.214	623487.205
	104+86.000+0.000	7322286.070	623470.408

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	01° 32' 34.0282"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	1261.312		
DESENVOLVIMENTO:	33.963	TANGENTE:	16.983
FLECHA:	0.114	AFASTAMENTO:	0.114
COMPRIM. CORDA:	33.962	AZIMUTE CORDA:	302° 54' 11.8473"
δ20:	00° 27' 15.3197"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+86.000+7.639	7322290.287	623464.038
PI:		7322299.878	623449.548
CC:		7322985.021	623923.940
PCC:	104+88.000+2.388	7322310.066	623435.471
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			

	104+87.000+0.000	7322297.186	623453.782
	104+88.000+0.000	7322308.669	623437.407

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	02° 23' 22.5583"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	833.167		
DESENVOLVIMENTO:	34.748	TANGENTE:	17.377
FLECHA:	0.181	AFASTAMENTO:	0.181
COMPRIM. CORDA:	34.746	AZIMUTE CORDA:	304° 41' 55.2895"
δ20:	00° 41' 15.6732"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+88.000+2.388	7322310.066	623435.471
PI:		7322320.635	623420.571
CC:		7322839.441	623810.952
PCC:	104+89.000+18.915	7322332.025	623406.288
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+89.000+0.000	7322320.449	623421.246

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	03° 13' 28.6804"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	649.017		
DESENVOLVIMENTO:	36.527	TANGENTE:	18.268
FLECHA:	0.257	AFASTAMENTO:	0.257
COMPRIM. CORDA:	36.522	AZIMUTE CORDA:	306° 57' 36.2814"
δ20:	00° 52' 58.1088"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+89.000+18.915	7322332.025	623406.288
PI:		7322342.156	623393.891
CC:		7324037.499	624799.942
PCC:	104+91.000+10.934	7322352.466	623381.642
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+90.000+0.000	7322332.712	623405.448
	104+91.000+0.000	7322345.445	623390.025

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 49' 58.6619"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	2202.479		
DESENVOLVIMENTO:	32.019	TANGENTE:	16.010
FLECHA:	0.058	AFASTAMENTO:	0.058
COMPRIM. CORDA:	32.019	AZIMUTE CORDA:	309° 40' 15.5207"
δ20:	00° 15' 36.5122"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+91.000+10.934	7322352.466	623381.642
PI:		7322358.883	623374.252
CC:		7323805.150	624643.099
PCC:	104+92.000+10.510	7322365.376	623366.927
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+92.000+0.000	7322358.426	623374.811

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 34' 58.7545"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	1923.946		
DESENVOLVIMENTO:	19.576	TANGENTE:	9.788
FLECHA:	0.025	AFASTAMENTO:	0.025
COMPRIM. CORDA:	19.576	AZIMUTE CORDA:	311° 15' 40.7612"
δ20:	00° 17' 52.0927"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+92.000+10.510	7322365.376	623366.927
PI:		7322369.886	623362.006
CC:		7323382.352	624299.038
PT:	104+93.000+3.858	7322374.442	623357.130
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+93.000+0.000	7322371.812	623359.953

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 33' 15.8012"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	1379.519		
DESENVOLVIMENTO:	13.348	TANGENTE:	6.674

FLECHA:	0.016	AFASTAMENTO:	0.016
COMPRIM. CORDA:	13.348	AZIMUTE CORDA:	312° 47' 02.6138"
δ20:	00° 24' 55.1935"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	104+93.000+3.858	7322374.442	623357.130
FIM:	104+93.000+16.105	7322382.881	623348.255
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	12.247	ÂNGULO:	313° 33' 13.8145"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	104+93.000+16.105	7322382.881	623348.255
PI:		7322396.340	623334.187
CC:		7322969.255	623909.290
PCC:	104+95.000+15.036	7322410.459	623320.782
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	104+94.000+0.000	7322385.580	623345.447
	104+95.000+0.000	7322399.652	623331.235

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	02° 44' 54.7697"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	811.539		
DESENVOLVIMENTO:	38.930	TANGENTE:	19.469
FLECHA:	0.233	AFASTAMENTO:	0.233
COMPRIM. CORDA:	38.927	AZIMUTE CORDA:	315° 06' 32.9753"
δ20:	00° 42' 21.6508"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+95.000+15.036	7322410.459	623320.782
PI:		7322419.386	623312.477
CC:		7324019.688	625050.659
PCC:	104+96.000+19.420	7322428.398	623304.266

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	104+96.000+0.000	7322414.097	623317.404

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 35' 28.8115"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	2362.646		
DESENVOLVIMENTO:	24.384	TANGENTE:	12.192
FLECHA:	0.031	AFASTAMENTO:	0.031
COMPRIM. CORDA:	24.384	AZIMUTE CORDA:	317° 21' 53.9005"
δ20:	00° 14' 33.0248"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	104+96.000+19.420	7322428.398	623304.266
PI:		7322435.864	623297.818
CC:		7324468.617	625666.766
PT:	104+97.000+19.150	7322443.371	623291.417

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	104+97.000+0.000	7322428.837	623303.887

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	00° 21' 43.7175"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	3121.522		
DESENVOLVIMENTO:	19.730	TANGENTE:	9.865
FLECHA:	0.016	AFASTAMENTO:	0.016
COMPRIM. CORDA:	19.730	AZIMUTE CORDA:	319° 22' 03.6678"
δ20:	00° 11' 00.7828"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	7322223.706	623474.573
FIM:	0.000+5.377	7322228.247	623477.453

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	5.377	ÂNGULO:	32° 22' 39.7086"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	0.000+5.377	7322228.247	623477.453
PI:		7322233.576	623480.832
CC:		7322261.180	623425.514
PCC:	0.000+17.953	7322239.480	623483.058

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	11° 42' 57.0686"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	61.500		
DESENVOLVIMENTO:	12.576	TANGENTE:	6.310
FLECHA:	0.321	AFASTAMENTO:	0.323
COMPRIM. CORDA:	12.554	AZIMUTE CORDA:	26° 31' 11.1743"
δ20:	09° 18' 58.9928"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	0.000+17.953	7322239.480	623483.058
PI:		7322256.346	623489.418
CC:		7322252.712	623447.970
PT:	2.000+11.558	7322271.848	623480.220

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	1.000+0.000	7322241.414	623483.728
	2.000+0.000	7322261.163	623484.506

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	51° 20' 41.7244"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	37.500		
DESENVOLVIMENTO:	33.605	TANGENTE:	18.025
FLECHA:	3.702	AFASTAMENTO:	4.107
COMPRIM. CORDA:	32.492	AZIMUTE CORDA:	354° 59' 21.7778"
δ20:	15° 16' 43.9483"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	7322219.383	623481.300
FIM:	0.000+4.800	7322223.421	623483.895

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	4.800	ÂNGULO:	32° 43' 34.7631"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	0.000+4.800	7322223.421	623483.895
PI:		7322228.765	623487.244
CC:		7322190.766	623536.009
PCC:	0.000+17.370	7322233.319	623491.608

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	11° 42' 37.6667"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	61.500		
DESENVOLVIMENTO:	12.570	TANGENTE:	6.307
FLECHA:	0.321	AFASTAMENTO:	0.323
COMPRIM. CORDA:	12.548	AZIMUTE CORDA:	37° 55' 36.3210"
δ20:	09° 18' 58.9929"		

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PCC:	0.000+17.370	7322233.319	623491.608
PI:		7322248.416	623506.077
CC:		7322207.372	623518.682
PT:	2.000+15.521	7322244.042	623526.526

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	1.000+0.000	7322235.152	623493.493
	2.000+0.000	7322244.100	623511.115

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	58° 17' 30.6274"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	37.500		
DESENVOLVIMENTO:	38.152	TANGENTE:	20.912
FLECHA:	4.748	AFASTAMENTO:	5.437
COMPRIM. CORDA:	36.528	AZIMUTE CORDA:	72° 55' 40.4680"
δ20:	15° 16' 43.9483"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	Este
INÍCIO:	0,000+0,000	7322225.787	623471.334
FIM:	0,000+15.596	7322212.616	623462.983

ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
COMPRIMENTO:	15.596	ÂNGULO:	212° 22' 39,7086"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	Este
Computador:	0,000+15.596	7322212.616	623462.983
PI:		7322170.646	623436.371
CC:		7322185.841	623505.210
PT:	4.000+13.831	7322143.778	623478.178

ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:

	1.000+0,000	7322208.798	623460.791
	2.000+0,000	7322189.688	623455.358
	3.000+0,000	7322169.971	623457.795
	4.000+0,000	7322152.760	623467.718

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
CA:	89° 39' 02.0499"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	50.000		
DESENVOLVIMENTO:	78.235	TANGENTE:	49.696
FLECHA:	14.537	AFASTAMENTO:	20.496
COMPRIM. CORDA:	70.495	CORDA AZIMUTE:	167° 33' 08.6837"
δ20:	11° 27' 32.9612"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	Este
INÍCIO:	4.000+13.831	7322143.778	623478.178

FIM:	9.000+18.865	7322086.993	623566.538
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:			
	5.000+0,000	7322140.443	623483.368
	6.000+0,000	7322129.630	623500.193
	7.000+0,000	7322118.817	623517.018
	8.000+0,000	7322108.004	623533.843
	9.000+0,000	7322097.192	623550.668

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
COMPRIMENTO:	105.034	ÂNGULO:	122° 43' 37,6587"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	Este
Computador:	9.000+18.865	7322086.993	623566.538
PI:		6475061.942	1941570.593
CC:		7322102.787	623576.688
PT:	12.000+17.846	7322118.581	623586.838
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:			
	10.000+0,000	7322086.408	623567.511
	11.000+0,000	7322086.826	623586.574
	12.000+0,000	7322103.707	623595.440

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
CA:	180° 00' 04.9256"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	18.774		
DESENVOLVIMENTO:	58.981	TANGENTE:	1566711.884
FLECHA:	18.774	AFASTAMENTO:	1566730.658
COMPRIM. CORDA:	37.548	CORDA AZIMUTE:	32° 43' 35.1959"
δ20:	30° 31' 06.4852"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	Este
INÍCIO:	12.000+17.846	7322118.581	623586.838
FIM:	19.000+1.776	7322185.580	623482.579
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:			
	13.000+0,000	7322119.745	623585.026
	14.000+0,000	7322130.558	623568.201
	15.000+0,000	7322141.370	623551.375

	16.000+0,000	7322152.183	623534.550
	17.000+0,000	7322162.995	623517.724
	18.000+0,000	7322173.807	623500.899
	19.000+0,000	7322184.620	623484.074

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
COMPRIMENTO:	123.930	ÂNGULO:	302° 43' 32,7331"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	Este
Computador:	19.000+1.776	7322185.580	623482.579
PI:		7322193.689	623469.961
CC:		7322198.199	623490.689
PT:	20.000+5.337	7322206.307	623478.069
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:			
	20.000+0,000	7322201.403	623476.035

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
CA:	89° 59' 50,0878"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	15.000		
DESENVOLVIMENTO:	23.561	TANGENTE:	14.999
FLECHA:	4.393	AFASTAMENTO:	6.213
COMPRIM. CORDA:	21.213	CORDA AZIMUTE:	347° 43' 27.7770"
δ20:	38° 11' 49,8708"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	Este
INÍCIO:	20.000+5.337	7322206.307	623478.069
FIM:	20.000+18.085	7322217.032	623484.960
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:			

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALENTIA	PARÂMETRO	VALENTIA
COMPRIMENTO:	12.748	ÂNGULO:	32° 43' 22.8209"

4.2. QUADRO VERTICAL

ALINHAMENTO VERTICAL: PR-092 KM 209+650

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+64.000+0.000	920.649
FIM:	104+64.000+12.611	920.803

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	12.611
GRADE:	1.224%

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+64.000+12.611	920.803
FIM:	104+65.000+12.240	921.317

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	19.629
GRADE:	2.619%

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+65.000+12.240	921.317
FIM:	104+67.000+0.422	921.684
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	104+66.000+0.000	921.418

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	28.182
GRADE:	1.301%

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+65.000+15.422	921.358
PIV:	104+68.000+5.422	922.009
FIM:	104+70.000+15.422	922.371
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+23.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	
	5+24.000+0.000	

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	1.301%	
RAMPA POSTERIOR:	0.724%	
COMPRIMENTO L1:	50.000	
COMPRIMENTO L2:	50.000	
K1:	173.525	
K2:	173.525	
e:	0.072	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+69.000+10.422	922.190
FIM:	104+71.000+13.275	922.500
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	104+69.000+0.000	922.108
	104+70.000+0.000	922.259
	104+71.000+0.000	922.404

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	42.853
GRADE:	0.724%

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+71.000+13.275	922.500
FIM:	104+72.000+13.581	922.793
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	104+72.000+0.000	922.597

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	20.306
GRADE:	1.442%

CURVA VERTICAL CÔNCAVA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+72.000+13.581	922.793
PIV:	104+75.000+3.581	923.514
FIM:	104+77.000+13.581	925.334
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	104+73.000+0.000	922.890

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR
RAMPA ANTERIOR:	1.442%
RAMPA POSTERIOR:	3.641%
COMPRIMENTO:	100.000
K:	45.485
e:	0.275

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	104+77.000+13.581	925.334
FIM:	104+97.000+19.150	940.100
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	104+76.000+0.000	924.236
	104+77.000+0.000	924.860
	104+78.000+0.000	925.568
	104+79.000+0.000	926.296
	104+80.000+0.000	927.024
	104+81.000+0.000	927.752
	104+82.000+0.000	928.481
	104+83.000+0.000	929.209
	104+84.000+0.000	929.937
	104+85.000+0.000	930.665
	104+86.000+0.000	931.393
	104+87.000+0.000	932.121
	104+88.000+0.000	932.849
	104+89.000+0.000	933.577
	104+90.000+0.000	934.306
	104+91.000+0.000	935.034
	104+92.000+0.000	935.762
	104+93.000+0.000	936.490
	104+94.000+0.000	937.218
	104+95.000+0.000	937.946
	104+96.000+0.000	938.674
	104+97.000+0.000	939.403

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	405.569	
GRADE:	3.641%	

ALINHAMENTO VERTICAL: FAIXA DE DESACELERAÇÃO

ESTAS: 0,000+0,000 À 2,000+11.558

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0,000+0,000	930.481
FIM:	1.000+5.779	930.266
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:		
	1.000+0,000	930.314

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALENTIA	
COMPRIMENTO:	25.779	
NOTA:	-0,834%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	1.000+5.779	930.266
FIM:	2.000+11.558	930.853
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:		
	2.000+0,000	930.590

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALENTIA	
COMPRIMENTO:	25.779	
NOTA:	2,279%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0,000+0,001	930.478
FIM:	1.000+7.761	929.782
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:		
	1.000+0,000	929.977

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALENTIA	
COMPRIMENTO:	27.760	
NOTA:	-2,508%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	1.000+7.761	929.782
FIM:	2.000+15.521	928.886
ESTACAS INTERMEDIÁRIAS:		
	2.000+0,000	929.387

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALENTIA	
COMPRIMENTO:	27.760	
NOTA:	-3,228%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.000	930.500
FIM:	0.000+0.596	930.531

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	0.596
GRADE:	5.258%

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.596	930.531
PIV:	0.000+15.596	931.320
FIM:	1.000+10.596	931.865
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	1.000+0.000	931.449

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR
RAMPA ANTERIOR:	5.258%
RAMPA POSTERIOR:	3.631%
COMPRIMENTO:	30.000
K:	18.445
e:	-0.061

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	1.000+10.596	931.865
FIM:	1.000+14.428	932.004

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	3.832
GRADE:	3.631%

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	1.000+14.428	932.004
PIV:	2.000+4.428	932.367
FIM:	2.000+14.428	932.473
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	2.000+0.000	932.186

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR
RAMPA ANTERIOR:	3.631%
RAMPA POSTERIOR:	1.061%
COMPRIMENTO:	20.000
K:	7.780
e:	-0.064

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	2.000+14.428	932.473
FIM:	3.000+18.831	932.732
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	3.000+0.000	932.532

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	24.403
GRADE:	1.061%

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	3.000+18.831	932.732
PIV:	4.000+13.831	932.891
FIM:	5.000+8.831	932.436
PONTO ALTO:	4.000+6.598	932.773
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	4.000+0.000	932.743

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR
RAMPA ANTERIOR:	1.061%

RAMPA POSTERIOR:	-3.036%
COMPRIMENTO:	30.000
K:	7.323
e:	-0.154

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	5.000+8.831	932.436
FIM:	9.000+19.897	929.671
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	5.000+0.000	932.650
	6.000+0.000	932.097
	7.000+0.000	931.489
	8.000+0.000	930.882
	9.000+0.000	930.275

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	91.066	
GRADE:	-3.036%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	9.000+19.897	929.671
FIM:	11.000+8.339	929.571
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	10.000+0.000	929.671

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	28.442	
GRADE:	-0.351%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	11.000+8.339	929.571
FIM:	12.000+16.781	929.671
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	12.000+0.000	929.612

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	28.442	
GRADE:	0.352%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	12.000+16.781	929.671
FIM:	13.000+3.781	929.631

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	7.001	
GRADE:	-0.569%	

CURVA VERTICAL CÔNCAVA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	13.000+1.281	929.646
PIV:	13.000+6.281	929.617
FIM:	13.000+16.281	929.955
	0.000+0.000	NaN
	0.000+0.000	NaN
	0.000+0.000	NaN
	0.000+0.000	NaN
	0.000+0.000	NaN
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-0.569%	
RAMPA POSTERIOR:	3.375%	
COMPRIMENTO L1:	5.000	
COMPRIMENTO L2:	10.000	
K1:	1.902	
K2:	7.607	
e:	0.066	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	13.000+8.781	929.702
FIM:	17.000+4.710	932.264
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	14.000+0.000	930.080
	15.000+0.000	930.755
	16.000+0.000	931.430

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	75.929	
GRADE:	3.375%	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	17.000+4.710	932.264
FIM:	17.000+12.983	932.452

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	8.273	
GRADE:	2.269%	

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	17.000+10.983	932.406

PIV:	17.000+14.983	932.497
FIM:	17.000+18.983	932.530
	0.000+0.000	930.500
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	2.269%	
RAMPA POSTERIOR:	0.836%	
COMPRIMENTO L1:	4.000	
COMPRIMENTO L2:	4.000	
K1:	5.584	
K2:	5.584	
e:	0.014	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	17.000+16.983	932.514
FIM:	18.000+2.880	932.563

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	

COMPRIMENTO:	5.896
GRADE:	0.836%

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	18.000+2.880	932.563
FIM:	18.000+3.889	932.586

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	1.009
GRADE:	2.236%

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	18.000+2.889	932.563
PIV:	18.000+4.889	932.608
FIM:	18.000+6.889	932.599
PONTO ALTO:	18.000+5.558	932.604
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

	2.000+0.000	932.186

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	2.236%	
RAMPA POSTERIOR:	-0.444%	
COMPRIMENTO L1:	2.000	
COMPRIMENTO L2:	2.000	
K1:	1.492	
K2:	1.492	
e:	0.013	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	18.000+5.889	932.604
FIM:	18.000+8.991	932.590

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	3.102	
GRADE:	-0.444%	

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	18.000+7.491	932.596
PIV:	18.000+10.491	932.583
FIM:	18.000+13.491	932.516
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	2.000+0.000	932.186

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-0.444%	
RAMPA POSTERIOR:	-2.245%	
COMPRIMENTO L1:	3.000	
COMPRIMENTO L2:	3.000	
K1:	3.332	
K2:	3.332	
e:	0.014	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	18.000+11.991	932.549
FIM:	19.000+4.519	932.268

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	12.528	
GRADE:	-2.245%	

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	19.000+1.519	932.336
PIV:	19.000+7.519	932.201
FIM:	19.000+13.519	931.867
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449

	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	1.000+0.000	931.449
	2.000+0.000	932.186
	2.000+0.000	932.186

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL ASSIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-2.245%	
RAMPA POSTERIOR:	-5.565%	
COMPRIMENTO L1:	6.000	
COMPRIMENTO L2:	6.000	
K1:	3.615	
K2:	3.615	
e:	0.050	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	19.000+10.519	932.034
FIM:	20.000+18.085	930.500
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	20.000+0.000	931.506

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	27.566	
GRADE:	-5.565%	

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-G1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-G1-001	Rev. 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 320
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE TERRAPLENAGEM		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT
01	11/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. PRINCIPAIS PREMISSAS 4
3. PROJETO GEOMÉTRICO 5
3.1. QUADRO DE VOLUMES – RUA INTERNA PPD 5
3.2. QUADRO DE VOLUMES – FAIXA DE DESACELERAÇÃO 5
3.3. QUADRO DE VOLUMES – FAIXA DE ACELERAÇÃO 6
3.4. QUADRO DE VOLUMES – CANTEIRO CENTRAL 6
3.5. QUADRO DE VOLUMES – BOTA-FORA 6
4. ÁREA DE BOTA-FORA 7

1. OBJETO

Através do presente documento, a **Afirma Evias Engenharia Viária**. apresenta à **EPR Litoral Pioneiro**, o embasamento do projeto de terraplenagem, volume de de terra necessária para o desenvolvimento do anteprojeto referente ao Ponto de Parada e Descanso – PPD, com o seu ponto de amarração e localização fixado após os estudos de localização no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti/PR.

No presente documento são apresentados os dados de Volumes de Materiais, necessários para implantação do PPD, desenvolvido a partir das definições estabelecidas como premissas principais e conclusões observadas no projeto funcional. As características geométricas de volumes para o PPD, estão apresentadas no capítulo seguinte, precedidos de uma breve descrição.

2. PRINCIPAIS PREMISSAS

Os dados referentes aos volumes necessários para o projeto da Área de Implantação são apresentados neste Memorial Descritivo. Os volumes foram calculados por meio de software específico, com o objetivo de viabilizar a implantação do Projeto do Ponto de Parada e Descanso (PPD).

3. PROJETO GEOMÉTRICO

Conforme apresentado pelos eixos do projeto geométrico em relatório próprio, são apresentados os Quadros de Volumes do estaqueamento.

3.1. QUADRO DE VOLUMES – RUA INTERNA PPD

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+0.000	0	102.96	0	0	0	0	0	0	0	0
1+0.000	10	84.74	1114.34	1114.34	0	0	1114.34	1114.34	0	1114.34
2+0.000	10	153.8	1001.2	1001.2	0	0	2115.54	2115.54	0	2115.54
3+0.000	10	202.15	1740.15	1740.15	0	0	3855.69	3855.69	0	3855.69
4+0.000	10	225.49	2246.99	2246.99	0	0	6102.68	6102.68	0	6102.68
5+0.000	10	204.21	2459.11	2459.11	0	0	8561.79	8561.79	0	8561.79
6+0.000	10	129.18	2171.28	2171.28	1.37	1.37	10733.07	10733.07	1.37	10731.7
7+0.000	10	63.99	1355.79	1355.79	7.09	20.79	12088.86	12088.86	22.16	12066.7
8+0.000	10	29.5	669.4	669.4	32.67	103.57	12758.26	12758.26	125.73	12632.53
9+0.000	10	16.82	311.82	311.82	63.71	390.41	13070.08	13070.08	516.14	12553.94
10+0.000	10	13.03	181.23	181.23	97.25	734.35	13251.31	13251.31	1250.49	12000.82
11+0.000	10	4.92	135.22	135.22	66.63	1039.13	13386.53	13386.53	2289.62	11096.91
12+0.000	10	5.68	54.88	54.88	100.48	766.78	13441.41	13441.41	3056.4	10385.01
13+0.000	10	7.97	64.77	64.77	151.02	1155.82	13506.18	13506.18	4212.22	9293.96
14+0.000	10	7.75	87.45	87.45	107.28	1617.48	13593.63	13593.63	5829.7	7763.93
15+0.000	10	7.57	85.07	85.07	82.46	1155.26	13678.7	13678.7	6984.96	6693.74
16+0.000	10	8.43	84.13	84.13	63.23	887.83	13762.83	13762.83	7872.79	5890.04
17+0.000	10	9.57	93.87	93.87	41.73	674.03	13856.7	13856.7	8546.82	5309.88
18+0.000	10	21.18	116.88	116.88	21.82	439.12	13973.58	13973.58	8985.94	4987.64
19+0.000	10	100.12	311.92	311.92	0	218.2	14285.5	14285.5	9204.14	5081.36
20+0.000	10	103.03	1104.23	1104.23	0	0	15389.73	15389.73	9204.14	6185.59
20+18.083	9.04	103.38	1133.68	1133.68	0	0	16523.41	16523.41	9204.14	7319.27

3.2. QUADRO DE VOLUMES – FAIXA DE DESACELERAÇÃO

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
300+0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301+0.000	10	1.14	11.37	11.37	0	0	11.37	11.37	0	11.37
302+0.000	10	4.39	55.34	55.34	3.51	35.27	66.71	66.71	35.27	31.44
303+0.000	10	4.75	91.4	91.4	1.15	46.85	158.11	158.11	82.12	75.99
304+0.000	10	5.16	98.85	98.85	2.4	35.89	256.96	256.96	118.01	138.94
305+0.000	10	5.16	103.14	103.14	2.44	48.58	360.1	360.1	166.59	193.5
306+0.000	10	5.11	102.63	102.63	2.72	51.74	462.73	462.73	218.33	244.4
307+0.000	10	4.87	99.66	99.66	3.11	58.5	562.39	562.39	276.83	285.56
308+0.000	10	5.19	100.65	100.65	2.81	58.84	663.04	663.04	335.66	327.38
309+0.000	10	3.25	86.95	86.95	2.83	54.33	749.99	749.99	390	360
310+0.000	10	62.45	667.64	667.64	0	27.41	1417.63	1417.63	417.41	1000.23
311+0.000	10	68.21	1317.19	1317.19	0	0	2734.83	2734.83	417.41	2317.42
311+4.890	2.45	69.31	336.28	336.28	0	0	3071.11	3071.11	417.41	2653.7

3.3. QUADRO DE VOLUMES – FAIXA DE ACELERAÇÃO

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
400+0.000	0	52.06	0	0	0	0	0	0	0	0
401+0.000	10	49.14	1041.16	1041.16	0	0	1041.16	1041.16	0	1041.16
402+0.000	10	4.85	566.78	566.78	4.52	50.33	1607.94	1607.94	50.33	1557.61
403+0.000	10	4.79	96.98	96.98	3.76	83.92	1704.92	1704.92	134.25	1570.68
404+0.000	10	4.67	95.29	95.29	2.49	61.08	1800.21	1800.21	195.33	1604.88
405+0.000	10	5.02	96.89	96.89	1.56	40.53	1897.09	1897.09	235.86	1661.23
406+0.000	10	4.84	98.65	98.65	0.76	23.18	1995.74	1995.74	259.05	1736.7
407+0.000	10	4.14	89.87	89.87	3.87	46.3	2085.61	2085.61	305.35	1780.26
408+0.000	10	4.1	82.43	82.43	5.76	96.33	2168.04	2168.04	401.68	1766.36
409+0.000	10	4.07	81.71	81.71	3.22	89.82	2249.75	2249.75	491.49	1758.25
410+0.000	10	4.67	87.36	87.36	9.61	128.31	2337.11	2337.11	619.8	1717.31
411+0.000	10	4.29	89.55	89.55	3.78	133.91	2426.67	2426.67	753.71	1672.96
412+0.000	10	4.08	83.54	83.54	0.67	44.8	2510.21	2510.21	798.51	1711.7
413+0.000	10	3.37	74.48	74.48	0.73	13.98	2584.69	2584.69	812.49	1772.21
414+0.000	10	0.9	42.66	42.66	0	7.28	2627.35	2627.35	819.77	1807.58
414+18.353	9.18	0	8.26	8.26	0	0	2635.61	2635.61	819.77	1815.84

3.4. QUADRO DE VOLUMES – CANTEIRO CENTRAL

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
10482+4.223	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0
10482+10.000	2.89	1.56	4.62	4.62	0	0	4.62	4.62	0	4.62
10483+0.000	5	3.27	24.15	24.15	2.98	14.88	28.77	28.77	14.88	13.89
10483+10.000	5	20.14	117.01	117.01	6.35	46.64	145.78	145.78	61.52	84.26
10484+0.000	5	128.35	742.42	742.42	4.22	52.84	888.2	888.2	114.37	773.84
10484+10.000	5	10.31	693.31	693.31	5.91	50.64	1581.52	1581.52	165	1416.52
10485+0.000	5	2.82	65.68	65.68	0.99	34.49	1647.2	1647.2	199.49	1447.71
10485+10.000	5	0.61	17.15	17.15	0	4.94	1664.35	1664.35	204.44	1459.91
10485+12.378	1.19	0	0.72	0.72	0	0	1665.07	1665.07	204.44	1460.63

3.5. QUADRO DE VOLUMES – BOTA-FORA

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+0.000	0	0	0	0	6.92	0	0	0	0	0
1+0.000	10	0	0	0	19.31	262.33	0	0	262.33	-262.33
2+0.000	10	0	0	0	31.35	506.63	0	0	768.96	-768.96
3+0.000	10	0	0	0	29.76	611.12	0	0	1380.08	-1380.08
4+0.000	10	0	0	0	44.46	742.2	0	0	2122.28	-2122.28
5+0.000	10	0	0	0	23.15	676.11	0	0	2798.39	-2798.39
6+0.000	10	0	0	0	18.18	413.3	0	0	3211.69	-3211.69
7+0.000	10	0	0	0	9.71	278.86	0	0	3490.55	-3490.55
8+0.000	10	0	0	0	10.91	206.22	0	0	3696.77	-3696.77
9+0.000	10	0	0	0	10.53	214.8	0	0	3911.57	-3911.57
10+0.000	10	0	0	0	13.18	238.27	0	0	4149.84	-4149.84
11+0.000	10	0	0	0	24.18	373.88	0	0	4523.72	-4523.72
12+0.000	10	0	0	0	28.34	525.17	0	0	5048.88	-5048.88

4. ÁREA DE BOTA-FORA

Como evidenciado no quadro de volumes – bota-fora, o projeto do PPD implica em uma movimentação de terra com excedente de material, totalizando um volume de 5.048,88 m³, a ser destinado à área de bota-fora. Esse volume de material é proveniente da área de limpeza e destocamento.

A área de bota-fora escolhida está situada a uma distância média de 400 a 500 metros da área de implantação do PPD. Trata-se de uma área de caixa de empréstimo, já explorada no passado, e completamente coberta dentro da faixa de domínio da rodovia.

As figuras 01 e 02 apresentam uma delimitação da área de bota-fora e a distância em relação à obra do PPD. A área útil possui cerca de 3.821,17 m², com uma extensão de 120 m e seção transversal variável, conforme a nota de serviço do bota-fora, respeitando o mínimo de 5 metros de distância do bordo da futura duplicação.

Figura 01 - Vista da área de bota-fora em relação ao PPD.

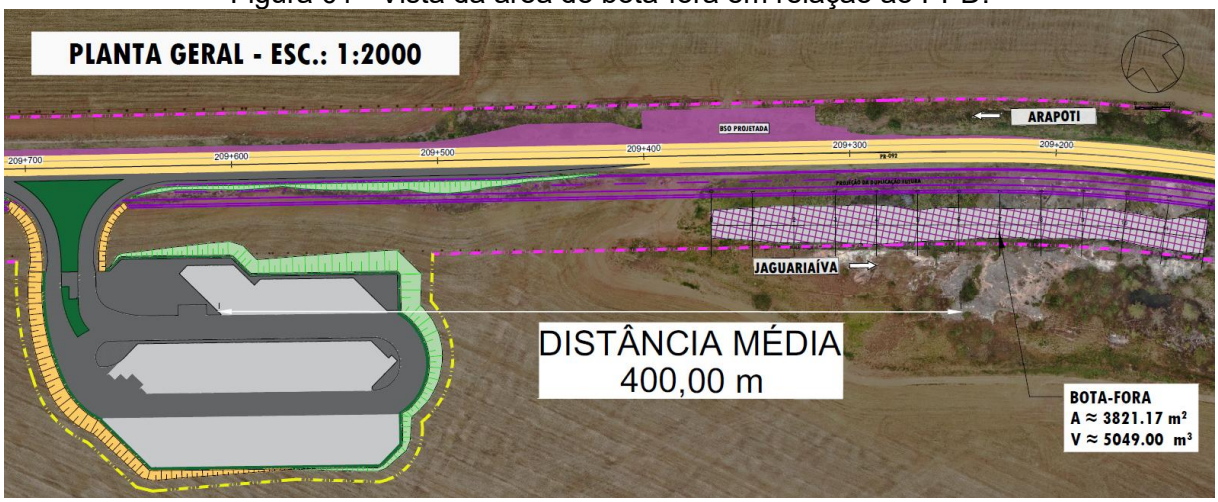
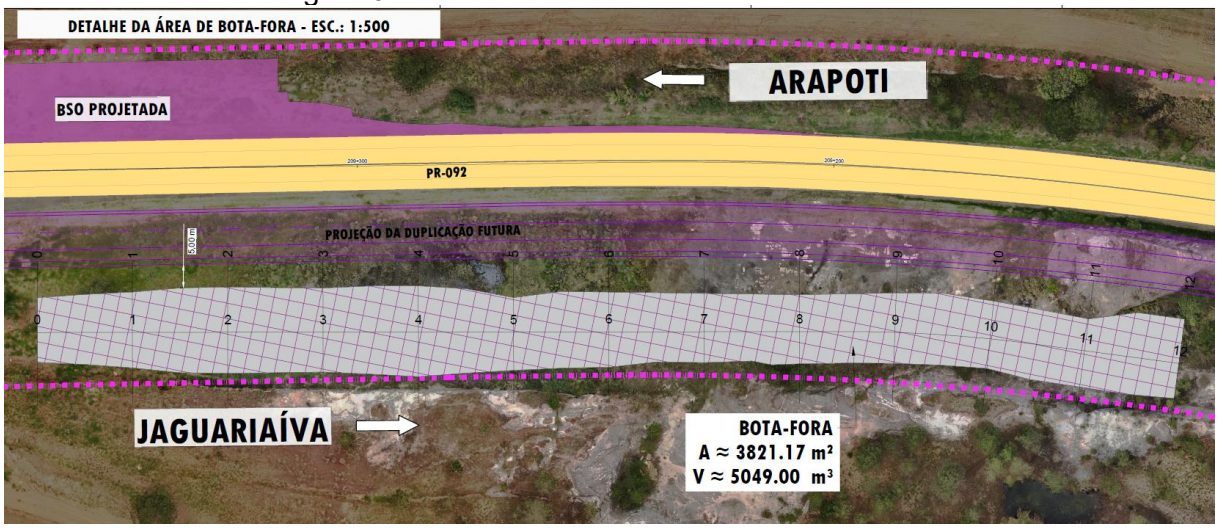
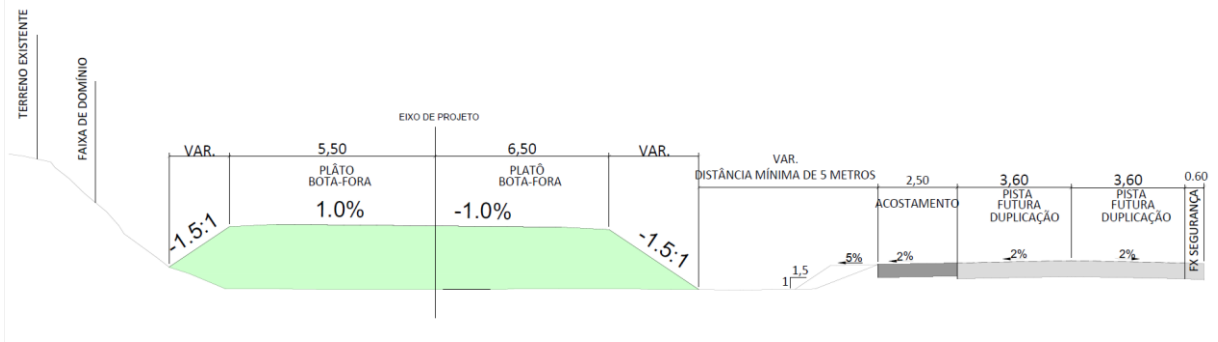


Figura 02 - Vista da área de bota-fora selecionada.



A Figura 03 apresenta seções transversais típicas da área de bota-fora, exemplificando a execução do aterro com o material excedente da movimentação de terra do PPD. O taludamento deve possuir inclinação de 1.5:1.0, com alturas variáveis. Aos fundos, no limite da faixa de domínio, recomenda-se a conformação com o talude rochoso existente.

Figura 03 - Vista da área de bota-fora selecionada.



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

Autorização de Operação - Retificação Nº 20606393/2024 (20606393)

VALIDADE: 5 (cinco) anos

(*A partir da assinatura*)

Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO ANTONIO DE AGOSTINHO MENDONÇA**, **Presidente**, em 27/09/2024, às 18:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ibama.gov.br/autenticidade, informando o código verificador **20606393** e o código CRC **0989D468**.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Ibama), no uso das atribuições que lhe conferem o Decreto, de n. 12.130, de 7 de agosto de 2024, que aprovou a Estrutura Regimental do Ibama, e nos incisos IX, X e XI do art. 195, do Regimento Interno do Ibama, aprovado pela Portaria nº 92, de 14 de setembro de 2022, resolve:

EMPRESA: EPR LITORAL PIONEIRO S.A.
CNPJ: 51.137.031/0001-20
ENDEREÇO: Avenida Brigadeiro Faria Lima, nº 1188 **BAIRRO:** Jardim Paulistano
CEP: 01451-001 **CIDADE:** São Paulo **UF:** SP
TELEFONE: (41) 99701-1910 / (41) 99701-1660
NÚMERO DO PROCESSO: 02001.042416/2023-15

Para a(s) rodovia(s) do Lote 2 - PR, conforme Contrato de Concessão ANTT nº 02/2023:

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) (J AGUARIAÍVA)) ao km 327,30 (ENTR. BR153(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.

Esta Autorização de Operação contempla a operação e execução das seguintes atividades rodoviárias:

I - manutenção;

II - melhoramento;

III - instalação de estruturas de apoio, canteiros de obras, áreas de empréstimo e de deposição necessárias à execução das atividades descritas nos incisos I, II e IV;

IV - ações urgentes ou emergenciais; e

V - manejo de fauna necessário à operação da rodovia e à execução das atividades descritas nos incisos I a IV, sendo vedada a coleta de fauna silvestre para fins de coleção.

CONDIÇÕES GERAIS

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 nº 60/2015 ou no Art. 5º da Resolução CONAMA nº 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 nº 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.

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

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 nº 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 Nº 9/2020/COTRA/CGLIN/DILIC, de 01 de junho de 2020 (SEI 12434851), implementando-se o disposto na NOTA TÉCNICA Nº 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-d o-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; e

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.

2.10 Apresentar, até o último dia de fevereiro de cada ano, o Relatório de Comunicação de Obras e Intervenções (RCOI), contendo 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 nº 60/2015 e os critérios dispostos no Artigo 5º da Resolução CONAMA nº 428/2010, emitidas posteriormente, se for o caso, a data de emissão desta Autorização.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-N1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-N1-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 13
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Mário Henrique Furtado Andrade / CREA PR 12.450/D	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Ritcher Cordeiro / CREA 83.492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D		
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4

2. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS 4

3. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS 5

3.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 6

3 2. TERRAS INDÍGENAS, QUILOMBOLAS E COMUNIDADES TRADICINAIS 7

3.3. SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E BENS CULTURAIS ACAUTELADOS 8

3.4. CAVIDADES NATURAIS 8

3.5. BIOMAS E COBERTURA VEGETAL 9

3.5.1. Remanescentes de Vegetação Nativas e Exemplares Arbóreos 10

3.6. HIDROGRAFIA E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE 10

3.7. CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO 11

3.8. DESAPROPRIAÇÕES 11

4. CONTEXTO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL 12

ANEXO A – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES 13

1. INTRODUÇÃO

O presente documento técnico tem por objetivo apresentar o relatório final referente ao desenvolvimento do projeto executivo do Posto de Parada e Descanso de caminhoneiros - PPD, localizada na Rodovia PR-092 – km 209+650, em Arapoti/PR.

As informações ora apresentadas seguiram as diretrizes estabelecidas pela Portaria SUINF nº 28/2019 e seu Anexo I – Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos de Rodovias – Rev. 01, considerando o disposto na legislação ambiental e determinações dos órgãos ambientais.

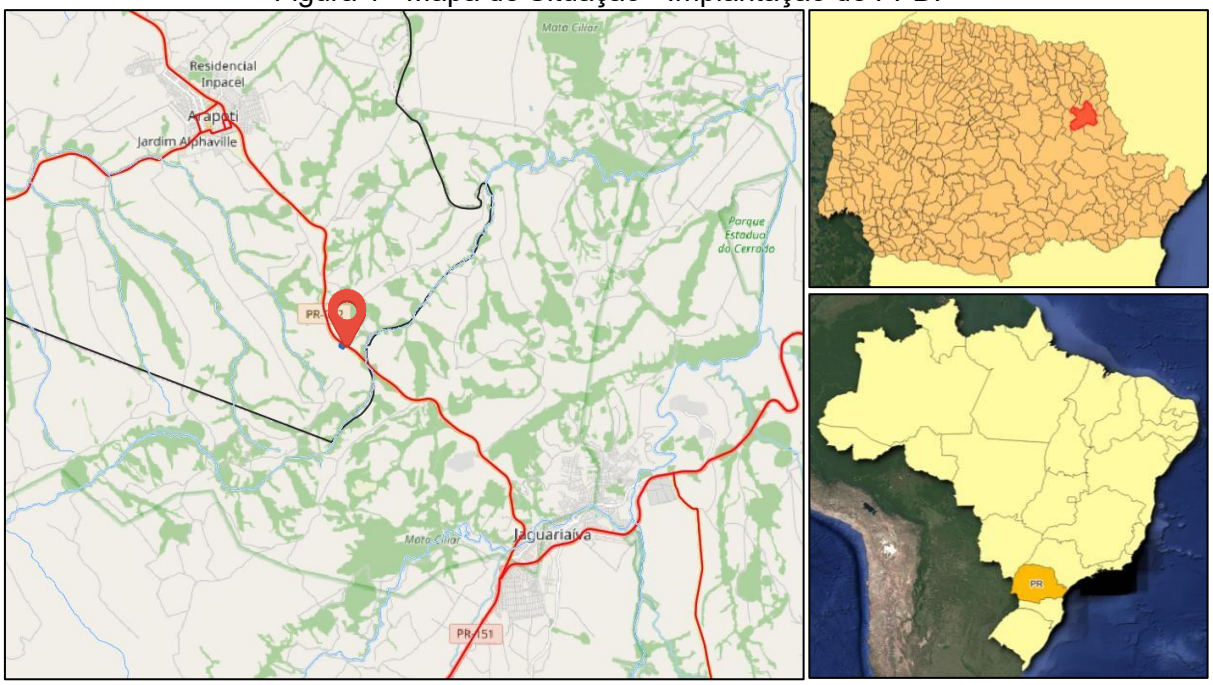
Os Estudos Socioambientais elaborados averiguaram sobre a eventual ocorrência de áreas especialmente protegidas, tais como: Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Terras Quilombolas, Comunidades Tradicionais, Bens Culturais Acautelados, Áreas de Preservação Permanente (APP), pontos de captação de água para abastecimento público a jusante da rodovia e Cavidades Naturais, eventualmente existentes no entorno das áreas de influência do anteprojeto executado.

O presente relatório apresenta os aspectos socioambientais eventualmente existentes e determinados os procedimentos aplicáveis ao contexto do licenciamento ambiental das obras previstas, de acordo com as normativas ambientais em vigor, bem como apresentado o cronograma detalhado das atividades necessárias para obtenção das licenças e autorizações ambientais pertinentes.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

Os Projetos de Engenharia possibilitam a caracterização da obra, demonstrando sua funcionalidade e fornecendo os elementos fundamentais para o detalhamento das soluções na fase do projeto executivo. Em conformidade com o Plano de Exploração Rodoviária – PER, está prevista a implantação de um PPD no km 209+650, da PR-092. Apresenta-se na Figura 1, a localização do referido PPD.

Figura 1 - Mapa de Situação - Implantação de PPD.



3. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

Os Anteprojetos previstos para o PPD visam a realização de obras de implantação do mesmo no local determinado. As obras não apresentam complexidade, inseridas junto à Faixa de Domínio da rodovia, e buscam oferecer aos caminhoneiros, um serviço de descanso e higiene adequado aos usuários.

Os resultados quanto à execução dessas obras são detalhados a seguir, considerando-se os elementos socioambientais eventualmente existentes no entorno.

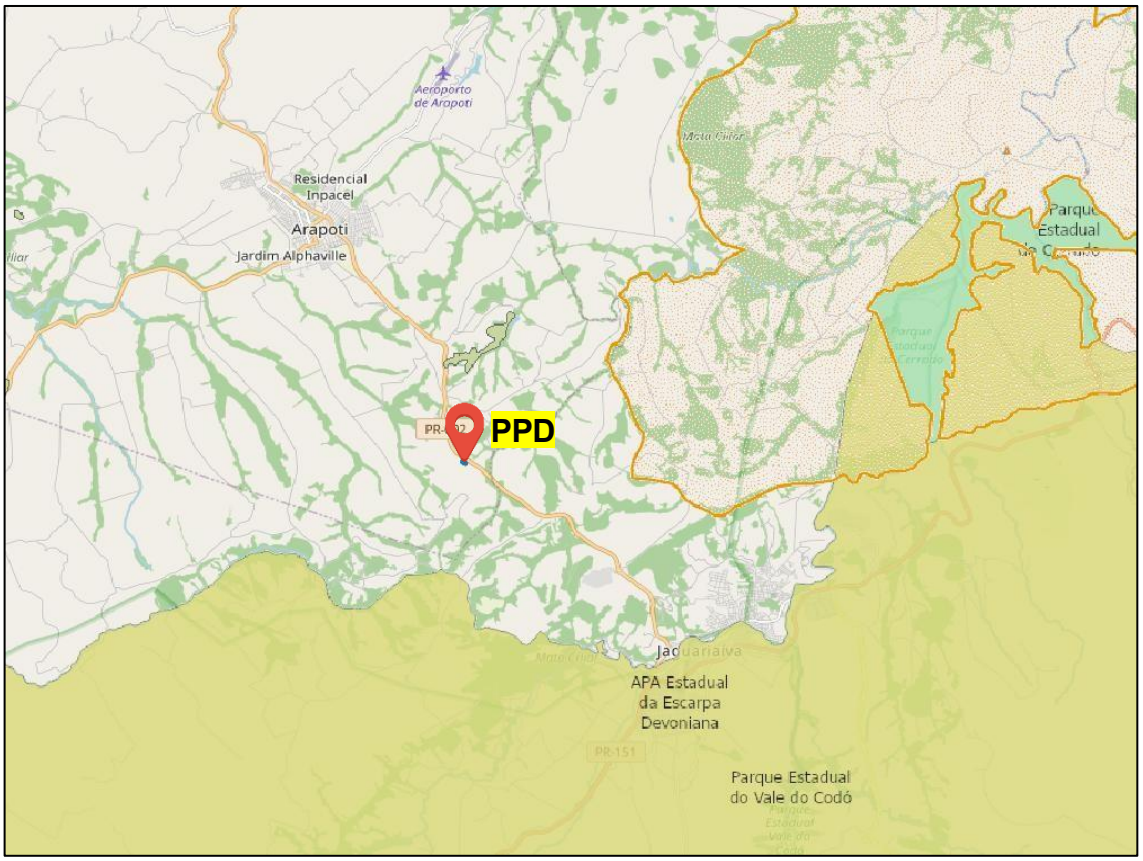
Ressalta-se que para todos os casos em que as obras estejam inseridas no contexto de influência direta ou indireta de algum elemento socioambiental, descritos nos itens a seguir, serão apresentadas as figuras para melhor visualização e entendimento.

3.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

As obras previstas no PPD não interferirão em qualquer Unidade de Conservação Federal, Estadual ou Municipal de Proteção Integral, ou em sua respectiva Zona de Amortecimento (ZA), considerando-se um raio de 3 km (§ 2º, Art. 1º da Res. CONAMA nº 428/2010).

A Figura 2 apresenta uma vista em mapa da localização do PPD projetado em relação às Unidades de Conservação Estaduais, Áreas de Amortecimento, e à Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Não são apresentados mapas de áreas de proteção Federais, pois não ocorrem na região do projeto.

Figura 2 - Posição do PPD em relação as Unidades de Conservação Estaduais, Áreas de Amortecimento e às Reservas Particulares do Patrimônio Natural Estaduais.

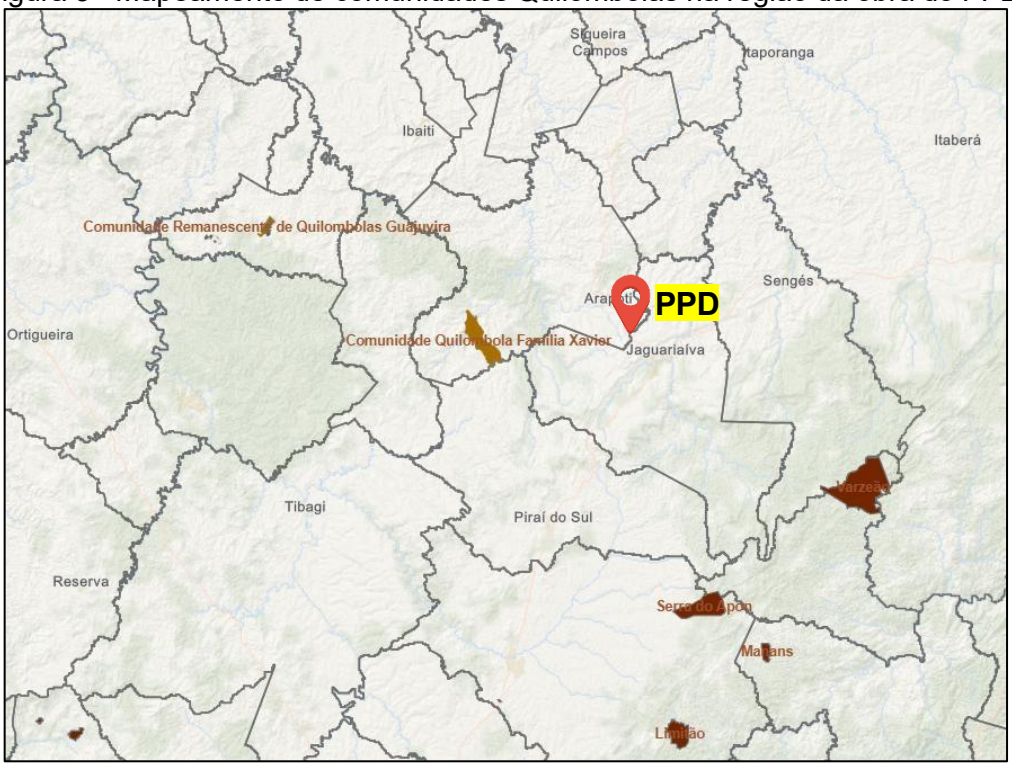


3.2. TERRAS INDÍGENAS, QUILOMBOLAS E COMUNIDADES TRADICINAIS

Os Anteprojetos das obras do PPD estão distantes de Terras Indígenas, Terras Quilombolas e Comunidades Tradicionais, conforme especificações delineadas no Anexo I da Portaria Interministerial nº 60/2015, para obras de rodovias localizadas fora da Amazonia Legal.

A Figura 3 apresenta a localização do PPD em relação às Comunidades Quilombolas. Para as terras indígenas e comunidades tradicionais (Ribeirinhos, Cipozeiros e Caiçaras), não se produziu figura devido à grande distância dessas comunidades/municípios, não impactando o PPD.

Figura 3 - Mapeamento de comunidades Quilombolas na região da obra do PPD.



3.3. SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E BENS CULTURAIS ACAUTELADOS

Os Anteprojetos das obras para implantação do PPD também estão distantes de Sítios Arqueológicos e Bens Culturais Acautelados, identificados pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. A Figura 4 mostra a localização das obras do PPD em relação aos Sítios Arqueológicos e Bens Acautelados.

Conforme o Anexo II da Instrução Normativa IPHAN nº 01/2015, os projetos de melhoramento em rodovias (linhas nos 133 e 134) são obras que, a priori, o IPHAN não exige aplicação dos ritos da referida Instrução Normativa.

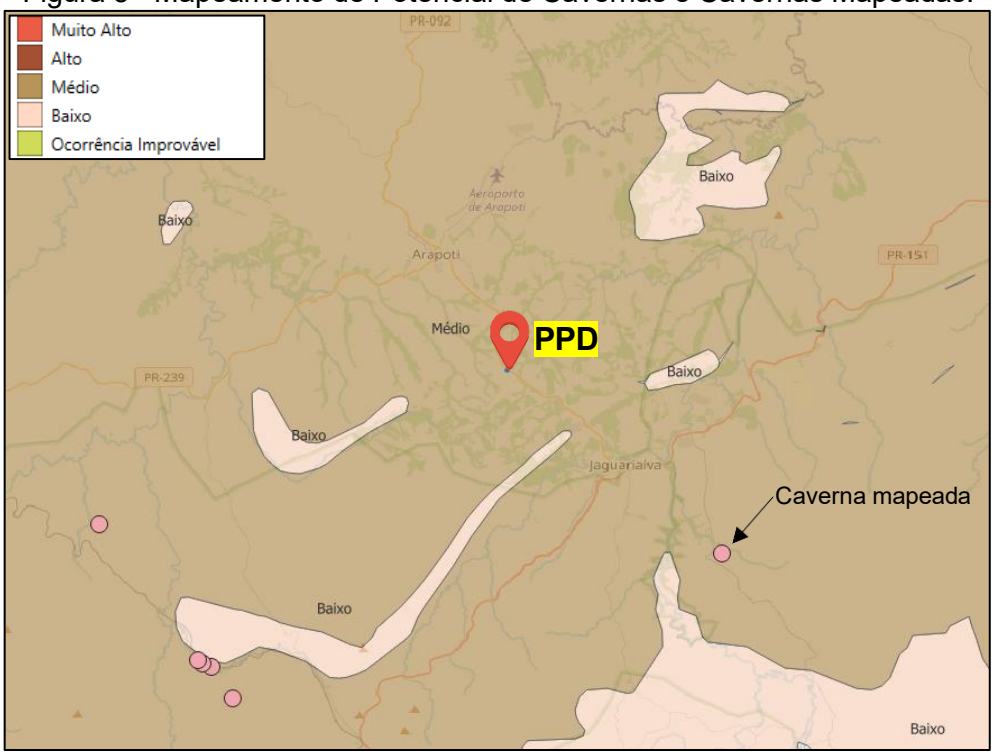
Figura 4 - Mapeamento dos Sítios Arqueológicos e Bens Acautelados.

3.4. CAVIDADES NATURAIS

Os Anteprojetos das obras do PPD estão distantes dos locais de possíveis Cavidades Naturais previamente identificadas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

A Figura 5 apresenta a localização do PPD no mapeamento de potencial de cavernas, mostrando que as obras se situam em zona de Médio Potencial de Cavernas. Avaliando a localização da obra em relação às cavernas mapeadas, percebe-se que a implantação fica distante das cavernas.

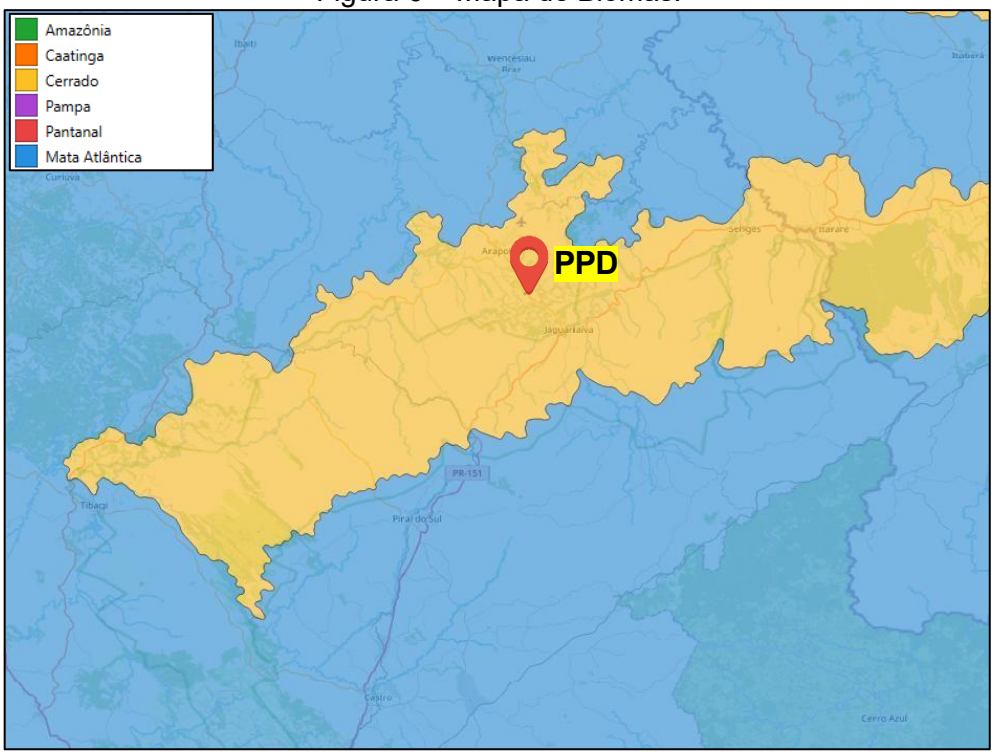
Figura 5 - Mapeamento de Potencial de Cavernas e Cavernas Mapeadas.



3.5. BIOMAS E COBERTURA VEGETAL

As obras estão inseridas totalmente em área de abrangência do Bioma Cerrado, conforme se observa na Figura 6 a seguir.

Figura 6 – Mapa de Biomas.



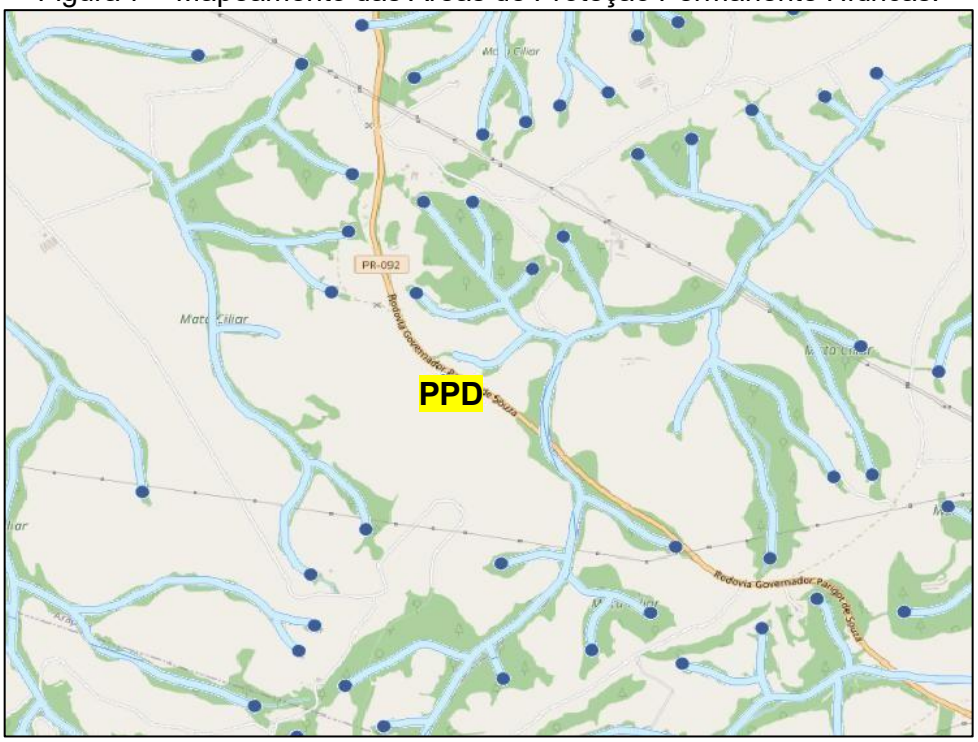
3.5.1. Remanescentes de Vegetação Nativas e Exemplares Arbóreos

Para a implantação do PPD, não há necessidade de supressão de exemplares arbóreos isolados com rendimento lenhoso, situados dentro ou fora da Faixa de Domínio da PR-092, tanto na área do PPD como nas faixas de aceleração/desaceleração.

3.6. HIDROGRAFIA E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O Anteprojeto do PPD não apresenta intervenção direta sobre Áreas de Preservação Permanente Hídricas. Os acidentes hidrográficos próximos à rodovia encontram-se como se observa na figura abaixo, totalmente externa à área de abrangência do PPD.

Figura 7 – Mapeamento das Áreas de Proteção Permanente Hídricas.



3.7. CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

O manancial que abastece a cidade de Arapoti é subterrâneo e sua captação para distribuição e abastecimento público é feita através de poços. Não sofrendo interferência Da obra para implantação da PPD.

3.8. DESAPROPRIAÇÕES

A desapropriação necessária consta de desenho específico, ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-Q1-001-R00.

4. CONTEXTO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

As obras previstas no PPD podem ser enquadradas como Atividades de Melhoramento, de acordo com o Inciso II, Art. 19º da Portaria MMA nº 289/2013, com extensão menor que 5 km e não enquadradas na exigência de que trata o Art. 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (significativo impacto ambiental).

As obras deste porte devem ser comunicadas previamente ao IBAMA para manifestação (dentro do prazo de 30 dias), conforme previsto no § 2º, Art. 19, da mesma Portaria.

ANEXO A – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

CRONOGRAMA DE EMISSÃO DE ASV – 2025		
JANEIRO	**FEVEREIRO**	**MARÇO**
Elaboração do Estudo	Solicitação de Autorização de Supressão Vegetal e Inserção de Dados no SINAFLOR	Previsão de Emissão ASV

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-I2-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-I2-001	Rev.: 01
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 31
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	30/03/26	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. INTRODUÇÃO 4
3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5
4. PARÂMETROS DO TRÁFEGO 5
4.1. Número N Para Pavimento Asfáltico 7
5. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS 8
5.1. Caracterização do Subleito 8
5.2. Disponibilidade de Materiais para Camadas de Pavimento 10
6. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO 10
6.1. Concepção das Estruturas dos Pavimentos 10
6.2. Dimensionamento pela Metodologia do DNIT 11
6.3. Verificação Mecanística 14
6.3.1. Parâmetros dos Materiais 17
6.3.2. Modelos de Fadiga 17
6.3.3. Análise de Tensões e Deformações 20
7. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO 23
7.1. Fundação do Pavimento 23
7.2. Dimensionamento do Pavimento 23
7.3. Barras de Transferência 29
APÊNDICE 1 – CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO 30
APÊNDICE 2 – CÁLCULO DO NÚMERO “N” 32

1. OBJETO

O presente documento tem o objetivo de apresentar a memória de cálculo de pavimentação referente ao projeto do Posto de Parada para Descanso (PPD) localizado no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

De modo geral, o presente documento objetiva apresentar as análises efetuadas, os parâmetros e premissas considerados no dimensionamento das estruturas de pavimento, as considerações relativas ao tipo de estrutura adotada, as soluções de demolição ou aproveitamento de estruturas de pavimento existente (acostamentos faixas de tráfego geral), bem como a memória de cálculo do dimensionamento dos pavimentos.

2. INTRODUÇÃO

O dimensionamento dos pavimentos asfálticos foi executado pelo Método do DNIT (antigo DNER), sendo também apresentado um dimensionamento baseado em conceitos da Mecânica dos Pavimentos. Esse método é conhecido por mecanístico e se baseia em modelos de desempenho relacionados ao comportamento estrutural dos pavimentos.

A análise mecanístico se fundamenta no cálculo de tensões, deformações e deslocamentos em pontos críticos da estrutura do pavimento. Vale ressaltar que foi utilizado neste estudo o programa de camadas elásticas AEMC.

O pavimento asfáltico será implantado nas faixas de mudança de velocidade (acessos ao PPD) e no arruamento interno do pátio de estacionamento. Para as vagas propriamente ditas, será implantado um pavimento rígido em placas de concreto armado. O pavimento rígido foi dimensionado de acordo com os manuais de projeto do DNIT para pavimentos estruturalmente armados (Método PCA-84).

3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para a proposição das estruturas de pavimento a serem implantadas serão analisados os seguintes parâmetros de cálculo:

- Dados de contagens volumétricas e número de solicitações oriundos do tráfego de categoria comercial;
- Capacidade de suporte do subleito através de resultados de ensaios de caracterização dos materiais de fundação existentes no local de implantação;
- Características dos materiais disponíveis no local para emprego em camadas de pavimento.

Adiante serão analisados e definidos os parâmetros de tráfego e de suporte de subleito, bem como a definição das estruturas de pavimento a serem implantadas.

4. PARÂMETROS DO TRÁFEGO

O tráfego é considerado no dimensionamento de pavimentos através do conceito de equivalência de carga, onde se transformam todas as solicitações no número de passagens de um eixo padrão de 8,2 tf, também conhecido como número “N”. Essa transformação normalmente é feita através da aplicação do fator de veículo ao volume previsto para o período de projeto.

Para este estudo utilizaram-se os dados de volumes de tráfego fornecidos pela Concessionária referente ao trecho no qual está localizado o PPD.

Pelo processamento e análise dos dados, pôde-se determinar a composição (“mix”) de veículos comerciais que trafegará no trecho, assumindo um VDM de 245 veículos para o período de 2026 a 2035, cujo a distribuição será considerada de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - “Mix” e VDM de Veículos

Classe	Tipo	VDM	Frequência
2S3	Com. 5	53	21,67%
3S3	Com. 6	118	48,06%
3D4	Com. 7	31	12,78%
3T6 (Duplo)	Com. 8	1	0,28%
3T6 (2 Duplos)	Com. 9	42	17,22%
Total Comercial		**245**	**100,00%**

Para o cálculo do número N, necessita-se agrupar todos os eixos pesados em simples, duplos e triplos, para então aplicar os fatores de equivalência de carga, já que esses dependem do tipo de eixo e nível de carga.

Pode-se também calcular o fator de veículo da amostra através do cálculo dos fatores individuais de veículo, para depois ponderar esses valores em função da percentagem de cada um dos tipos de veículos.

As equações de equivalência de carga utilizadas foram aquelas propostas pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e pelo American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

A seguir as premissas básicas consideradas na projeção do tráfego, cálculo dos fatores de veículo (AASHTO e USACE) e cálculo do Número “N”:

- Ano de abertura do pavimento ao tráfego: 2026;
- Taxa de crescimento anual de 3,0%
- Período de projeto: 10 anos (2026 a 2035);
- Distribuição direcional do tráfego na faixa de projeto:100%;
- Distribuição na faixa mais carregada para pavimento asfáltico dos acessos e para a área de circulação interna do PPD: 100%;
- Carregamento da frota comercial para cálculo dos fatores de veículos (FV):
    - Veículos comerciais: 60% na carga máxima legal e 40% vazios (sentido sul – informação fornecida pela concessionária);
- VDM do tráfego comercial: 245 (2025);

- Fatores de veículos (FV) – Ver Apêndice 1:
  - FVUSACE = 12,22;
  - FVAASHTO = 3,41.

4.1. Número N Para Pavimento Asfáltico

$$N_{USACE} = 1{,}40 \times 10^{7}$$

$$N_{AASHTO} = 3{,}90 \times 10^{6}$$

Via:	PR-092
Trecho:	PPD - km 209+650
Tipo de Pavimento:	Asfáltico

Fatores de Veículo	
FV USACE	12,22
FV AASHTO	3,41

- fator de distribuição direcional (d) = 100%
- % de veículos Com. Na faixa solicitada = 100%
- fator climático regional (FR) = 1

Hipótese 1: 60% dos veículos comerciais com carga máxima legal e 40% vazios.
Sentido Sul

Ano	Taxa de Cresc. Anual	VMD	N Anual		N Acumulado	
			USACE	AASHTO	USACE	AASHTO
2025	-	245	1,09E+06	3,05E+05	-	-
2026	3,00%	252	1,12E+06	3,14E+05	2,22E+06	6,19E+05
2027	3,00%	260	1,16E+06	3,24E+05	3,38E+06	9,43E+05
2028	3,00%	268	1,20E+06	3,34E+05	4,57E+06	1,28E+06
2029	3,00%	276	1,23E+06	3,44E+05	5,80E+06	1,62E+06
2030	3,00%	284	1,27E+06	3,54E+05	7,07E+06	1,97E+06
2031	3,00%	292	1,30E+06	3,64E+05	8,37E+06	2,34E+06
2032	3,00%	300	1,34E+06	3,74E+05	9,71E+06	2,71E+06
2033	3,00%	308	1,37E+06	3,84E+05	1,11E+07	3,09E+06
2034	3,00%	317	1,41E+06	3,95E+05	1,25E+07	3,49E+06
2035	3,00%	327	1,46E+06	4,07E+05	1,40E+07	3,90E+06

5. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

5.1. Caracterização do Subleito

A caracterização do suporte do subleito dos pavimentos asfálticos varia conforme a teoria aplicada no método de dimensionamento utilizado. Assim, quando se adota o Método do DNIT (antigo DNER), os materiais constituintes das camadas sob o revestimento são caracterizados pelo CBR (*California Bearing Ratio*), ao passo que quando se utiliza um Método Mecanístico, os materiais devem ser caracterizados pelos seus respectivos coeficientes de Poisson e módulos de elasticidade.

Para a definição das condições de suporte do subleito do pavimento foram empregados dados de investigações geotécnicas executadas. Além de sondagens com coleta de material do subleito, foram realizados também poços de inspeção com o propósito de se conhecer a estrutura atual do pavimento existente.

Para caracterização do subleito local foram realizados 18 furos de sondagem, sendo 4 Poços de Inspeção (PI), 9 Sondagens a Trado (ST) e 5 Sondagens à Percussão (SPT).

Assumindo-se que a especificação de serviço DNIT 108/2009-ES - Aterros estabelece energia de compactação intermediária para a camada final de terraplenagem, optou-se por empregar a energia intermediária para desenvolvimento do projeto. No Apêndice 2 estão apresentados os resultados dos ensaios disponíveis.

De modo geral, os materiais do subleito da PPD são homogêneos, compostos por solos de natureza argilosa, com predominância de solos do tipo A-6 da classificação HRB.

Para a determinação do CBR_p do subleito, a ser empregado no dimensionamento do pavimento, foi realizado o tratamento estatístico dos resultados do CBR, conforme recomenda o Manual de Pavimentação do DNIT (2006):

- Cálculo da média aritmética ($\bar{X}$) das "N" amostras ensaiadas (valores X_1, X_2, ..., X_N):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

- Cálculo do desvio padrão (σ) das "N" amostras ensaiadas:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

- Determinação dos parâmetros estatísticos de controle ($X_{máx}$ e $X_{mín}$):

$$X_{máx} = \bar{X} + \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma \qquad X_{mín} = \bar{X} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} - 0{,}68\sigma$$

Na Tabela 3 e na Tabela 4 apresentam-se os resultados dos estudos estatísticos realizados para obtenção do CBR_p de cada local.

Tabela 2 - Cálculo do CBR de projeto

N	CBR Médio	Desv. Padrão	Xmin	Xmax	CBRp
9	17,3	4,0	12,91	21,73	12,91

De posse dos valores de CBR para dimensionamento dos pavimentos, deve-se avaliar o parâmetro módulo de resiliência a ser utilizado nas análises mecanicistas para verificação das espessuras das camadas dimensionadas.

Existem algumas correlações usuais para se obter o módulo de resiliência com base nos valores de CBR. Na sequência é mostrada a correlação adotada para a continuidade do estudo.

- Expressão de Heukelon e Klomp:

MR = 100 x CBR, em kgf/cm²

MR_1 = 1291 kgf/cm²

5.2. Disponibilidade de Materiais para Camadas de Pavimento

Assumindo-se as características dos materiais, e com base em diversos estudos de dosagens de misturas realizados durante o desenvolvimento dos projetos de pavimentação das praças de pedágios, serão empregados os seguintes materiais para execução da base, sub-base e reforço do subleito:

- Base: Solo-Brita (70% Solo – 30% Brita)
- Sub-base: Solo-Brita (35% Solo – 65% Brita)

Sugere-se o emprego de material proveniente de área adjacente às seguintes sondagens para emprego nas misturas.

6. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO

O dimensionamento das estruturas de pavimento asfáltico foi realizado em 2 etapas:

- Etapa 1: aplicação da metodologia oficial do DNIT – Método de Dimensionamento de Pavimentos do DNIT (limitação de deformações permanentes e tensões que podem provocar ruptura por cisalhamento dos solos da base, sub-base e subleito);
- Etapa 2: realização de análise mecanicista, visando a verificação e compatibilização dos esforços atuantes na estrutura (deformações) e deslocamentos (deflexões recuperáveis) com valores admissíveis de referência, empregando-se critérios de fadiga e ruptura dos materiais constantes da bibliografia técnica.

6.1. Concepção das Estruturas dos Pavimentos

As análises iniciais das estruturas dos pavimentos foram realizadas considerando:

- Avaliação da disponibilidade de materiais na região (mapeamento das ocorrências de materiais “in natura” e exploradas comercialmente);
- A experiência regional relativa à construção e desempenho dos pavimentos (tipos de pavimento e natureza dos materiais empregados);
- Fatores climáticos que influenciam no desempenho dos pavimentos, especialmente a pluviometria;
- Magnitude da solicitação de tráfego.

É prevista a adoção de pavimento asfáltico, com camadas de solo-brita na base e na sub-base. O revestimento será do tipo CA (Concreto Asfáltico) com ligante asfáltico modificado por polímero nas faixas C.

6.2. Dimensionamento pela Metodologia do DNIT

O dimensionamento da estrutura de pavimento asfáltico foi efetuado a partir da metodologia preconizada pelo do DNER, que tem por base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume” de autoria de Turnbull, Foster e Ahlvin (1962), do USACE, e em conclusões obtidas na pista experimental da AASHO (atual AASHTO), sendo que o principal objetivo da estrutura dimensionada é a proteção contra a ruptura por tensões de cisalhamento da camada do subleito.

Segundo o procedimento, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, dada em termos de material granular, em função dos dados geotécnicos e das características de tráfego solicitante. Este último parâmetro também é utilizado para a determinação da espessura mínima do revestimento betuminoso.

Fixadas estas espessuras, procede-se com a determinação das espessuras das demais camadas constituintes da estrutura do pavimento. As espessuras dadas em termos de material granular são convertidas para espessuras reais dos materiais utilizados por meio dos coeficientes de equivalência estrutural, que expressam a

relação entre a espessura de material granular e do material utilizado, de forma que ambos, nas respectivas espessuras, apresentem desempenho estrutural semelhante.

A determinação das espessuras de cada camada constituinte do pavimento é realizada pelo uso das seguintes inequações:

$$R * K_R + B * K_B \geq H_{20}$$

$$R * K_R + B * K_B + h_{20} * K_S \geq H_n$$

$$R * K_R + B * K_B + h_{20} * K_S + h_n * K_{ref} \geq H_m$$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da base;
- H_{20} = espessura sobre a sub-base;
- h_{20} = espessura da sub-base;
- H_n = espessura sobre o reforço do subleito;
- h_n = espessura do reforço do subleito;
- H_m = espessura do pavimento;
- K_R, K_B, K_s e K_{ref} = coeficientes de equivalência estrutural das camadas.

As espessuras mínimas de revestimento betuminoso são obtidas em função do número N, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5x10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5x10^6 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5x10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5x10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

As espessuras H_m, H_n, H_{20} são obtidas por meio da expressão apresentada a seguir, onde a espessura em termos de material granular é função do número N e do valor de CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.

$$H_T = 77{,}67 * N^{0{,}0482} * CBR^{-0{,}598}$$

A Tabela 4 define os coeficientes estruturas das camadas consideradas para este projeto.

Tabela 4 - Espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Camada	Material	Coef. Estrutural
Revestimento	Concreto asfáltico polímero – faixa D	2,0
Base	Solo-Brita	1,0
Sub-base	Solo-Brita	1,0

Os dados necessários para dimensionamento da estrutura do pavimento para o período de projeto considerado estão apresentados a seguir:

- Período de Projeto: 10 anos;
- Material da Base: Solo-Brita;
- Material da Sub-base: Solo-Brita;
- Material do Revestimento: CBUQ Faixa C Polímero;
- CBR do subleito: CBR > 10%;
- N_{USACE} = 1,40E+07
- Espessura do Revestimento: 10,0 cm

Na Tabela 5 estão apresentadas as espessuras totais (H_t) e sobre a sub-base (H_{sb}), em termos de material granular, necessárias para atender o Número N de projeto, bem como os valores de CBR do subleito de 12,91%.

Tabela 5 - Dimensionamento do Pavimento

Camada	Coeficiente Estrutural	Espessura Física	Espessura Equivalente
CBUQ – Faixa C Polímero	2,0	10,0 cm	20,0 cm
Base – BGS	1,0	12,0 cm	12,0 cm
Sub-base – MS	1,0	12,0 cm	12,0 cm
Espessura total do revestimento	-	34,0 cm	44,0 cm

6.3. Verificação Mecanística

A fim de realizar a verificação e otimização das estruturas dimensionadas pelo Método do DNIT, foram empregados modelos mecanísticos para análise de tensões, deformações e deslocamentos das camadas asfálticas e para o subleito, empregando-se critérios de falha específicos.

Assim, procurou-se determinar diversos indicadores estruturais representados pelas deformações verticais reversíveis (deflexões) na superfície, pela deformação de tração na fibra inferior da camada asfáltica, e pela deformação vertical no topo do subleito.

Os parâmetros elásticos são obtidos pelo programa AEMC – Módulo de Cálculo de Tensões e Deformações, que se baseia no método das diferenças finitas, através da análise das tensões e deformações.

O AEMC é um programa de computador de análise de camadas elásticas desenvolvido para uso como um componente nos programas MeDiNa e BackMeDiNa (originalmente para o SisPav). A estrutura geral de cálculo utiliza a integração de Gauss-Laguerre nos cálculos das equações integrais.

As hipóteses fundamentais da solução computacional baseiam-se nas mesmas consideradas na solução de problemas de elasticidade linear em sistemas de multicamadas e contínuos, quais sejam:

- Os materiais são elásticos lineares, isotrópicos e homogêneos;
- A lei de Hooke é válida e o módulo de compressão é semelhante ao módulo de tração;

- As camadas são ilimitadas na direção horizontal;
- Todas as camadas possuem uma espessura finita, à exceção da camada inferior que é considerada semi-infinita;
- A superfície da camada superior não está sujeita a tensões fora da área carregada;
- Na área carregada ocorrem apenas tensões normais;
- A carga aplicada é considerada estática, uniformemente distribuída em toda a área circular de contato;
- A grandes profundidades as tensões e deformações são nulas;
- As condições de aderência na interface das camadas podem variar de totalmente aderida para lisa ou sem aderência. No presente estudo, as camadas de revestimento, base e sub-base foram consideradas aderidas (aderência = 1,0).

Os métodos que utilizam esta solução possuem a vantagem de combinar carregamentos com mais de uma roda, por meio do princípio da superposição e da hipótese de elasticidade linear. É possível também obter os resultados de tensão, deformação e deslocamentos em qualquer ponto da estrutura sem a necessidade de dividir o meio contínuo em Elementos Finitos.

O conjunto básico de respostas estruturais que é calculada, a partir das equações elásticas, englobam: tensões verticais; tensões radiais; tensões tangenciais; tensões de cisalhamento no plano vertical-radial; e deflexões verticais e radiais.

Os dados de entrada deste programa são:

- Com relação às cargas: quantidade, valor, coordenadas (x, y), e pressão dos pneus expressos pela ação do Eixo Padrão Rodoviário;
- Com relação às camadas e seus materiais constituintes: quantidade, espessuras, módulos de elasticidade, coeficientes de Poisson e Massa Específica;
- Com relação aos pontos de análise: coordenadas (x, y) no plano horizontal e profundidade (z) adentro das camadas do pavimento. São

analisados valores de tensões e deformações em pontos das camadas críticas, em posições distintas em relação ao eixo x, conforme a Figura 1 a seguir:

Figura 1 – Pontos de Análise para os modelos de falha

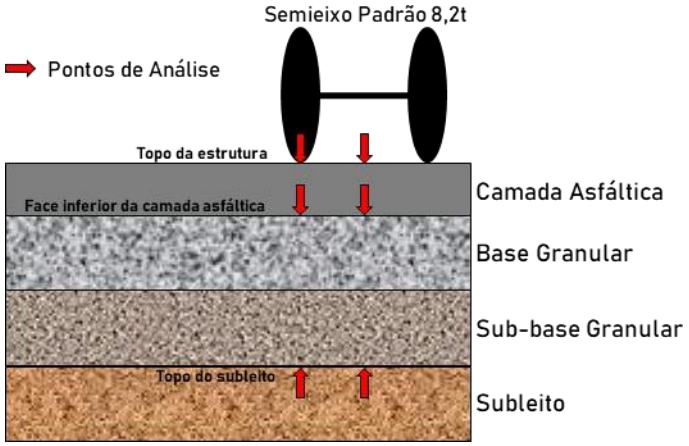


Tabela 6 - Espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Coordenada X	Ponto de Análise
0,00	Centro do eixo Padrão
6,20	Borda da área de contato do pneu
17,00	Centro do pneu

O estudo constou basicamente da análise das deflexões, tensões e deformações em diversos pontos críticos do pavimento, em função do carregamento de projeto e das variações de espessuras e módulos elásticos dos materiais constituintes da estrutura.

Para o presente estudo, foi considerado o eixo padrão rodoviário simples de 8,2 tf com rodas duplas, com as características apresentadas na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Características do carregamento para a análise Mecanística

Carga incidente no eixo (kgf)	W_{srd}	8.200,00
Carga incidente em uma roda (kgf)	$W = W_{srd}/4$	2.050,00
Pressão de inflação (kg/cm²)	Pi	5,62
Raio das arestas de contato (cm)	$J = \sqrt{[(W/Pi)/\pi]}$	10,79
Distância entre centros das áreas de contato (cm)	-	32,40

A análise mecanística consiste na adoção dos parâmetros elásticos obtidos pelo AEMC e posterior verificação da vida terminal por meio de modelos ou critérios de falha obtidos empiricamente (laboratório ou campo).

6.3.1. Parâmetros dos Materiais

Para realização da análise mecanística, foram adotados valores de Módulo de Resiliência, Coeficiente de Poisson e Massa Específica para cada material empregado no pavimento.

- Para o subleito, foi realizada a correlação do ISC de projeto (12,9%) com o Módulo de Resiliência, considerando a equação de Heukelon e Klomp já apresentada.

O Módulo de Resiliência dos demais materiais foram obtidos a partir dos parâmetros de referência. Na Tabela 8 são apresentadas as características das camadas verificadas.

Tabela 8 - Dimensionamento do Pavimento

Camada	Material	Módulo de Resiliência	Poisson	γ (g/cm³)
Revestimento	CBUQ – Faixa C Polímero	4.000,0	0,30	2,40
Base	Solo-Brita	250,0	0,35	2,00
Sub-base	Solo-Brita	200,0	0,35	2,00
Subleito	Terreno natural	170,2	0,40	1,70

6.3.2. Modelos de Fadiga

A seguir, são apresentados os modelos considerados para os materiais de pavimentação definidos e que serão verificados através do método mecanístico.

a) Critério de ruptura por deslocamento na superfície

Os deslocamentos verticais máximos no topo do revestimento ocorrem devido às tensões e deformações das camadas estruturais constituintes do pavimento e do subleito em resposta ao carregamento na superfície do pavimento.

Portanto, é necessário verificar os valores de deslocamentos verticais recuperáveis máximos no topo do pavimento de modo a garantir deformações inferiores às deformações de projeto.

Como critério comparativo, utilizou-se para este parâmetro a equação tradicionalmente aceita e proposta no procedimento DNER-PRO 011/79 – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis:

$$N_{adm} = 10^{\left(\frac{3,01-\log D_0}{0,176}\right)}$$

Onde:

- N_{adm}: Número de operações para a ruptura do pavimento (USACE);
- D_0: Deslocamento vertical máximo no topo do revestimento.

b) Critério de ruptura por fadiga em camadas asfálticas

As deformações horizontais de tração (ε_t) nas faces inferiores das camadas betuminosas, causadas pelos carregamentos na superfície dos pavimentos, se forem excessivas, poderão causar ruptura por fadiga dessas camadas.

Desta forma, existe um número muito grande de procedimentos analíticos de projeto que consideram a deformação específica de tração na face inferior da camada betuminosa como o fator determinante da fadiga. No caso em estudo foi utilizada a equação definida por Federal Highway Administration (FHWA, 1976):

$$N_{RUPTURA} = 1,09\,x\,10^{-6}\,x\,\left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{3,512}$$

Onde:

- $N_{RUPTURA}$: Número de operações para ruptura do pavimento por fadiga (USACE);
- ε_t: Deformação específica horizontal de tração;

c) Critério de ruptura no 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 (ε_V) 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.

O critério da fadiga para deformações verticais de compreensão do subleito é idêntico aos modelos adotados para a fadiga de misturas betuminosas e expresso neste trabalho por uma equação da seguinte forma (Dormon & Metcalf, 1965):

$$N_{RUPTURA} = 6{,}069 * 10^{-10} * {\varepsilon_v}^{-4{,}762}$$

Em que:

- $N_{RUPTURA}$: Número de operações para ruptura do pavimento por fadiga (USACE);
- ε_t: Deformação vertical de compressão;

6.3.3. Análise de Tensões e Deformações

A tabela a seguir apresenta a verificação das espessuras dimensionadas pelo Método do DNIT de acordo com os Modelos de Ruptura propostos.

Tabela 9 - Análise Mecanística da estrutura de pavimento – PROPOSTA INICIAL.

Material	Espessura (cm)	Modelo	Ponto de Análise AEMC (MeDiNa)			Valor atuante	Valor crítico	Unid.	Parâmetro	Consumo à Fadiga	Verif.
			x	y	z						
CAUQ	10,00	DNER-PRO 011/79	0,00	0,00	0,01	353,27	359,20	10-3 mm	Deformação vertical	62,41%	Sim
			5,40	0,00	0,01	359,20					
			16,20	0,00	0,01	356,96					
		FHWA, 1976	0,00	0,00	9,99	-2,00E-04	-2,13E-04	m/m	Deformação de tração	77,76%	Sim
			5,40	0,00	9,99	-2,08E-04					
			16,20	0,00	9,99	-2,13E-04					
SOLO-BRITA	12,00	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
			5,40	0,00	-	-					
			16,20	0,00	-	-					
SOLO-BRITA	12,00	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
			5,40	0,00	-	-					
			16,20	0,00	-	-					
SUBLEITO CBR=12,9%	-	Dormon & Metcalf, 1965	0,00	0,00	34,01	3,50E-04	3,50E-04	m/m	Deformação de compressão	93,44 %	Sim
			5,40	0,00	34,01	3,46E-04					
			16,20	0,00	34,01	3,15E-04					

Tabela 10 - Análise Mecanística da estrutura de pavimento - OTIMIZADA.

Material	Espessura (cm)	Modelo	Ponto de Análise AEMC (MeDiNa)			Valor atuante	Valor crítico	Unid.	Parâmetro	Consumo à Fadiga	Verif.
			x	y	z						
CAUQ	8,00	DNER-PRO 011/79	0,00	0,00	0,01	353,27	382,88	10-3 mm	Deformação vertical	67,94%	Sim
			5,40	0,00	0,01	359,20					
			16,20	0,00	0,01	356,96					
		FHWA, 1976	0,00	0,00	9,99	-2,00E-04	-2,46E-04	m/m	Deformação de tração	89,74%	Sim
			5,40	0,00	9,99	-2,08E-04					
			16,20	0,00	9,99	-2,13E-04					
SOLO-BRITA	12,00	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
			5,40	0,00	-	-					
			16,20	0,00	-	-					
SOLO-BRITA	16,00	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
			5,40	0,00	-	-					
			16,20	0,00	-	-					
SUBLEITO CBR=12,9%	-	Dormon & Metcalf, 1965	0,00	0,00	34,01	3,50E-04	3,64E-04	m/m	Deformação de compressão	97,25 %	Sim
			5,40	0,00	37,01	3,20E-04					
			16,20	0,00	37,01	2,90E-04					

7. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO

Para o projeto do pavimento rígido a ser executado na área das vagas dos caminhões, opta-se pela utilização de um Pavimento Estruturalmente Armado, dimensionado conforme definições do Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT.

Neste pavimento é empregada uma armadura para suportar as tensões solicitantes, geralmente disposta na parte inferior da placa, e uma armadura para combater os esforços de tração e empenamento, disposta na parte superior da placa.

O dimensionamento deste pavimento se baseia na determinação das tensões e dosmomentos fletores atuantes na placa de concreto, de acordo com o modelo proposto por Westergaard, por meio das Cartas de Influêncai de Pickett e Ray. O cálculo é conduzido conforme prescrições da NBR 6118, considerando o emprego de telas soldadas produzidas com aço CA-60.

7.1. Fundação do Pavimento

Considera-se uma camada de base com **Brita Graduada Simples**, buscando melhorar o desempenho da fundação e reduzir custos com o piso propriamente dito. A opção pela Brita Graduada é feita para manter a homogeneidade com a estrutura do pavimento asfáltico dimensionado, que também se utiliza deste material.

Com os dados de caracterização do subleito obtidos, evidenciando a existência de um material com CBRp de 12,91% e classificação A-2-6, pode-se adotar um Coeficiente de Recalque (K) de 60 MPa.

7.2. Dimensionamento do Pavimento

Adota-se como como parâmetro inicial do dimensionamento do pavimento uma espessura de 20 cm para as placas, com um concreto de resistência à compressão (f_{ck}) de 40 MPa.

O projeto é realizado considerando as cargas máximas por eixo do veículo de projeto. Na Tabela 11 são apresentadas as cargas máximas do veículo em questão, com a definição da carga por roda.

Tabela 11 - Carga por roda para cada eixo do projeto.

Eixo	Peso Máximo do Eixo (tf)	Carga por Roda (tf)
Simples	6,0	3,0 tf
Duplo	17,0	4,25 tf
Triplo	25,5	4,25 tf

A partir disto, pode-se determinar os parâmetros iniciais de cálculo, tais como a área de contato do pneu com a placa de concreto e o raio de rigidez da placa de concreto. A Tabela 12 apresenta as etapas de cálculo

Tabela 12 - Parâmetros de cálculo para o dimensionamento do pavimento de concreto.

Etapa de Cálculo	Símbolo	Valor	Unidade
Carga de Roda	Pr	42.500	N
Pressão de enchimento dos pneus	q	700.000	Pa
Área de Contato do Pneu	A	0,061	m²
Módulo de Elasticidade do Concreto	E	30.000	MPa
Espessura da placa de concreto	h	0,20	m
Coeficiente de Poisson do concreto	V	0,15	-
Coeficiente de recalque da fundação	Kr	60	MPa/m
Raio de Rigidez da Placa de Concreto	*l*	0,764	m²
Distância entre duas rodas do semi-eixo	x	0,30	m
Distância entre os conjuntos de roda do semi-eixos	d	1,50	m

A partir do Raio de Rigidez, da distância entre rodas e distância entre os conjuntos de rodas, obtém-se o número de blocos (N) através das cartas de influência de Pickett e Ray. A partir do número de blocos será calculado o momento solicitante nas placas de concreto.

Conhecidas as cargas de roda, são avaliadas as situações de carregamento incidente quando as rodas são posicionadas em três posições, sendo elas: (a) roda

posicionada na borda livre; (b) roda posicionada na junta transversal; e (c) roda posicionada no centro da placa.

A Figura 2 e a Figura 4 apresentam, respectivamente, as cartas de influência para a determinação dos números de bloco nas condições de carga no interior da placa e de carga na borda longitudinal da placa.

Figura 2 – Carta de Influência 1 - Número de blocos para carga no interior da placa.

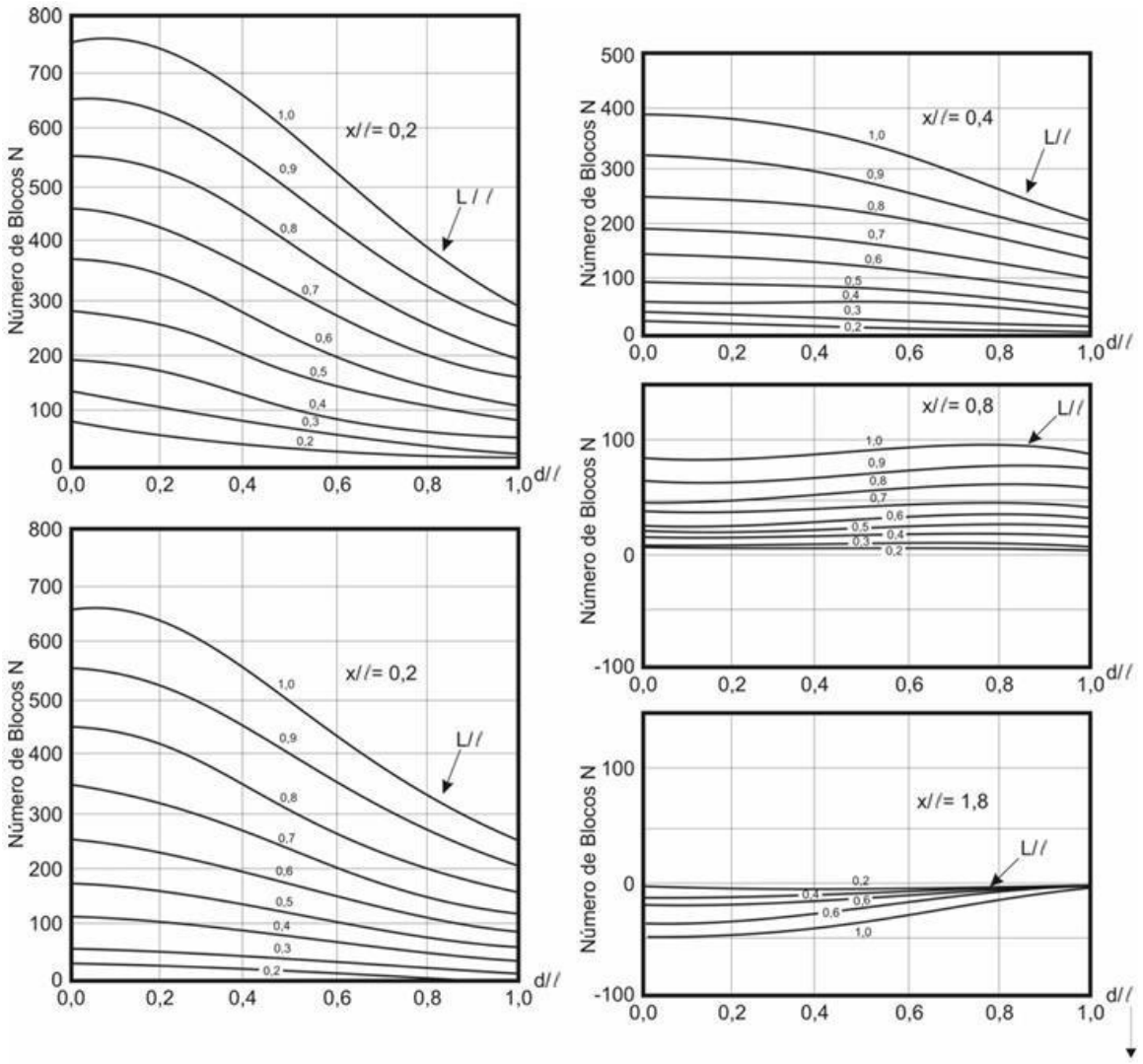


Figura 3 - Referencial para Carta de Influência 1.

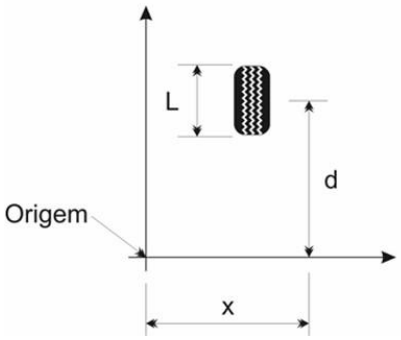


Figura 4 – Carta de Influência 2 - Número de blocos para carga na borda da placa.

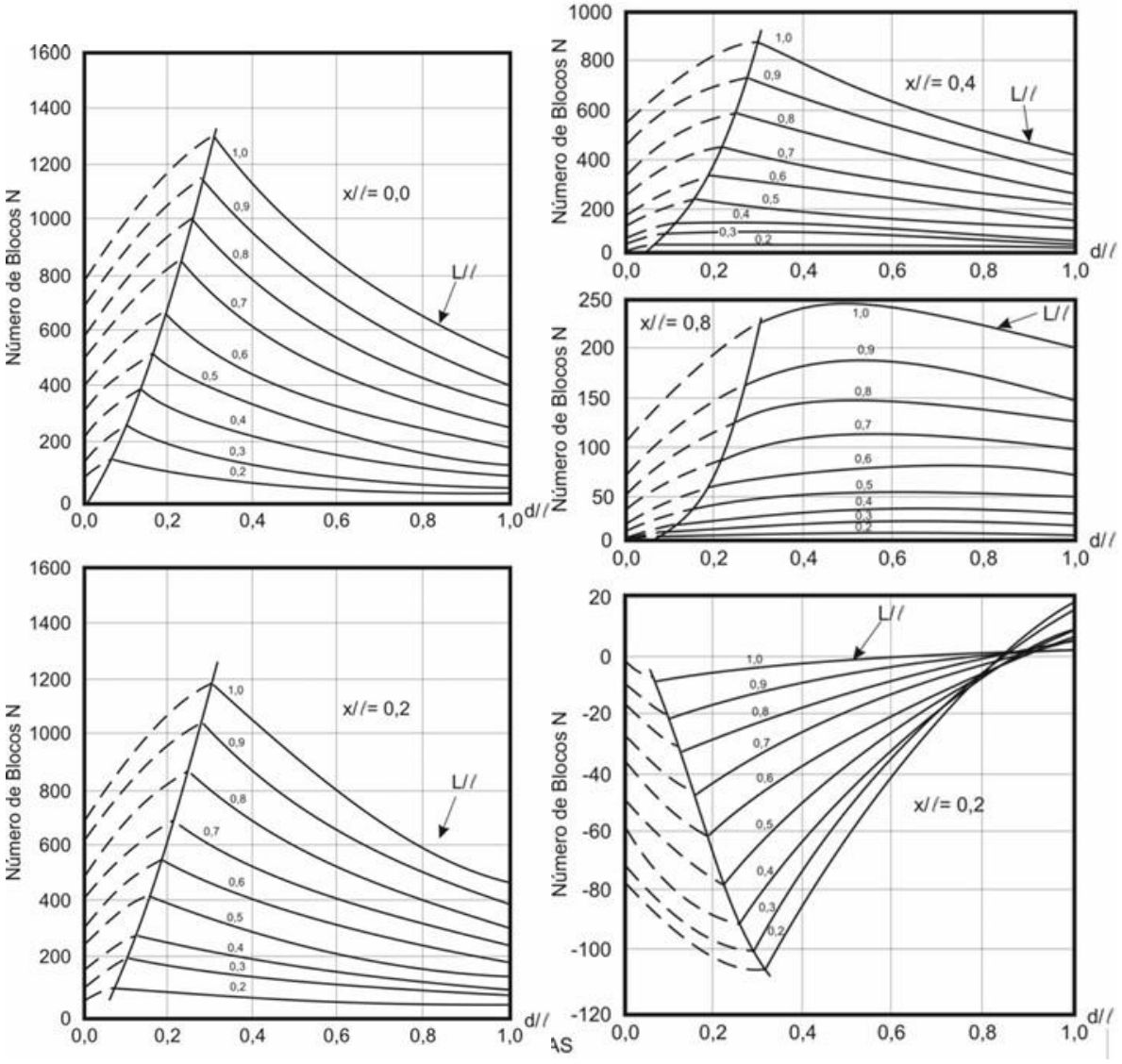
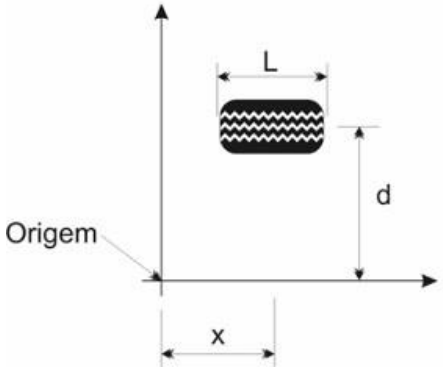


Figura 5 - Referencial para Carta de Influência 2.



Definindo o número de blocos para cada cenário, obtém-se os valores apresentados na Tabela *13* e na Tabela *14*.

Tabela 13 - Valores do Número de Blocos para a roda no centro da placa.

Comprimento da Área de Contato do Pneu	L	0,34	m
Largura do Pneu	w	0,30	m
Comprimento / Raio de Rigidez	L / ℓ	0,45	m
Roda 1			
Coordenada “x”	x	0,00	m
Coordenada “d”	d	0,00	m
Coordenada “x” / Raio de Rigidez	x / ℓ	0,00	m
Coordenada “d” / Raio de Rigidez	d / ℓ	0,00	m
Número de Blocos - (Carta de influência 1)	N_1	240	-
Roda 2			
Coordenada “x”	x	0,30	m
Coordenada “d”	d	0,00	m
Coordenada “x” / Raio de Rigidez	x / ℓ	0,39	m
Coordenada “d” / Raio de Rigidez	d / ℓ	0,00	m
Número de Blocos - (Carta de influência 1)	N_2	90	-
Número de Blocos - Total	**N**	**330**	**-**

Com isso, definem-se os momentos solicitantes e as armaduras necessárias, como mostrado na Tabela 15.

Tabela 14 - Valores do Número de Blocos para a roda na borda da placa.

Comprimento da Área de Contato do Pneu	L	0,34	m
Largura do Pneu	w	0,30	m
Comprimento / Raio de Rigidez	L / ℓ	0,45	m
Roda 1			
Coordenada “x”	x	0,00	m
Coordenada “d”	d	0,15	m
Coordenada “x” / Raio de Rigidez	x / ℓ	0,00	m
Coordenada “d” / Raio de Rigidez	d / ℓ	0,20	m
Número de Blocos - (Carta de influência 2)	N_1	400	-
Roda 2			
Coordenada “x”	x	0,00	m
Coordenada “d”	d	0,45	m
Coordenada “x” / Raio de Rigidez	x / ℓ	0,00	m
Coordenada “d” / Raio de Rigidez	d / ℓ	0,59	m
Número de Blocos - (Carta de influência 2)	N_2	200	-
Número de Blocos - Total	**N**	**600**	**-**

Tabela 15 – Cálculo das armaduras das placas.

Descrição	**Símbolo**	**Posição da Roda**	
		Interior da Placa	**Borda da Placa**
Momento solicitante	Mi	13.489 N.m/m	24.526 N.m/m
		135 tf.m/m	245 tf.m/m
Coeficiente k_6	k_6	297	163
Coeficiente k_3	k_3	0,276	0,279
Área de Aço necessária	As	2,33 cm²/m	4,28 cm²/m
Tela Selecionada	-	Q238	Q238 (dupla)

Para mitigação dos fenômenos de variação volumétrica das placas (retração, empenamento, etc.), dimensiona-se uma tela superior, como mostrado na Tabela 15.

Tabela 16 – Cálculo da armadura de retração.

Descrição	Símbolo	Valor
Camada deslizante	-	Lona
Coeficiente de atrito	f	1,7
Área de aço necessária	As	0,612
Tela Selecionada	-	Q113

Com isto, as placas deverão possuir a seguinte armação:

- Tela Inferior:
  - Q238 – Toda a área da placa;
  - Q238 – Faixa de 80 cm ao longo das bordas placas;
- Tela Superior:
  - Q113 – Toda a área da placa;

7.3. Barras de Transferência

Para a distribuição de esforços entre placas adjacentes, bem como conformação de deformações, devem ser implantadas barras de transferência com diâmetro de 25 mm, comprimento de 50 cm, espaçadas a cada 30 cm.

APÊNDICE 1 – CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO

USACE														
Class. Dos veículos		Número de Eixos				VMD	% Veículos Comerciais	Individual			Total		
Classe	Tipo	Simples (roda simples)	Simples (roda dupla)	Tandem duplo (roda dupla)	Tandem triplo (roda dupla)			Carregado	10% Sobrecarga	Vazio	Carregado	10% Sobrecarga	Vazio
2C	Com. 2	1	1	-	-	0	0,00%	3,57	0	0,15	0	0	0
3C	Com. 3	1	-	1	-	0	0,00%	8,83	0	0,1	0	0	0
4CD	Com. 4	-	-	2	-	0	0,00%	6,58	0	0,16	0	0	0
2S3	Com. 5	1	1	-	1	53	21,67%	12,87	0	0,28	2,79	0	0,06
3S3	Com. 6	1	-	1	1	118	48,06%	18,13	0	0,23	8,71	0	0,11
3D4	Com. 7	1	-	3	-	31	12,78%	25,92	0	0,26	3,31	0	0,03
3T6 (duplo)	Com. 8	1	5	1	-	1	0,28%	25,27	0	0,77	0,07	0	0,00
3T6 (2 duplos)	Com. 9	1	4	2	-	42	17,22%	30,53	0	0,71	5,26	0	0,12
Total						245	100%	-	-	-	20,14	0,00	0,33

Hipótese: 60% dos veículos com carga máxima legal e 40% vazios

Tipo de Eixo	Carga (tf)			FC-USACE		
	Carregado	10% SC	Vazio	Carregado	10% SC	Vazio
Simples (roda simples)	6		3	0,28		0,02
Simples (roda dupla)	10		5	3,29		0,13
Tandem duplo (roda dupla)	17		6	8,55		0,08
Tandem triplo (roda dupla)	25,3		9	9,3		0,13

FV =	12,22

AASHTO													
Class. Dos veículos		Número de Eixos				VMD	% Veículos Comerciais	Individual			Total		
Classe	Tipo	Simples (roda simples)	Simples (roda dupla)	Tandem duplo (roda dupla)	Tandem triplo (roda dupla)			Carregado	10% Sobrecarga	Vazio	Carregado	10% Sobrecarga	Vazio
2C	Com. 2	1	1	-	-	0	0,00%	2,72	0	0,14	0,00	0	0,00
3C	Com. 3	1	-	1	-	0	0,00%	1,97	0	0,04	0,00	0	0,00
4CD	Com. 4	-	-	2	-	0	0,00%	3,28	0	0,04	0,00	0	0,00
2S3	Com. 5	1	1	-	1	53	21,67%	4,23	0	0,16	0,92	0	0,03
3S3	Com. 6	1	-	1	1	118	48,06%	3,48	0	0,06	1,67	0	0,03
3D4	Com. 7	1	-	3	-	31	12,78%	5,25	0	0,08	0,67	0	0,01
3T6 (duplo)	Com. 8	1	5	1	-	1	0,28%	13,94	0	0,64	0,04	0	0,00
3T6 (2 duplos)	Com. 9	1	4	2	-	42	17,22%	13,19	0	0,54	2,27	0	0,09
Total						245	100%	-	-	-	5,57	0	0,17

Hipótese: 60% dos veículos com carga máxima legal e 40% vazios

Tipo de Eixo	Carga (tf)			FC-USACE		
	Carregado	10% SC	Vazio	Carregado	10% SC	Vazio
Simples (roda simples)	6		3	0,33		0,02
Simples (roda dupla)	10		5	2,39		0,12
Tandem duplo (roda dupla)	17		6	1,64		0,02
Tandem triplo (roda dupla)	25,5		9	1,56		0,02

FV =	3,41

APÊNDICE 2 – CÁLCULO DO NÚMERO “N”

Ano		Número de Veículos						FV		N Anual		N Acumulado	
		2S3	3S3	3D4	3T6 (Duplo)	3T6 (Triplo)	Total	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO
2026	-	53	118	31	1	42	245	12,22	3,41	1,09E+06	3,05E+05	1,09E+06	3,05E+05
2027	1	55	121	32	1	43	252	12,22	3,41	1,12E+06	3,14E+05	2,22E+06	6,19E+05
2028	2	57	125	33	1	44	260	12,22	3,41	1,16E+06	3,24E+05	3,38E+06	9,43E+05
2029	3	59	129	34	1	45	268	12,22	3,41	1,20E+06	3,34E+05	4,57E+06	1,28E+06
2030	4	61	133	35	1	46	276	12,22	3,41	1,23E+06	3,44E+05	5,80E+06	1,62E+06
2031	5	63	137	36	1	47	284	12,22	3,41	1,27E+06	3,54E+05	7,07E+06	1,97E+06
2032	6	65	141	37	1	48	292	12,22	3,41	1,30E+06	3,64E+05	8,37E+06	2,34E+06
2033	7	67	145	38	1	49	300	12,22	3,41	1,34E+06	3,74E+05	9,71E+06	2,71E+06
2034	8	69	149	39	1	50	308	12,22	3,41	1,37E+06	3,84E+05	1,11E+07	3,09E+06
2035	9	71	153	40	1	52	317	12,22	3,41	1,41E+06	3,95E+05	1,25E+07	3,49E+06
2036	10	73	158	41	1	54	327	12,22	3,41	1,46E+06	4,07E+05	**1,40E+07**	**3,90E+06**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-H1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-H1-001	Rev. 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 320
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – ESTUDOS HIDROLÓGICOS		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT
01	11/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro CREA/PR: 83492/D	

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4
3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO 5
3.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA 5
3.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA 6
3.3. CARACTERIZAÇÃO HÍDRICA 7
4. PLUVIOMETRIA 8
4.1. COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS 8
4.2. RELAÇÃO INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (IDF) 11
5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO 16
6. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO 16
6.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL 16
6.2. TEMPO DE RECORRÊNCIA 18
6.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO 18
6.4. VAZÃO DE PROJETO 19
6.5. VERIFICAÇÃO DA OAC EXISTENTE 20

1. OBJETO

O presente documento tem o objetivo de apresentar os Estudos Hidrológicos no âmbito do projeto executivo do Ponto de Parada e Descanso (PPD), localizada no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos de acordo com o Manual de Hidrologia Básica de Estruturas de Drenagem (Publicação IPR-715, DNIT/2005) e as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos e Instruções de Serviços (Publicação IPR-726, DNIT/2006), com o objetivo de determinar o regime pluviométrico da região e estimativa das vazões de contribuição para o dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem propostos.

Para a efetivação dos estudos e posterior elaboração do Projeto de Drenagem, são procedidas as seguintes atividades:

- Caracterização da região (física, climática e hídrica);
- Coleta de dados pluviométricos e cartas topográficas existentes;
- Estudos complementares de campo e escritório (observações “in loco”);
- Estabelecimento do regime de chuvas, e;
- Determinação das características das bacias de contribuição;
- Determinação das vazões de contribuição.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

CÓDIGO DO DOCUMENTO	TÍTULO
IPR-715 DNIT	MANUAL DE HIDROLOGIA BÁSICA PARA ESTRUTURAS DE DRENAGEM/ DNIT
IPR-724 DNIT	MANUAL DE DRENAGEM DE RODOVIAS/ DNIT
IPR-726 DNIT	IS-203 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

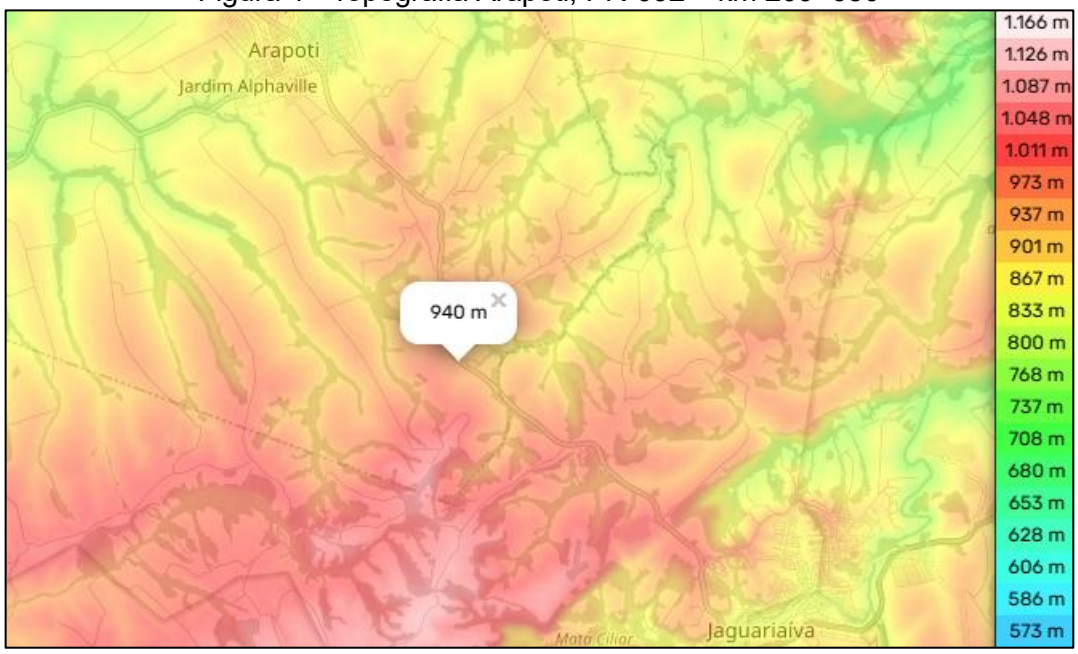
3.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

O município de Arapoti possui uma área de 1.358,176 km^2, sendo 6,89 km^2 (0,51%) de área urbanizada (IBGE, 2019). A sede municipal está localizada a 24°09’28’’ Sul de latitude e -49°49’37’’ Oeste de longitude, estando a uma altitude média de 860 m. Sua população estimada em 2024, de acordo com o IBGE, é de 26.310 habitantes.

O município está localizado na região do Planalto de Ponta Grossa, sub-região do Planalto Meridional. O relevo apresenta topografia acidentada com altitudes variando em média entre 600 e 1.100 metros, caracterizada pela formação de morros e colinas, fator que favorece o escoamento rápido das águas de chuvas.

O projeto do PPD está localizado em região com altitude média de 940 m, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Topografia Arapoti, PR-092 – km 209+650



Fonte: Mapa topográfico Arapotir, altitude, relevo. Disponível em https://pt-br.topographic-map.com/map-8c1tp/Arapoti/. Acesso em: 21 jan 2025.

A vegetação predominante é a floresta ombrófila mista, típica da região sul do país, caracterizada pela presença árvores de grande porte, em especial as Araucárias, o que torna a região rica em biodiversidade. Apresenta também a ocorrência frequente de florestas mistas.

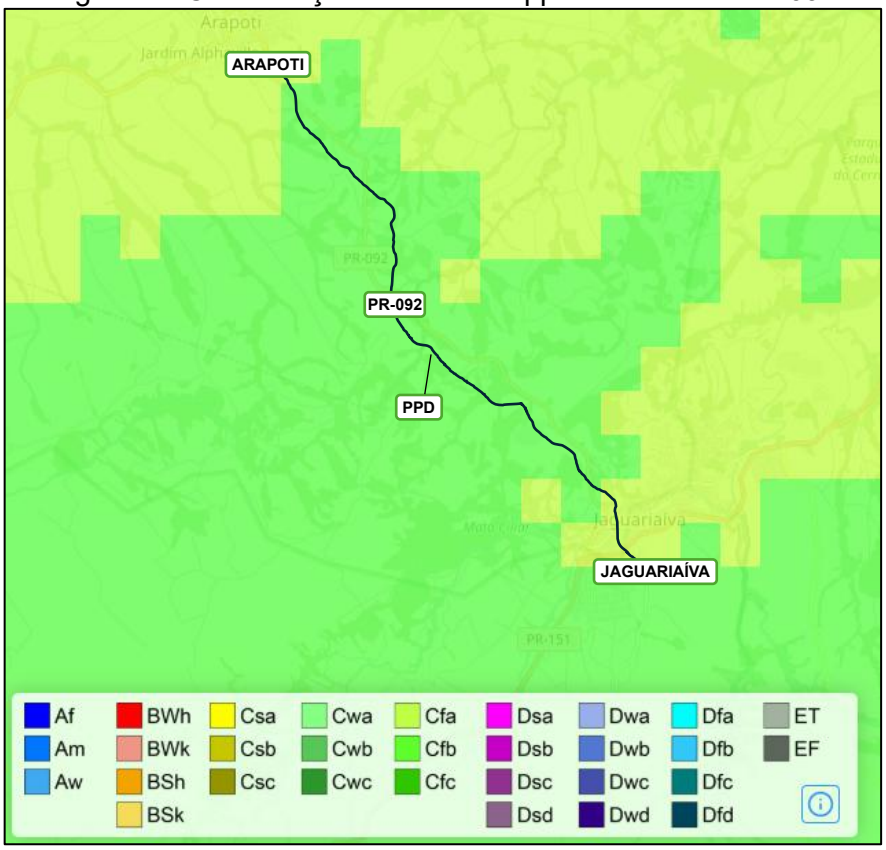
Em áreas degradadas, observa-se o processo de regeneração com o surgimento de vegetação secundária, composta por espécies adaptadas a solos mais pobres, como capoeiras e catingas.

A região é composta por rochas sedimentares e rochas ígneas, sendo que as camadas de rochas mais antigas, como basaltos, são típicas da região sul do Brasil. O solo, em geral, tem boa fertilidade, especialmente nas áreas de planalto e de encosta, favorecendo o cultivo de diversas culturas.

3.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Tendo-se por referência a classificação climática de Wilhelm Köppen (MAACK, 1981), que é baseada na vegetação, temperatura e pluviosidade, o clima de Arapoti é classificado como **Cfb**, correspondente ao clima temperado sem estações secas, precipitação média anual de 1400mm a 1600mm e temperatura média anual de 18°C a 22°C. A Figura 2 ilustra a distribuição espacial da classificação Köppen da área de estudo e do seu entorno.

Figura 2 - Classificação climática Köppen – Rodovia PR-092



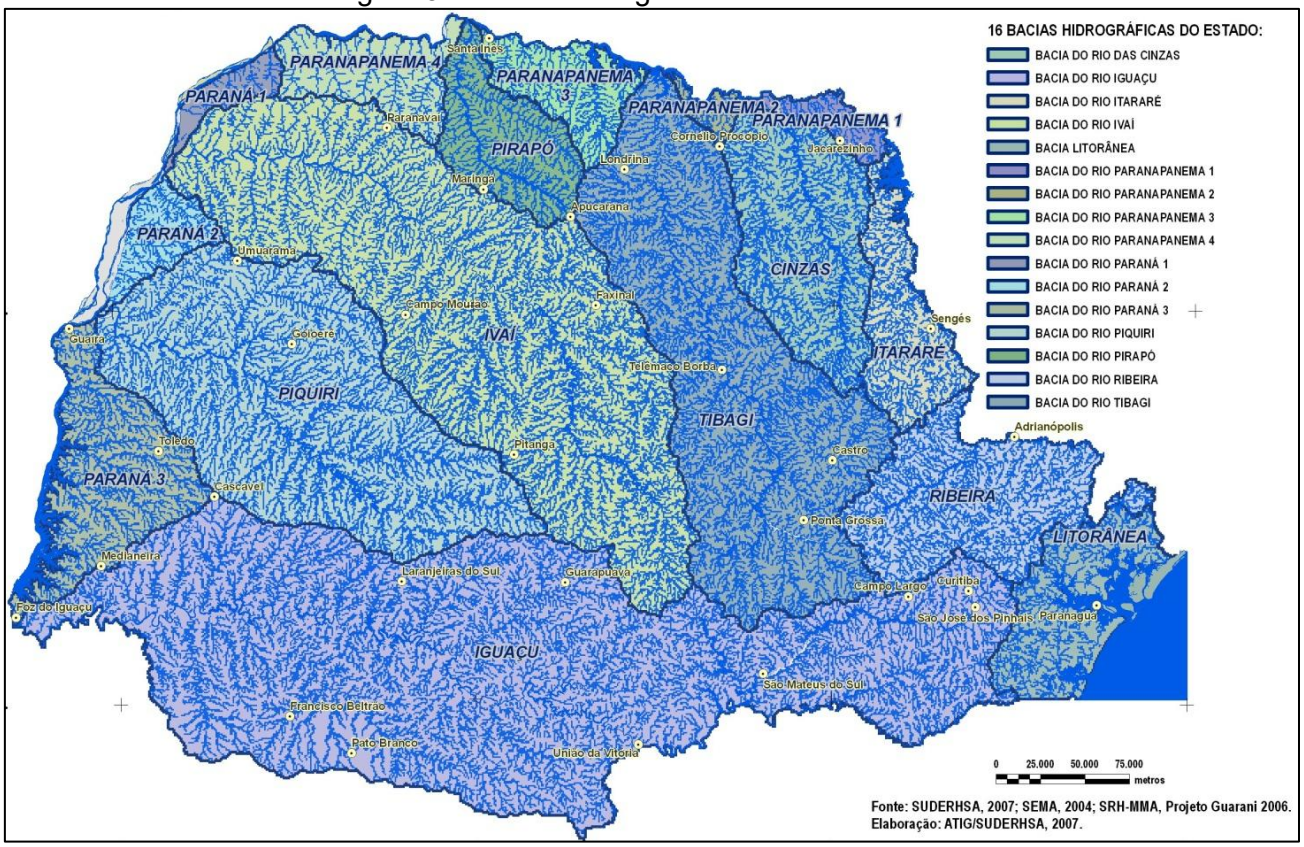
3.3. CARACTERIZAÇÃO HÍDRICA

O Estado do Paraná foi dividido em 16 Bacias Hidrográficas, conforme ilustra a Figura 3. O município está inserido na bacia do Rio Iguaçu, em região que contribui para o Rio Laranjinha.

A bacia hidrográfica do Rio Iguaçu é a maior do estado do Paraná, com 70.800 km2, sendo 80,4% desta área dentro do estado do Paraná, 16,5% no estado de Santa Catarina e 3% na Argentina.

O principal rio de Arapoti é o Rio Laranjinha, que apresenta importante papel na drenagem e abastecimento de água da região.

Figura 3 – Bacias hidrográficas do Paraná



Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA

4. PLUVIOMETRIA

4.1. COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para a definição do regime pluviométrico para o projeto, inicialmente foram coletados dados pluviométricos das estações existentes na área de influência do projeto, obtidos junto a Agência Nacional de Águas – ANA, no sistema HIDROWEB/ ANA[1].

[1] HIDROWEB – Sistemas de Informações Hidrológicas - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)/ Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb. Acesso em: 06/01/2025.

Na sequência, a Figura 4 apresenta a localização das estações pluviométricas da região e os dados são resumidos na Tabela 1 – Dados dos postos pluviométrico.

Figura 4 – Localização das estações pluviométricas

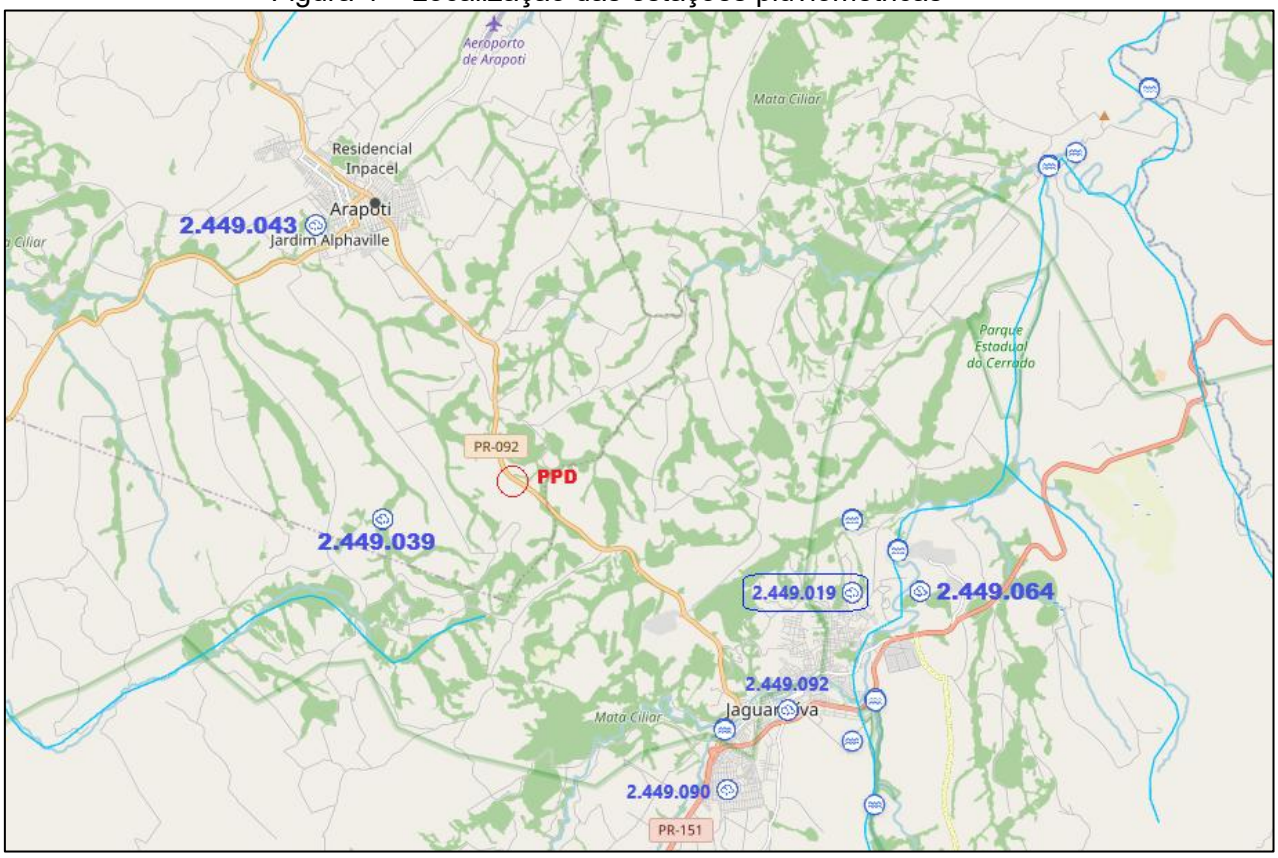


Tabela 1 – Dados dos postos pluviométricos

CÓDIGO	ESTAÇÃO	OPERADORA	LAT.	LONG.	ALT. (m)	OPERANDO	PERÍODO DE LEITURA
2.449.019	Jaguariaíva	IAT/PR	-24.2333°	-49.7000°	923	Sim	1930 - 2022
2.449.039	Jackson Figueiredo	IAT/PR	-24.2167°	-49.8167°	1.100	Não	1976 - 1998
2.449.043	Arapoti	IAT/PR	-24,1500°	-49,8333°	950	Não	1976 - 1994
2.449.064	Jaguariaíva - SE	COPEL	-24,2331°	-49,6831°	876	Não	1989 - 2000
2.449.090	Jaguariaíva_Primavera I	CEMADEN	-24,2780º	-49,7310°	937	Sim	Indisponível
2.449.092	Jaguariaíva_Ciane	CEMADEN	-24,2600°	-49,7160°	857	Sim	Indisponível

O trecho de projeto dista aproximadamente 8,2 km de um posto pluviométrico de código 2449019 (Figura 2), inseridos no mesmo micro clima. O posto, operado pelo Instituto Água e Terra (IAT-PR), apresenta série histórica de registros extensa, possuindo dentre o período de leitura, 34 anos de operação sem falhas entre 1989 e 2022, justificando sua utilização.

Segundo Bertoni e Tucci (2007), das várias metodologias empregadas no preenchimento de falhas nos registros, nenhuma é satisfatória para dados pluviométricos coletados a intervalos diários e horários. Em uma escala de tempo diária, os padrões espaço-temporais do processo de chuva são complexos, não lineares e altamente variáveis, o que dificulta a aplicação de métodos.

Segundo o Manual de Hidrologia Básica do DNIT, o posto pluviométrico representativo deve ter pelo menos 15 anos de observações, portanto, diante dos 34 anos de série histórica sem falhas, foram descartados os dados de chuva dos anos com falhas ou sem registros no tratamento estatístico.

Diante do exposto, não houve a necessidade de elaborar os polígonos de influência de cada posto pelo método do Polígono de Thiessen por ter-se apenas um posto representativo.

Os dados da estação 2.449.019 foram processados estatisticamente para fornecer os valores máximos, médios e mínimos das precipitações mensais, número de dias de chuva e precipitações diárias, conforme apresentado nos histogramas a seguir.

Dezembro a fevereiro constitui o período mais chuvoso, com média de precipitação mensal de 187 mm e 10 dias de chuva. O trimestre menos chuvoso corresponde aos meses de junho a agosto, com média de precipitação de 90 mm e 5 dias de chuva.

Figura 5 – Histograma das precipitações totais mensais

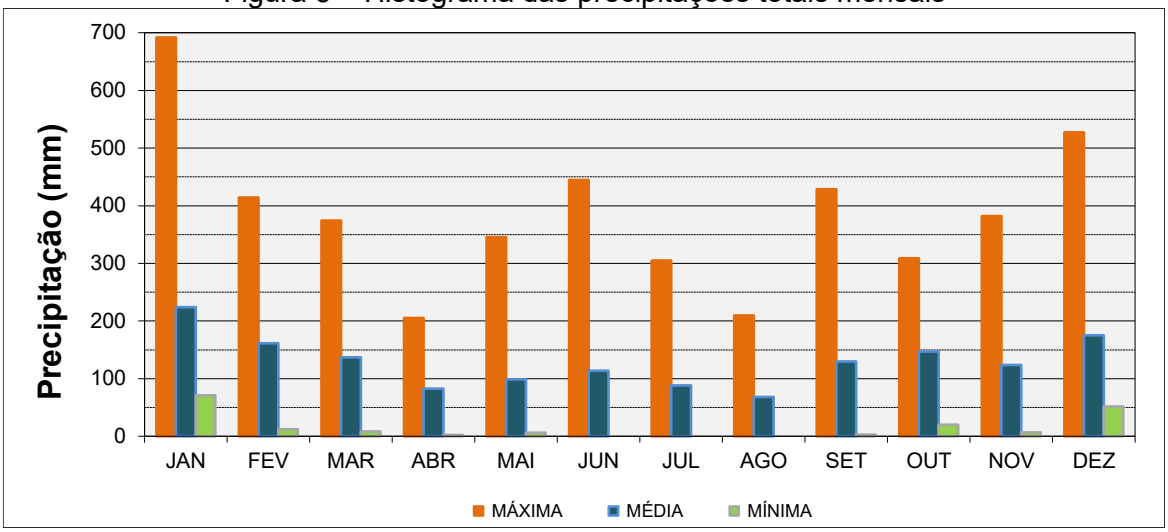
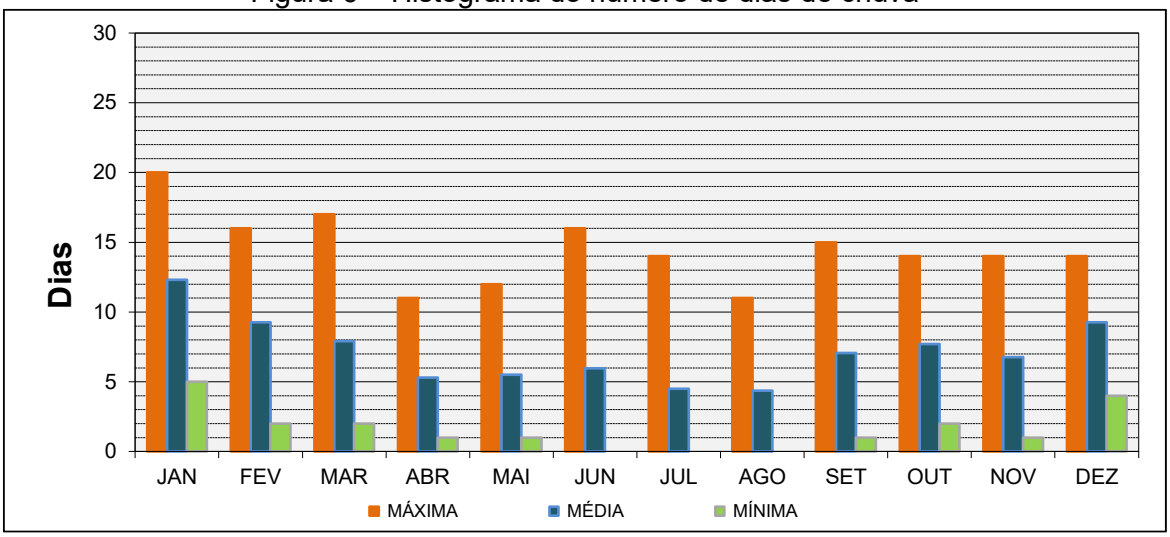


Figura 6 – Histograma do número de dias de chuva



4.2. RELAÇÃO INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (IDF)

A relação intensidade-duração-recorrência foi obtida pelo Método das Isozonas, desenvolvido pelo Eng. José Jaime Taborga Torrico em 1974.

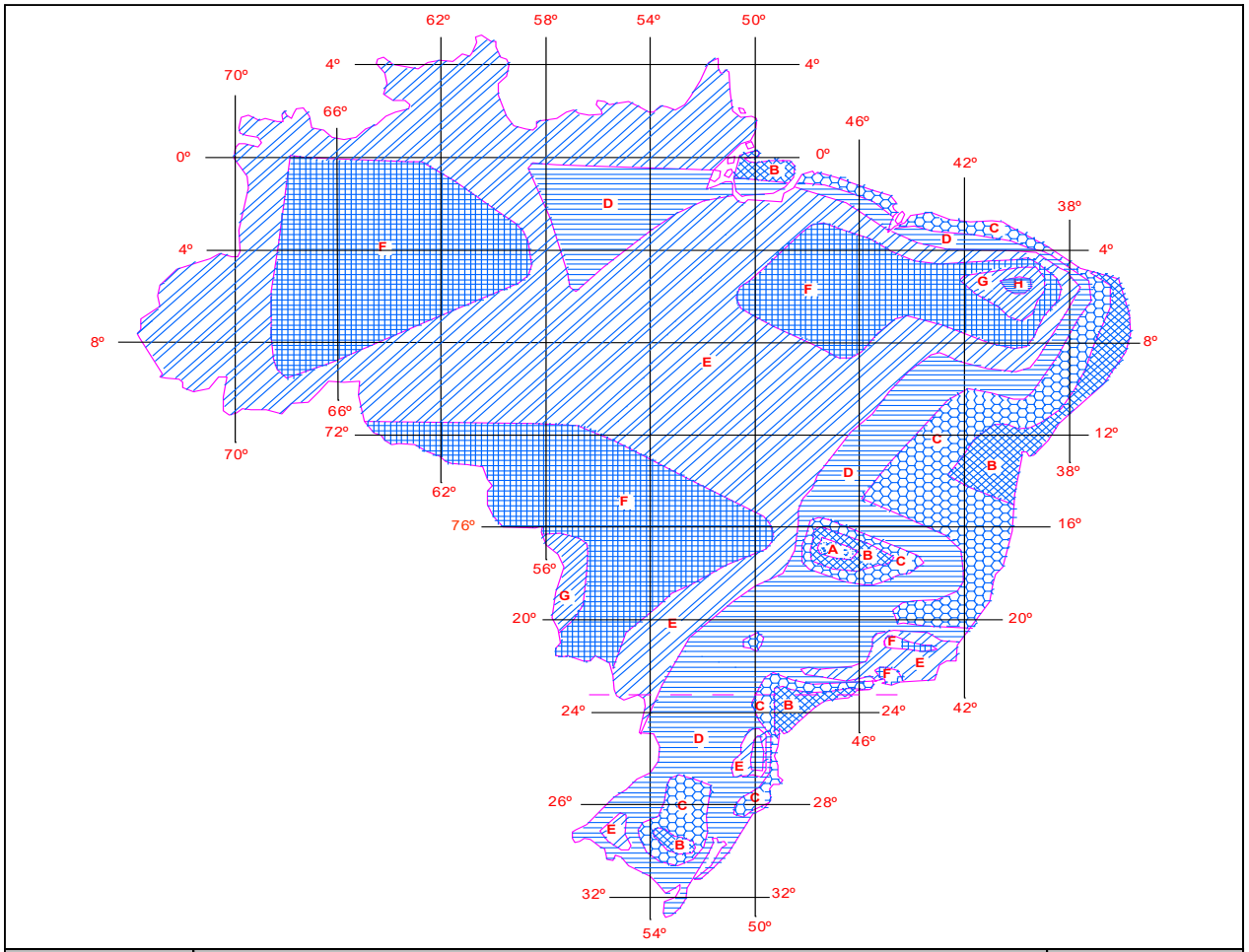
O método consiste em correlacionar as precipitações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração, dentro das isozonas homogêneas deduzidas de estações pluviométricas, observadas estatisticamente com base nos dados da publicação “Chuvas Intensas no Brasil” do Eng. Otto Pfafstteter.

A partir da equação de Vem Te Chow com os coeficientes probabilísticos de Gumbel, calculou-se a máxima precipitação de 1 dia. O valor obtido foi corrigido para a precipitação de 24 horas, multiplicando-se por 1,10.

A partir da coleta dos dados pluviométricos da estação 2453056, foram calculadas as chuvas com duração de 1 hora e de 6 minutos, segundo as percentagens referidas à isozona B.

O mapa de isozonas é apresentado na Figura 7. Na sequência, são apresentados os elementos para o posto escolhido: quadro de características e dedução da equação, curvas de intensidade-duração-recorrência e curvas de precipitação-duração-recorrência.

Figura 7 – Histograma do número de dias de chuva



RELAÇÃO		1 HORA / 24 HORAS DE CHUVA										6 MINUTOS / 24 HORAS DE CHUVA	
ZONA \ TR (anos)		5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A		36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D		42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E		44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G		47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Tabela 2 – Quadro de características e dedução da equação para a Estação Jaguariaíva (2.449.019)

POSTO: JAGUARIAÍVA				CÓD. 2.449.019		OPERADOR:	IAT/PR
FONTE: HIDROWEB - ANA				PERÍODO: 1989 - 2022		RESP.:	IAT/PR

PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS							
ANO	P (mm)	ANO	P (mm)	ANO	P (mm)	ANO	P (mm)
1989	144,5	1999	70,5	2009	104,0	2019	95,0
1990	118,9	2000	50,8	2010	39,5	2020	80,0
1991	92,5	2001	36,4	2011	53,0	2021	55,0
1992	68,2	2002	44,5	2012	87,6	2022	100,0
1993	95,4	2003	87,6	2013	56,5		
1994	67,6	2004	38,9	2014	60,0		
1995	60,2	2005	47,7	2015	111,0		
1996	60,7	2006	58,8	2016	85,0		
1997	98,8	2007	68,0	2017	133,0		
1998	60,5	2008	52,3	2018	50,0		
n = 34		$\overline{P}$ =	74,48 mm	σ_{n-1} =	27,51 mm		

$$P_{1dia} = \overline{P} + K \cdot \sigma_{n-1}$$

INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO - ISOZONA "D"				
TEMPO DE RECORRÊNCIA	PRECIPITAÇÃO (mm)			
	1 DIA	24 HORAS	1 HORA	6 MINUTOS
5 ANOS	97,6	107,4	45,1	12,0
10 ANOS	115,7	127,2	52,9	14,3
15 ANOS	125,9	138,5	57,3	15,5
25 ANOS	138,5	152,4	62,6	17,1
50 ANOS	155,5	171,0	69,6	19,2
100 ANOS	172,3	189,5	76,4	18,9

EQUAÇÕES DE CHUVA		
TEMPO DE RECORRÊNCIA	INTERVALO DE TEMPO	
	0,1 h < t < 1,0 h	1,0 h < t < 24,0 h
5 ANOS	P(mm)= 33,07 log t + 45,10	P(mm)= 45,12 log t + 45,10
10 ANOS	P(mm)= 38,68 log t + 52,94	P(mm)= 53,84 log t + 52,94
15 ANOS	P(mm)= 41,82 log t + 57,32	P(mm)= 58,79 log t + 57,32
25 ANOS	P(mm)= 45,56 log t + 62,62	P(mm)= 65,02 log t + 62,62
50 ANOS	P(mm)= 50,44 log t + 69,60	P(mm)= 73,47 log t + 69,60
100 ANOS	P(mm)= 57,42 log t + 76,37	P(mm)= 81,96 log t + 76,37

TEMPO DE RECORRÊNCIA	0,1 h		1 h		24 h	
	P (mm)	I (mm / h)	P (mm)	I (mm / h)	P (mm)	I (mm / h)
5 ANOS	12,03	120,25	45,10	45,10	107,37	4,47
10 ANOS	14,25	142,52	52,94	52,94	127,25	5,30
15 ANOS	15,51	155,08	57,32	57,32	138,46	5,77
25 ANOS	17,06	170,65	62,62	62,62	152,36	6,35
50 ANOS	19,15	191,52	69,60	69,60	171,00	7,12
100 ANOS	18,95	189,49	76,37	76,37	189,49	7,90

Figura 8 – Curvas Intensidade-Duração-Recorrência

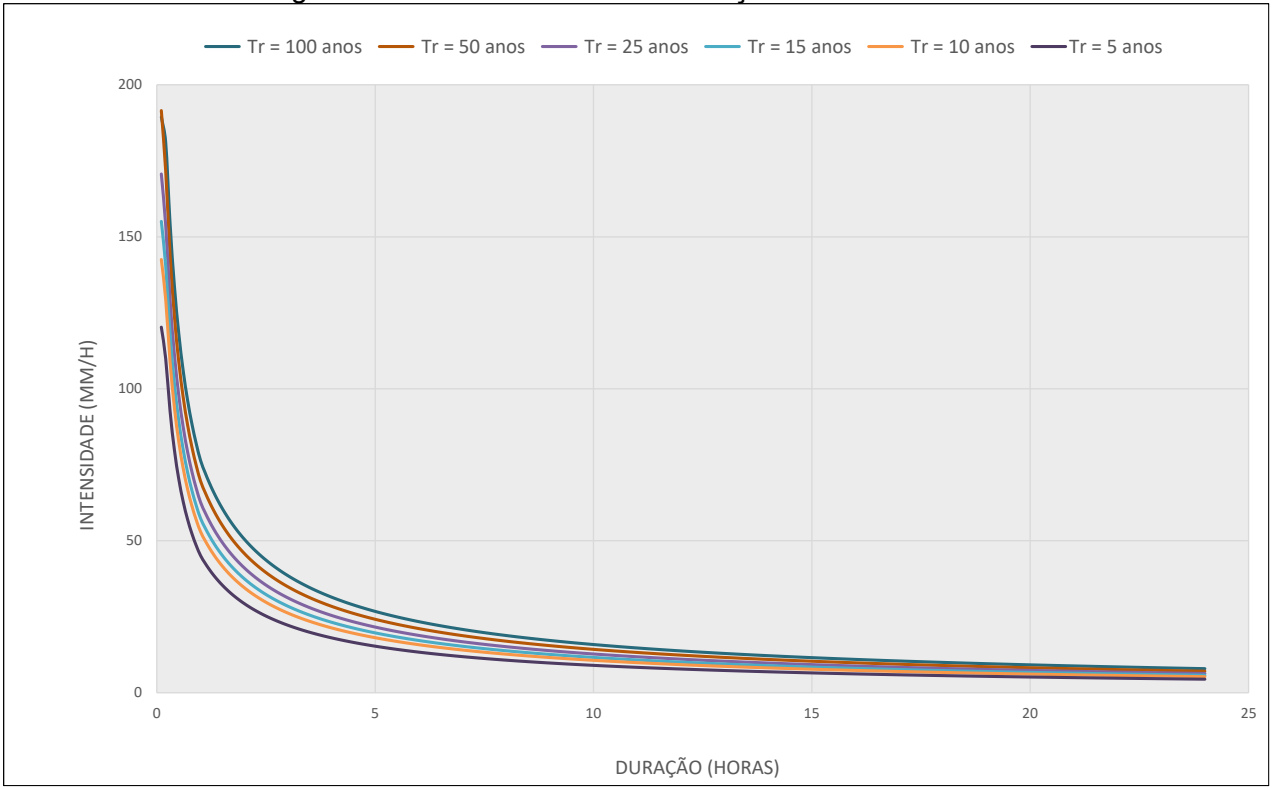
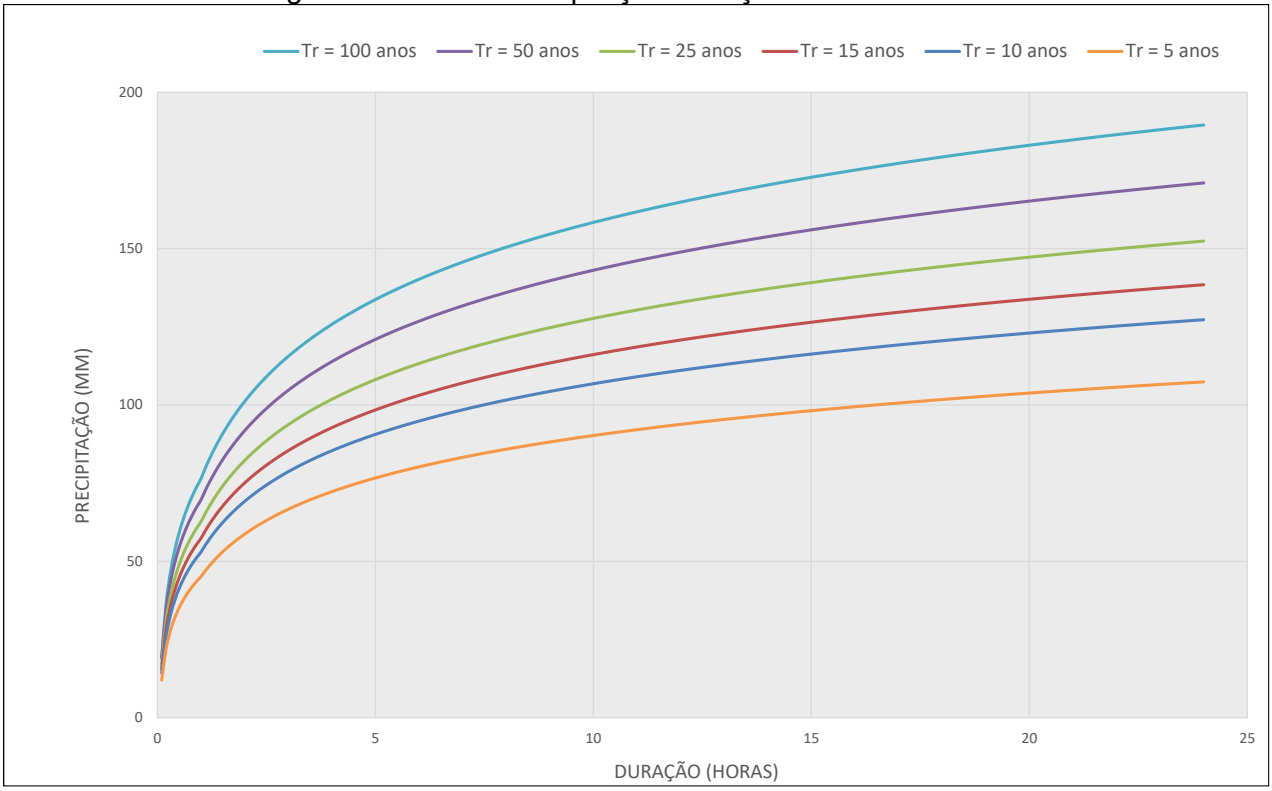


Figura 9 – Curvas Precipitação-Duração-Recorrência



5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

As áreas das bacias foram determinadas por planimetria, através de cartas topográficas obtidas junto ao Banco de Dados Geográficos do Exército – BDGEX (*Disponível em: < https://bdgex.eb.mil.br/mediador/>. Acesso em: 14 nov 2024*).

Os documentos de referência utilizados para o estudo foram as Cartas Topográficas Matriciais ARAPOTI SG-22-X-A-III e JAGUARIAÍVA SG-22-X-A-III, ambas na escala 1:50.000. A equidistância das curvas de nível é de 20 metros.

A área identificada é resumida na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Bacia de contribuição

BACIA	ESTACA	ÁREA (ha)	L (m)	H (m)	OAC EXISTENTE
1	209+450	74,14	1.476	106	BDTC ø 1,20m

6. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO

A determinação das vazões para o dimensionamento e verificação das obras hidráulicas que compõem o sistema de drenagem seguiu as “Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários” (IPR-726) definidas pelo DNIT.

6.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de deflúvio foi arbitrado a partir dos parâmetros relativos às características do solo, ocupação, tipo de cobertura vegetal, estimativa de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis, considerando-se a média ponderada das áreas e os respectivos coeficientes, conforme valores apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Bacia de contribuição

TIPO DE ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE C
COMÉRCIO:	
Áreas centrais	0,70 – 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 – 0,70
RESIDENCIAL:	
Áreas de uma única família	0,30 – 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 – 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 – 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 – 0,40
Área de apartamentos	0,50 – 0,70
INDUSTRIAL:	
Áreas leves	0,50 – 0,80
Áreas densas	0,60 – 0,90
Parques, cemitérios	0,10 – 0,25
Playgrounds	0,20 – 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 – 0,40
Terrenos baldios	0,10 – 0,30
RUAS:	
Asfalto	0,70 – 0,95
Concreto	0,80 – 0,95
Tijolos	0,70 – 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 – 0,85
Telhados	0,75 – 0,95
GRAMADOS, SOLOS ARENOSOS:	
Plano, 2%	0,05 – 0,10
Médio, 2% a 7%	0,10 – 0,15
Íngreme, 7%	0,15 – 0,20
GRAMADOS, SOLO COMPACTO	
Plano, 2%	0,13 – 0,17
Médio, 2% a 7%	0,18 – 0,22
Íngreme, 7%	0,15 – 0,35

O coeficiente de escoamento “C” foi estimado individualmente considerando as áreas que serão pavimentadas e áreas sem melhoramentos, considerando rodovia em trecho rural, com predominância de terrenos gramados.

- Área a ser pavimentada: A=0,08ha – C=0,90;
- Áreas sem revestimento: A=74,06ha – C=0,25.

Assim, o coeficiente adotado é C=0,26.

6.2. TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma dada precipitação será igualada ou excedida. É fixado em função do grau de risco que pode correr no caso de colapso do sistema de drenagem para enchentes excepcionais, de acordo com o vulto econômico da obra.

A instrução de serviço IS-203 – Estudos Hidrológicos das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT recomenda a adoção dos seguintes valores mínimos:

Drenagem superficial	5 a 10 anos
Bueiros tubulares	15 anos (como canal)
	25 anos (como orifício)
Bueiros celulares	25 anos (como canal)
	50 anos (como orifício)
Pontes e pontilhões	100 anos

6.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para a determinação do tempo de concentração será utilizada a fórmula de Kirpich, desenvolvida pelo California Culverts Pratice, conforme a seguinte expressão:

$$t_c = 57.\left(\frac{L^3}{\mathrm{H}}\right)^{0,385}$$

Sendo:

t_c – tempo de concentração, em minutos;

L – comprimento do talvegue principal, em km;

H – desnível do talvegue principal, em m.

6.4. VAZÃO DE PROJETO

Com a intensidade da chuva equacionada e a área da bacia a ser drenada, é possível iniciar o cálculo da vazão de projeto das bacias. Para a determinação das vazões, são utilizadas as seguintes metodologias:

- Método Racional: bacias de contribuição com área inferior a 4 km²;
- Método Racional Corrigido: bacias com área entre 4 km² e 10 km²;
- Método do Hidrograma Unitário Triangular: bacias de contribuição com área superior a 10 km².

Conforme resumido na Tabela 3, a bacia verificada possui área inferior a 4 km^2 e, portanto, as vazões serão determinadas pelo Método Racional, que admite a vazão como função da intensidade da chuva precipitada na área da bacia, descontando-se as parcelas infiltradas, mediante aplicação da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C.i.A}{3{,}6}$$

Onde:

Q – Vazão (m³/s);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i – Intensidade da chuva (mm/h);

A – Área da bacia (km^2).

A seguir são apresentadas as planilhas de determinação das vazões.

Tabela 5 – Determinação da vazão de contribuição

BACIA	ESTUDO HIDROLÓGICO													
	A (ha)	L (m)	ΔH (m)	I_{eq} (m/km)	tc real (min)	tc (min)	i (mm/min)			C	VAZÃO (m^3/s)			MÉTODO DE CÁLCULO
							T=15 anos	T=25 anos	T=50 anos		T=15 anos	T=25 anos	T=50 anos	
A1	74,14	1.476	106	71,82	14,84	14,84	2,15	2,36	2,80	0,26	6,91	7,58	9,00	Racional

6.5. VERIFICAÇÃO DA OAC EXISTENTE

Atualmente, a bacia verificada transpõe a pista da PR-092 por um bueiro BSTC ø1,20m. A tabela a seguir apresenta a verificação hidráulica para a obra de arte corrente existente na travessia do km 209+450 para a bacia determinada.

Tabela 6 – Determinação da vazão de contribuição

BACIA	ESTUDO HIDROLÓGICO				DISP.	VERIFICAÇÃO CANAL			VERIFICAÇÃO ORIFÍCIO			
	VAZÃO (m^3/s)			MÉTODO DE CÁLCULO		VAZÃO CRÍTICA (m^3/s)	VAZÃO PROJ. (m^3/s)	SUFICI-ÊNCIA	Hw CARGA HIDR. (m)	Hw/D (m)	H (m)	SUFICI-ÊNCIA
	T=15 anos	T=25 anos	T=50 anos									
A1	6,91	7,58	9,00	Racional	BDTC Φ 1,2	4,84	6,91	VERIFICAR	1,25	1,04	0,65	OK

Verifica-se que a obra existente trabalha atualmente como orifício e deverá ser complementada para atender à demanda de vazão.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJ ETO DE DRENAGEM

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-H2-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-H2-001	Rev.: 01
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 /12

LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista:Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D

Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE DRENAGEM		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

AFIRMA·EVIAS
engenharia viária

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT
01	30/03/26	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	

SUMÁRIO

1. OBJETO 4

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4

3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO 5

3.1. PARÂMETROS ADOTADOS 5

3.1.1. Coeficiente de Rugosidade 5

3.1.2. Velocidade Admissível 5

3.1.3. Vazões de Projeto 6

3.2. DRENAGEM SUPERFICIAL 6

3.3. OBRAS DE ARTE CORRENTES 8

3.4. DRENAGEM SUBTERRÂNEA 10

4. NOTAS DE SERVIÇO 11

1. OBJETO

O presente documento tem o objetivo de apresentar os Projeto de Drenagem no âmbito do projeto executivo do Ponto de Parada e Descanso (PPD), localizada no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

O Projeto de Drenagem consistiu em analisar e implantar as possíveis soluções para interceptar, captar e conduzir as águas pluviais, garantindo a estabilidade das vias e atendendo à geometria projetada para o PPD.

Para a elaboração do Projeto de Drenagem, foram procedidas as seguintes atividades:

- Verificação das obras de arte correntes existentes;
- Dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial e profunda;
- Dimensionamento das obras de arte correntes;
- Elaboração das notas de serviço e quantitativos.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

CÓDIGO DO DOCUMENTO	TÍTULO
IPR-724 DNIT	MANUAL DE DRENAGEM DE RODOVIAS
IPR-726 DNIT	IS-203 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS
IPR-726 DNIT	IS-210 – PROJETO DE DRENAGEM
IPR-736 DNIT	ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

3.1. PARÂMETROS ADOTADOS

3.1.1. Coeficiente de Rugosidade

Ao longo de todo o perímetro molhado de uma seção, ocorrem tensões tangenciais que representam uma resistência ao escoamento. Essa tensão tangencial surge sempre que um fluxo em movimento está em contato com uma superfície parada, e será tão maior quanto mais rugosa for a superfície. A consideração desta rugosidade representa um importante fator na capacidade de descarga e é considerada na equação de dimensionamento das estruturas.

Como critério de dimensionamento, são apresentados na Tabela 1 os valores de rugosidade considerados no projeto, em termos de número de Manning, de acordo com o revestimento dos dispositivos projetados.

Tabela 1 – Coeficientes de rugosidade adotados

COBERTURA SUPERFICIAL	COEFICIENTE DE MANNING
Concreto	0,015
Grama	0,030

3.1.2. Velocidade Admissível

Limitar a velocidade do escoamento é um importante parâmetro para garantir a integridade do dispositivo ao longo da vida útil do sistema de drenagem.

Conforme apresentado na Tabela *2*, a velocidade admissível é tão menor quão menor for a resistência da cobertura e maior a sua predisposição à erosão.

Tabela 2 – Velocidades máximas admissíveis

COBERTURA SUPERFICIAL	VELOCIDADE (m/s)
Concreto de cimento Portland	4,50
Grama comum firmemente implanta	1,50 a 1,80

Com o objetivo de evitar empoçamentos e acúmulo de materiais, bem como garantir o caimento do fluxo pela gravidade, a declividade mínima adotada para o sistema de drenagem superficial será de 0,5 %.

Como declividade máxima, será adotada aquela que resulte na velocidade máxima admissível, apresentada na Tabela *2* conforme material de revestimento.

3.1.3. Vazões de Projeto

Com a área da bacia e a intensidade de chuva equacionada nos Estudos Hidrológicos, a vazão de projeto foi determinada pelo Método Racional

3.2. DRENAGEM SUPERFICIAL

O dimensionamento hidráulico das sarjetas e valetas consiste em igualar a capacidade de escoamento com a vazão de contribuição, determinando desta forma o comprimento crítico, o qual definirá a posição das saídas d`água.

O dimensionamento hidráulico da seção de vazão dos dispositivos de drenagem superficial será realizado através da expressão de Manning aliada à Equação da Continuidade, de forma a estabelecer a descarga máxima admissível:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times Rh^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$

Onde:

Q – Vazão (m³/s) – capacidade de escoamento;

Am – Área molhada (m²);

n – Coeficiente de rugosidade de Manning;

i – Declividade longitudinal do dispositivo (m/m);

Rh – Raio hidráulico (m), calculado como: Rh = Am / Pm

A vazão de projeto para o dimensionamento foi obtida pelo Método Racional, conforme metodologia descrita nos Estudos Hidrológicos.

O tempo de recorrência foi adotado, considerando o risco da obra, como sendo igual a 10 anos para a drenagem superficial. O tempo de concentração considerado foi 6 minutos. Aplicando estes valores na equação de chuva intensa, obtém-se i = 243,82 mm/h.

A declividade mínima considerada foi de 0,5%. Os cálculos foram realizados considerando que a altura do escoamento deverá corresponder a, no máximo, 80% da altura da canaleta, sendo que as dimensões resultantes apresentadas nos itens a seguir já contemplam esse requisito.

Fixada a seção prévia da sarjeta, passou-se à determinação do seu comprimento crítico para as diversas declividades do greide correspondente aos cortes existentes. Igualando-se a capacidade de escoamento com a vazão de contribuição, chegou-se aos comprimentos críticos (d), de acordo com a seguinte equação, onde L é a largura de contribuição:

$$d = 36.10^4.\frac{A_m.R_h^{2/3}.I^{1/2}}{C.i.L.n}$$

Os resultados obtidos foram verificados também quanto a velocidade do escoamento na declividade mínima, bem como para a declividade máxima admissível, de modo que o fluxo atenda a velocidade máxima indicada, de 4,5 m/s para revestimento em concreto. O número de Manning utilizado foi de 0,015.

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial é apresentado a seguir.

Tabela 3 – Dimensionamento das sarjetas de corte

LOCALIZAÇÃO (km)		DISP. TIPO	DECLIV. (%)	COMPRIMENTO (m)		LARG. IMPLÚVIO (m)	SAÍDA		VAZÃO TRECHO (m³/s)	VAZÃO ACUMULADA (m³/s)	CAPACI-DADE (m³/s)	VELOC. (m/s)
INICIAL	FINAL			TRECHO	CRÍTICO		LOCALIZA-ÇÃO (km)	DISPOSIT. DE SAÍDA				
309 + 00,0	310 + 04,0	STC73-15	1,96	24,00	116,10	20,00	310 + 04,0	CCS250-80A	0,015	0,015	0,079	1,450
310 + 04,0	4 + 06,6	STC108-25	5,26	135,00	217,31	60,00	310 + 04,0	CCS250-80A	0,246	0,246	0,446	3,303
4 + 06,6	8 + 10,0	STC108-25	3,04	83,40	141,61	70,00	8 + 10,0	VPAC120-30	0,177	0,177	0,339	2,511
400 + 00,0	402 + 10,0	STC73-15	3,60	50,00	209,80	15,00	402 + 10,0	DES 73-219	0,023	0,023	0,108	1,966
TOTAL		STC73-15	74,00		m							
		STC108-25	218,40		m							

Tabela 4 – Dimensionamento das valetas de proteção

LOCALIZAÇÃO (km)		DISP. TIPO	DECLIV. (%)	COMPRIMENTO (m)		LARG. IMPLÚVIO (m)	SAÍDA		VAZÃO TRECHO (m³/s)	VAZÃO ACUMULADA (m³/s)	CAPACI-DADE (m³/s)	VELOC. (m/s)
INICIAL	FINAL			TRECHO	CRÍTICO		LOCALIZA-ÇÃO (km)	DISPOSIT. DE SAÍDA				
305 + 00,0	309 + 00,0	VPAC120-30	1,900	80,00	351,10	75,00	309 + 00,0	CCS250-80A	0,059	0,059	0,078	1,428
8 + 10,0	10 + 07,0	VPAC120-30	4,054	37,00	512,86	75,00	10 + 07,0	DES 120-360	0,027	0,480	0,114	2,086
309 + 00,0	2 + 10,0	VPCC120-30	2,900	95,00	433,77	75,00	309 + 00,0	CCS250-80A	0,070	0,070	0,097	1,764
2 + 10,0	8 + 10,0	VPCC120-30	6,000	150,00	519,94	90,00	8 + 10,0	VPAC120-30	0,133	0,133	0,139	2,538
404 + 08,4	409 + 12,4	VPAG160-100	2,100	104,00	698,42	60,00	409 + 12,4	-	0,062	0,452	0,811	1,501
TOTAL		VPCC120-30	245,00		m							
		VPAC120-30	221,00		m							
		VPAC160-30	104,00		m							

3.3. OBRAS DE ARTE CORRENTES

De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, para bueiros trabalhando hidraulicamente como canal, considera-se o bueiro suficiente quando a vazão de projeto é menor do que a vazão crítica considerando tempo de recorrência de 15 anos para bueiros tubulares. A metodologia referente ao escoamento em regime crítico é baseada na energia específica mínima igual a altura do bueiro e a vazão crítica para bueiros tubulares é dada pela seguinte equação:

$$Qc = (nº \text{ de células}) \times 1{,}533 \times D^{2,5}$$

Para as travessias de talvegue, a verificação dos bueiros tubulares trabalhando como orifício foi feita para um tempo de recorrência de 25 anos, verificando a altura de represamento à montante. A relação da altura de água represada em relação ao diâmetro do dispositivo é menor ou igual a 1,20 para o tempo de recorrência. Os bueiros deverão ser verificados como canal e como orifício.

Para os bueiros tubulares de concreto, o tempo de recorrência utilizado nos cálculos é de 15 anos. Os tubos foram dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente e lâmina d'água máxima (Y/D) igual a 0,82.

Para a transposição de talvegues, foram calculadas a carga hidráulica à montante conforme critérios do "Iowa Engineering Experiment Station" Os tubos serão assentados preferencialmente sobre berço de concreto.

A verificação foi feita pelo critério de controle na entrada de acordo com a publicação “Hydraulic Characteristics of Commonly Used Pipe Entrances”, de John L. French e “Hydraulics of Conventional Highway Culverts”, de H.G. Bossy, e o afogamento máximo foi considerado de acordo com o critério descrito a seguir:

$$\frac{Hw}{D} \leq 1{,}20$$

onde:

Hw = carga hidráulica a montante, em m;

D = diâmetro ou altura do bueiro, em m.

As velocidades para a vazão de projeto devem limitar-se entre 0,50 m/s e 4,50 m/s.

Atualmente, a bacia verificada transpõe a pista da PR-092 por um bueiro tipo BDTC ø1,20m. Conforme verificação apresentada nos Estudos Hidrológicos, documento ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-H1-001-R00a, a OAC existente trabalha atualmente como orifício, não verificando a condição como canal. Assim sendo, será necessária a complementação da travessia com a implantação de mais uma linha de bueiro.

A seguir estão apresentadas as planilhas com a verificação hidráulica dos bueiros de talvegue.

Tabela 5 – Dimensionamento dos bueiros de talvegue

OBRA	ESTUDO HIDROLÓGICO				DISP.	VERIFICAÇÃO CANAL			VERIFICAÇÃO ORIFÍCIO			
	VAZÃO (m³/s)			MÉTODO DE CÁLCULO		VAZÃO CRÍTICA (m³/s)	VAZÃO PROJ. (m³/s)	SUFICIÊNCIA	Hw CARGA HIDR. (m)	Hw/D (m)	H (m)	SUFICIÊNCIA
	T=15 anos	T=25 anos	T=50 anos									
A1	6,91	7,58	9,00	Racional	BDTC Φ 1,2	4,84	6,91	VERIFICAR	1,25	1,04	0,65	OK
Existente	4,80	5,27	6,25	Racional	BDTC Φ 1,2	4,84	4,80	OK	0,60	0,50	0,00	OK
Complementar	2,11	2,32	2,75	Racional	BSTC Φ 1,2	2,42	2,11	OK	0,47	0,39	-0,13	OK

Tabela 6 – Dimensionamento dos bueiros de greide

DADOS				DIMENSIONAMENTO											
				Bueiro Proposto				Cálculos				Dimensionamento			
i 15 ANOS (mm/h)	C	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (m²)	VAZÃO PROJ. (m³/s)	COMP. L (m)	DECL I (m/m)	TUBO	ø (m)	V pleno (m/s)	Q pleno (m³/s)	Q/Qp (-)	V/Vp (-)	LÂMINA (m)	Y/D (-)	V (m/s)	Tp (min)
136,80	0,80	12.000	0,365	84,00	0,005	CONCRETO	0,80	1,612	0,810	0,450	0,9734	0,376	0,470	1,569	0,892

3.4. DRENAGEM SUBTERRÂNEA

Foram implantados drenos longitudinais profundos nos cortes em solo, executados com material drenante (brita), envolto por uma camada de geotêxtil, propiciando um subleito em condições adequadas de umidade.

Para a indicação do dreno foram analisados os resultados das sondagens e ensaios (presença de nível d'água, analise da umidade natural e ótima), alturas dos cortes e condicionantes do terreno.

Tabela 7 – Dreno longitudinal profundo

DRENO LONGITUDINAL PROFUNDO								
LOCALIZAÇÃO (km)				POSIÇÃO RELATIVA	DISPOSITIVO TIPO	COMPRIMENTO (m)	SAÍDA	
INICIAL		FINAL					LOCALIZA-ÇÃO (km)	DISPOSIT. DE SAÍDA
309	+ 00,0	310	+ 04,0	D	DPS-06	24,00	310 + 04,0	CCS250-80A
310	+ 04,0	4	+ 06,6	D	DPS-06	135,00	310 + 04,0	CCS250-80A
					TOTAL (m)	**159,00**		

4. NOTAS DE SERVIÇO

LOCALIZAÇÃO		DISPITIVO TIPO	DECLIVIDADE (%)	EXTENSÃO (m)	SAÍDA	
INICIAL	FINAL				LOCALIZA-ÇÃO (km)	DISPOSIT. DE SAÍDA
CANALETA RETANGULAR SOB PASSEIO						
11 + 08,0	13 + 00,0	CCR	2,60	32,00	309 + 00,0	CCS250-80A
13 + 00,0	17 + 00,0	CCR	1,900	80,00	309 + 00,0	CCS250-80A
SARJETAS DE CORTE						
309 + 00,0	310 + 04,0	STC 73-15	1,96	24,00	310 + 04,0	CCS250-80A
310 + 04,0	4 + 06,6	STC 108-25	5,26	135,00	310 + 04,0	CCS250-80A
4 + 06,6	8 + 10,0	STC 108-25	3,04	83,40	8 + 10,0	VPAC120-30
400 + 00,0	402 + 12,0	STC 73-15	3,60	52,00	402 + 12,0	DES 73-219
DRENO LONGITUDINAL PROFUNDO PARA CORTE EM SOLO						
309 + 00,0	310 + 04,0	DPS-08	1,96	24,00	310 + 04,0	CCS250-80A
310 + 04,0	4 + 06,6	DPS-08	5,26	135,00	310 + 04,0	CCS250-80A

LOCALIZAÇÃO		DISPITIVO TIPO	DECLIVIDADE (%)	EXTENSÃO (m)	SAÍDA	
INICIAL	FINAL				LOCALIZA-ÇÃO (km)	DISPOSIT. DE SAÍDA
VALETAS DE PROTEÇÃO						
301 + 00,0	305 + 00,0	VPAC120-30	2,60	80,00	309 + 00,0	CCS250-80A
305 + 00,0	309 + 00,0	VPAC120-30	1,900	80,00	309 + 00,0	CCS250-80A
8 + 10,0	10 + 07,0	VPAC120-30	4,054	37,00	10 + 07,0	DES 120-360
309 + 00,0	2 + 10,0	VPCC120-30	2,900	95,00	309 + 00,0	CCS250-80A
2 + 10,0	8 + 10,0	VPCC120-30	6,000	150,00	8 + 10,0	VPAC120-30

LOCALIZ.	DISPITIVO TIPO	RESUMO		
		TIPO	QUANT	UD
CAIXA COLETORA DE SARJETA				
309 + 00,0	CCS 250-80 A	-	1,00	un
310 + 04,0	CCS 250-80 A			
13 + 02,8	CAIXA COLETORA DE CCR			
DISSIPADOR DE ENERGIA				
10 + 07,0	DES 120-360	DEB 180-30	1,00	un
13	DEB 180-263	DEB 240-316	1,00	un
14 + 09,0	DED-01 A	DEB 360-414	1,00	un
15 + 07,0	DED-01 A	DED-01 A	3,00	un
17 + 11,0	DED-01 A	DES 120-360	1,00	un
402 + 12,0	DES 73-219	DES 73-219	1,00	un
403 + 05,0	DEB 240-316			
409 + 16,0	DEB 360-414			
GÁRGULAS				
14 + 10,0	GÁRGULA DUPLA (GD)			
15 + 07,0	GÁRGULA SIMPLES (GS)			
17 + 11,0	GÁRGULA SIMPLES (GS)			
COLETOR MEIO FIO				
13 + 02,8	-	-	5,00	un
14 + 00,0	-			
15 + 00,0	-			
16 + 00,0	-			
17 + 00,0	-			

LOCALIZ.	DISPITIVO TIPO	EXTENSÃO (m)	RESUMO		
			TIPO	QUANT	UD
DESCIDA D'ÁGUA TIPO RÁPIDO					
14 + 09,0	DAR 60-30	10,00	DAR 60-30	26,50	m
15 + 07,0	DAR 60-30	9,00			
17 + 11,0	DAR 60-30	7,50	DAD 60-36	8,15	m
DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS					
309 + 00,0	DAD 60-36	8,15	DAD 200-40	2,55	m
409 + 16,0	DAD 200-40	2,55			
13 + 02,8	DAD 110-26	2,55	DAD 110-43	4,35	m

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-J1-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-J1-001	Rev. 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 8
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária:	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE SINALIZAÇÃO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D		
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. NORMAS REGULAMENTADORAS 4
3. SINALIZAÇÃO 5
3.1. Sinalização Vertical 5
3.2. Sinalização Horizontal 7
4. DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA 8

1. OBJETO

O presente documento tem como objetivo apresentar os requisitos adotados no projeto de Sinalização e Segurança do Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, localizada na Rodovia PR-092 – km 209+650, em Arapoti, para a EPR LITORAL PIONEIRO.

2. NORMAS REGULAMENTADORAS

O projeto de sinalização e dispositivos de segurança foi desenvolvido de acordo com as recomendações dos Manuais do CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN e Normas e Especificações Brasileiras aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT atualmente em vigor, especificamente para este projeto foram utilizados:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação; Volume II - Sinalização Vertical de Advertência; Volume III - Sinalização Vertical de Indicação; Volume IV - Sinalização Horizontal; Volume VI - Dispositivos Auxiliares) – CONTRAN;
- Programa de Exploração da Rodovia – PER;
- ABNT NBR 6971:2012 - Segurança no tráfego - Defensas metálicas - Implantação;
- ABNT NBR 15486:2016 - Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária - Diretrizes de projeto e ensaios de impacto;
- ABNT NBR 14636:2021 - Sinalização horizontal viária - Tachas retrorrefletivas viárias – Requisitos;
- ABNT NBR 14644:2021 - Sinalização viária - Películas - Requisitos;
- ABNT NBR 16179:2021 - Sinalização vertical viária - Chapas de alumínio composto para confecção de placas de sinalização - Requisitos e métodos de ensaio;

- ABNT NBR 14962:2020 - Sinalização vertical viária - Suportes metálicos em aço para placas - Projeto e implantação;
- ABNT NBR 14891:2012 - Sinalização vertical viária - Placas;
- ABNT NBR 15405:2016 - Sinalização horizontal viária - Tintas - Procedimentos para execução da demarcação e avaliação;
- ABNT NBR 14885:2016 - Segurança no tráfego - Barreiras de concreto;
- ABNT NBR-14428:2013 - Sinalização vertical viária - Pórticos e semipórticos zincados - Projeto, montagem e manutenção;
- ABNT NBR-14429:2013 - Sinalização vertical viária - Pórticos e semipórticos zincados por imersão a quente - Requisito.

3. SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização procurou, através dos sinais, pintura de faixas, marcas de sinalização e inscrições no pavimento, transmitir ao usuário da rodovia e do PPD, mensagens simples, de fácil visualização nas condições de visibilidade e velocidade de operação da rodovia.

Os dispositivos de sinalização devem ser locados em posições pré-estabelecidas, de forma a divulgar, comunicar e assinalar com a oportunidade necessária, os regulamentos de trânsito e as restrições específicas que devem ser impostas.

3.1. Sinalização Vertical

O projeto de sinalização vertical definiu o posicionamento das placas de regulamentação, de indicação, de identificação e ainda marcadores de obstáculos. A sinalização vertical projetada procurou aumentar a segurança da rodovia, mantendo o fluxo de tráfego e fornecendo as informações necessárias aos usuários da via.

O sistema é dividido nas categorias a seguir:

- As obrigações, limitações, proibições e/ou restrições que governam o uso da via compreendendo a redução de velocidade necessária no trecho e a proibição de parada e estacionamento;
- As indicações, para auxílio aos condutores de veículos em seus deslocamentos, englobando pré-sinalização do PPD e ainda orientação de destino.

No que diz respeito ao distanciamento entre placas, deve-se adotar a distância mínima entre placas de 100 m, salvo em casos específicos, para permitir a leitura de todos os sinais, em função do tempo necessário para a percepção e reação dos condutores, conforme recomendação dos Manuais do CONTRAN.

As placas deverão ser fabricadas em alumínio, o verso deverá ser em preto fosco. As seguintes características devem ser atendidas:

- as placas de regulamentação de solo com fundo branco e películas refletivas do tipo III (AI - alta intensidade prismática), orla e tarja vermelha e películas refletivas do tipo III, número, símbolo e seta preta e películas do tipo IV (não refletiva preta) e as aéreas com fundo branco e películas refletivas do tipo X (GD - grau diamante cúbico), orla e tarja vermelha e películas refletivas do tipo X, número, símbolo e seta preta e películas do tipo IV (não refletiva preta);
- as placas de advertência de solo e marcadores de perigo e/ou de alinhamento com fundo amarelo e películas refletivas do tipo III, símbolo, número, orla e tarja, preta e películas do tipo IV e as de advertência aéreas com fundo amarelo e películas refletivas do tipo X, símbolo, número, orla e tarja, preta e películas do tipo IV;
- as placas de indicação de solo com área até três metros quadrados com fundo verde e películas refletivas do tipo III, orla e letras brancas e película refletiva tipo III e as de solo com área maior que três metros quadrados e as aéreas com fundo verde e películas refletivas do tipo III, orla e letras brancas e películas refletivas do tipo X.

Os suportes para as placas de solo deverão ser de perfis metálicos e devem ser do tipo colapsível. Deverão ser utilizados na sustentação das placas de regulamentação, indicativas e marcadores de perigo.

3.2. Sinalização Horizontal

O projeto de sinalização horizontal determinou as pinturas a serem feitas no pavimento, compreendendo:

- Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (PEM) indicando qual faixa de trânsito o veículo deve se posicionar, para efetuar o movimento desejado, de forma adequada e sem conflitos com o movimento dos demais veículos;
- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS) separando os movimentos veiculares de mesmo sentido e regulamentando a ultrapassagem e a transposição;
- Linhas de bordo (LBO) delimitando a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais;
- Linha de canalização (LCA) e zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA) separando o conflito entre movimentos convergentes ou divergentes, desviando os veículos nas proximidades de ilhas e obstáculos, alterando a função do acostamento, demarcando canteiros centrais e ilhas, alertando para a alteração na largura da pista e protegendo áreas de estacionamento;
- Linha de Continuidade (LCO) dando continuidade visual às marcações longitudinais;

Quanto aos materiais foi prevista pintura mecânica com tinta base acrílica emulsionada em água e espessura de 0,5 mm para as pinturas longitudinais e pintura manual termoplástica por aspersão e espessura de 1,5 mm.

Além disso, quando necessário e especificado, deverão ser empregadas tachas com lente retrorrefletiva tipo II (lente retrorrefletiva com revestimento antiabrasivo ou composto antiabrasivo) e corpo tipo B (plástico injetado com lente retrorrefletiva permanente ou substituível) mono e bidirecionais nos bordos e eixos das pistas, nas transições de largura de pista e nas ilhas de canalização com vistas a alertar sobre perigos iminentes, em toda extensão, possibilitando à noite ou em condições adversas de tempo, a prévia percepção das suas sinuosidades e ondulações.

4. DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

Para a implantação do PPD, tanto o pátio de estacionamento quanto as faixas de mudança de velocidade, não foi identificada a necessidade de implantação de dispositivos de segurança (barreiras rígidas ou defensas metálicas)

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-Q1-001

ABRIL/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-Q1-001	Rev. 00
	Emissão: 10/04/2025	Folha: 2 / 10
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez R. Cordeiro - CREA/PR 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

00	10/04/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez R. Cordeiro - CREA/PR 83492/D	
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. OBJETO 4
2. PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO 4
2.1. Estudos Geodésicos e Cadastro Topográfico 5
2.2. Definição da Faixas de Domínio Projetada 5
2.3. Cadastro da Propriedade Atingida 6
2.4. Pesquisa e Valor da Propriedade Atingida 8
2.5. Considerações finais 9
ANEXO A – ART DE PROJETO 10

1. OBJETO

Este documento tem como objetivo apresentar o relatório do projeto de desapropriação para as obras de implantação do Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

2. PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

O Projeto de Desapropriação visa fornecer as informações básicas para subsidiar o decreto de desapropriação e foi elaborado com base nos Levantamentos Topográficos e nos projetos de Geometria, Terraplenagem e Drenagem.

Em função da característica de inserção da obra, a mesma resultará em uma área de invasão à Faixa de Domínio em terreno lindeiro. Pela configuração rural do trecho, o atingimento ocorrerá em apenas uma propriedade vizinha, conforme será discutido na sequência.

O tomo de Desapropriação é elaborado em concordância as definições da Portaria nº 028/2019/SUINF/ANTT, de 07 de fevereiro de 2019, em sua modalidade de tomo em versão reduzida, uma vez não existir necessidade de castro documental de imóveis e proprietários afetados.

A elaboração do projeto segue de acordo com as fases abaixo, que serão descritas na sequência:

- Estudos Geodésicos e Cadastro Topográfico;
- Definição da Faixa de Domínio Projetada;
- Cadastro da Propriedade Atingida; e
- Pesquisa sobre o valor das propriedades.

Por fim, serão apresentadas as peças técnicas desenvolvidas, contendo fichas de cadastro, memorial descritivo, documentações e plantas individuais.

2.1. Estudos Geodésicos e Cadastro Topográfico

Os Estudos Geodésicos foram desenvolvidos com o objetivo de definir uma base cartográfica para o projeto e vincular os levantamentos topográficos do Projeto Geométrico, necessário às atividades de desapropriação e gestão fundiária.

O Cadastro Topográfico tem por objetivo fornecer informações necessárias para subsidiar o decreto de desapropriação. Inicialmente, foi definida uma faixa única hipotética de atingimento do projeto, com base nos estudos funcionais. A partir dessa área, foram efetuados os levantamento topográficos complementares, levantando as áreas do eixo e bordas da rodovia, de toda a área de atingimento do projeto, cadastro de interferências e elementos de drenagem.

A elaboração do Estudo foi fundamentada em uma base cartográfica a partir do levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, conforme procedimentos e premissas definidas no volume ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-C1-002.

2.2. Definição da Faixas de Domínio Projetada

A faixa de domínio delimitada para o trecho em estudo é de 70 m, configurados a partir do eixo da rodovia existente, sendo: 25 m para o lado crescente (sentido Arapoti), e 45 m para o sentido decrescente (sentido Jaguariaiva). Esta faixa de domínio é designada pelo Decreto 1089, de 24/10/1975.

Para a delimitação da faixa de domínio projetada, partindo-se dos projetos de geometria, terraplenagem e drenagem, adotou-se um *offset* de 5,0 m a partir de qualquer elemento de projeto (cristas ou pé de taludes, dispositivos de drenagem etc.), o atingimento da Faixa de Domínio Projetada impacta a área de terreno agrícola lindeiro a rodovia.

2.3. Cadastro da Propriedade Atingida

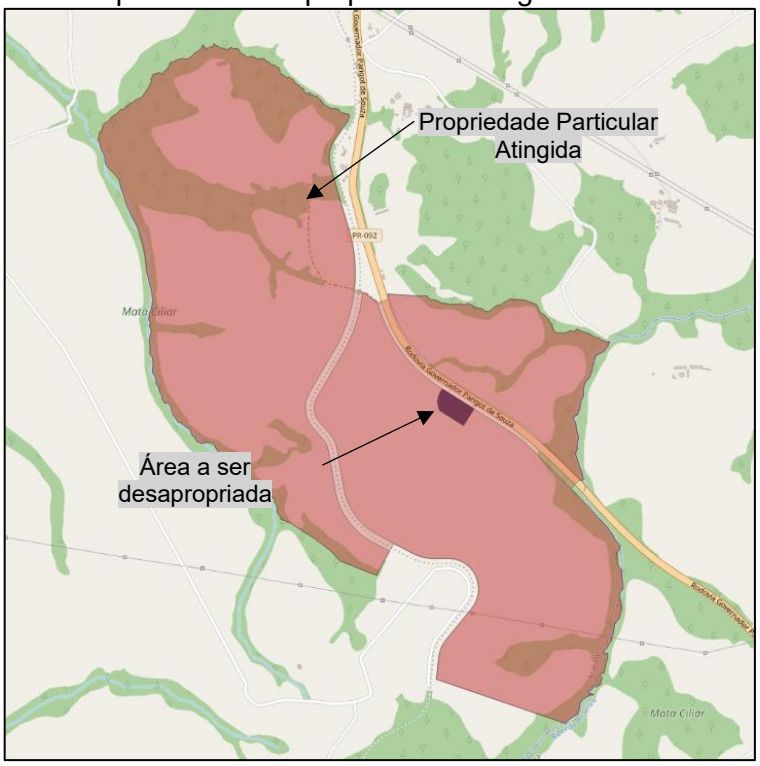
Com base na faixa de domínio projetada, verifica-se que o atingimento das obras incidirá sobre uma única propriedade particular, que será descrita na sequência. A Tabela 1 apresenta as informações obtidas acerca da propriedade atingida, que é mostrada em mapa na Figura 1.

Tabela 1 - Informações cadastrais obtidas acerca do terreno atingido.

Matrícula Relacionada:	12.609
Proprietário:	André Hernan Borg e outros
Município:	Arapoti
UF:	PR
Registro no CAR(*):	PR-4101606-53B2B72902E444D48DA6E05042635312
Área do Terreno (ha):	559,68 ha
Área Atingida (ha):	2.091
Latitude(**):	24º12’25.82”
Longitude(**):	49º47’19.31”

(*) CAR = Cadastro Ambiental Rural
(**) Coordenadas do centroide da área da propriedade

Figura 1 - Vista em mapa da área da propriedade atingida e área a ser desapropriada.



A Figura 2 apresenta a vista da área de atingimento a ser desapropriada, conforme vértices listados na Tabela 2. Toda a área em questão é constituída por área de plantio (agricultura), sem a existência de benfeitorias, vegetação densa, corpos d'água ou quaisquer interferências significativas.

Figura 2 - Delimitação da Área a ser desapropriada.

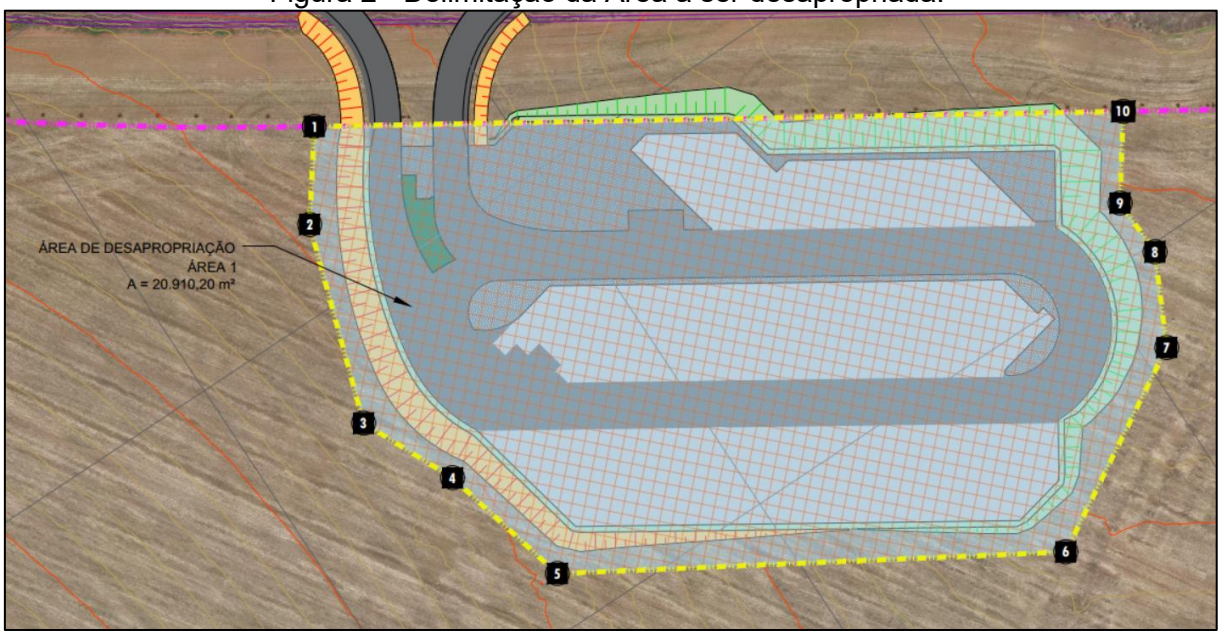


Tabela 2 - Delimitação da área a ser desapropriada.

PONTOS	COORDENADAS UTM		AZIMUTE	DISTÂNCIA(m)	ÁREA (m²)
	N	E			
P01	623459,195	7322239,85	216°15'32"	24,459	20.910,20
P02	623444,727	7322220,125	198°14'56"	51,373	
P03	623428,640	7322171,336	155°3'8"	25,989	
P04	623439,602	7322147,773	165°53'58"	35,419	
P05	623448,231	7322113,421	121°2'23"	126,952	
P06	623557,005	7322047,960	59°47'39"	56,826	
P07	623606,115	7322076,550	26°31'13"	24,056	
P08	623616,903	7322098,044	357°48'51"	14,95	
P09	623616,286	7322113,014	35°28'26"	22,887	
P10	623629,569	7322131,653	302°25'5"	201,827	

2.4. Pesquisa e Valor da Propriedade Atingida

A pesquisa de valor tem como objetivo a determinação do valor de indenização das terras, benfeitorias, plantações e culturas para a região estudada.

Tabela 3 – Avaliação Financeira da área a ser desapropriada.

Matrícula Relacionada:	12.609
Proprietário:	André Hernan Borg e outros
Município:	Arapoti
UF:	PR
Área a ser Desapropriada (ha):	2.091
Valor/Hectare:	R$ 120.206,21
Valor Previsto (Terra Nua)	R$ 251.353,59

2.5. Considerações finais

Este documento teve como objetivo apresentar o relatório do projeto de desapropriação para as obras de implantação do Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

As informações apresentadas no presente relatório e nas demais disciplinas do projeto servem de base para a elaboração do tomo de Desapropriação e a emissão da Declaração de Utilidade Pública. Conforme termos da Portaria nº 28/2019/SUINF/ANTT, as informações relevantes são:

a) Desenho Técnico: Conforme projetos específicos, em especial os projetos de geometria (ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-001) e drenagem (ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-H1-001);
b) Desenho da Poligonal Desapropriação: Conforme projetos de desapropriação (ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-Q1-001);
c) Estimativa total de área e valor de desapropriações: Conforme apresentado nos itens 2.3 e 2.4 do presente relatório;
d) Indicação de casos de invasão de faixa de domínio que deverão ser realocadas: não se aplicam;
e) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART): Conforme Anexo A do presente relatório.

ANEXO A – ART DE PROJETO

Página 1/1

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
1720246300217

1. Responsável Técnico

MARIO HENRIQUE FURTADO ANDRADE

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1704590760**
Carteira: **PR-12450/D**
Registro/Visto: **40079**

Empresa Contratada: **AFIRMA - ENGENHARIA E PROJETOS LTDA**

2. Dados do Contrato

Contratante: **EPR LITORAL PIONEIRO S.A** CNPJ: **51.137.031/0001-20**
R COMENDADOR ARAUJO, 499
CENTRO - CURITIBA/PR 80420-000

Contrato: RL-ENG-CT-117/24 Celebrado em: 07/08/2024
Valor: R$ 233.972,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

ROD BR-277 - KM 60+250, PRAÇA DE PEDÁGIO, S/N
BORDA DO CAMPO - SAO JOSE DOS PINHAIS/PR 83075-000
Data de Início: 30/09/2024 **Previsão de término:** 02/02/2025
Finalidade: Infra-estrutura

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Anteprojeto, Elaboração em BIM, Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	6,00	HA
[Condução de serviço técnico, Levantamento] *de levantamento topográfico planialtimétrico*	8,00	HA
[Condução de serviço técnico, Ensaio] *de sondagem geotécnica a trado*	18,00	UNID
[Condução de serviço técnico, Ensaio] *de sondagem geotécnica a percussão*	5,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudo Locacional, Proj. Funcional, Anteprojeto e Proj. Executivo em BIM da obra de implantação de PPD.

7. Assinaturas

Documento assinado eletronicamente por MARIO HENRIQUE FURTADO ANDRADE, registro Crea-PR PR-12450/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 01/11/2024 e hora 11h41.

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 : 04/11/2024** **Valor Pago: R$ 262,55**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 05/11/2024 12:05:41

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PARECER DE GEOTECNIA – ESTABILIDADE DE TALUDES

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D3-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D3-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 14
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro - Nº CREA: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PARECER GEOTÉCNICO DE ESTABILIDADE DE TALUDES		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	11/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro	
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4

2. CRITÉRIOS E NORMATIVAS DE REFERÊNCIA 4

3. CARACTERIZAÇÃO GEOMECÂNICA DOS MATERIAIS 5

3.1. PARÂMETROS DOS MATERIAIS. 6

4. ESTABILIDADE DE TALUDES 7

4.1. FUNDAÇÃO DE ATERRO 10

4.2. CORTES 12

5. CONCLUSÕES 14

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar um parecer geotécnico contendo os estudos de estabilidade de taludes e de fundações de aterros gerados durante as obras de implantação do Posto de Parada e Descanso de Caminhoneiros (PPD) a ser construído as margens da rodovia PR-092, km 209+650, no município de Arapoti/PR.

Os estudos aqui empreendidos visam subsidiar os projetos de geometria e terraplenagem, além de avaliar a necessidade de tratamento de fundações ou medidas para estabilização de taludes.

2. CRITÉRIOS E NORMATIVAS DE REFERÊNCIA

Para fins de elaboração do presente relatório, as seguintes normativas técnicas foram consultadas:

- NBR 11682/2019 – Estabilidade de taludes e encostas - Procedimento
- NBR 8044/2018 – Projeto Geotécnico – Procedimento
- NBR 6502/1995 - Rochas e solos – Terminologia
- DNIT IPR 726 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço

As análises foram embasadas pelo mapeamento geológico-geotécnico e pelos resultados da campanha de investigações geológico-geotécnicas que estão consolidados no volume ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D1-001.

3. CARACTERIZAÇÃO GEOMECÂNICA DOS MATERIAIS

A caracterização geomecânica dos materiais com definição dos parâmetros de resistência para os cálculos de estabilidade teve por base a interpretação dos resultados da campanha de investigações realizada juntamente com os conhecimentos geológicos-geotécnicos da região e análises dos taludes existentes.

O estudo geológico-geotécnico está apresentado no documento ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D1-001. Neste estudo foi possível identificar as unidades litoestratigráficas onde serão implantadas as obras projetadas a fim de entender a formação dos solos e as rochas nos trechos, bem como suas características.

O PPD ficará situado no Segundo Planalto Paranaense e ocupará área de formação geológica Formação Ponta Grossa, em zona de transição com a Formação Furnas. Estas formações se caracterizam por:

a) Formação Ponta Grossa: Folhelhos e siltitos ferruginosos, cinza a cinza-esverdeados, subordinadamente amarelados e avermelhados, com intercalações de arenitos finos a muito finos, preferencialmente ferruginosos, cinza esverdeados, esbranquiçados e amarelados.

b) Formação Furnas: Subarcóseo e arcóseo de granulometria média a grossa, cauliníticos texturalmente imaturo, arenito conglomeráticos e conglomerado oligomítico. Arenito de granulação fina, interdigitado com argilito, siltito e folhelho.

Os resultados das investigações e ensaios de laboratórios estão apresentados no documento ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-D1-001. Nos itens 2.1 e 2.2 estão descritos os critérios para determinação dos parâmetros de resistência a serem adotados para os materiais envolvidos nas análises.

3.1. PARÂMETROS DOS MATERIAIS.

Os solos residuais e sedimentares das análises de estabilidade foram modelados através do critério de ruptura de Mohr-Coulomb, representando, como parâmetros de resistência dos materiais o ângulo de atrito efetivo (φ') e o intercepto coesivo (c').

Para determinação dos parâmetros, utilizou-se como base os estudos de Joppert (2007) que correlaciona o tipo de solo e a faixa de SPT. Os valores de N_{SPT} dos materiais foram analisados conforme resultados das sondagens à percussão em cada seção de análise. Os valores finais ainda foram interpretados com base na experiência com materiais similares e os valores base indicados por Joppert (2007).

Assim, o Quadro 1 apresenta um resumo dos valores estatísticos de média e desvio padrão dos dados de NSPT, valores de ângulo de atrito estimados por correlações e parâmetros de resistência efetivos adotados.

Quadro 1 – Parâmetros adotados nas análises de estabilidades

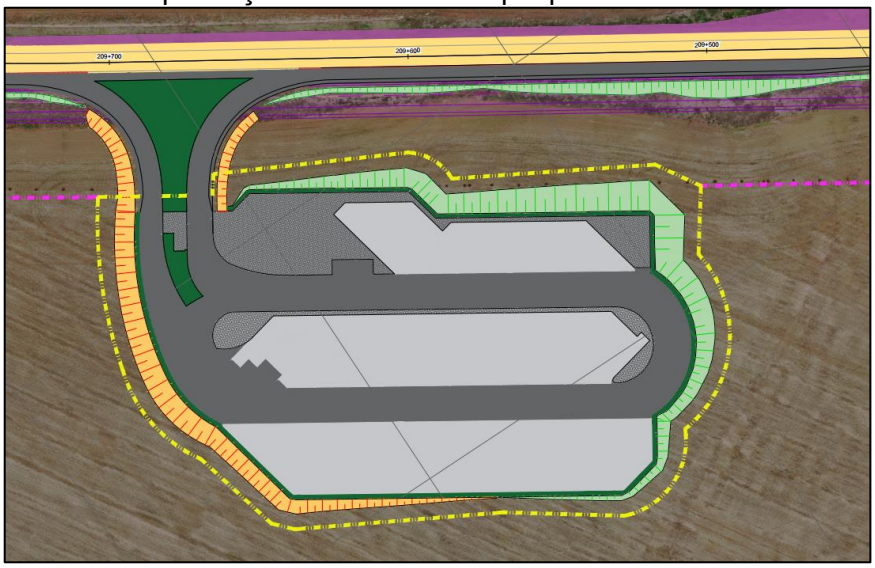
SEÇÃO	SONDAGEM	MATERIAL	PESO ESPECÍFICO		PARÂMETROS ADOTADOS	
			g_{nat} (tf/m³)	g_{sat} (tf/m³)	f'	c' (tf/m²)
CORTE	SP-04	Argila Arenosa	17	18	26	1,5
		Arenito	-	-	34	0
ATERRO	SP-05	Aterro	17	18	28	1,5
		Argila Arenosa	17	18	26	1,5
		Arenito	-	-	34	0

O parâmetro do aterro foi interpretado dentro do ponto de vista do valor esperado para um aterro de solo argilo-arenoso compactado, considerando que o material após a execução tenha um N_{SPT} mínimo de 8 golpes.

4. ESTABILIDADE DE TALUDES

As análises de estabilidade estão divididas em taludes de corte e taludes de aterro, apresentados nos itens a seguir. A área de implantação do PPD se desenvolve em área mista de cortes e aterros. A Figura 1 apresenta uma vista da implantação do PPD, com destaque para as áreas de aterro (hachuras de cor verde) e cortes (hachura de cor amarela).

Figura 1 - Vista da implantação do PPD. Destaque para áreas de cortes e de aterros.



Os critérios e premissas considerados nas análises de estabilidade são apresentados a seguir:

- Análises de estabilidade por método de equilíbrio limite, utilizando metodologia determinística;
- Materiais isotrópicos e homogêneos;
- Superfícies de busca do tipo circular, com adoção de Grid para pesquisa da superfície crítica;
- Método do equilíbrio limite usando as soluções para análises circulares propostas por Morgenstern-Price, Fellenius e Bishop, avaliando o menor fator de segurança calculado entre os três métodos;

- Critério de ruptura de Mohr-Coulomb para materiais enquadrados pela mecânica dos solos;
- Sobrecarga distribuída de 10 kN/m², visando representar as cargas adicionais do pavimento nas seções de aterro. Para seções de corte a sobrecarga não foi considerada, visando criar uma condição menos favorável, visto que a carga aplicada no pé do talude atua a favor da estabilidade.

Os fatores de segurança mínimos admissíveis a serem atingidos no estudo foram consideradas de forma determinística, conforme valores estipulados pela norma brasileira ABNT NBR 11.682/2009. A norma abrange dois critérios de níveis de segurança: contra a perda de vidas humanas (Quadro 2) e contra danos materiais e ambientais (Quadro 3).

Quadro 2 – Nível de segurança desejado contra perdas de vidas humanas conforme ABNT NBR 11.682/2009.

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Quadro 3 – Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais conforme ABNT NBR 11.682/2009.

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

A partir da análise dos níveis de segurança apresentados no Quadro 2, avalia-se que os taludes da região do empreendimento possuem potencial **Médio** de danos a vidas humanas, ao considerar que a rodovia poderá apresentar um tráfego médio-alto; e potencial **Médio** para danos materiais e ambientais, considerando o ambiente adjacente à rodovia.

Portanto, segundo a normatização, o fator de segurança mínimo a ser atingido é de 1,4, conforme disposições apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Fatores de segurança mínimos para deslizamentos conforme ABNT NBR 11.682/2009.

Nível de segurança contra danos a vidas humanas / **Nível de segurança contra danos materiais e ambientais**	**Alto**	**Médio**	**Baixo**
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ, ϕ, c, em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Procurou-se validar as declividades usualmente adotadas em obras rodoviárias para taludes desta natureza, cuja experiência mostra ser adequada em grande parte dos casos de estudo. Posto isto, análises partiram da seguinte geometria:

- Taludes de corte em solo: 1,0V:1,0H
- Taludes de aterro: 1,0V:1,5H

4.1. FUNDAÇÃO DE ATERRO

Os taludes de aterro previstos no projeto atingem sua maior altura na área dos fundos do PPD, próximo à torre de telecom, com 5,2 m de altura. A Figura 2 apresenta a posição do maior aterro projetado, enquanto a Figura 3 apresenta a seção transversal da situação proposta.

Figura 2 – Posição do maior aterro de projetado.

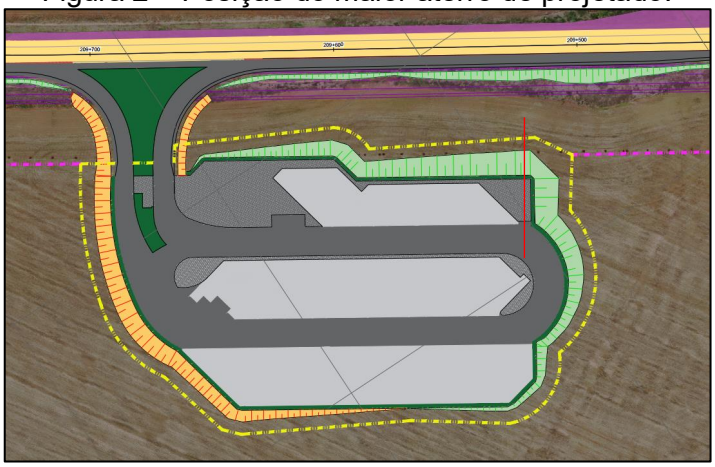
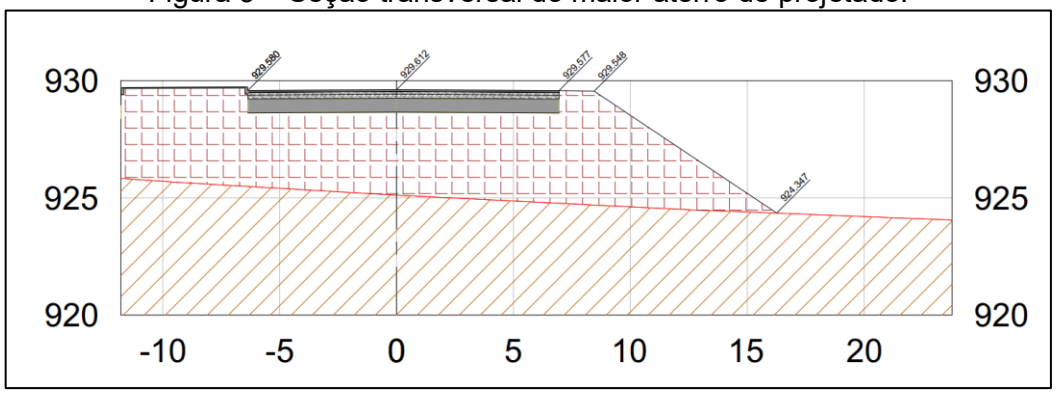


Figura 3 – Seção transversal do maior aterro de projetado.

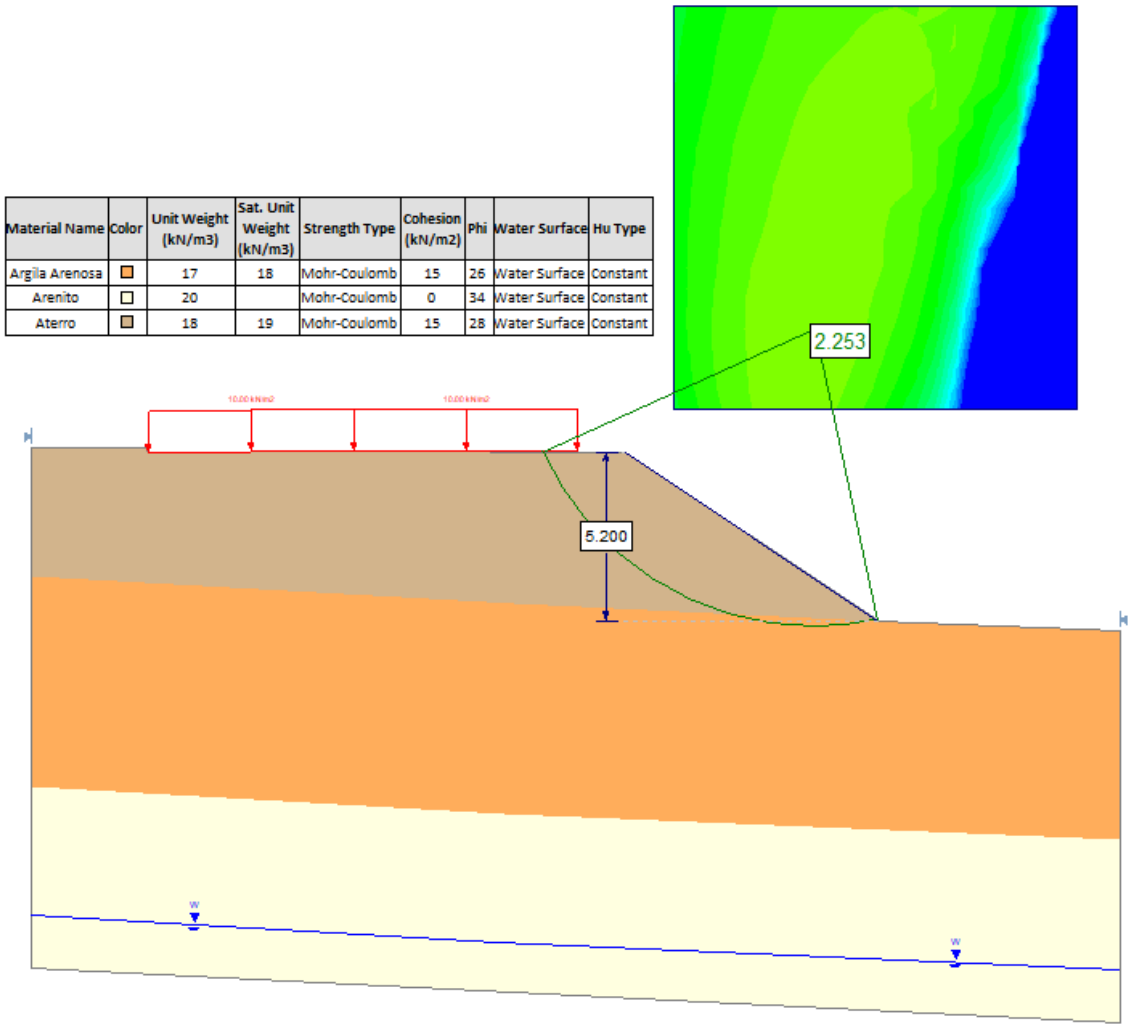


De acordo com as sondagens a percussão realizadas na região deste aterro (SP-05), observou-se presença de material com baixa resistência no primeiro horizonte, sendo uma camada de 6,25 m de argila arenosa, com presença de grãos finos, fofa a pouco compacta, de cor vermelha, com N_{SPT} em torno de 4 golpes.

Sob esta camada, da profundidade de 6,50 m até o limite da sondagem em 12,15 m, há um horizonte de arenito de estrutura granular com presença de grãos finos e médios, compacto a muito compacto, de cor cinza. Os valores de N_{SPT} nesta camada são elevados. O nível d'água foi encontrado em 10,5 m de profundidade.

Dessa forma, a análise de estabilidade foi realizada considerando, para o solo de fundação, os parâmetros de resistência referentes ao intervalo de NSPT < 4. Além disso, foi considerada uma sobrecarga em cima do aterro de 10KPa. A Figura 4 apresenta o resultado da análise de estabilidade com fator de segurança satisfatório.

Figura 4 - Análise de estabilidade - Talude de Aterro.



4.2. CORTES

Os taludes de corte previstos no projeto atingem sua maior altura logo próximo da entrada do PPD, com 6,91 m de altura. A Figura 5 apresenta a posição do maior corte projetado, enquanto a Figura 6 apresenta a seção transversal da situação proposta.

Figura 5 – Posição do maior corte de projetado.

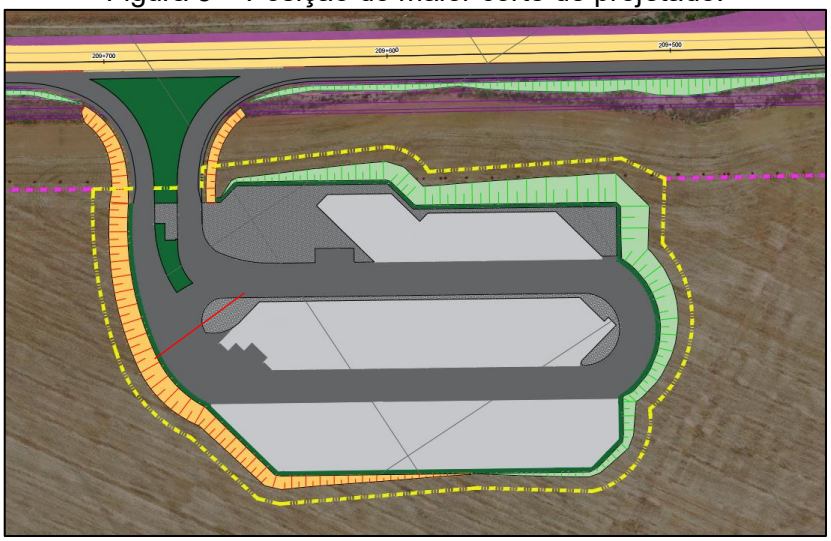
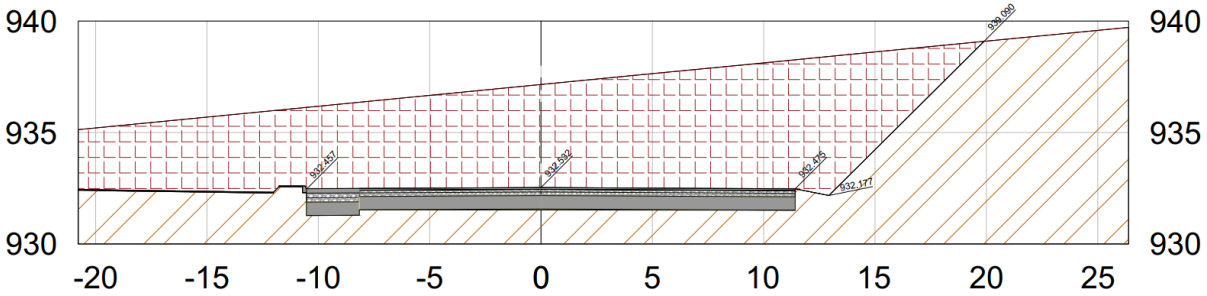


Figura 6 – Seção transversal do maior corte de projetado.

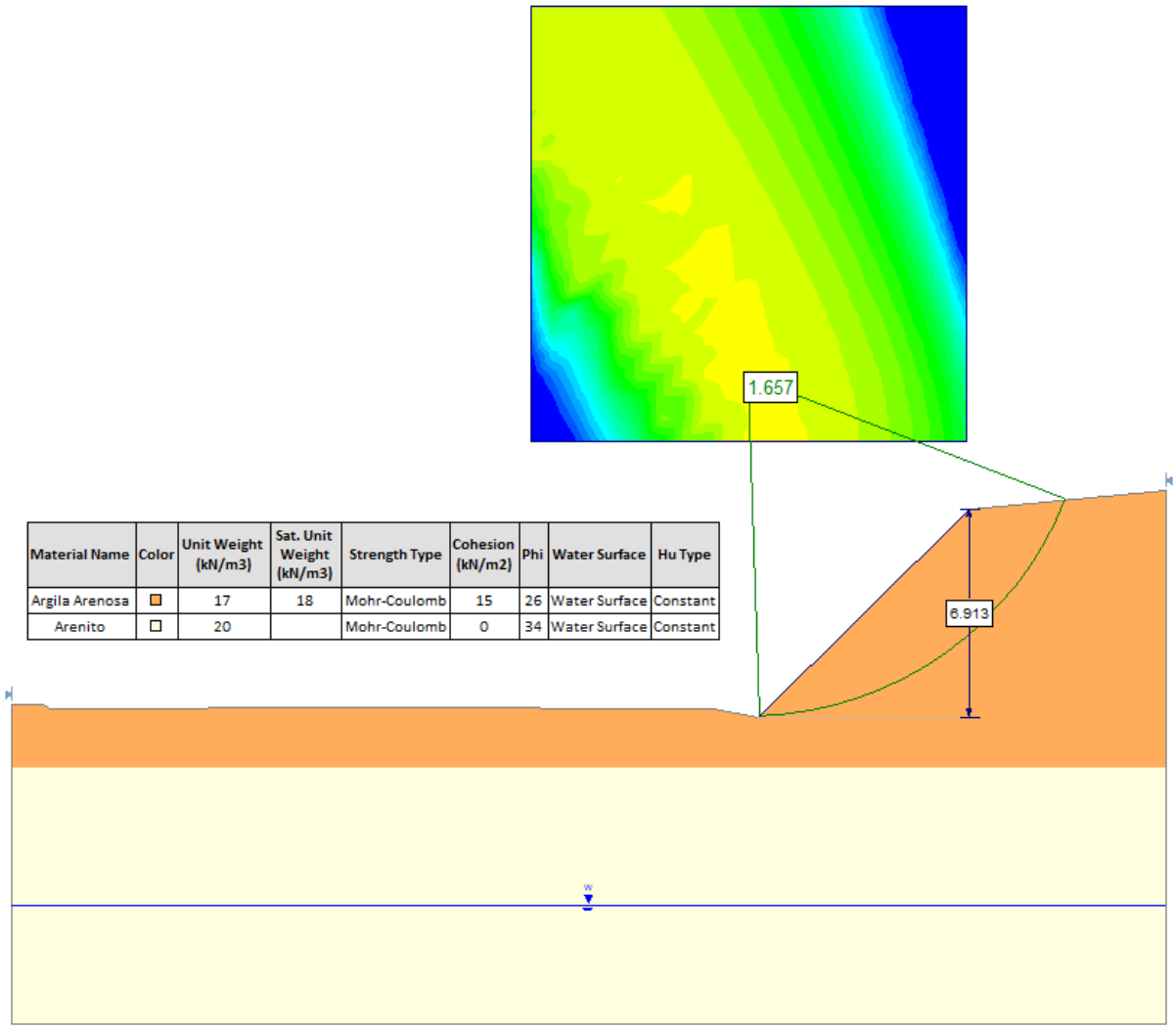


De acordo com as sondagens a percussão realizadas na região deste corte (SP-04), observou-se presença de material com baixa resistência no primeiro horizonte, sendo uma camada de 6,70 m de argila arenosa, com presença de grãos finos, fofa a pouco compacta, de cor vermelha, com N_{SPT} em torno de 4 golpes.

Sob esta camada, da profundidade de 6,90 m até o limite da sondagem em 15,30 m, há um horizonte de arenito de estrutura granular com presença de grãos finos e médios, compacto a muito compacto, de cor amarelo. Os valores de N_{SPT} nesta camada são elevados. O nível d'água foi encontrado em 11,20 m de profundidade.

Dessa forma, a análise de estabilidade foi realizada considerando, para o solo de fundação, os parâmetros de resistência referentes ao intervalo de NSPT < 4. Além disso, foi considerada uma sobrecarga em cima do aterro de 20KPa. A Figura 7 apresenta o resultado da análise de estabilidade com fator de segurança satisfatório.

Figura 7 - Análise de estabilidade - Talude de Corte.



5. CONCLUSÕES

Considera-se que as análises apresentadas e os resultados representam de forma conservadora e realista as condições de campo. A geometria do aterro de maior altura projetado atende o requisito normativo, adotando parâmetros esperados para o aterro. As geometrias dos cortes foram extraídas dos projetos geométricos e os parâmetros geotécnicos dos materiais foram obtidos da campanha de ensaios de campo, considerando propostas da literatura.

As análises empreendidas conduzem para a estabilidade dos taludes previstos das obras de implantação do PPD.

Verificou-se adequada a adoção da seguinte geometria:

- Taludes de aterro: 1,0V:1,5H;
- Taludes de corte: 1,0V:1,0H;

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	**Código:** ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P1-001	**Revisão:** 01
		Emissão: 04/04/2025	**Folha:** 01/17

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: MEMORIAL DESCRITIVO ARQUITETÔNICO		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-001
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-002
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-003
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-004
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-005
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-F1-006

Documentos resultantes

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019

Observação:

01	04/04/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA		
00	13/03/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA		
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 3

2 NORMAS E CÓDIGOS 3

3 ÁREAS DAS EDIFICAÇÕES 3

4 ESPECIFICAÇÕES GERAIS 3

4.1 PLACA DE OBRA 3

4.2 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA 4

4.3 CANTEIRO DE OBRA 4

5 DO SISTEMA CONSTRUTIVO 4

6 ESPECIFICAÇÕES DE ACABAMENTO DAS UNIDADES 5

6.1 EDIFÍCIO PRINCIPAL (SALA DE APOIO, DESCANSO, CIRCULAÇÕES, ESCRITÓRIO) 7

6.2 DEPÓSITO E DML (EDIFÍCIO PRINCIPAL) 7

6.3 VESTIÁRIOS E FRALDÁRIO (EDIFÍCIO PRINCIPAL) 8

6.4 BANHEIROS PNE (EDIFÍCIO PRINCIPAL) 9

6.5 COPA E REFEITÓRIO (EDIFÍCIO PRINCIPAL) 9

6.6 LAVANDERIA (EDIFÍCIO PRINCIPAL) 9

6.7 GUARITA 9

6.8 DEPÓSITO DE RESÍDUOS 10

6.9 GERADOR 10

7 DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS 10

8 ACESSIBILIDADE 15

9 FACHADAS 16

10 CONDIÇÕES GERAIS 17

11 DISPOSIÇÕES FINAIS 17

1 OBJETIVO

O presente memorial tem por finalidade determinar os serviços e materiais a serem aplicados no Projeto de Arquitetura do Ponto de Parada e Descanso (PPD), a ser executado na PR-092, localizada no km 209+650, no Paraná.

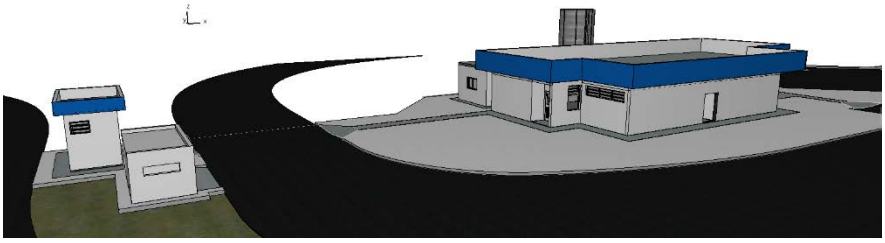


Figura 1 - 3G geral de implantação

2 NORMAS E CÓDIGOS

- NBR-9050 - Acessibilidade
- NBR- 16537 - Acessibilidade - Sinalização Tátil no Piso
- NBR- 6492 - Representação de projetos de arquitetura
- NBR 15575 - Norma de Desempenho

3 ÁREAS DAS EDIFICAÇÕES

- Área total da edificação principal: 337,18 m²;
- Área total da edificação guarita: 15,85 m²;
- Área total da edificação depósitos de resíduos: 14,90 m²;
- Área total da edificação gerador: 25,52 m²;
- Área destinada a garagem: 7.521,68 m²;
- Área destinada a estacionamento possui 3 vagas com dimensões de 2,50 m x 5,00 m, totalizando 37,50 m²;
- Possui duas vagas destinadas a pessoas com necessidades especiais com dimensões de 3,80 x 5,00 m, totalizando 38 m².

4 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

4.1 PLACA DE OBRA

Será colocada placa de identificação da obra, bem como de todas as empresas ou de profissionais subcontratados que participam do andamento da obra, devendo tais placas conter indicações da especialidade do subcontratado e responsável técnico.

4.2 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

Será feita a limpeza do terreno assim como escavações para fundações e corte e aterro para nivelamento. O estaqueamento deverá seguir rigorosamente os níveis e cotas informadas nos projetos de arquitetura, estrutural.

4.3 CANTEIRO DE OBRA

Deverá ser providenciado pela empresa e/ou proprietário a estrutura necessária para abrigar materiais, documentos, projetos e alojamento dos funcionários com sanitários, local para aquecimento de marmitas, de acordo com as especificações técnicas, conforme normas da ABNT.

Será instalado na obra, uma entrada de energia elétrica, em local aprovado pela Fiscalização e pela concessionária de energia, entrada de água e suas ramificações, obedecidas as determinações da concessionária de água.

Haverá ainda na obra, disponível para uso, todo o equipamento de segurança dos trabalhadores, visitantes e inspetores.

A obra deverá ser locada por topógrafo, que deverá utilizar equipamentos de precisão. Ao longo das etapas de trabalho (terraplenagem, fundações, superestrutura, montagem de fachadas), eixos e prumadas deverão ser aferidos, a fim de garantir o controle de desvios dimensionais.

5 DO SISTEMA CONSTRUTIVO

A edificação será construída, segundo técnicas usuais de construção em alvenaria e concreto armado.

- Fundações: Constitui de laudo de sondagem, serão executadas em estacas escavadas pertinentes especificamente a NBR 6122 e IP-DE-C00/006-A;
- Supra Estrutura Edifício principal, guarita, depósito de resíduos e gerador: As vigas, pilares e lajes serão executadas em concreto armado convencional com espessura de acordo com o projeto estrutural. O concreto será vibrado de acordo com especificação técnica recomendada;
- Alvenaria Edifício principal, Guarita e Depósito de resíduos: As paredes externas, internas e divisórias, serão executadas em alvenaria de blocos de concreto, com dimensões especificadas em projeto, sendo que no seu encunhamento será utilizada argamassa com aditivo expansor. Apenas as paredes da sala de apoio serão de

estruturas drywall. Em todos os vãos das janelas, deverão ser executadas vergas e contra-vergas em concreto armado. Da mesma forma, sobre as portas, deverão ser executadas vergas em concreto armado;

- Forros: Os tetos serão executados conforme os projetos, podendo ser em reboco ou em gesso em placa liso ou acartonado;
- Impermeabilização: Os serviços serão executados de acordo com as normas vigentes e com os materiais adequados para cada ambiente (vigas de fundação, caixa d'água, laje do terraço);
- Cobertura Edifício principal: O edifício será coberto com laje impermeabilizada, e telha metálica simples, tipo trapezoidal, espessura da chapa = 0,50mm, conforme indicado em projeto;
- Cobertura Guarita: O edifício será coberto com laje impermeabilizada, e telha metálica simples, tipo trapezoidal, espessura da chapa = 0,50mm, conforme indicado em projeto. Foram consideradas as seguintes condições de projeto.

6 ESPECIFICAÇÕES DE ACABAMENTO DAS UNIDADES

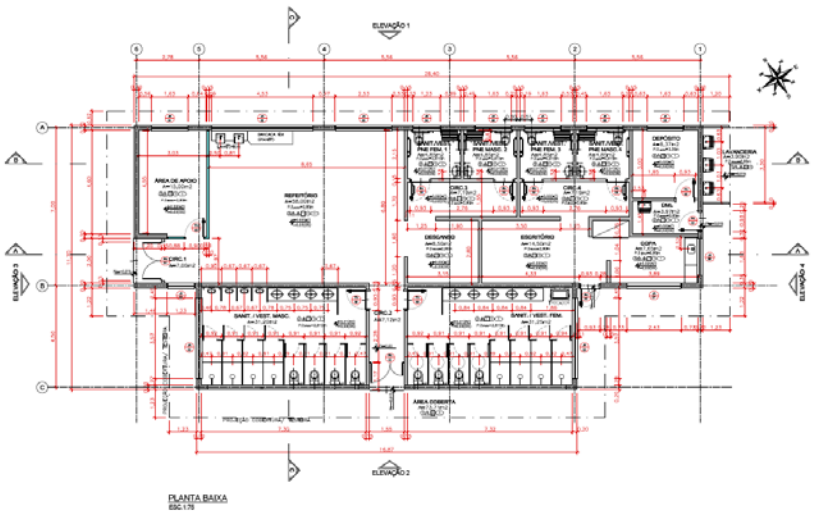


Figura 2 – Planta baixa arquitetônica do Edifício Principal

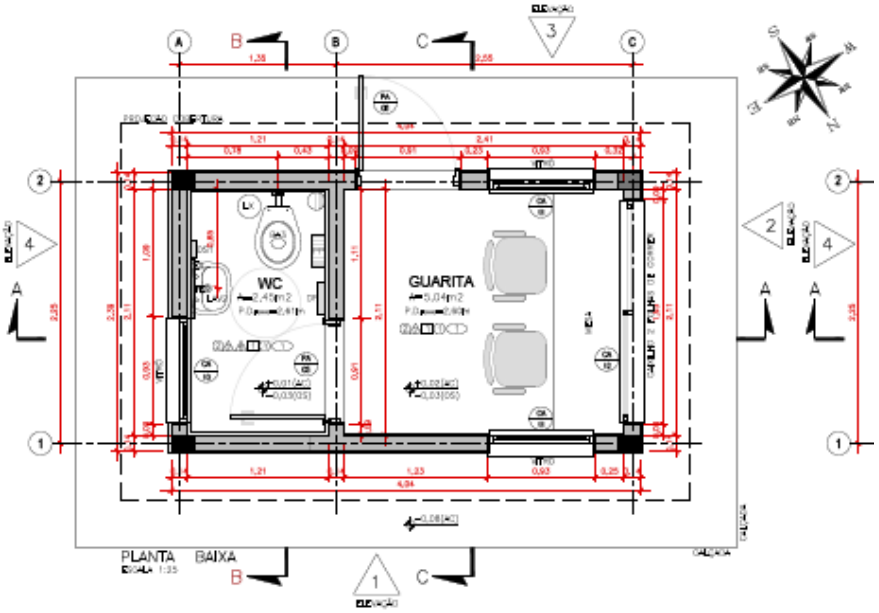


Figura 3 – Planta baixa arquitetônica da Guarita

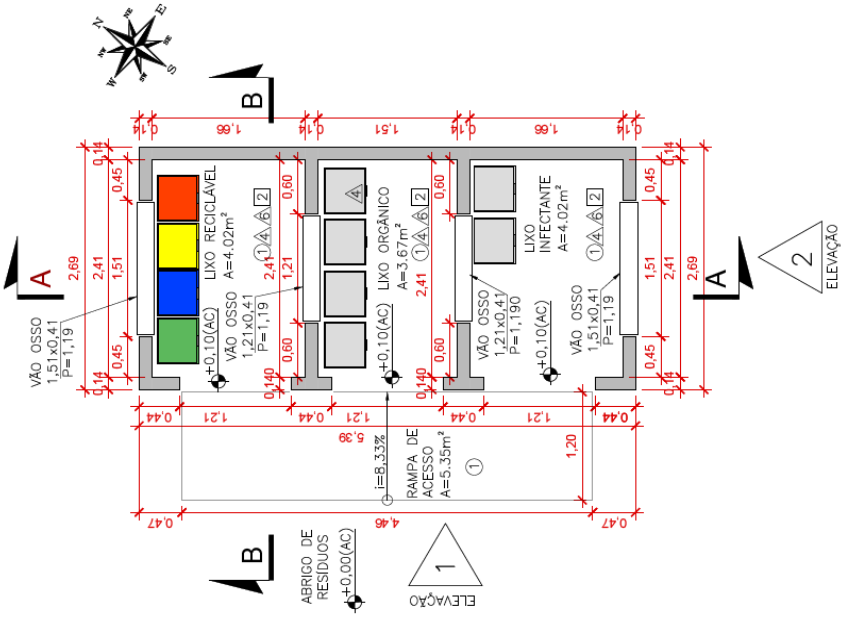


Figura 4 – Planta baixa arquitetônica do Depósito de resíduos

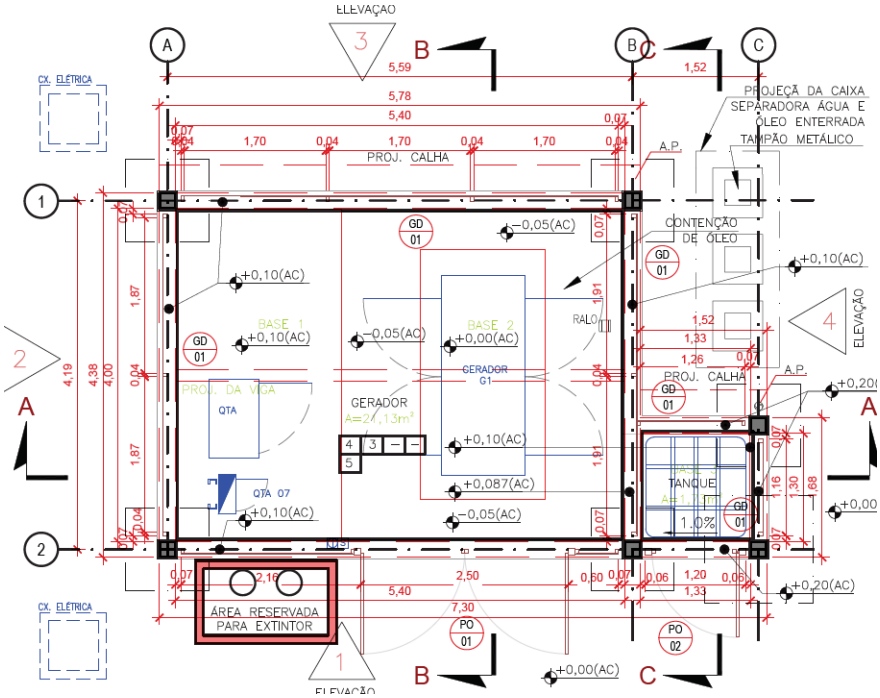


Figura 5 – Planta baixa arquitetônica do Gerador

6.1 EDIFÍCIO PRINCIPAL (SALA DE APOIO, DESCANSO, CIRCULAÇÕES, ESCRITÓRIO)

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 60x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Paredes: Em alvenaria rebocada, acabadas com pintura PVA sobre pintura acrílica. Apenas paredes internas da sala de apoio são de drywall rebocada com pinturas PVA sobre pintura acrílica;
- Forro: Forro de gesso acartonado liso ou forro de gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica;
- Rodapés: de pedra granito ou cerâmicas.

6.2 DEPÓSITO E DML (EDIFÍCIO PRINCIPAL)

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 30x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Paredes: Em alvenaria rebocada, acabadas com pintura PVA sobre pintura acrílica;
- Forro: Forro de gesso acartonado liso ou forro de gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica; apenas no depósito não tem forro de gesso e PVC, a laje com pintura acrílica;

- Rodapés: de pedra granito ou cerâmicas;
- Complementos: DML - um tanque com coluna e torneira de parede, da marca Deca, Incepa, Celite ou equivalente.

6.3 VESTIÁRIOS E FRALDÁRIO (EDIFÍCIO PRINCIPAL)

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 60x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Paredes: Azulejo com tamanho 15x15 ou equivalente; marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Tetos: Forro de gesso acartonado liso RU ou forro de gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica;
- Divisórias dos boxes dos vasos sanitários em granito retificado e polido, ou material similar, com espessura de 20 mm — medidas de 184 x 190 cm (comprimento x altura), com afastamento de 25 cm do piso nas divisões internas, conforme os detalhes de arquitetura. (4 unidades para o vestiário feminino e 4 unidades para o vestiário masculino);
- Divisórias dos boxes dos chuveiros em granito retificado e polido, ou material similar, com espessura de 20 mm — medidas de 200 x 190 cm (comprimento x altura), com afastamento de 25 cm do piso nas divisões internas, conforme os detalhes de arquitetura. (4 unidades para o vestiário feminino e 4 unidades para o vestiário masculino);
- Portas das divisórias em PVC, ou material similar, com espessura de 20 mm e 88 cm de comprimento; portas de giro medindo 65 x 165 cm, com afastamento de 25 cm do piso e equipadas com fechaduras. Cor a definir com o proprietário. Conforme os detalhes de arquitetura. (8 unidades para o vestiário feminino e 8 unidades para o vestiário masculino);
- Divisórias dos mictórios em granito retificado e polido, ou material similar, com espessura de 20 mm — medidas de 120 x 40 cm (comprimento x largura), com afastamento de 30 cm do piso, conforme os detalhes de arquitetura. (4 unidades para o vestiário masculino);
- Divisórias de privacidade em granito retificado e polido, ou material similar, com espessura de 20 mm — medidas de 120 x 190 cm (comprimento x altura), conforme os detalhes de arquitetura. (1 unidade para o vestiário feminino e 1 unidade para o vestiário masculino);
- Complementos: bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada (sem complementos), e cubas embutidas da marca Deca, Incepa, Celite ou equivalente.

6.4 BANHEIROS PNE (EDIFÍCIO PRINCIPAL)

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 30x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Paredes: Azulejo com tamanho 15x15 ou equivalente; marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Tetos: Forro de gesso acartonado liso RU ou forro de gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica;
- Complementos: Barras de apoio, bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada (sem complementos), da marca: Deca, Incepa, Celite ou equivalente. Bancos PNE, chuveiros elétricos e lavatórios.

6.5 COPA E REFEITÓRIO (EDIFÍCIO PRINCIPAL)

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 60x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Paredes: Em alvenaria, acabadas com azulejos ou cerâmicas somente nas paredes até 1,80 metros de altura com tamanho 15x15 ou equivalente, marca: Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente; e o restante das paredes com pintura tinta látex lavável acabamento fosco suave na cor mergulho no mar;
- Tetos: Forro de gesso acartonado liso ou gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica.

6.6 LAVANDERIA (EDIFÍCIO PRINCIPAL)

- Pisos: Piso cimentado desempenado cor ou natural.
- Paredes: Em alvenaria rebocadas com porcelanatos ou azulejos com tamanho 15x15 ou equivalente revestidos nas paredes até 1,80 metros de altura, marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente; e o restante das paredes com pintura tinta látex lavável acabamento fosco suave na cor Pantone 346C;
- Tetos: Forro em chapa metálica com pintura cor azul Pantone 540C (A mesma cor da testeira);
- Complementos: três tanques com colunas e torneiras de parede, da marca: Deca, Incepa, Celite ou equivalente.

6.7 GUARITA

- Pisos: Porcelanato e/ou cerâmico, tipo 60x60 ou equivalente. Acetinado ou natural e antiderrapante – marca: Incefra, Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;

- Paredes: Em alvenaria, acabadas com pintura PVA sobre pintura acrílica, porcelanatos ou azulejos somente na parede de área molhada com tamanho 15x15 ou equivalente, até 1.80 metros de altura. Marca: Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Tetos: Forro de gesso acartonado liso ou forro de gesso em placa liso sem moldura, com negativo no perímetro, pintura PVA sobre pintura acrílica;

6.8 DEPÓSITO DE RESÍDUOS

- Pisos: Piso cimentado desempenado;
- Paredes: Em alvenaria, acabadas com pintura PVA sobre pintura acrílica, porcelanatos ou azulejos somente nas paredes internas até 1,19 metros de altura com tamanho 15x15 ou equivalente. Marca: Artens, Eliane, Ceusa ou equivalente;
- Tetos: Sem forros e laje cobertura com pintura PVA sobre pintura acrílica.

6.9 GERADOR

- Pisos: Piso cimentado desempenado;
- Paredes: sem paredes de alvenarias, apenas fechamentos com gradil alambrados e portas de abrir com gradil;
- Tetos: Telha metálica galvanizada sem forro, apoiadas sobre estrutura metálica prevista em projeto.

7 DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Tipo	Descrição	Quantidades
Instalação de piso no pátio (área externa)	Piso asfáltico flexível – cor natural, com 6 cm de espessura	451,31 m³
Instalação de piso (passeio)	Piso em concreto liso moldado in-loco, cor natural, com 6 cm de espessura	5,69 m³
Instalação de piso podotátil externo	Piso em concreto na cor amarela, dimensões de 30 x 30 cm	Alerta 50 unid. Direcional 278 unid.
Impermeabilização	Impermeabilização da laje com manta liquida branca quartzolit ou similar	345,41 m²
Parede de vedação	Parede de vedação em alvenaria	534,90 m²

Parede em Drywall	Placa de gesso acartonado, para uso interno resistente a umidade, com duas faces duplas e estrutura metálica	22,28 m²
Instalação de piso	Piso cerâmico 60 x 60 cm natural e/ou acetinado	70 placas 194,32 m²
	Piso cerâmico 30 x 60 cm natural e/ou acetinado	70 placas 32,52 m²
Instalação de rodapé	Rodapé cerâmico ou granitos com 10 cm de altura	221,24 metros lineares
Instalação de revestimentos de parede	Refeitório, copa e lavanderia com porcelanato ou cerâmica 15 x 15 cm natural e/ou acetinado até 1,80 metros de altura e restante das paredes com pintura tinta epóxi	3.092 placas cerâmicas 69,58 m²
	Banheiros porcelanato ou cerâmica 15 x 15 cm natural e/ou acetinado até 2,80 metros de altura	8.905 placas cerâmicas 200,37 m²
	Banheiro da guarita com porcelanato ou cerâmica 15 x 15 cm natural e/ou acetinado até 1,80 metros de altura e restante das paredes com pintura tinta epóxi	192 placas cerâmicas 4,30 m²
Pintura das paredes internas	Tinta epóxi com 2 demãos	314,61 m²
Pintura das paredes externas	Tinta acrílica com 2 demãos	253,10 m²
Pintura das vagas de estacionamento	Tinta para pintura viária	25,04 m²
Pintura do beiral e laje impermeabilizada	Tinta acrílica com 2 demãos	79,64 m²
Telha da base	Telha fibrocimento, apoiadas sobre estrutura metálica, com 6 mm de espessura, inclinação de 20%	373,43 m²

Rufo Metálico	Sob a platibanda com espessura de 22 mm	125,52 metros lineares
Instalação de luminárias	Painel led plafon, embutir, cor branca, 19w 4000k	32 unid.
	Painel led plafon, embutir, cor branca, 29w 4000k	9 unid.
	Painel led plafon, sobrepor, cor branca, 19w 4000k	14 unid.
Instalação de portas	P1: Porta de abrir / giro, de 2 folhas de alumínio com ventilação e visor de vidro de 1,70 x 2,13 cm	1 unid.
	P2: Porta de abrir / giro, de 2 folhas de alumínio com ventilação e visor de vidro de 1,50 x 2,13 cm	1 unid.
	P3: Porta de abrir / giro, de 2 folhas de alumínio com ventilação permanente de 0,90 x 2,13 cm	6 unid.
	P4: Porta de abrir de alumínio com ventilação, chapa metálica em aço galvanizado colado sobrea porta e barra de apoio	4 unid.
	P5: Porta de abrir / giro, de 1 folha de alumínio com ventilação permanente de 0,82 x 2,11 cm	1 unid.
	P6: Porta de abrir / giro, de 1 folha de alumínio reforçado com ventilação permanente de 0,82 x 2,11 cm	1 unid.
Instalação de esquadrias	J1: janela basculante e fixa, esquadria com 7 folhas em alumínio 1,60 x 1,80 cm	1 unid.

Instalação de esquadrias (cont.)	J2: janela basculante e fixa, esquadria com 14 folhas em alumínio 4,50 x 1,80 cm	1 unid.
	J3: janela basculante e fixa, esquadria com 7 folhas em alumínio 2,50 x 1,80 cm	1 unid.
	J4: janela basculante, esquadrias com 3 folhas em alumínio 1,20 x 0,72 cm	1 unid.
	J5: janela basculante, esquadria com 6 folhas em alumínio 1,60 x 0,72 cm	4 unid.
	J6: janela basculante e fixa, esquadrias com 7 folhas em alumínio 1,60 x 1,80 cm	1 unid.
	J7: janela basculante e fixa, esquadrias com 7 folhas em alumínio 1,80 x 2,40 cm	1 unid.
	J8: janela basculante e fixa, esquadrias com 4 folhas em alumínio 1,20 x 1,80 cm	1 unid.
	J9: janela basculante e fixa, esquadrias com 9 folhas em alumínio 3,57 x 0,72 cm	2 unid.
	J10: janela basculante e fixa, esquadrias com 3 folhas em alumínio 0,90 x 60 cm	1 unid.
	J11: janela basculante e fixa, esquadrias com 4 folhas em alumínio 0,90 x 1,40 cm	2 unid.
	J12: janela de correr e fixa, esquadrias com 4 folhas em alumínio 1,90 x 1,40 cm	1 unid.
Equipamentos sanitários/ vestiários	Barras de apoio de 70cm para mictório	2 unid.
	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada	8 unid.

Equipamentos sanitários/ vestiários (cont.)	Mictório com válvula de descarga	4 unid.
	Chuveiro elétrico	8 unid.
	Cubas de embutir nas bancadas	9 unid.
	Torneiras automáticas	9 unid.
	Ralo quadrado 15x15 cm	8 unid.
	Divisórias vaso sanitários 94x190 cm	8 unid.
	Divisórias chuveiros 94x190 cm	8 unid.
	Divisórias mictórios 120x40cm	4 unid.
	Divisórias de privacidade 120x190cm	2 unid.
Equipamentos sanitários/vestiários PNE	Barras de apoio de 40cm	4 unid.
	Barras de apoio de 40 cm para portas	4 unid.
	Barras de apoio de 70 cm	12 unid.
	Barras de apoio de 80 cm	8 unid.
	Barras de apoio “U”	4 unid.
	Barras de apoio de 60 cm	4 unid.
	Bacia sanitária PNE com caixa de descarga acoplada	4 unid.
	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada	8 unid.
	Mictório com válvula de descarga	4 unid.
	Chuveiro elétrico	8 unid.
	Lavatórios PNE	4 unid.
	Torneira clínica hospitalar alavanca	4 unid.
	Ralo quadrado 15x15 cm	4 unid.
Equipamentos hidráulicos – Copa e Refeitório	Cuba inox Tramontina de embutir com dimensões de	1 unid.

	47x30x17 cm	
Equipamentos hidráulicos – Copa e Refeitório (cont.)	Cuba de semi encaixe com dimensões de 41x41x15 cm	2 unid.
	Filtro purificador de água	2 unid.
	Copa - torneira de mesa bica móvel	1 unid.
	Refeitório – torneira automática para cuba semi-encaixe	2 unid.
	Ralo quadrado 15x15 cm	2 unid.
	Caixa d'água marca tigre ou similar, 500 litros cada	2 unid.
Equipamentos sanitários – banheiro guarita	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada	1 unid.
	Lavatório	1 unid.
	Torneira automática	1 unid.
	Ralo quadrado 15x15 cm	1 unid.
Ar-condicionado	Verificar projeto específico de climatização	-
Instalações Hidrossanitárias e equipamentos	Verificar projeto específico hidrossanitário	-
Das instalações dos sistemas preventivos contra incêndio	Verificar projeto específico de prevenção e combate à incêndio	-
Das instalações elétricas e equipamentos	Verificar projeto específico de elétrica	-
Circuito de câmeras de segurança	Verificar posicionamento das câmeras no projeto específico de elétrica	-

8 ACESSIBILIDADE

- Rampa: Será respeitada a inclinação da rampa de 8,33%, conforme item 6.6.2.1 da ABNT NBR 9050, a largura da rampa atende as especificações de acordo com o fluxo de pessoas.

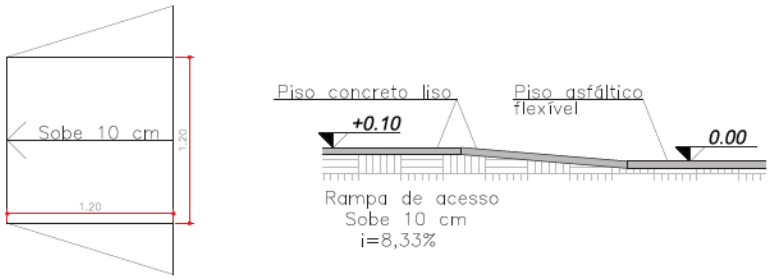


Figura 6 – Indicação da rampa de acesso

- Sanitário acessível: A dimensão do sanitário acessível atende aos seguintes parâmetros: a) circulação com giro de 360º, b) área necessária para garantira transferência lateral, perpendicular e diagonal para a bacia sanitária, c) a área de manobra pode utilizar no máximo 0,10 m sob a bacia sanitária e 0,30 m sob o lavatório. Sinalização com símbolo internacional de acesso.
- Bacia Sanitária: A bacia e assentos sanitários obedecem a altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado, medidas a partir da borda superior sem o assento. Com o assento a altura máxima é de 0,46 m. As bacias e assentos em sanitários acessíveis não podem ter abertura frontal. Junto a bacia serão instaladas barras para apoio e transferência.
- Barras de apoio: As barras são necessárias para garantir o uso com segurança e autonomia das pessoas com necessidades.
- Lavatório: As barras de apoio podem ser horizontais e verticais. Quando instaladas, devem ter uma barra de cada lado.
- Estacionamento: O percurso entre o estacionamento de veículos e o acesso principal compõe uma rota acessível. A dimensão da vaga será 2,50 m x 5,00 m, possuirá faixa adicional à vaga para circulação de cadeira de rodas com largura mínima de 1,20 m. Possuirá sinalização horizontal pintada no piso e vertical identificada com placa.
- Comunicação e sinalização: Sinalização tátil de alerta direcionais ou de alerta são integrados e sobrepostos ao piso adjacente, nunca excedendo 02 mm de desnível. A sinalização tátil de alerta é utilizada, sempre em cor contrastante com o piso adjacente. A sinalização tátil direcional composta em cor contrastante com o piso adjacente e instaladas no sentido do deslocamento, em áreas de circulação na ausência ou interrupção da guia de balizamento, indicando o caminho a ser percorrido em espaços amplos.

9 FACHADAS

Conforme detalhes do projeto, o revestimento externo será com tinta premium acrílica, que

possuirá de duas a quatro cores. O Contratante poderá optar pelo uso de textura para a pintura externa da fachada.

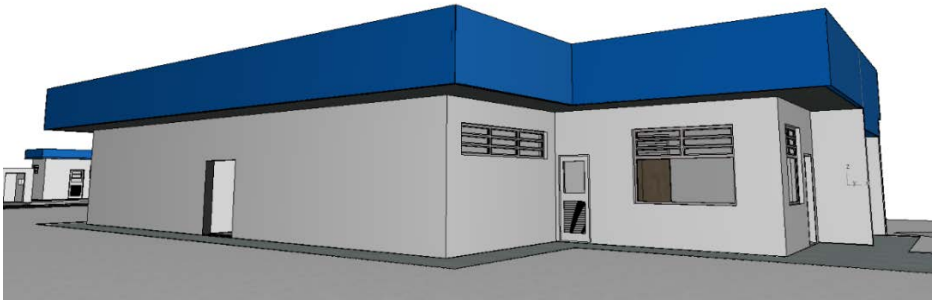


Figura 7 – Modelo 3D da fachada Edifício Principal

10 CONDIÇÕES GERAIS

Será de competência exclusiva da empresa executora a escolha para posterior aplicação, dos materiais mencionados neste memorial de acabamento, podendo estar até alterar eventualmente os materiais especificados, uma vez que poderão surgir no mercado novos materiais que os substituam, com vantagem técnica, estética ou econômica em relação aos especificados. Entretanto, os materiais substituídos, não poderão ser de qualidade inferior aos do presente memorial.

11 DISPOSIÇÕES FINAIS

Toda a montagem das esquadrias, mobiliário e instalações deverão ser acompanhadas pela detentora dos projetos, permitindo perfeita integração entre projetista, montadores e usuários.

A definição de fabricantes, fornecedores e tipos de materiais, destina-se a estabelecer um padrão de qualidade, podendo de acordo com necessidades técnicas legais ou dificuldades de aquisição, incluir outros materiais de outros fornecedores com características, equivalentes ou superior aos inicialmente citados.

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P3-001	Revisão: 01
		Emissão 12/03/2026	Folha 1 de 2

Lote:	Rodovia : PR-092	Firma Projetista: Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12450/D
Trecho : PONTO DE PARADA E DESCANSO (PPD) – KM 209+650		Concessionária: Juarez Richter Cordeiro - Nº CREA: 83492/D
Objeto : LISTA DE MATERIAL- HIDRÁULICA		ANTT:

Documentos de Referência:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-001-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-002-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-003-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-004-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-005-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-006-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-007-R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P3-001-R00

Documentos Resultantes:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P3-001-R01
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P3-001-R01

Observação:

R00 Emissão inicial

01	12/03/2026	Mário Henrique - CREA: PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro - Nº CREA: 83492/D	
00	17/03/2025	Mário Henrique - CREA: PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro - Nº CREA: 83492/D	
Rev.	Data	Projetista	Concessionária	ANTT
FIRMA PROJETISTA: AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA				
Nº INTERNO:			Rev.	1

LISTA DE MATERIAL - HIDRÁULICA		
DESCRIÇÃO	**UNI**	**QNT**
REGISTRO DE PRESSÃO - Ø1/2"	UNI	12
REGISTRO DE GAVETA - Ø1"	UNI	1
REGISTRO DE GAVETA - Ø1/2"	UNI	13
VÁLVULA DE RETENÇÃO - Ø1.1/2"	UNI	2
ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO 50 X 1.1/2"	UNI	12
ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO 20 X 1/2"	UNI	104
ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO 32 X 1"	UNI	2
ANEL DE BORRACHA, PARA LINHA DE PVC RÍGIDO BRANCO - 50 MM	UNI	115
ANEL DE BORRACHA, PARA LINHA DE PVC RÍGIDO BRANCO - 100 MM	UNI	19
BUCHA DE REDUÇÃO CURTA 25 X 20 MM	UNI	9
BUCHA DE REDUÇÃO CURTA 32 X 25 MM	UNI	3
BUCHA DE REDUÇÃO CURTA 50 X 40 MM	UNI	1
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA 32 X 20 MM	UNI	4
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA 40 X 25 MM	UNI	5
BUCHA DE REDUÇÃO LONGA 50 X 32 MM	UNI	1
CURVA DE TRANSPOSIÇÃO - 20 MM	UNI	1
JOELHO 45º - SÉRIE NORMAL - 100 MM	UNI	10
JOELHO 45º - SÉRIE NORMAL - 50 MM	UNI	30
JOELHO 45º - SÉRIE NORMAL - 40 MM	UNI	36
JOELHO 45º - PVC MARROM - 20 MM	UNI	56
JOELHO 45º - PVC MARROM - 25 MM	UNI	29
JOELHO 45º - PVC MARROM - 32 MM	UNI	4
JOELHO 45º - PVC MARROM - 50 MM	UNI	11
JOELHO 90° COM BUCHA DE LATÃO - 20X1/2	UNI	43
JOELHO 90° COM BUCHA DE LATÃO - 25X3/4	UNI	1
JOELHO 90º - SÉRIE NORMAL - 150 MM	UNI	1
JOELHO 90º - SÉRIE NORMAL - 100 MM	UNI	26
JOELHO 90º - SÉRIE NORMAL - 50 MM	UNI	58
JOELHO 90º - SÉRIE NORMAL - 40 MM	UNI	35
JUNÇÃO 45° DE REDUÇÃO, 100 X 50MM	UNI	7
JUNÇÃO 45° DE REDUÇÃO, 40 X 40MM	UNI	15
JUNÇÃO 45° DE REDUÇÃO, 50 X 50MM	UNI	8
JUNÇÃO SIMPLES - SÉRIE NORMAL – 100 X100 MM	UNI	8
LUVA SIMPLES - PVC RÍGIDO BRANCO - SÉRIE NORMAL - 150 MM	UNI	2
LUVA SIMPLES - PVC RÍGIDO BRANCO - SÉRIE NORMAL - 100 MM	UNI	51
LUVA SIMPLES - PVC RÍGIDO BRANCO - SÉRIE NORMAL - 50 MM	UNI	110
TE ESGOTO SÉRIE NORMAL PVC 150 X 150 MM	UNI	1
TERMINAL DE VENTILAÇÃO - 50 MM	UNI	4
TÊ 90° - PVC RÍGIDO BRANCO SÉRIE NORMAL – 50 X 50 MM	UNI	27
TÊ 90° - PVC RÍGIDO BRANCO SÉRIE NORMAL – 100 X 100 MM	UNI	3
TÊ DE REDUÇÃO - PVC MARROM - 25 X 20 MM	UNI	2
TÊ DE REDUÇÃO - PVC MARROM - 32 X 25 MM	UNI	4
TÊ - PVC MARROM - 50 MM	UNI	2
TÊ - PVC MARROM - 32 MM	UNI	5
TÊ - PVC MARROM - 25 MM	UNI	6
TÊ - PVC MARROM - 20 MM	UNI	30
TÊ SOLDÁVEL 90° COM BUCHA DE LATÃO CENTRAL – 20 X 1/2MM	UNI	1
UNIÃO SOLDÁVEL - 50 MM	UNI	6
RALO SECO MONTADO COM GRELHA E PORTA GRELHA REDONDO -100 X 100 X 40 MM	UNI	12
CAIXA SIFONADA - 100 X 150 X 50 MM	UNI	13
CISTERNA 20.000 LITROS	UNI	1
CAIXA DE GORDURA - 18 LITROS	UNI	1
CAIXA D´ÁGUA - MODELO TAÇA - 10.000 LITROS	UNI	1
BOMBA PRESSURIZADORA (VAZÃO: 3,98 M³/H - PRESSÃO: 15 M.C.A)	UNI	2
BOMBA DE RECALQUE (VAZÃO: 2,00 M³/H - PRESSÃO: 3,00 M.C.A)	UNI	1
TUBO - PVC MARROM - 20 MM	M	169,11

TUBO - PVC MARROM - 25 MM	M	186,85
TUBO - PVC MARROM - 32 MM	M	40,56
TUBO - SÉRIE NORMAL - 40 MM	M	48,8
TUBO - SÉRIE NORMAL - 50 MM	M	128,78
TUBO - SÉRIE NORMAL - 100 MM	M	143,77
TUBO - SÉRIE REFORÇADA - 100 MM	M	43,66
TUBO - SÉRIE REFORÇADA - 150 MM	M	42,00

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		**Código:** ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P3-001	**Revisão:** 01
		Emissão: 12/03/2026	**Folha:** 01/12
Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** Mário Henrique Furtado / Nº CREA: PR-12450/D	
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83492/D	
Objeto: MEMORIAL DESCRIVITO INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS		**ANTT**	

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R00

Documentos resultantes

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-002-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-003-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-004-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-005-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-006-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P3-007-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P3-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P3-001-R01

Observação:

01	12/03/2026 0/2021	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83492/D	
00	13/03/2025 0/2021	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83492/D	
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. OBJETO 3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3
3. INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA 4
4. INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO 4
5. DIMENSIONAMENTO – FOSSA SÉPTICA, FILTRO E SUMIDOURO 5
6. DIMENSIONAMENTO – CONSUMO E RESERVA DE ÁGUA 9
7. DIMENSIONAMENTO - CAIXA DE GORDURA 10
8. DIMENSIONAMENTO – CALHA E CAPTAÇÕES DA COBERTURA 11
8. DIMENSIONAMENTO – CISTERNA ENTERRADA 11

1. OBJETO

O presente documento técnico tem o objetivo de apresentar os requisitos adotados no dimensionamento do sistema de esgoto (fossa, tanque e sumidouro) para o desenvolvimento do projeto das instalações hidrossanitárias a ser executado na PR-092, localizada no km 209+650, no Paraná.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

CÓDIGO DO DOCUMENTO	TÍTULO
NBR 5688:2018	Tubos de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos.
NBR 10844:1989	Instalações prediais de águas pluviais.
NBR 7229:1997	Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.
NBR 8160:1999	Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e execução.
NBR 13969:1997	Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.
NBR 15491:2010	Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias – Requisitos e métodos de ensaio.
NBR 5580:2015	Tubos de aço-carbono para usos comuns na condução de fluídos – Especificação.
NBR 5626:2020	Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção.
NBR 5648:2018	Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos.
NBR 15705:2009	Instalações hidráulicas prediais - Registro de gaveta – Requisitos e métodos de ensaio.

3. INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

O projeto de alimentação de água fria atende as recomendações da NBR 5626 de mínimo de 2,0 mca de pressão em seu ponto mais desfavorável.

As tubulações, conexões intermediárias e acessórias deverão ser de PVC soldável, as conexões próximas dos pontos de utilização de PVC soldável com rosca de latão, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nas normas ABNT NBR 5648, NBR 5680, NBR 5688, NBR 10844, NBR 15575-6, norma DIN 4109, Diretiva VDI 4100 e EM 14366 (referência linha predial PVC marrom – AMANCO). As ligações serão soldadas com solda plástica.

Solda plástica é um adesivo líquido que, em contato com PVC reage quimicamente, realizando a soldagem. Está soldagem pode ser de reação rápida (para tubos de diâmetros até 50mm) ou de reação lenta (para tubo de diâmetros acima de 50mm). As tubulações só podem ser colocadas a serviço após 12 horas do término da soldagem a frio.

O emprego de cada material deverá ser executado seguindo sempre as recomendações dos fabricantes.

Tubulações quando enterradas em locais não sujeitos a passagem de veículos, deverão “correr” a uma profundidade mínima de 30 cm, em vala com leito nivelado e compactado.

Tubulações quando enterradas em locais sujeitos a passagem de veículos, deverão “correr” a uma profundidade mínima de 60 cm, em vala com leito nivelado, bem compactado e envelopadas com concreto (min 10 cm para cada lado).

As tubulações de água fria deverão ser de PVC marrom.

As intalações, caminhamentos e bombas referentes ao poço artesiano deve ser seguido conforme projeto específico a ser contratado.

4. INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO

O projeto de esgotamento sanitário foi projetado conforme NBR 8160/99.

As instalações sanitárias serão em tubos rígidos de PVC ponta e bolsa e tubos rígidos de PVC ponta lisa, embutidas em parede ou piso conforme indicação de detalhe em projeto.

Os tubos ventiladores serão também em PVC rígido, ponta e bolsa, observando que ao executar a tubulação de ventilação, esta deverá ser instalada de modo que qualquer líquido, que nele tenha ingressado, possa escoar completamente por gravidade para dentro do ramal de esgoto. O ponto de interligação deverá ser efetuado acima do eixo da tubulação, e nunca com ângulo inferior a 45º

graus com a horizontal.

O emprego de cada material deverá ser executado seguindo sempre as recomendações dos fabricantes.

Tubulações quando enterradas em locais não sujeitos a passagem de veículos, deverão “correr” a uma profundidade mínima de 30 cm, em vala com leito nivelado e compactado.

Tubulações quando enterradas em locais sujeitos a passagem de veículos, deverão “correr” a uma profundidade mínima de 60 cm, em vala com leito nivelado, bem compactado e envelopadas com concreto (min 10 cm para cada lado).

Ramais de descarga: 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm; 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm.

Subcoletores e coletores: 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 150 mm; 0,5% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 200 mm.

As tubulações para ventilação e esgoto deverão ser PVC Série Normal.

As tubulações para águas pluviais deverão ser de PVC Série R.

5. DIMENSIONAMENTO – FOSSA SEPTICA, FILTRO E SUMIDOURO

Descrição:

Posto de Parada e Descanso, considerado uso de 120 pessoas.dia e 5 funcionários.

Fossa Séptica

Metodologia:

NBR 7229/93

Coeficientes de Dimensionamento:

C= 50l/pessoas.dia

N= 125 pessoas

Onde:

C= Contribuição de Despejos

N= Número de pessoas

Contribuição diária:

CD= N x C

CD= 125 x 50 = 6500 litros/dia

Período de Detenção:

O período de detenção (T) por faixa de contribuição diária, segundo a Tabela 2 da NBR 7229/93, para volumes entre 6001 e 7500 litros é de 0,67 dia.

Taxa de Acumulação de Lodo:

Segundo a Tabela 3 da NBR 7229/93, para um intervalo entre limpezas de um ano e temperatura ambiente média acima de 20ºC, a taxa de acumulação de lodo (K) é igual a 57.

Contribuição de Lodo Fresco

Conforme a Tabela 1 da NBR 7229/93 o fator de contribuição de lodo fresco (Lf) é 0,2, considerando uma unidade de ocupação temporária.

Cálculo do volume útil da Fossa Séptica

$V = 1000 + N \times (C \times T + K \times Lf)$

$V = 1000 + 120 \times (50 \times 0,67 + 57 \times 0,2)$

$V = 1000 + 120 \times (44,90)$

$V = 6600$ litros

V adotado = 6,60m³

Para volumes de 6,0m³ a 10 m³, segundo tabela 4 da NBR 7229/93 temos:

Prof. Mínima: 1,50m.

Prof. Máxima: 2,50m.

Considerando poço circular (pré-moldado), temos:

Diâmetro Interno: *D = 2,36 m.*

Profundidade: *H = 2,15 m.*

Profundidade Útil: *h = 1,55 m.*

$V = TT \times r^2 \times h$

$V = 3,1415 \times 1,18^2 \times 1,55$

V = 6,78m³

Filtro Anaeróbio

Metodologia:

NBR 13969/97

Coeficientes de Dimensionamento:

C= 50l/pessoas.dia

N= 125 pessoas

T= 0,67 dia

Onde:

C= Contribuição de Despejos

N= Número de pessoas

T= Tempo de detenção

Cálculo do volume útil do filtro anaeróbio:

V = 1,6 x N x C x T

V = 1,6 x 125 x 50 x 0,67

V = 6700 litros

V adotado = 6,70m^3

Onde:

N= Número de pessoas

C= Contribuição de Despejos

T= Tempo de detenção

Considerando poço circular (pré-moldado), temos:

Diâmetro Interno: *D = 2,36 m.*

Profundidade: *H = 2,15 m.*

Profundidade Útil: *h = 1,55 m.*

V = TT x r^2 x h

V = 3,1515 x 1,18^2 X 1,55

V = 6,78m^3

Conforme indica a NBR 13969/97:

- A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20m.
- A altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60m já incluindo a espessura da laje.

Sendo assim será adotado:

Altura do leito Filtrante: 0,80m.

Altura do Fundo Falso: 0,40m.

Sumidouro

Metodologia:

NBR 13969/97

Coeficientes de Dimensionamento:

C= 50l/pessoas.dia

N= 125 pessoas

T= 0,67 dia

Ci= 75,4 l/m2 x dia

Onde:

C= Contribuição de Despejos

N= Número de pessoas

T= Tempo de detenção

Ci= Taxa de Infiltração do solo

Contribuição diária:

CD= N x C

CD= 125 x 50 = 6000 litros/dia

Área das paredes do Sumidouro:

Considerando poço circular (pré-moldado), com:

Diâmetro Interno:

Af = CD x T / Ci

Af = 6250 x 0,67 / 75,4

Af = 55,53m^2

Af adotado = 53,31 – (4,37x2) (área do fundo) = 46,79m^2

Dimensionamento do Sumidouro:

Af = TT x D x h

46,79= 3,1415 x 2,36 x h

h = 6,31m.

Adotado:

Dois poços:

Diâmetro Interno: *D = 2,36 m.*

Profundidade: *h = 6,31 m.*

6. DIMENSIONAMENTO – CONSUMO E RESERVA DE ÁGUA

Para determinar o a quantidade de usuários no ambiente que farão consumo, foi utilizado como base a quantidade de vagas de estacionamento, isto é, considerando duas pessoas por vaga, a somatória totalizou 61 vagas, logo, 122 pessoas que usariam o ambiente, afim de cálculos foi utilizado o número de 120 usuários, além disso, doi considerado um número médio de 5 funcionários do espaço, as bases de cáclulo da reserva de água foi baseada em 1 dia.

EDIFICAÇÃO	CONSUMO	DETERMINANDO "USUÁRIOS"
Alojamento Provisórios	80 per capita	1 habitante por cama / beliche 2 habitantes
Residências até 50 m²	200 per capita	2 habitantes por quarto
Residências acima de 50m²	250 per capita	2 habitantes por quarto
Residências de Luxo	300 per capita	2 habitantes por quarto
Apartamentos até 150m²	200 per capita	2 habitantes por quarto
Apartamentos acima de 150m²	250 per capita	2 habitantes por quarto
Hotéis (não incluso cozinha e lavanderia)	120 por hóspede	Cama de casal 2 hóspedes, cama de solteiro 1 hóspede
Hospitais	250 por leito	Conforme arquitetura
Escolas - internatos	150 per capita	Layout de mobiliário
Escolas - externatos	50 per capita	Layout de mobiliário
Quartéis	150 per capita	Informação fornecida pelo órgão
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita	Layout de mobiliário
Escritórios	50 per capita	Layout de mobiliário ou 1 habitante/2,5m² uteis
Cinemas e Teatros	2 por lugar	Layout de mobiliário
Templos	2 por lugar	Layout de mobiliário
Restaurante e similares	25 por refeição	Solicitar do cliente ou responsável pelo proj. arquitetônico a quantidade de refeições
Lavanderias	30 por kg de roupa	Conferir modelo de lavadora e tempo de lavagem
Mercados	50 por m² de área	Área útil
Matadouros - Grande porte	300 por cabeça abatida	Solicitar do cliente ou responsável pelo proj. arquitetônico a quantidade de animais abatidos
Matadouros - animais pequeno porte	150 por cabeça abatida	Solicitar do cliente ou responsável pelo proj. arquitetônico a quantidade de animais abatidos
Cavalarias	100 por cavalo	Solicitar do cliente ou responsável pelo proj. arquitetônico a quantidade de animais que serão

Dias de reserva (dias)	*1*
Funcionários (unid.)	*5*
Usuários (unid.)	*120*

Consumo Funcionários (l/dia)	*50*
Consumo Usuários (l/dia)	*80*
Consumo Total (l/dia)	*9850*

Consumo diário de 10.000 Litros ou 10 m³.

7. DIMENSIONAMENTO – CAIXA DE GORDURA:

Conforme o trecho a seguir da norma:

d) especial (CGE), prismática de base retangular,

com as seguintes características:

1) distância mínima entre o septo e a saída:

0,20 m;

2) volume da câmara de retenção de gordura obtido pela fórmula:

$V = 2\,N + 20$ onde:

N é o número de pessoas servidas pelas cozinhas que contribuem para a caixa de gordura no turno em que existe maior afluxo;

V é o volume, em litros;

3) altura molhada: 0,60 m;

4) parte submersa do septo: 0,40 m;

5) diâmetro nominal mínimo da tubulação de saída: DN 100.

V= 2. 120 + 20

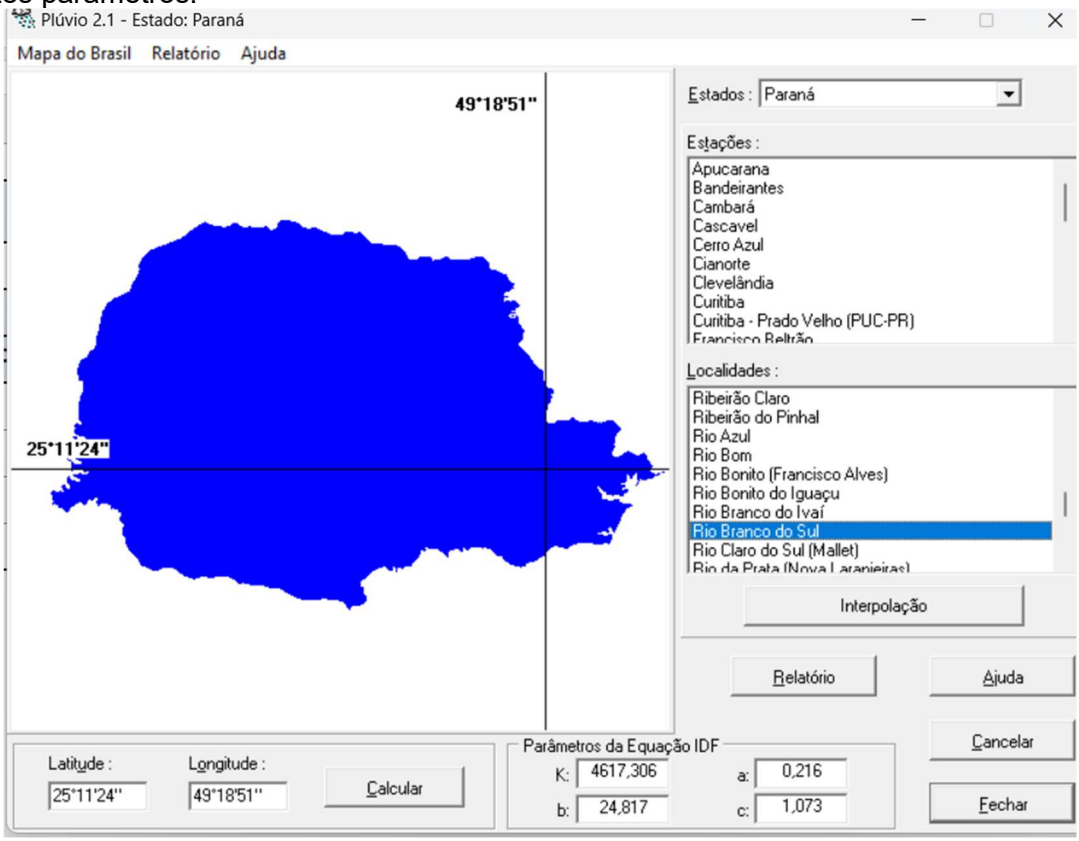
V = 260 m³ - saída: DN 100.

V= 2. 120 + 20

V = 260 m³

8. DIMENSIONAMENTO - CALHA E CAPTAÇÕES DA COBERTURA:

Segundo estudo de contrubuição de chuva na região de Rio Branco do Sul, em Paraná, temos os seguintes parâmetros:



O que resultou nas dimensões abaixo da calha, afim de atender a área da cobertura do empreendimento.

Dimensionamento de calhas retangulares e circulares										
Descrição	Formato	Diâmetro / Base (m)	Altura total (m)	*Altura molhada (m)*	Declividade (m/m)	Rugosidade	*Área molhada (m²)*	*Perímetro Molhado (m)*	*RH (m)*	*Vazão (L/min)*
1	Retangular	0,25	0,15	0,08	0,5%	0,011	0,019	0,40	0,047	940

Dimensionamento da área máxima de coleta da calha				
Descrição	*Vazão (L/min)*	Período de retorno (ano)	*Índice Pluviométrico (mm/h)*	*Área Máxima (m²)*
1	940	5	171	330

Dimensão da calha = 0,25 x 0,15 metros.

9. DIMENSIONAMENTO – CISTERNA ENTERRADA:

O uso da cisterna enterrada é direcionado para reserva das captações de águas pluviais provenientes da cobertura, sendo armazena e posteriormente usada em torneiras de lavagem ou descarte através de bomva. O método utilizado para a determinação do volume captado e dimensionamento da cisterna, foi o denominado Método Prático Inglês, previsto na NBR 15.527. Somando as precipitações médias mensais e dividindo por 12 meses, obtemos uma média anual

aproximada de 1.200 mm, de acordo com os dados do INMET.

A média pluviométrica adotada foi a de P = 1.200 mm anuais. A área de telhado considerada foi a de A = 312,83 m², então:

V = 0,05 x Px A

V = 0,05 x 1,2, x 312,83

V = 18,76 m³

Volume adotado = 20,00 m³ = 20.000 Litros

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	**Código:** ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P2-001	**Revisão:** 01
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 01/4

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: LISTA DE MATERIAIS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, DADOS E SPDA		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes

Observação:

01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	31/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

Item	Descrição	Unid.	Quant.
1	**Cabos**	**M**	
1.1	Isol. PVC - 450/750V - 1,5 mm² - Vermelho	m	10,73
1.2	Isol. PVC - 450/750V - 1,5 mm² - Azul	m	6,09
1.3	Isol. PVC - 450/750V - 1,5 mm² - Amarelo	m	8,31
1.4	Isol. PVC - 450/750V - 1,5 mm² - Preto	m	232,27
1.5	Isol. PVC - 450/750V - 1,5 mm² - Branco	m	203,45
1.6	Isol. PVC - 450/750V - 2,5 mm² - Azul	m	435,71
1.7	Isol. PVC - 450/750V - 2,5 mm² - Verde	m	238,52
1.8	Isol. PVC - 450/750V - 2,5 mm² - Vermelho	m	284,23
1.9	Isol. PVC - 450/750V - 2,5 mm² - Preto	m	237,96
1.10	Isol. PVC - 450/750V - 6,0 mm² - Branco	m	40,77
1.11	Isol. PVC - 450/750V - 6,0 mm² - Azul	m	481,43
1.12	Isol. PVC - 450/750V - 6,0 mm² - Verde	m	255,89
1.13	Isol. PVC - 450/750V - 10,0 mm² - Vermelho	m	315,78
1.14	Isol. PVC - 450/750V - 10,0 mm² - Preto	m	194,99
1.15	Isol. PVC - 450/750V - 10,0 mm² - Branco	m	407,24
1.16	Isol. PVC - 450/750V - 10,0 mm² - Azul	m	837,27
1.17	Isol. PVC - 450/750V - 10,0 mm² - Vermelho	m	315,78
1.18	Isol. PVC - 450/750V - 50,0 mm² - Preto	m	25,00
1.19	Isol. PVC - 450/750V - 50,0 mm² - Branco	m	25,00
1.20	Isol. PVC - 450/750V - 50,0 mm² - Azul	m	25,00
1.21	Isol. PVC - 450/750V - 25 mm² - Verde	m	25,00
1.22	Isol. PVC - 450/750V - 70,0 mm² - Preto	m	25,00
1.23	Isol. PVC - 450/750V - 70,0 mm² - Branco	m	25,00
1.24	Isol. PVC - 450/750V - 70,0 mm² - Azul	m	25,00
1.25	Isol. PVC - 450/750V - 35 mm² - Verde	m	25,00
1.26	Cabo de rede UTP (a definir pelo fornecedor do sistema)	m	563
1.27	Cabo de fibra óptica monomodo (a definir pelo fornecedor do sistema)	m	785
2	**Eletroduto corrugado**	**PÇ**	
2.1	Eletroduto flexível corrugado reforçado laranja 1.1/4"	m	57,47
2.2	Eletroduto flexível corrugado reforçado laranja 1"	m	43,9
3	**Eletroduto kanalex**	**PÇ**	
3.1	Eletroduto kanalex 4"	pç	32,5
3.2	Eletroduto kanalex 3"	pç	1031,05
3.3	Eletroduto kanalex 2"	pç	320,48
3.4	Eletroduto kanaflex 1.1/2"	pç	30,27

Item	Descrição	Unid.	Quant.
4	**Eletrocalha lisa galvanizada eletroliticamente #18**	**PÇ**	
4.1	50x50mm	m	8,45
4.2	Curva vertical externa 50x50mm	pç	1
4.3	Terminal 50x50mm	pç	1
4.4	100x50mm	m	29,7
4.5	Curva horizontal 100x50mm	m	2
4.6	Curva vertical externa 100x50mm	pç	1
4.7	Terminal para eletrocalha 100x50mm	pç	2
4.8	Eletrocalha lisa galvanizada eletroliticamente 200x50mm	m	16,27
4.9	Curva vertical externa 200x50mm	pç	1
4.10	Curva horizontal 200x50mm	pç	1
4.11	TÊ 200x50mm C/ Redução para 100mm	pç	2
4.12	Terminal para eletrocalha 200x50mm	pç	1
5	**Acessório para eletrocalha lisa**	**PÇ**	
5.1	Emenda para eletrocalha 50x50mm	pç	7
5.2	Emenda para eletrocalha 100x50mm	pç	25
5.3	Saída lateral para eletroduto 1"	pç	9
5.4	Saída lateral para eletroduto 3/4"	pç	45
6	**Acessório para eletrocalha lisa**	**PÇ**	
6.1	Emenda para eletrocalha 50x50mm	pç	3
7	SPDA e Aterramento		
7.1	Cabo cobre nú 50mm² 7 fios	m	1029
7.2	Haste de aterramento 5/8x3m	pç	34
7.3	Solda exotérmica CDH50 50-3 cartucho N90, alicate Z-201	pç	11
7.4	Caixa de inspeção para haste de aterramento 30x30cm	pç	34
7.5	Barra chata de alumínio , 7/8"x1/8"x3m	pç	30
7.6	Mini captor (uso anexo - edifício)	pç	7
7.7	Cabo para raios de aço galvanizado 3/8" EHS	m	600
8	**Acessórios uso geral - Elétrica**	**PÇ**	
8.1	Terminal tubular 2,5mm²	pç	300
8.2	Terminal compressão 1,5mm²	pç	300
8.3	Terminal compressão 6mm²	pç	90
8.4	Terminal compressão 10mm²	pç	70
8.5	Terminal compressão 6mm²	pç	130
8.6	Terminal de compressão 70mm²	pç	8
8.7	Terminal de compressão 50mm²	pç	8
8.8	Terminal de compressão 25mm²	pç	2
9	**Eletroduto de aço**		
9.1	Galvanizado a fogo 3/4"	pç	30
9.1	Galvanizado a fogo 1"	pç	30
9.2	Galvanizado eletroliticamente 3/4"	pç	369,62
9.2	Galvanizado eletroliticamente 1"	pç	176,95

Item	Descrição	Unid.	Quant.
10	**Conduletes**		
10.1	Condulete "LR" a prova de tempo 3/4"	pç	88
10.2	Condulete "LR" a prova de tempo 1"	pç	35
10.3	Condulete "T" a prova de tempo	pç	60
10.4	Condulete múltiplo X 3/4"	pç	11
10.5	Condulete + tampa para 2 modulos 1"	pç	6
10.6	Condulete + tampa para 1 modulos 3/4"	pç	33
11	Tomadas e interruptores		
11.1	1x interruptor simples + tomada 220V 20A (módulo em vermelho) em condulete	pç	19
11.2	1x Interruptor simples em condulete tipo aquatic	pç	1
11.3	1x Tomada 220V-20A (módulo vermelho) em condulete tipo aquatic	pç	1
11.4	1x Interruptor simples em condulete	pç	19
11.5	1x Tomada 220V-20A (módulo vermelho)	pç	22
11.6	2x tomada em condulete 1" com dois módulos 220V-20A (Módulos em vermelho)	pç	19
12	**Sistemas telemática**	**PÇ**	
12.1	Bullet IP (validar modelo para área externa da edificação)	pç	11
12.2	Bullet IP (validar modelo para área externa) a ser definido pelo fornecedor do sistema	pç	17
12.3	Bullet IP (validar modelo para área interna) a ser definido pelo fornecedor do sistema	pç	5
12.4	Rack de dados 5U modelo suspenso a ser definido pelo fornecedor do sistema	cj	2
13	**Postes**	**PÇ**	
13.1	Poste metálico 300DAN h=25m com 2,5 a 3m de engaste e captor franklin instalado no topo com suporte paralelo para 2 luminárias de 200W	pç	11
13.2	Poste metálico 300DAN h=25m com 2,5 a 3m de engaste e captor franklin instalado no topo com suporte 180° para 2 luminárias de 200W	pç	5
13.3	Poste metálico 300DAN h=25m com 2,5 a 3m de engaste e captor franklin instalado no topo com suporte para 1 luminárias de 200W	pç	1
13.4	Poste metálico 300DAN h=25m com 3m de engaste e captor franklyn instalado no topo do poste	cj	1
14	Caixa de passagem	PÇ	
14.1	Caixa de alvenaria 50x50x70cm	pç	69
14.2	Metálica CP30	pç	1
14.3	Metálica CP20	pç	1

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		**Código:** ELP-092PR-209-650-EDI-EXE-MD-P2-001	**Revisão:** 01
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 1/36

Lote:	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: PPD – PROJETO EXECUTIVO – ILUMINAÇÃO EXTERNA MEMORIA DE CÁLCULO		**ANTT**

Documentos de referência:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes:

Observação:

Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT
01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	23/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		

SUMÁRIO

1. OBJETO ---- 3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: ---- 3
3. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS ---- 3
3.1 GERAL ---- 3
3.2 LOCALIZAÇÃO DOS POSTES ---- 6
3.3 MONTAGEM E ARRANJO ESQUEMÁTICO DOS PROJETORES ---- 6
3. RESULTADOS ---- 6
4. ANEXOS ---- 6

1. OBJETO

Este documento apresenta a memória de cálculo referente ao sistema de iluminação do Ponto de Parada e Descanso (PPD) a ser implantado no km 209+650 da PR-092, no trecho de interligação entre os municípios de Arapoti e Jaguariaíva, no Estado do Paraná.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

3. CODIGO E NORMAS

Os códigos e/ou Normas relacionados foram utilizados na elaboração deste documento. Foram utilizados na sua revisão mais recente.

NBR 5101:2024 Iluminação viária – Procedimentos

NBR ISO/CIE 8995-1 Iluminação de Ambientes de Trabalho

Parte 1: Interior;

NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

DIN EN 12464-2 Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places.

ISO 8995-1:2013 Iluminação de ambiente de trabalho – Parte 1: interior.

4. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

4.1 GERAL

Dimensionamento conforme NBR 5101 para determinação da iluminância mínima para a área de tráfego de veículos para acesso o estacionamento e na área de estacionamento.

O dimensionamento confere uma classe de iluminação M que leva em consideração diversos parâmetros Vps. Tais parâmetros serão demonstrados durante a demonstração do cálculo.

O número de classe de iluminação é determinado por:

$$M = 6 - V_{ps}$$

Sendo:

- ➔ M: número de classe de iluminação;
- ➔ Vps: soma dos valores de ponderação selecionados para cada parâmetro;

Para a via de tráfego do estacionamento temos:

PARÂMETRO	OPÇÃO	VALOR CONSIDERADO
Velocidade	Baixa < 30km/h	0
Volume de tráfego	moderada	0
Separação da faixa de direção	Baixo < 600/h	-1
Densidade de interseções	Sim	0
Veículos estacionados	Presentes	0,5
Luminância ambiente	Baixa	-1
Sinalização e controle de tráfego	Moderados ou bons	0
	SOMA	**-1,5**

$$M = 6 - (-1{,}5)$$

$$\boldsymbol{M = 7{,}5}$$

Conforme NBR 5101, alínea b) a classe de iluminação é M6.

Considerando o valor de M, a tabela 2 da NBR 5101 informa os parâmetros mínimos que devem ser considerados no cálculo luminotécnico.

Tabela 2 – Requisitos de iluminação para a classe de iluminação M

Classes de iluminação	Superfície da via			Incremento de limiar	Iluminâncias adjacentes à via
	$L_{méd}$ (cd/m²) (mínimo mantido)	$U_O \geq$	$U_L \geq$	f_{TI} (%) ≤	EIR ≥
M1	2,00	0,40	0,65	14	0,45
M2	1,50	0,40	0,65	14	0,45
M3	1,00	0,40	0,60	15	0,45
M4	0,75	0,40	0,60	16	0,45
M5	0,50	0,35	0,35	16	0,45
M6	0,30	0,35	0,35	16	0,45

Em observância a tabela 5, a iluminância média a ser considerada na área de tráfego será de **7,5 lux.**

Tabela 5 – Relação entre as classes de iluminação M e C, para três valores de qo da superfície da via

Classe de iluminação M			**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**
Luminância média $L_{méd}$ (cd/m²)			**2,0**	**1,5**	**1,0**	**0,75**	**0,50**	**0,30**
Classe de iluminação C para q_0 = 0,05 (cd/m²)/lux			C0	C1	C2	C3	C4	C5
Iluminância média *E* em lux			50	30	20	15	10	7,5
Classe de iluminação C para q_0 = 0,07 (cd/m²)/lux		C0	C1	C2	C3	C4	C5	
Iluminância média *E* em lux		50	30	20	15	10	7,5	
Classe de iluminação C para q_0 = 0,09 (cd/m²)/lux	C0	C1	C2	C3	C4	C5		
Iluminância média *E* em lux	50	30	20	15	10	7,5		

Como não há interseção entre vias, não será considerado área de conflito.

Para dimensionamento das áreas de pedestres, será considerado a classe P e seus parâmetros para dimensionamento conforme item 4.4 da NBR 5101.

$$P = 6 - V_{ps}$$

PARÂMETRO	OPÇÃO	VALOR CONSIDERADO
Velocidade	Baixa <30 km/h	1
Volume de tráfego	moderada	0
Separação da faixa de direção	Baixo < 600/h	-1
Densidade de interseções	Sim	0
Veículos estacionados	Presentes	0,5
Luminância ambiente	Baixa	-1
Sinalização e controle de tráfego	Moderados ou bons	0
	SOMA	**-0,5**

$$P = 6 - (-0{,}5)$$

$$\boldsymbol{P = 6{,}5}$$

Conforme item 4.4 alínea b e c, o número da classe de iluminação é P6. Utilizando a tabela 7 é possível validar que será necessário de iluminância média horizontal, mínima horizontal e vertical mínima de 3,0, 0,6 e 1,0 respectivamente.

Tabela 7 – Requisitos de iluminação para a classe de iluminação P

Classes de iluminação	Iluminância média horizontal *E* (lx) (mínimo mantido)	Iluminância mínima horizontal *E* (lx) (mantido)	Se necessidades adicionais para reconhecimento facial forem requeridas: Iluminância vertical mínima *E* (lx) (mantido)
P1	20	4,0	6,0
P2	15	3,0	5,0
P3	10	2,0	3,0
P4	7,5	1,5	2,5
P5	5,0	1,0	1,5
P6	3,0	0,6	1,0

Obs.: como a iluminância vertical é utilizada como fator adicional em locais onde há a necessidade de reconhecimento facial, será desconsiderada da avaliação deste memorial de cálculo.

Foram previstos 02 modelos de luminárias para área externa, **a CLP-A200FK40IES2** e **A250FK40IES2** conforme se seguirá na demonstração do cálculo luminotécnico.

A marca representada neste documento tem como objetivo apenas com intuito de indicar a qualidade técnica mínima que deve ser considerada na aquisição das luminárias, independente do fabricante.

As luminárias serão instaladas a uma altura de **18,50 metros com ângulo de ajuste de 10°.**

Os cálculos foram executados no software **dialux evo**.

4.2 LOCALIZAÇÃO DOS POSTES

A localização dos postes foi definida inicialmente pelo projeto de arquitetura.

4.3 MONTAGEM E ARRANJO ESQUEMÁTICO DOS PROJETORES

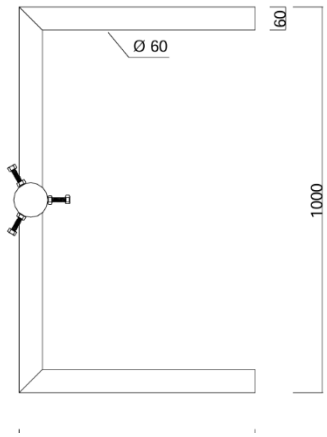


Fig. 3.3.1 – Suporte da luminária Vista frontal

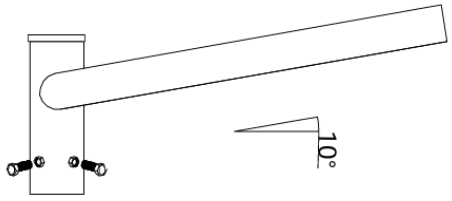


Fig. 3.3.2 – Suporte da luminária, vista lateral

O suporte acima deverá ser adaptado para o **poste de 22m previstos no projeto**.

5. RESULTADOS

O nível médio da iluminância proporcionado pelo sistema de iluminação concebido é de 10 lx na área do PPD como um todo, com iluminância acima de 8 lx na área de estacionamento propriamente dita, conforme página 36, resultado que atende à classe de iluminação M6.

6. ANEXOS

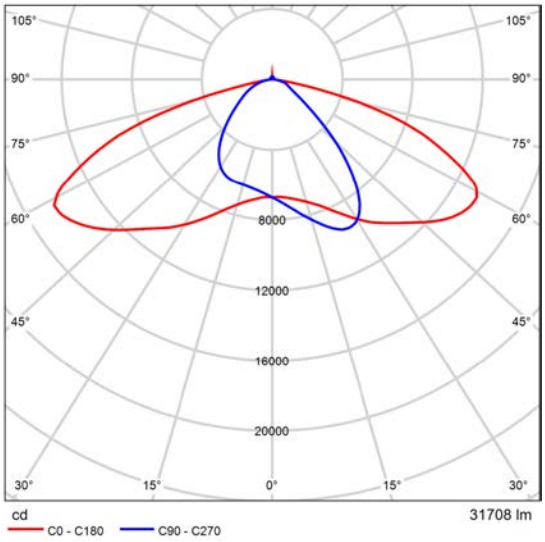
ANEXO 1

PPD - Iluminação Externa – Cálculos Luminotécnicos
(Saídas do programa DIALux)

Folha de dados do produto

CONEXLED - CLP-A200FK40IES2

N° do artigo	LUMINÁRIA LED
P	202.9 W
$\Phi_{Lâmpada}$	–
$\Phi_{Luminária}$	31708 lm
η	–
Rendimento luminoso	156.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

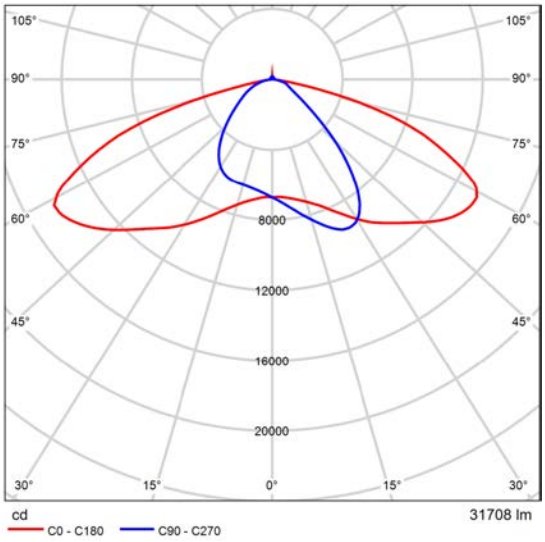


CDL polar

Folha de dados do produto

CONEXLED - CLP-A200FK40IES2

N° do artigo	LUMINÁRIA LED
P	202.9 W
$\Phi_{Lâmpada}$	–
$\Phi_{Luminária}$	31708 lm
η	–
Rendimento luminoso	156.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	100

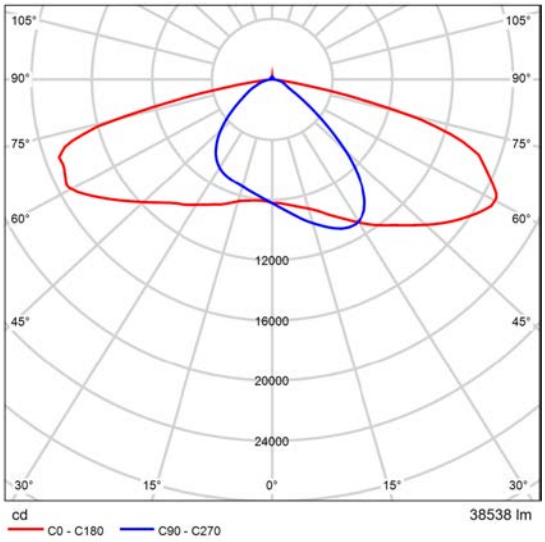


CDL polar

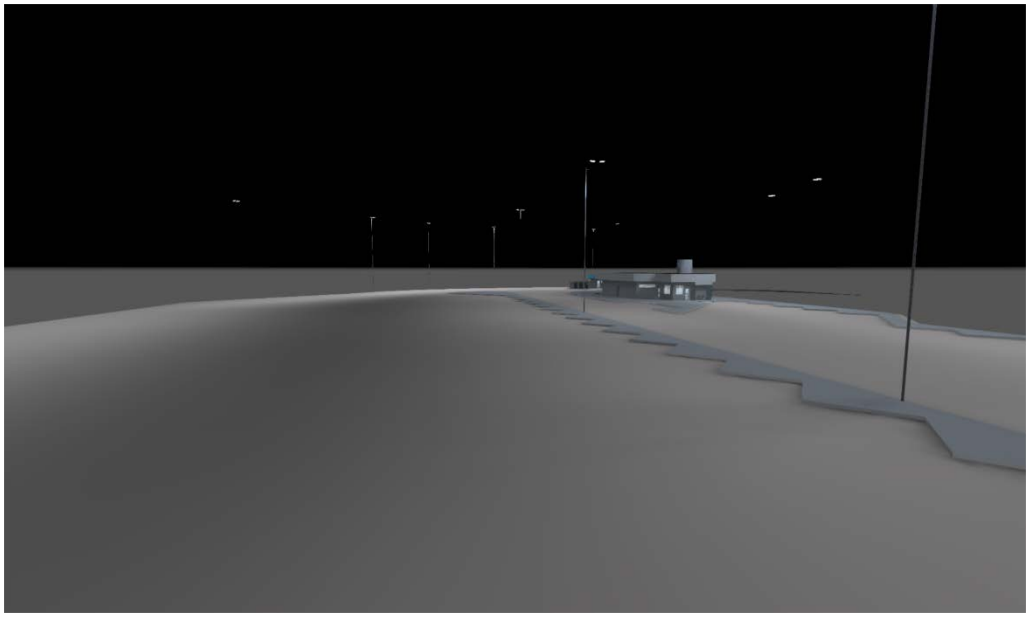
Folha de dados do produto

CONEXLED - CLP-A250FK40IES2

N° do artigo	LUMINÁRIA LED
P	248.8 W
$\Phi_{Lâmpada}$	–
$\Phi_{Luminária}$	38538 lm
η	–
Rendimento luminoso	154.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

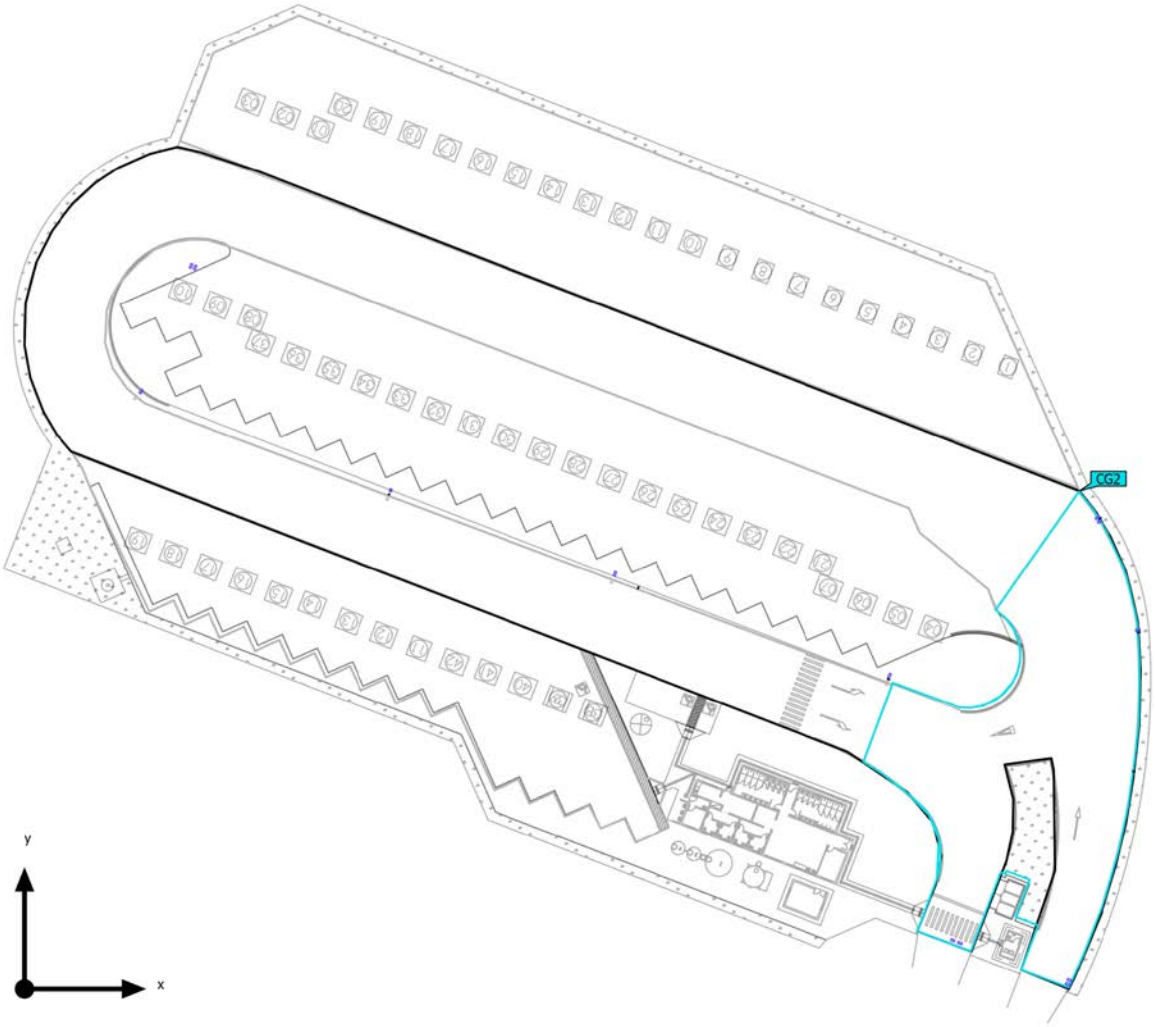


AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Descrição

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	8837.54 m²		
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Altura de montagem	18.940 m

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Dimensões de	Consumo	23508 kWh/a	máx. 439650 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	0.30 W/m²	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 184.731 m x 70.512 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

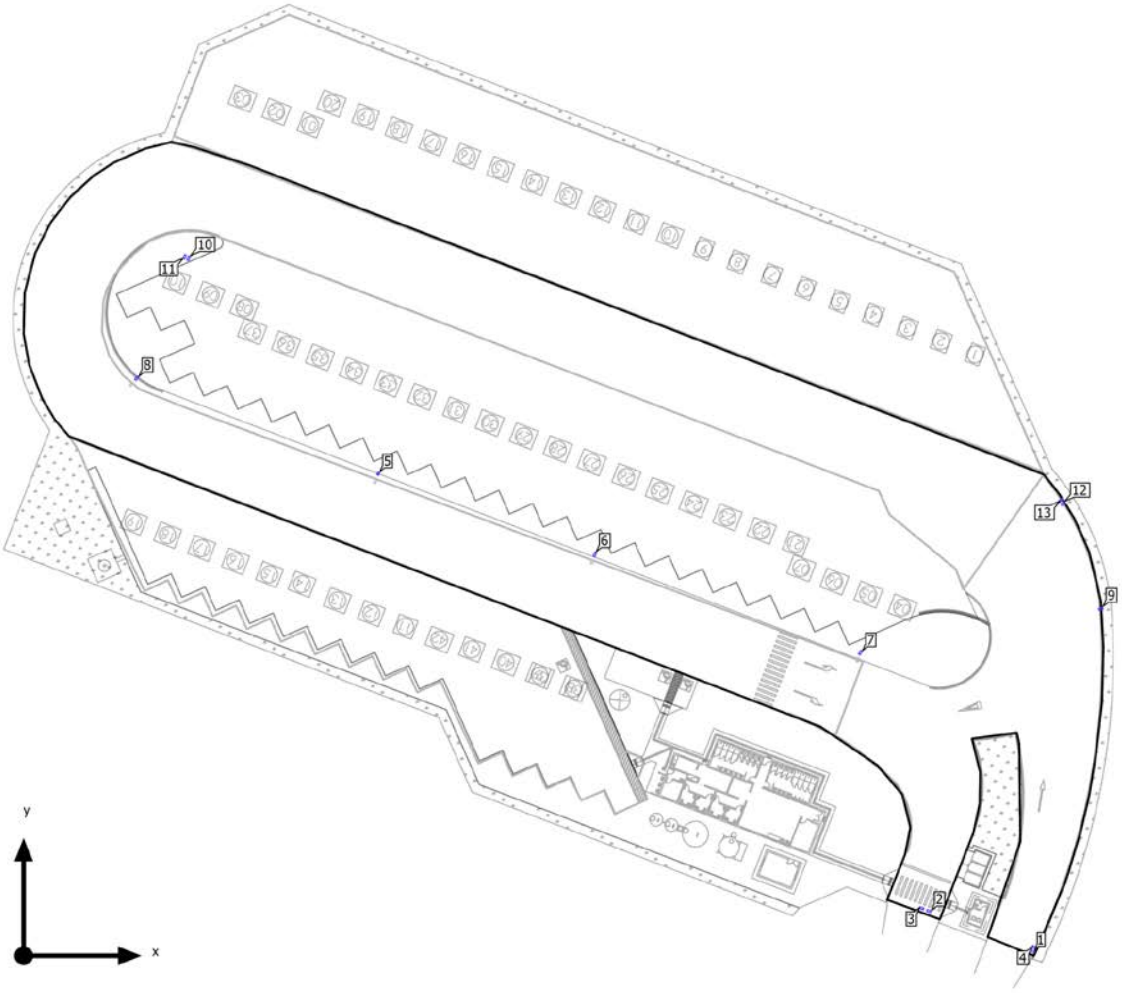
Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.2 Áreas de tráfego para veículos de movimento lento (máx. 10km/h), p.ex., bicicletas, escavadeiras)

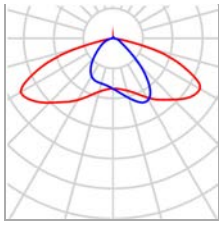
Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
11	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	–	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	–	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A250FK40IES2	–	248.8 W	38538 lm	154.9 lm/W

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias





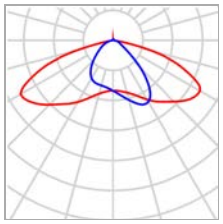
Fabricante	CONEXLED	P	202.9 W
N° do artigo	LUMINÁRIA LED	$\Phi_{Luminária}$	31708 lm
Nome do artigo	CLP-A200FK40IES2		
Equipagem	1x LUMINÁRIA LED 202.90W 31704.30lm		

Luminárias isoladas

X	Y	Altura de montagem	Luminária
156.853 m	0.720 m	18.940 m	1
140.724 m	6.940 m	18.940 m	2
139.591 m	7.372 m	18.940 m	3
157.103 m	1.323 m	18.940 m	4
55.088 m	74.951 m	18.940 m	5
17.561 m	89.851 m	18.940 m	8
167.449 m	53.966 m	18.940 m	9
25.641 m	108.506 m	18.940 m	10
25.033 m	108.746 m	18.940 m	11
161.630 m	70.322 m	18.940 m	12
161.299 m	70.885 m	18.940 m	13

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias



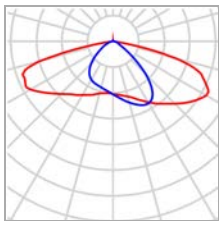
Fabricante	CONEXLED	P	202.9 W
N° do artigo	LUMINÁRIA LED	$\Phi_{Luminária}$	31708 lm
Nome do artigo	CLP-A200FK40IES2		
Equipagem	1x LUMINÁRIA LED 202.90W 31704.30lm		

Luminárias isoladas

X	Y	Altura de montagem	Luminária
130.068 m	47.157 m	18.940 m	7

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	CONEXLED	P	248.8 W
N° do artigo	LUMINÁRIA LED	$\Phi_{Luminária}$	38538 lm
Nome do artigo	CLP-A250FK40IES2		
Equipagem	1x LUMINÁRIA LED 248.80W 38541.50lm		

Luminárias isoladas

X	Y	Altura de montagem	Luminária
88.779 m	62.420 m	18.940 m	6

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

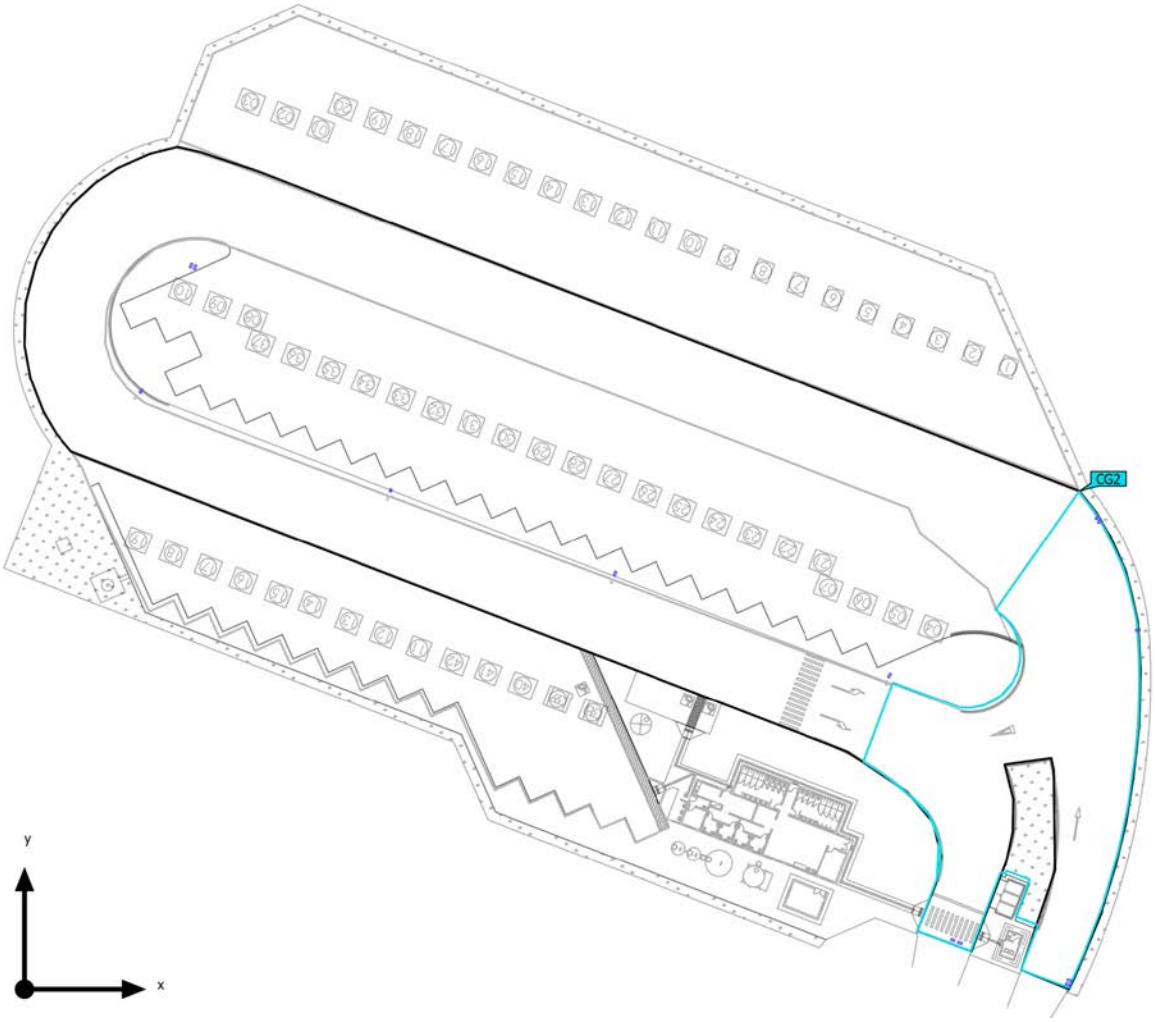
Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
419034 lm	2683.6 W	156.1 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
11	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A250FK40IES2	248.8 W	38538 lm	154.9 lm/W

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo



AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo

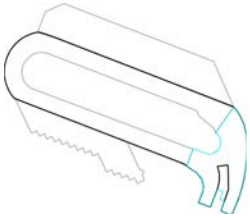
Superfícies de cálculo

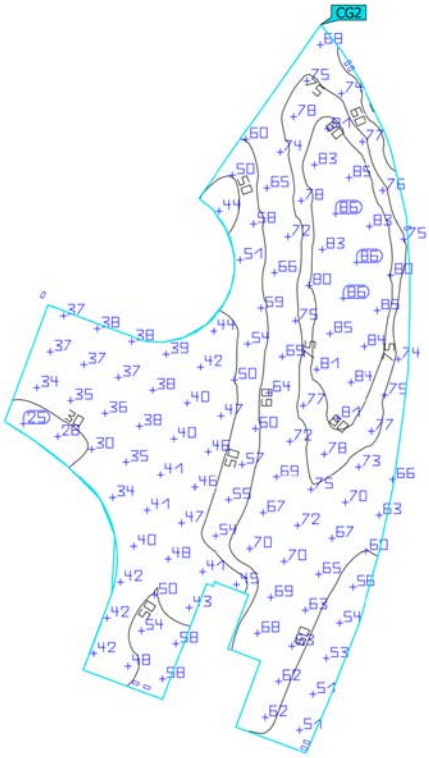
Propriedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o	g_2	Índice
ACESSO ESTACIONAMENTO Potência luminosa perpendicular	59.4 lx	25.4 lx	86.5 lx	0.43	0.29	CG2

Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.2 Áreas de tráfego para veículos de movimento lento (máx. 10km/h), p.ex., bicicletas, escavadeiras)

AREA CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

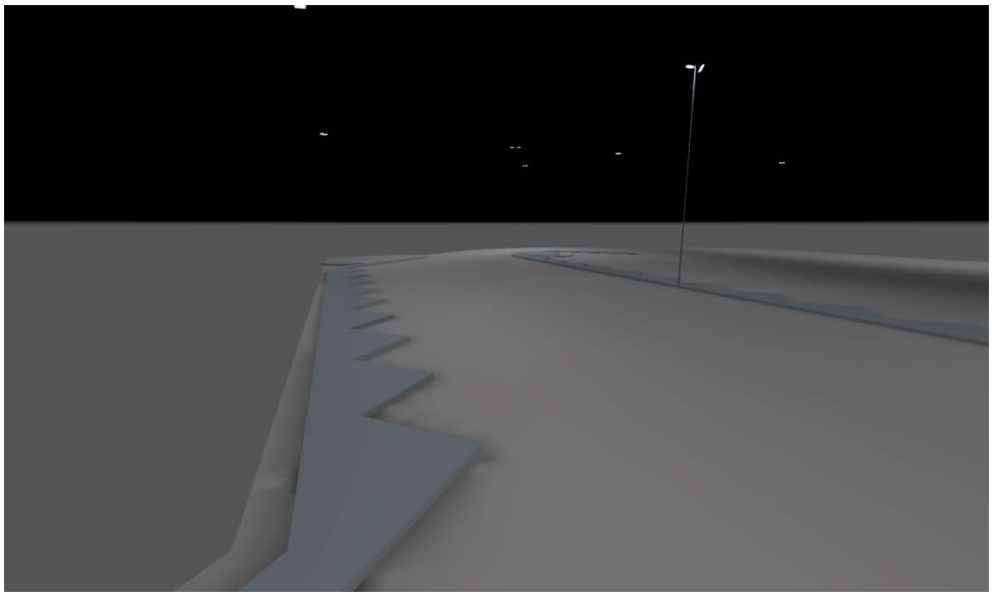
ACESSO ESTACIONAMENTO





Propriedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o	g_2	Índice
ACESSO ESTACIONAMENTO Potência luminosa perpendicular	59.4 lx	25.4 lx	86.5 lx	0.43	0.29	CG2

Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.2 Áreas de tráfego para veículos de movimento lento (máx. 10km/h), p.ex., bicicletas, escavadeiras)

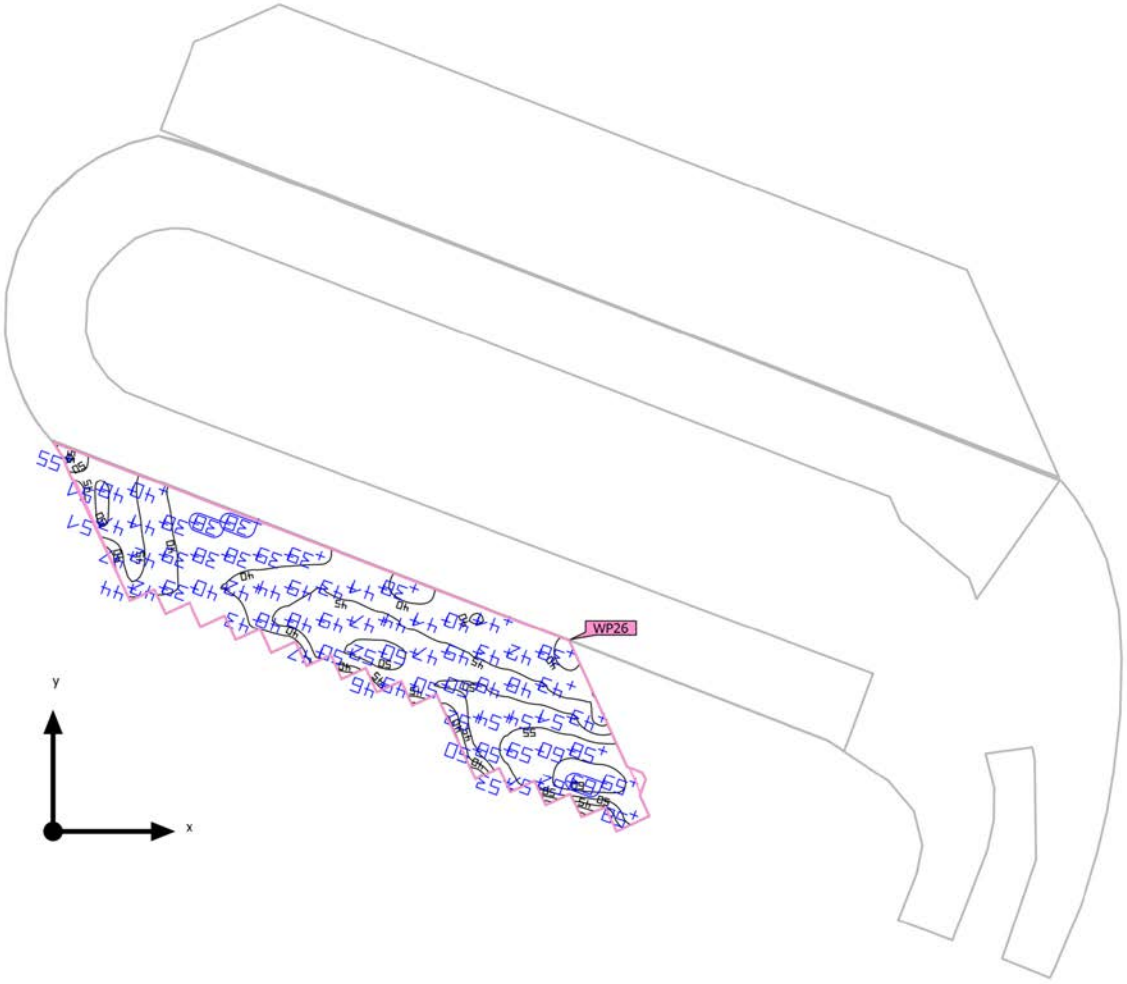


ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA)

Descrição

ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA) (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	1553.74 m²	Altura Plano de	0.000 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA) (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

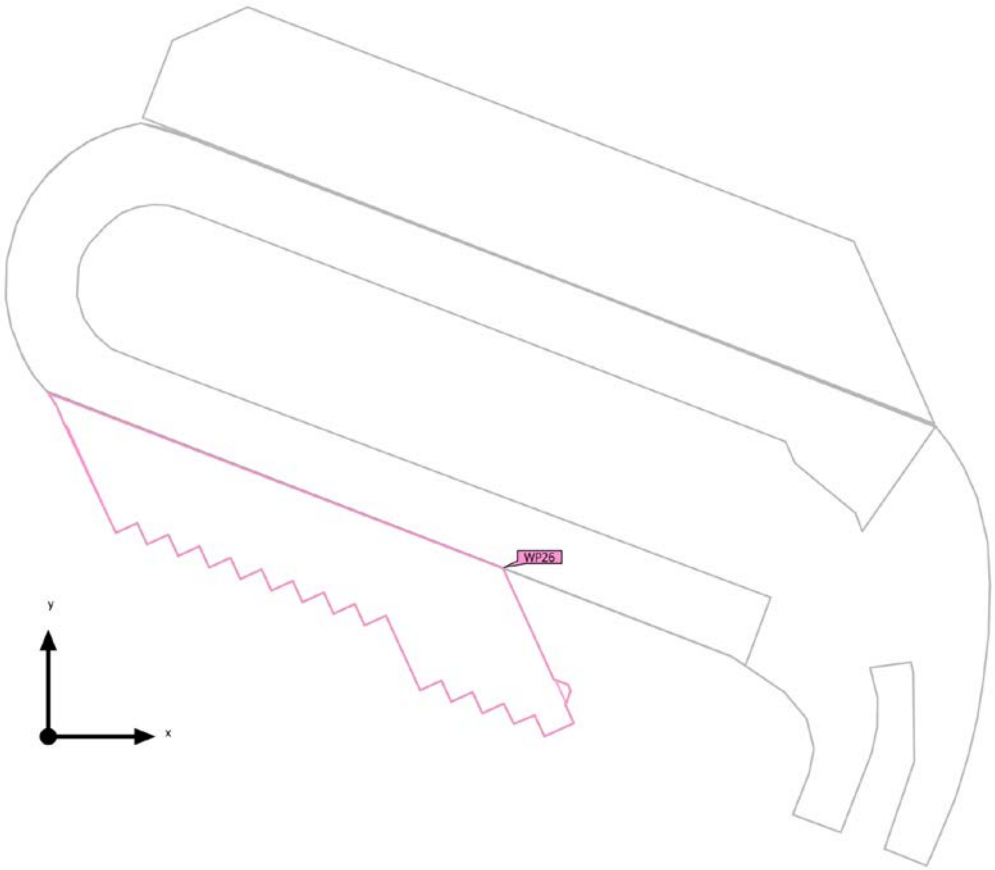
	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	46.7 lx	≥ 5.00 lx	✓	WP26
	U_o	0.77	≥ 0.25	✓	WP26
	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	0.00 kWh/a	máx. 54400 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 103.937 m x 24.505 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.1 Passeios, exclusivamente para pedestres)

ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA) (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo



ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA) (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo

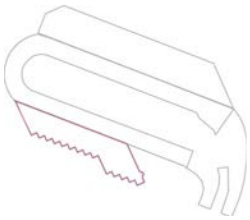
Níveis de uso

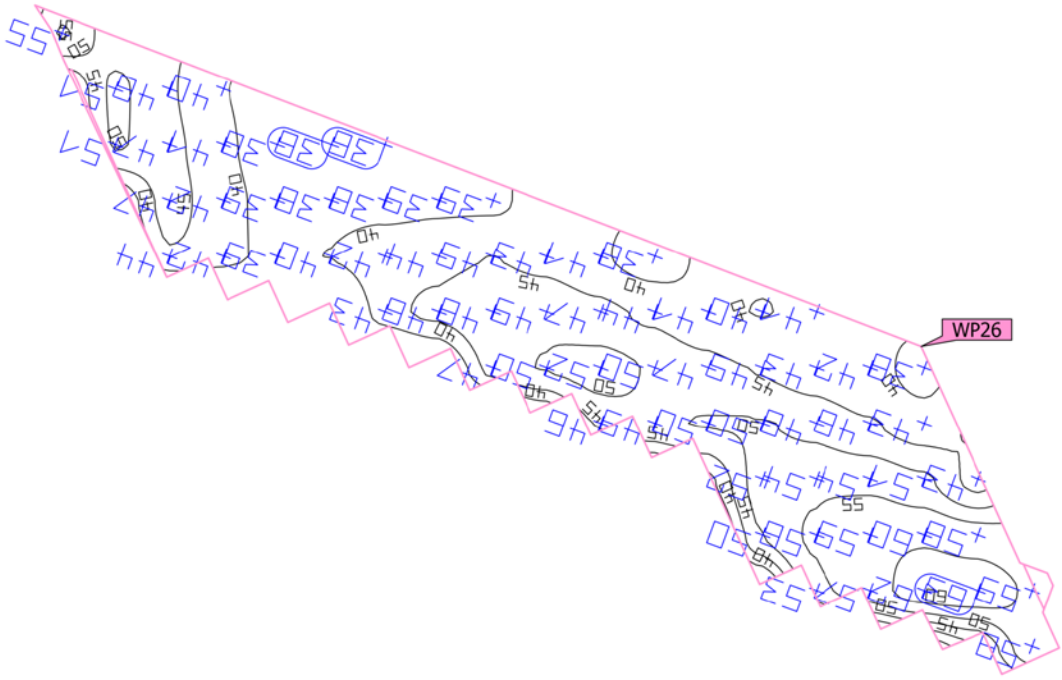
Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
ESTACIONAMENTO (PROXIMO RODOVIA) Potência luminosa perpendicular Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000	46.7 lx (≥ 5.00 lx) ✓	36.0 lx	63.2 lx	0.77 (≥ 0.25) ✓	0.57	WP26

Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.1 Passeios, exclusivamente para pedestres)

ÁREA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRE (PROX. RODOVIA) (Cenário de Luz 1)

ESTACIONAMENTO (PROXIMO RODOVIA)





Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
ESTACIONAMENTO (PROXIMO RODOVIA) Potência luminosa perpendicular	46.7 lx (≥ 5.00 lx) ✓	36.0 lx	63.2 lx	0.77 (≥ 0.25) ✓	0.57	WP26

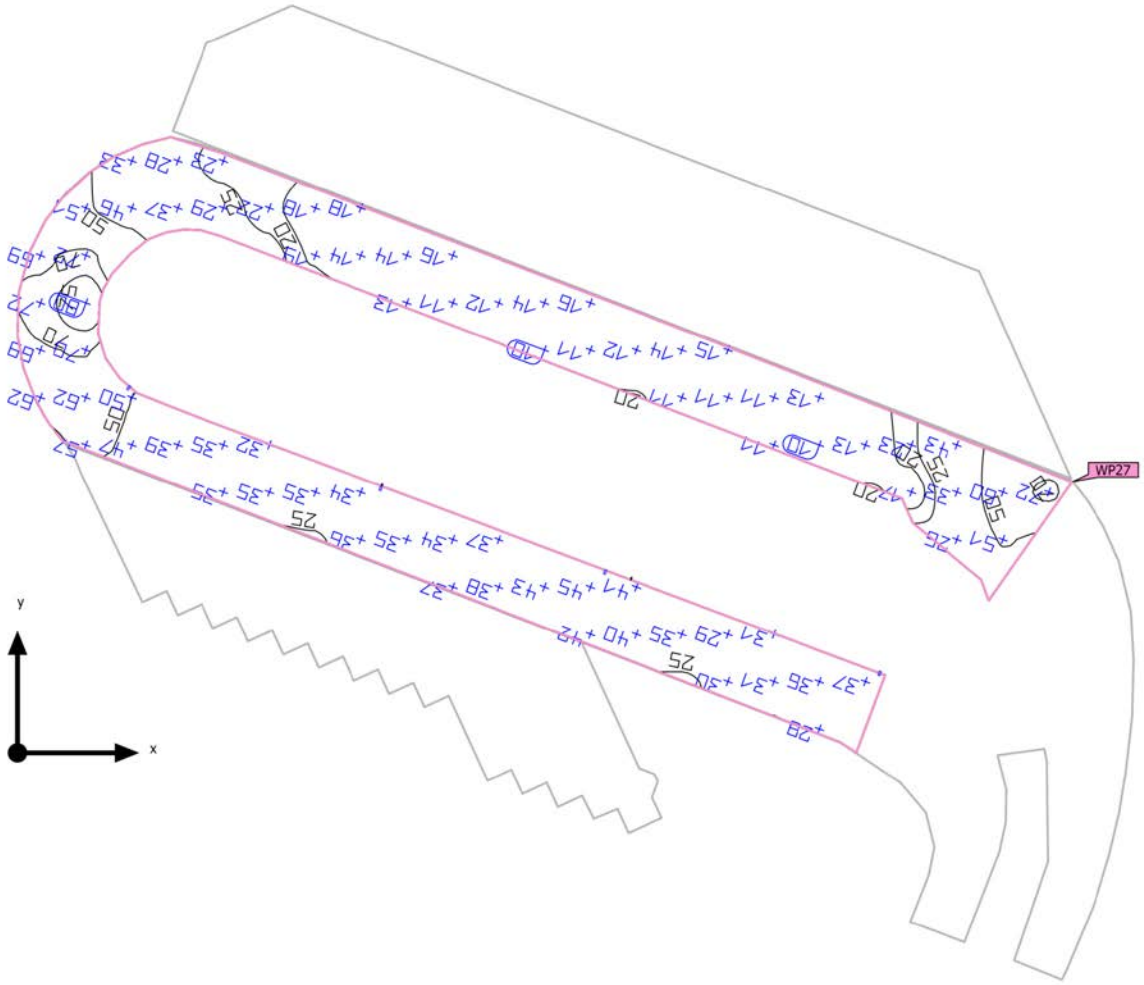
Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.1 Passeios, exclusivamente para pedestres)

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Descrição

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Resumo



		Altura de montagem	18.930 m
Superfície básica	3723.54 m²	Altura Plano de	0.300 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	33.4 lx	≥ 10.0 lx	✓	WP27
	U_o	0.31	≥ 0.31	✓	WP27
Dimensões de	Consumo	7512 kWh/a	máx. 130350 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	0.23 W/m²	–		
		0.69 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 158.607 m x 49.859 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

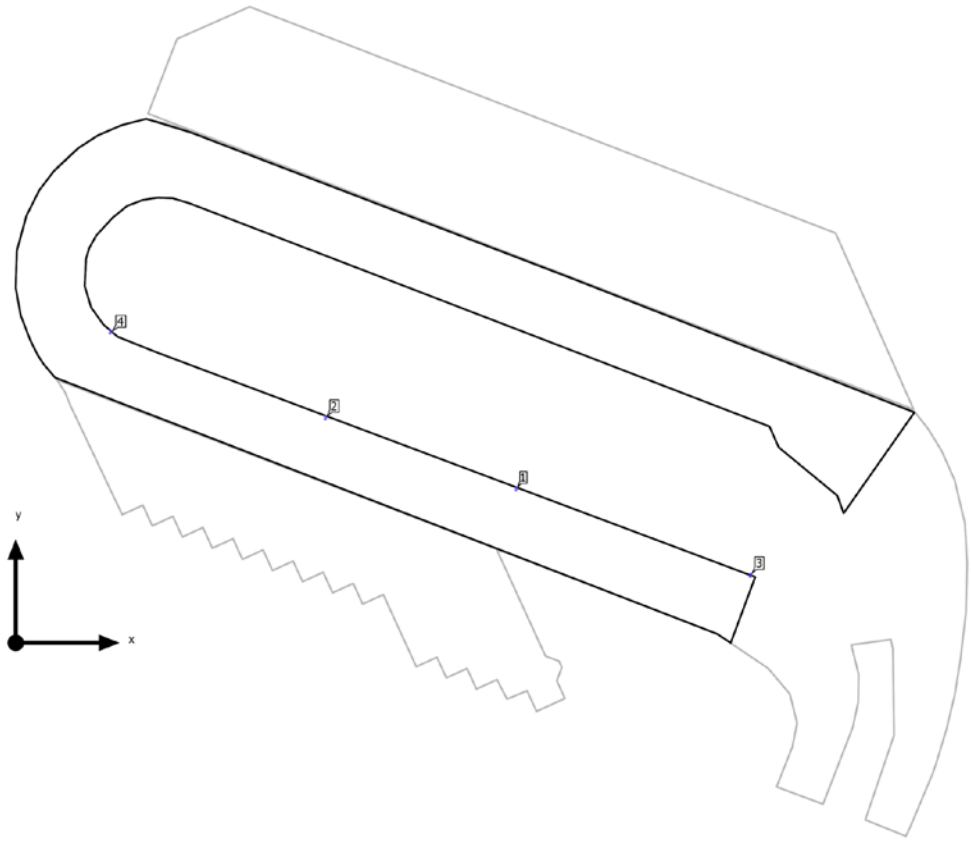
Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.2 Áreas de tráfego para veículos de movimento lento (máx. 10km/h), p.ex., bicicletas, escavadeiras)

Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
3	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	–	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A250FK40IES2	–	248.8 W	38538 lm	154.9 lm/W

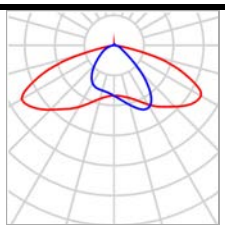
CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias



CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias



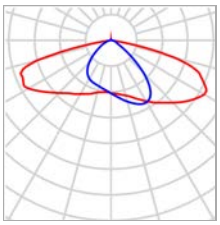
Fabricante	CONEXLED	P	202.9 W
N° do artigo	LUMINÁRIA LED	$\Phi_{Luminária}$	31708 lm
Nome do artigo	CLP-A200FK40IES2		
Equipagem	1x LUMINÁRIA LED 202.90W 31704.30lm		

Luminárias isoladas

X	Y	Altura de montagem	Luminária
54.656 m	39.691 m	18.930 m	2
129.637 m	11.898 m	18.930 m	3
16.752 m	54.822 m	18.930 m	4

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	CONEXLED	P	248.8 W
N° do artigo	LUMINÁRIA LED	$\Phi_{Luminária}$	38538 lm
Nome do artigo	CLP-A250FK40IES2		
Equipagem	1x LUMINÁRIA LED 248.80W 38541.50lm		

Luminárias isoladas

X	Y	Altura de montagem	Luminária
88.348 m	27.160 m	18.930 m	1

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO

Lista de luminárias

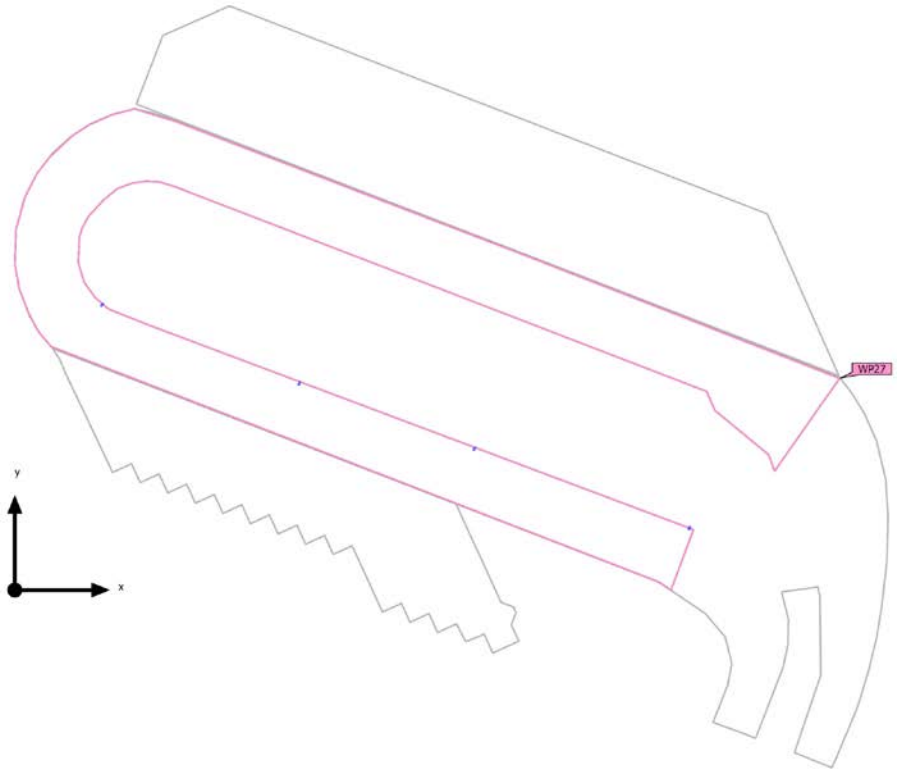
Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
133662 lm	857.5 W	155.9 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
3	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A200FK40IES2	202.9 W	31708 lm	156.3 lm/W
1	CONEXLED	LUMINÁRIA LED	CLP-A250FK40IES2	248.8 W	38538 lm	154.9 lm/W

27

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo



CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

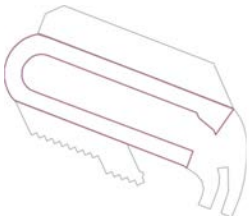
Objectos de cálculo

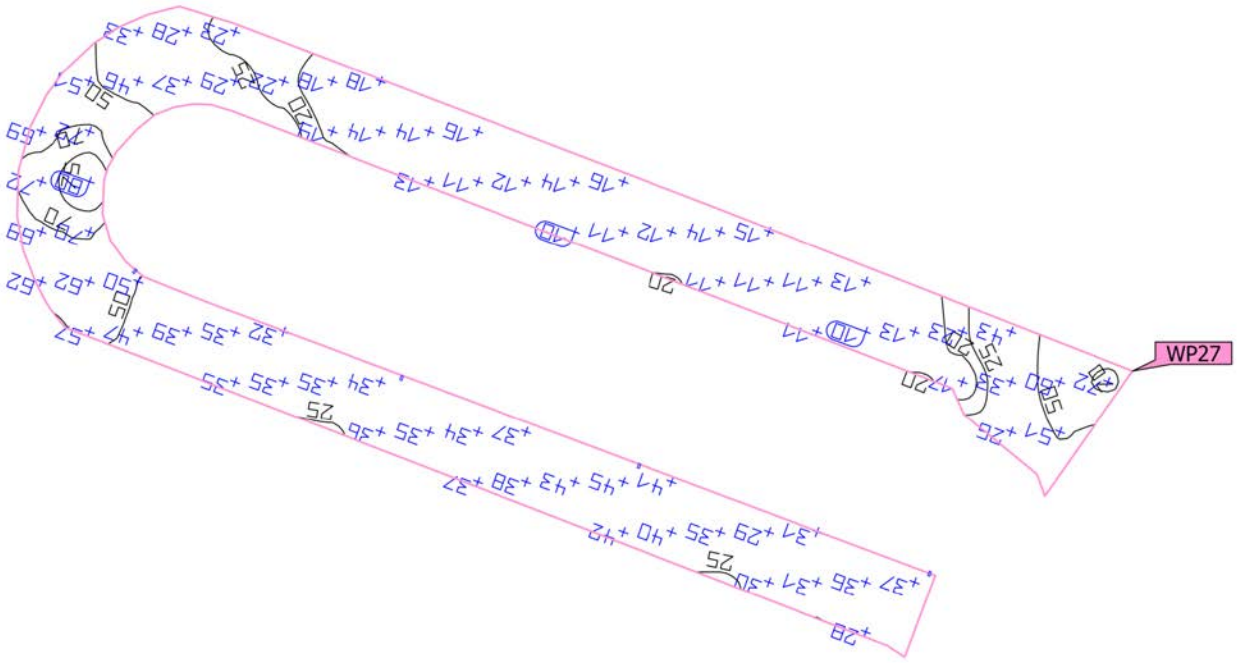
Níveis de uso

Propriedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (ACESSO ESTACIONAMENTO0 Potência luminosa perpendicular	33.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	10.2 lx	79.6 lx	0.31 (≥ 0.31) ✓	0.13	WP27

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (Cenário de Luz 1)

CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (ACESSO ESTACIONAMENTO0





Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
CIRCULAÇÃO DE CAMINHÃO (ACESSO ESTACIONAMENTO0 Potência luminosa perpendicular	33.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	10.2 lx	79.6 lx	0.31 (≥ 0.31) ✓	0.13	WP27

Perfil de utilização: Áreas gerais de tráfego com instalações/locais de trabalho ao ar livre (5.1.2 Áreas de tráfego para veículos de movimento lento (máx. 10km/h), p.ex., bicicletas, escavadeiras)

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		**Código:** ELP-092PR-209-650-EDI-EXE-MD-P2-002	**Revisão:** 1
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 1/121

Lote:	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: PPD - Memória de Cálculo de Luminotécnica das Edificações		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes

Observação:

Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT
01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	23/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3
3. CODIGO E NORMAS 3
4. DIRETRIZES ADOTADAS 4
4.1. TERMINOLOGIA UTILIZADA 4
5. METODOLOGIA UTILIZADA 5
6. ESTUDO LUMINOTÉCNICO 6
6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 6
7. SIMULAÇÃO 7

1. OBJETIVO

Este documento apresenta a memória de cálculo referente ao sistema de iluminação do Ponto de Parada e Descanso (PPD) a ser implantado no km 209+650 da PR-092, no trecho de interligação entre os municípios de Arapoti e Jaguariaíva, no Estado do Paraná.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3. CODIGO E NORMAS

Os códigos e/ou Normas relacionados foram utilizados na elaboração deste documento. Foram utilizados na sua revisão mais recente.

NBR 5101:2024 Iluminação viária – Procedimentos

NBR ISO/CIE 8995-1 Iluminação de Ambientes de Trabalho

Parte 1: Interior;

NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

DIN EN 12464-2 Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places.

ISO 8995-1:2013 Iluminação de ambiente de trabalho – Parte 1: interior.

4. DIRETRIZES ADOTADAS

Para o desenvolvimento deste documento e do estudo luminotécnico como um todo é necessário conhecer uma série de grandezas e conceitos. visando facilitar a compreensão.

4.1. TERMINOLOGIA UTILIZADA

A tabela a seguir lista grandezas e termos importantes que compõem este documento:

Grandeza	Descrição	Unidade
Ø	Fluxo Luminoso	Lúmens (Lm)
I	Intensidade Luminosa	Candela (Cd)
L	Luminância	Candela por metro quadrado (Cd/m²)
E	Iluminância	Lux (lx) = lm/m²
E_m	Nível médio de iluminação	Lux (lx) = lm/m²
U	Uniformidade	-
F_d	Fator de Manutenção ou Depreciação	-
T_{CP}	Temperatura de cor	Kelvin (K)
H	Eficiência luminosa	Lúmen por watt (lm/W)
IRC	Índice de Reprodução de Cores	-

Fluxo Luminoso (Ø)

Quantidade total de luz emitida por uma fonte luminosa em todas as direções.

Intensidade Luminosa (I)

Fluxo luminoso emitido por uma fonte de luz em uma determinada direção, por unidade ângulo sólido.

Luminância (L)

Medida da quantidade de luz que é emitida ou atravessa uma superfície específica em uma determinada direção. É a sensação de claridade que a reflexão de luz produz no observador, conforme as características de cada superfície.

Iluminância (E)

É a relação entre o fluxo luminoso incidente em uma superfície e a área desta, ou seja, a densidade (quantidade) de luz que atinge um determinado ponto de uma superfície. Relativa aos raios luminosos (não visíveis).

Nível médio de Iluminação (Em)

Valor médio da iluminância sobre uma superfície determinada, considerando as refletâncias do ambiente e fatores de depreciação.

Fator de Uniformidade da Iluminância (U)

É a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média. Este parâmetro indica o quão uniforme está a distribuição da iluminação no plano de trabalho, a fim de evitar problemas de fadiga visual e gerar uma sensação de bem-estar interior.

Fator de Manutenção (Fd)

Indica a depreciação da iluminância por conta da depreciação do fluxo luminoso das lâmpadas e do acúmulo de poeira sobre lâmpadas e luminárias.

Área da tarefa

É a área parcial, no local de trabalho, em que a tarefa visual é realizada. Geralmente se constituem de áreas bem definidas onde se realiza alguma atividade de relevância conforme o tipo de atividade realizado no ambiente.

Área de trabalho

Quando em um ambiente as tarefas a serem realizadas são diferentes, ou não há localização precisa dessas, utiliza-se o conceito de área de trabalho, considerado como a combinação de diferentes áreas de tarefa ou uma grande área.

5. METODOLOGIA UTILIZADA

Foi realizado o modelamento gráfico computacional do ambiente, com a finalidade de verificar os níveis médios de iluminação ou iluminância média (emed) e uniformidade (u) no prédio da subestação.

O programa computacional utilizado foi o dialux. serão apresentados adiante os dados no obtidos por meio gráfico, através de curvas isométricas, e via valores.

Os resultados obtidos foram comparados com os valores indicados pelas normas de iluminação vigentes e cada ambiente foi categorizado conforme a tarefa realizada em cada um. Será apresentada na tabela 3 um quadro comparativo indicando os valores encontrados e os valores ideais (normatizados).

6. ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Neste item são apresentadas as características da área estudada, considerações gerais, critérios adotados e resultados esperados conforme normas.

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Fator de uniformidade
O índice de uniformidade padronizado como ideal para ambientes de trabalho é de u = 0,6.

Fator de manutenção (fd)

Os níveis de iluminação recomendados para cada tarefa são fornecidos como iluminância mantida, por isso depende das características de manutenção da lâmpada, da luminária, do ambiente e do programa de manutenção.

O fator de manutenção do projeto foi: fd = 0,80 – local interno e limpo.

Tipo de luminárias e altura de montagem

A altura de montagem de cada luminária leva em consideração a sua posição no ambiente estudado em relação ao piso.

A altura das luminárias foi definida em **2,80m**, que é a altura do foro.

Refletância

Para este projeto foram utilizadas refletâncias de 70% para o teto, 50% para paredes e 20% para o piso.

Luminárias e lâmpadas

A luminária utilizada para simulação foi a BKS 168, de led, ip 20, de sobrepor da Intral.

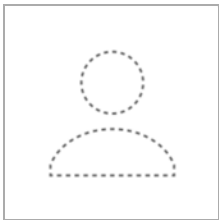
Salientamos que a referência utilizada para a lâmpada e luminária não determinam o fabricante. foi apenas utilizada uma referência comercial para que a simulação seja o mais próxima o possível da realidade.

7. SIMULAÇÃO

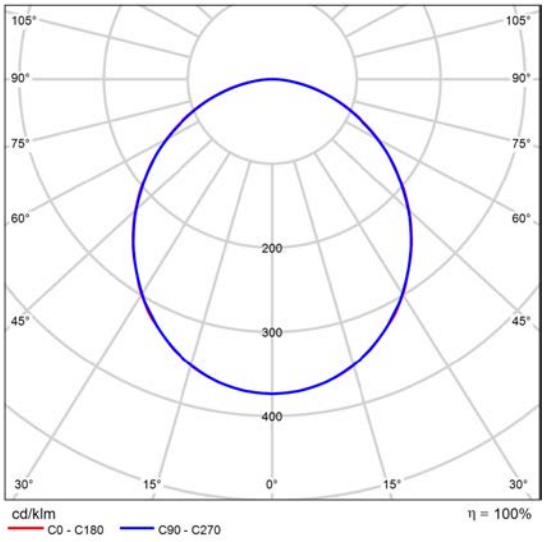
Os resultados mais detalhados de cada superfície estudada são apresentados nas figuras a seguir. Nelas é possível verificar os níveis de iluminância média horizontal, por meio do ponto a ponto e tabela de valores.

Folha de dados do produto

- MITOTAURO EVO ME 24W 4000K



P	24.0 W
$\Phi_{Lâmpada}$	2900 lm
$\Phi_{Luminária}$	2899 lm
η	99.96 %
Rendimento luminoso	120.8 lm/W
CCT	5000 K
CRI	100



CDL polar

Avaliação do encandeamento de acordo com o RUG

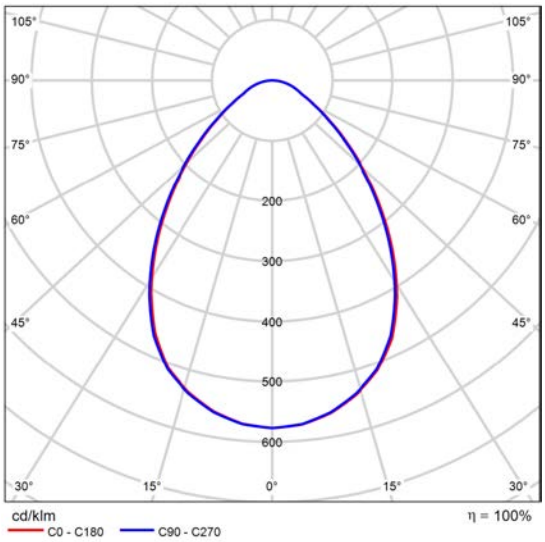
ρ Tecto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Solo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamanho da sala X	Y	Direcção transversal do olhar em relação ao eixo da lâmpada					Direcção longitudinal do olhar em relação ao eixo da lâmpada				
2H	2H	16.2	17.5	16.5	17.8	18.0	16.1	17.5	16.4	17.7	18.0
	3H	17.7	18.9	18.0	19.2	19.4	17.6	18.9	18.0	19.1	19.4
	4H	18.3	19.4	18.6	19.7	20.0	18.2	19.4	18.6	19.7	20.0
	6H	18.8	19.8	19.1	20.1	20.5	18.7	19.8	19.0	20.1	20.4
	8H	18.9	20.0	19.3	20.3	20.6	18.8	19.9	19.2	20.2	20.5
	12H	19.0	20.0	19.4	20.3	20.7	18.9	19.9	19.3	20.2	20.6
4H	2H	16.8	18.0	17.2	18.3	18.6	16.8	18.0	17.1	18.2	18.5
	3H	18.5	19.5	18.9	19.8	20.2	18.5	19.5	18.9	19.8	20.1
	4H	19.3	20.1	19.7	20.5	20.9	19.2	20.1	19.6	20.4	20.8
	6H	19.9	20.5	20.3	21.0	21.4	19.8	20.6	20.2	20.9	21.3
	8H	20.1	20.8	20.5	21.2	21.6	20.0	20.7	20.4	21.1	21.5
	12H	20.2	20.9	20.7	21.3	21.7	20.1	20.8	20.6	21.2	21.6
8H	4H	19.5	20.2	19.9	20.6	21.0	19.5	20.2	19.9	20.6	21.0
	6H	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7	20.2	20.8	20.6	21.2	21.7
	8H	20.6	21.1	21.0	21.5	22.0	20.5	21.0	20.9	21.4	21.9
	12H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.2	20.7	21.1	21.2	21.6	22.1
12H	4H	19.5	20.2	20.0	20.6	21.0	19.5	20.1	19.9	20.6	21.0
	6H	20.3	20.8	20.8	21.3	21.8	20.2	20.8	20.7	21.2	21.7
	8H	20.6	21.1	21.1	21.6	22.1	20.6	21.0	21.0	21.5	22.0
Variação da posição do observador para as distâncias de luminária S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7				
Tabel padrão		BK06					BK06				
Adicional de correcção		3.4					3.3				
Índices de ofuscamento corrigidos com referência a 2900lm Corrente luminosa total											

Diagrama RUG (SHR: 0.25)

Folha de dados do produto

Lumicenter Lighting - EF41-E13000840

N° do artigo	EF41-E13000840
P	26.0 W
$\Phi_{Lâmpada}$	2904 lm
$\Phi_{Luminária}$	2904 lm
η	100.00 %
Rendimento luminoso	111.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

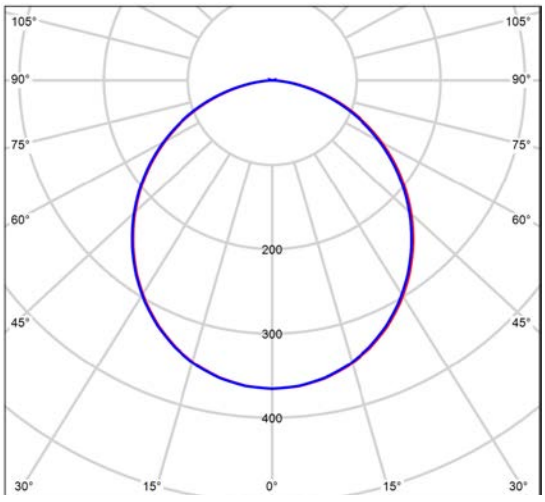


CDL polar

Folha de dados do produto

Lumicenter Lighting - EF75-E2000850

N° do artigo	EF75-E2000850
P	18.5 W
$\Phi_{Lâmpada}$	1800 lm
$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
η	100.04 %
Rendimento luminoso	97.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

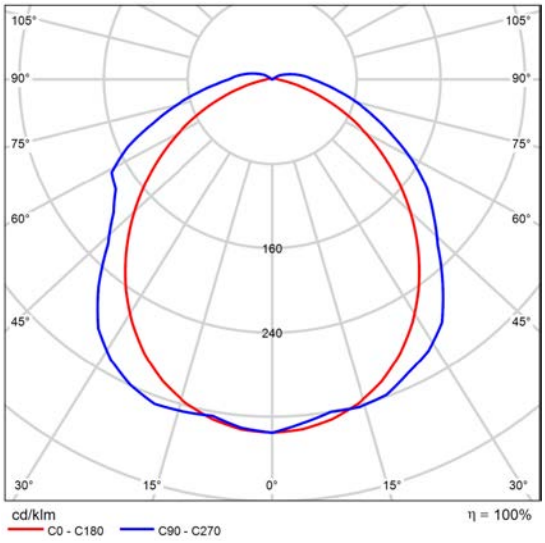


CDL polar

Folha de dados do produto

Lumicenter Lighting - EHT24-S6000830

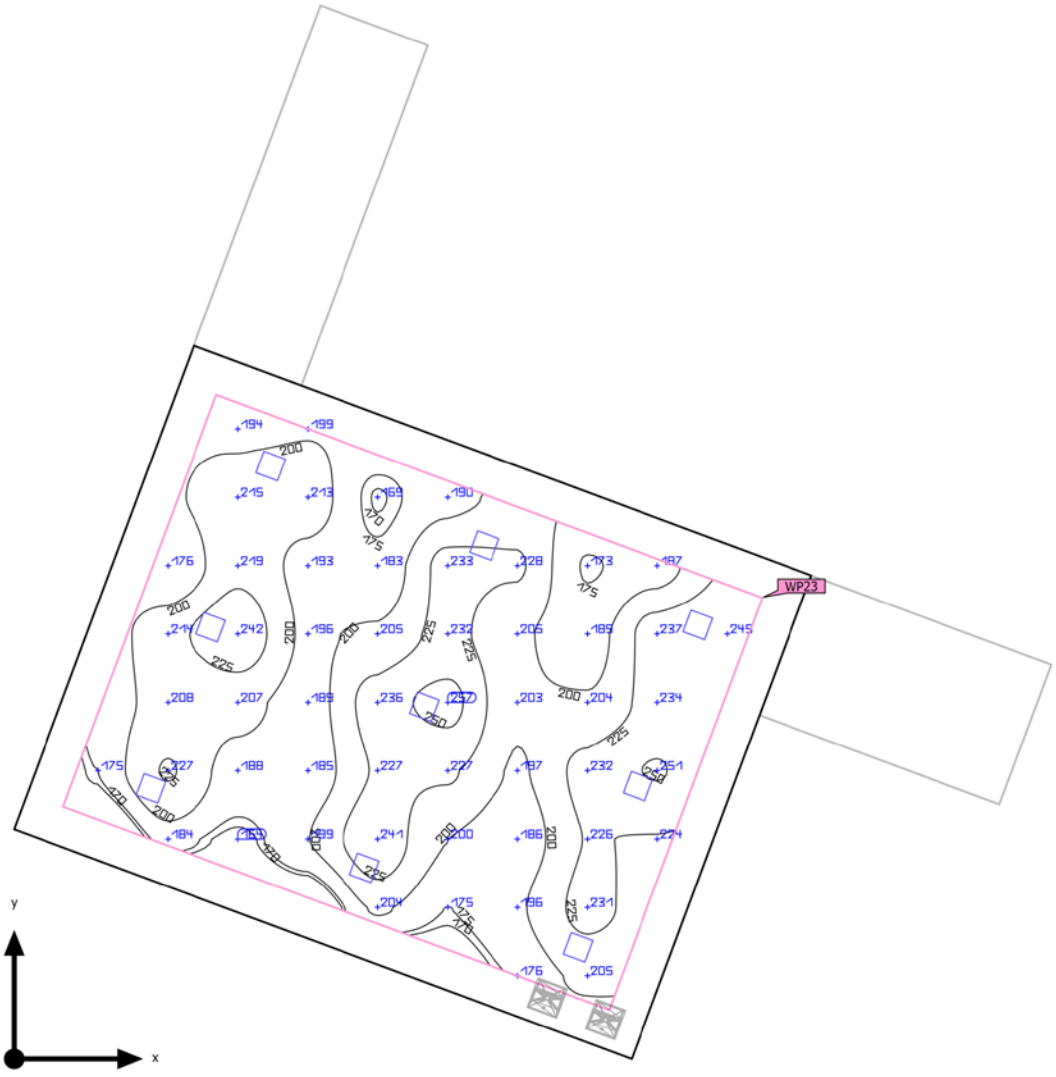
N° do artigo	EHT24-S6000830
P	54.0 W
$\Phi_{Lâmpada}$	5940 lm
$\Phi_{Luminária}$	5940 lm
η	100.00 %
Rendimento luminoso	110.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

Construção · Térreo · 13 - REFEITÓRIO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	58.22 m²
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.635 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.500 m

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	207 lx	≥ 200 lx	✓	WP23
	U_o	0.79	≥ 0.40	✓	WP23
	Potência de ligação específica	3.80 W/m²	–		
		1.83 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	649 kWh/a	máx. 2050 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	2.86 W/m²	–		
		1.38 W/m²/100 lx	–		

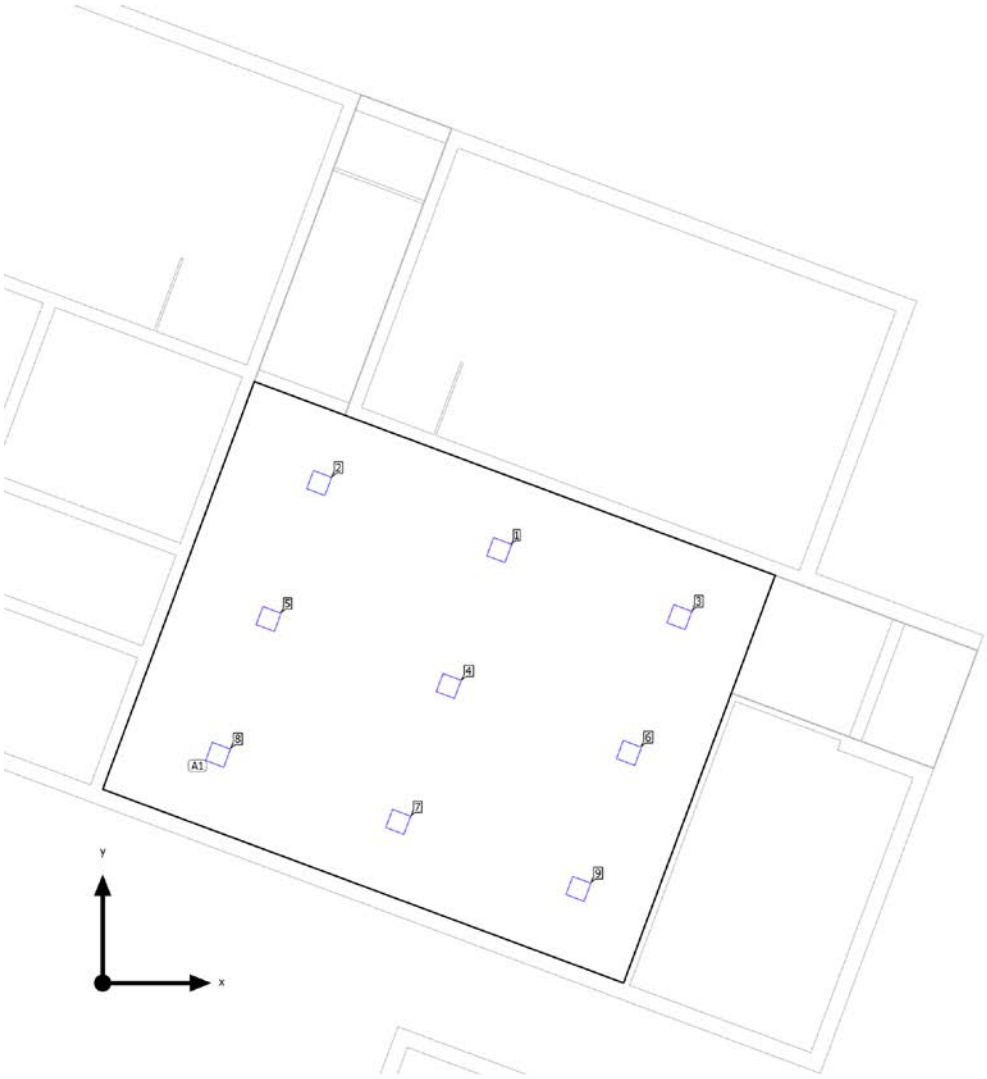
(1) Baseado num espaço retangular de 6.750 m x 8.625 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas públicas - Restaurantes e hotéis (37.4 Restaurantes de self-service)

Lista de luminárias

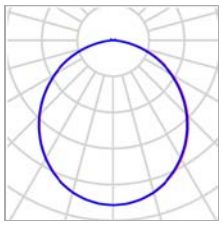
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
9	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 13 - REFEITÓRIO

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

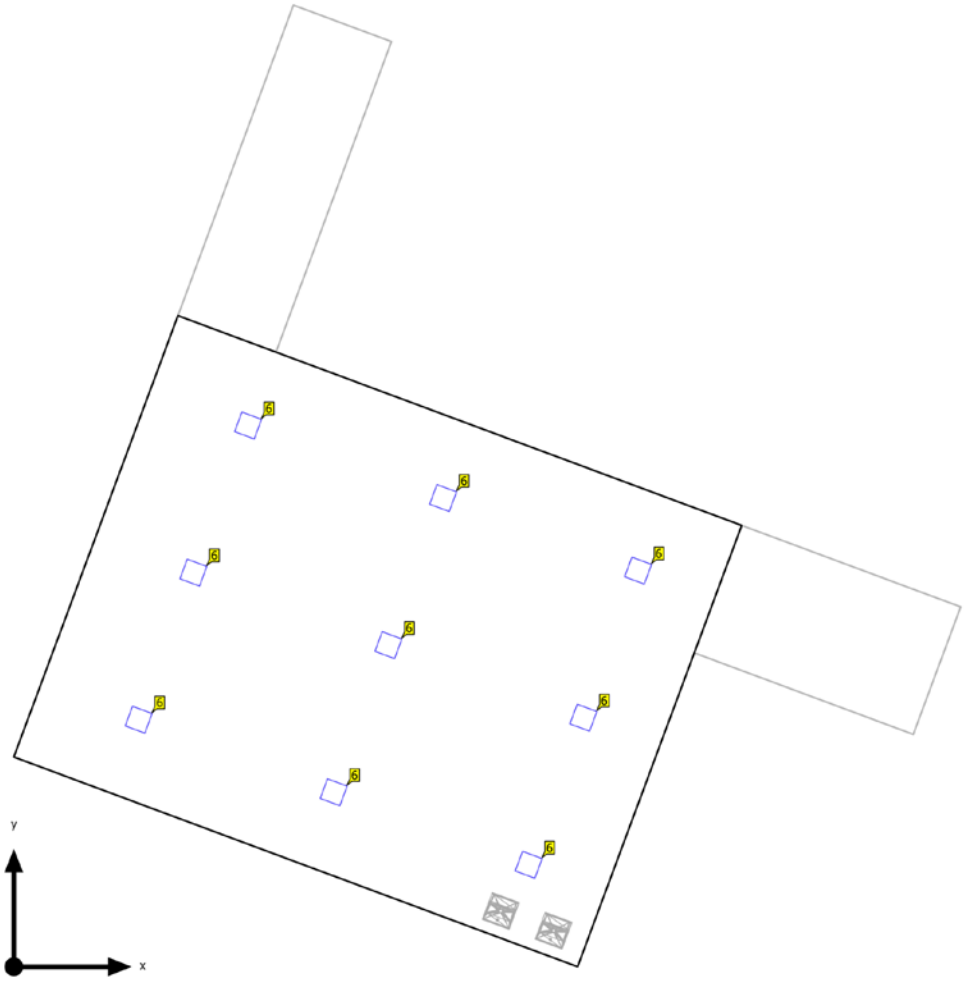
9 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.790 m / 3.541 m / 2.635 m
direção X	3 Un., Centro - centro, 2.983 m
direção Y	3 Un., Centro - centro, 2.250 m
Distribuição	A1

X	Y	Altura de montagem	Luminária
6.155 m	6.719 m	2.635 m	1
3.359 m	7.759 m	2.635 m	2
8.951 m	5.679 m	2.635 m	3
5.371 m	4.610 m	2.635 m	4
2.575 m	5.650 m	2.635 m	5
8.167 m	3.570 m	2.635 m	6
4.586 m	2.501 m	2.635 m	7
1.790 m	3.541 m	2.635 m	8
7.383 m	1.461 m	2.635 m	9

Construção · Térreo · 13 - REFEITÓRIO

Grupo de controlo CG 2



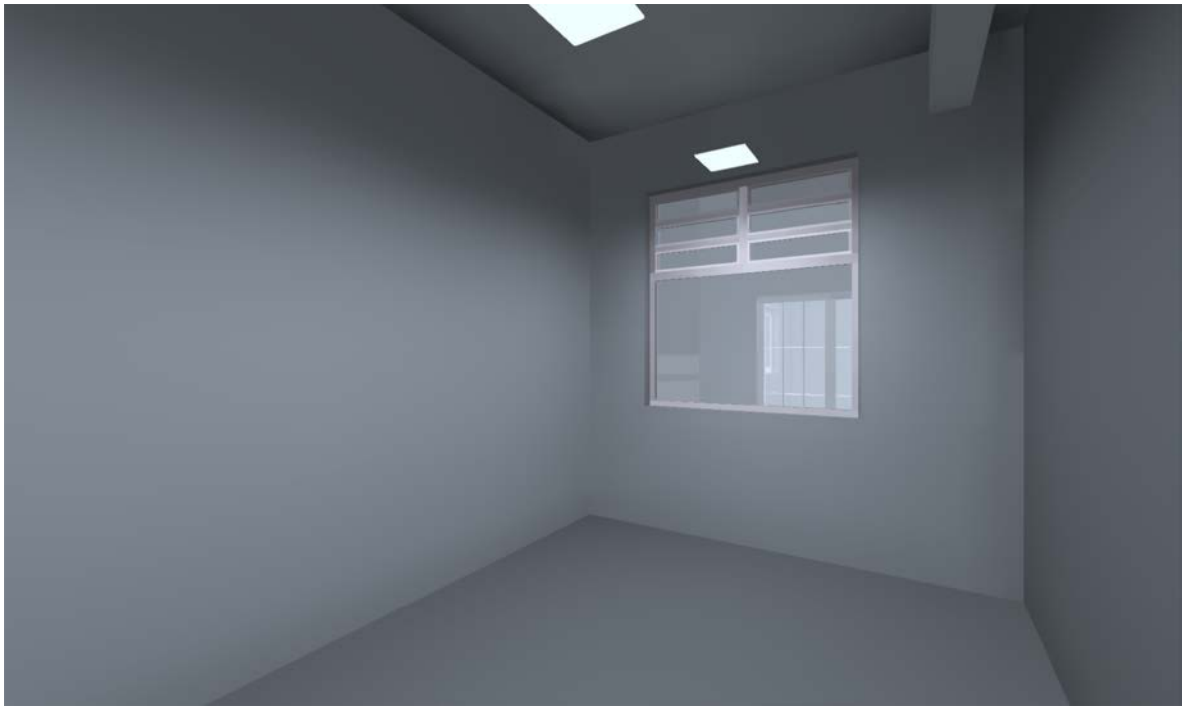
Construção · Térreo · 13 - REFEITÓRIO

Grupos de controlo

Grupo de controlo	CG 2
Cenário de Luz 1	100

Valores de variação [%]

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Índice
9	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	6

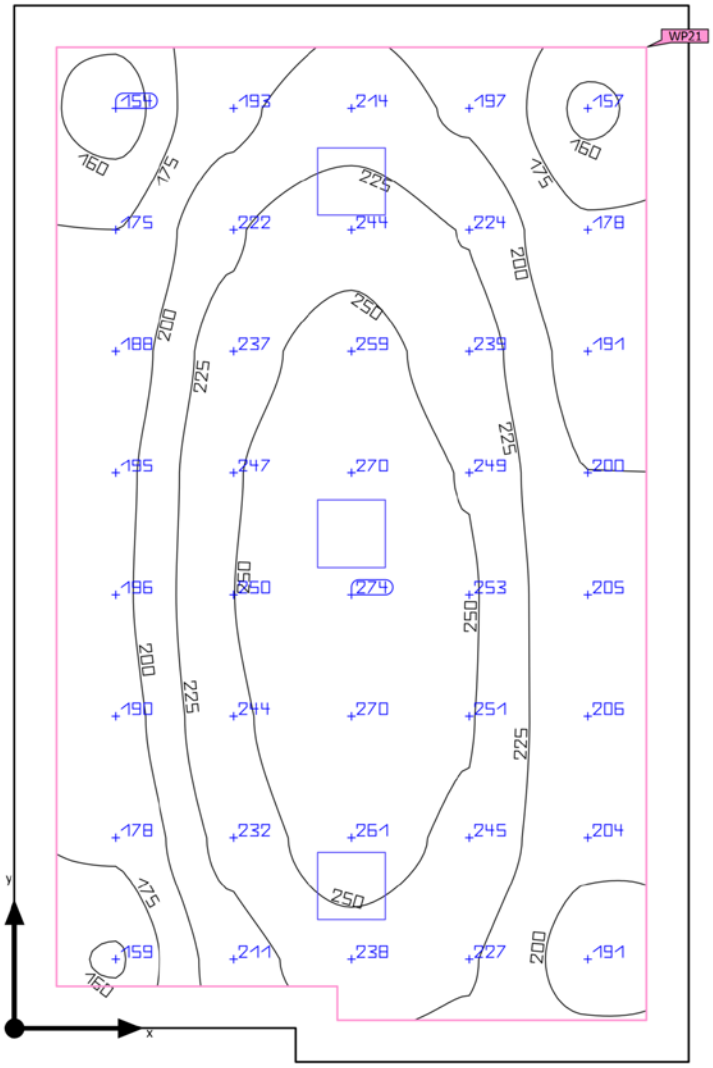


Construção · Térreo · 14 - ÁREA DE APOIO

Descrição

Construção · Térreo · 14 - ÁREA DE APOIO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	13.91 m²

Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.187 m

Construção · Térreo · 14 - ÁREA DE APOIO (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	218 lx	≥ 200 lx	✓	WP21
	U_o	0.71	≥ 0.40	✓	WP21
	Potência de ligação específica	4.97 W/m²	–		
		2.28 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	107 kWh/a	máx. 500 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	3.99 W/m²	–		
		1.83 W/m²/100 lx	–		

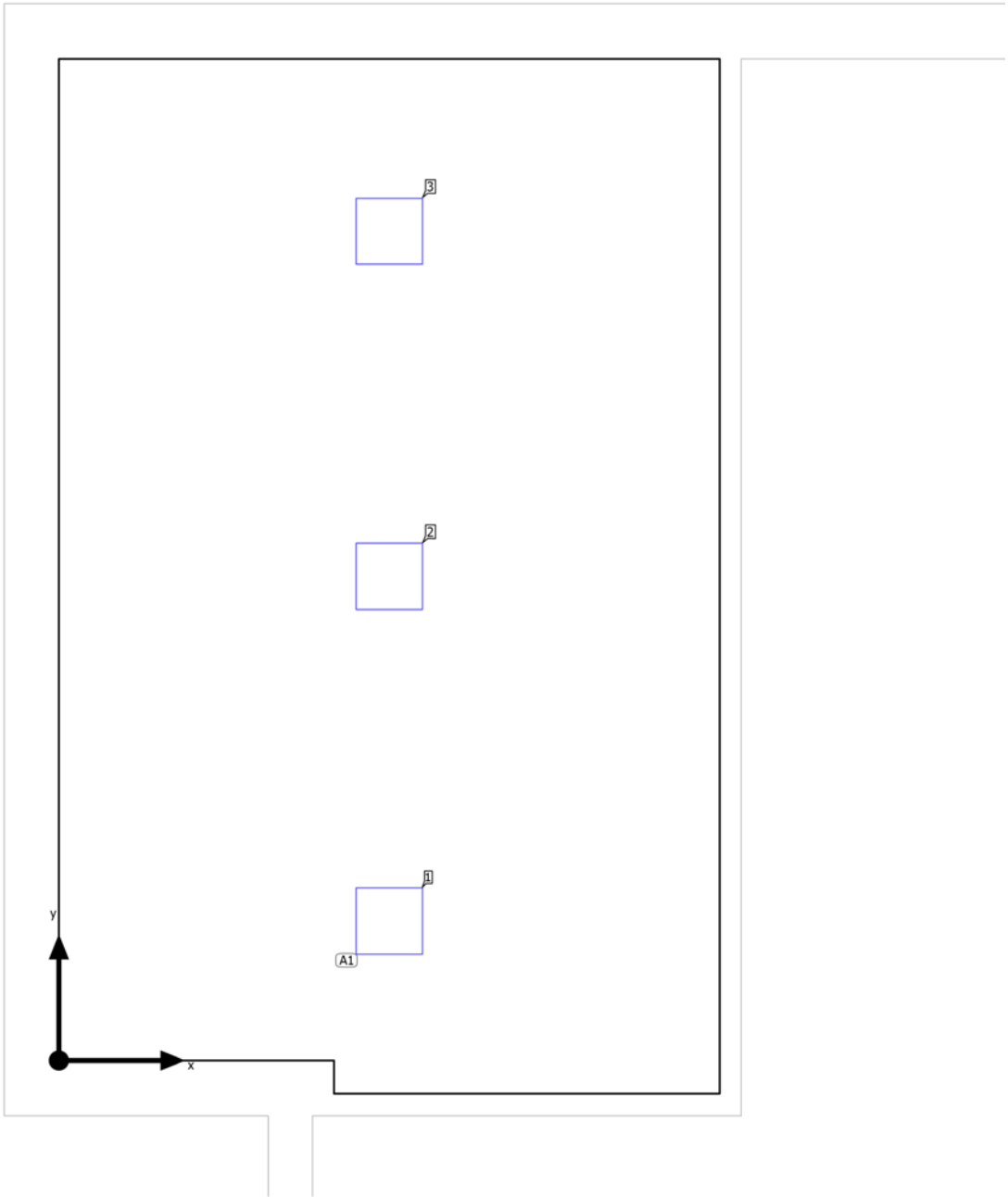
(1) Baseado num espaço retangular de 4.700 m x 3.000 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas públicas - Áreas gerais (36.3 Salas de espera)

Lista de luminárias

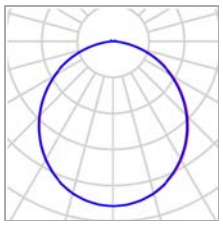
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
3	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - ÁREA DE APOIO

Esquema de posição de luminárias



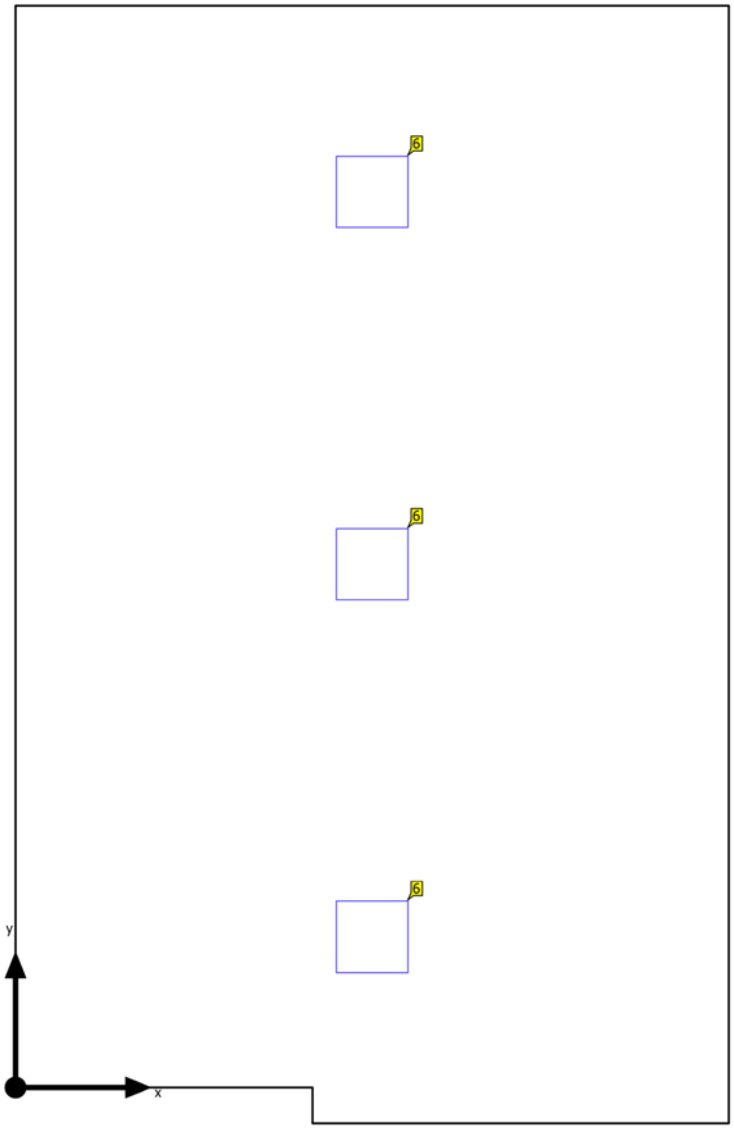
Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

3 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.500 m / 3.767 m / 2.800 m
direção X	1 Un., Centro - centro, 3.000 m
direção Y	3 Un., Centro - centro, 1.567 m
Distribuição	A1

X	Y	Altura de montagem	Luminária
1.500 m	0.633 m	2.800 m	1
1.500 m	2.200 m	2.800 m	2
1.500 m	3.767 m	2.800 m	3

Grupo de controlo CG 2

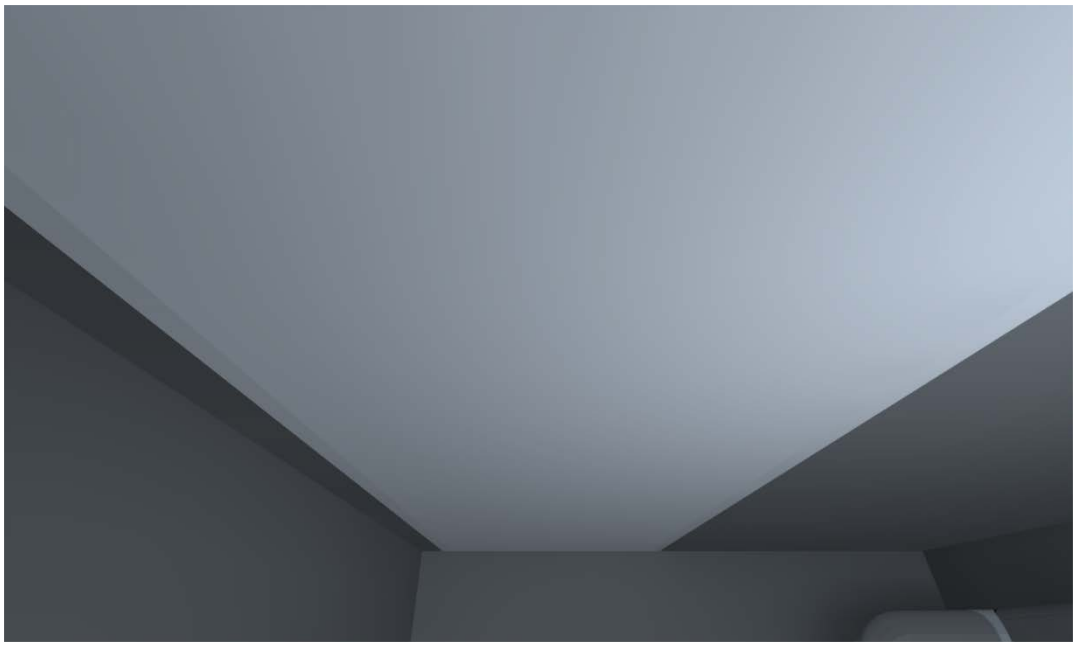


Grupos de controlo

Grupo de controlo	CG 2
Cenário de Luz 1	100

Valores de variação [%]

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Índice
3	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	6

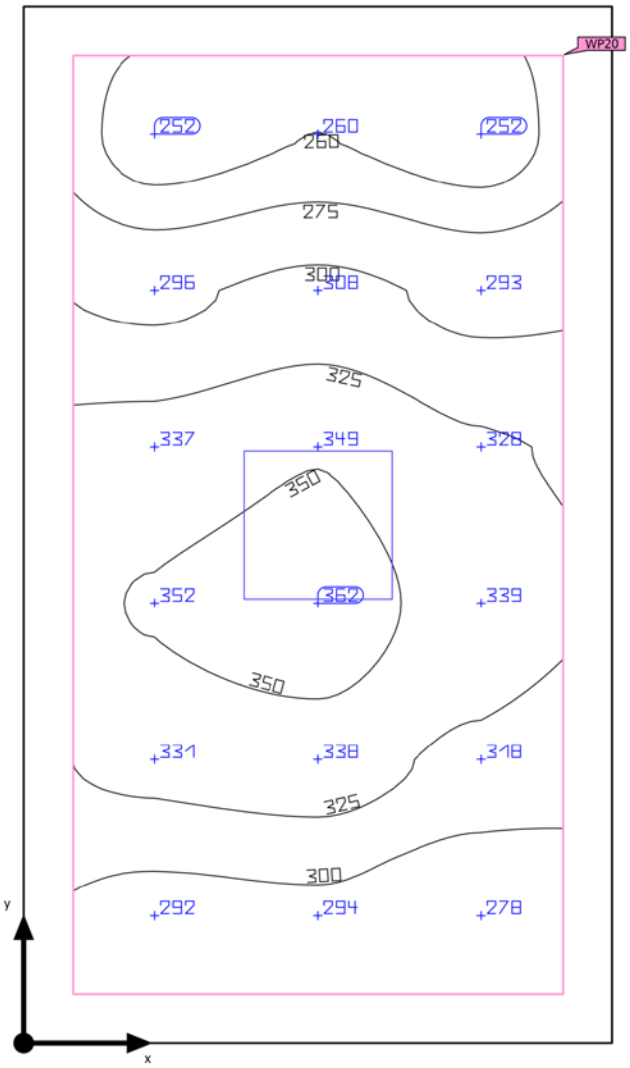


Construção · Térreo · 14 - BANHO GUARITA

Descrição

Construção · Térreo · 14 - BANHO GUARITA (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	2.50 m²

Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.350 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.100 m

Construção · Térreo · 14 - BANHO GUARITA (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	310 lx	≥ 200 lx	✓	WP20
	U_o	0.81	≥ 0.40	✓	WP20
	Potência de ligação específica	9.81 W/m²	–		
		3.17 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	15.3 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	7.39 W/m²	–		
		2.38 W/m²/100 lx	–		

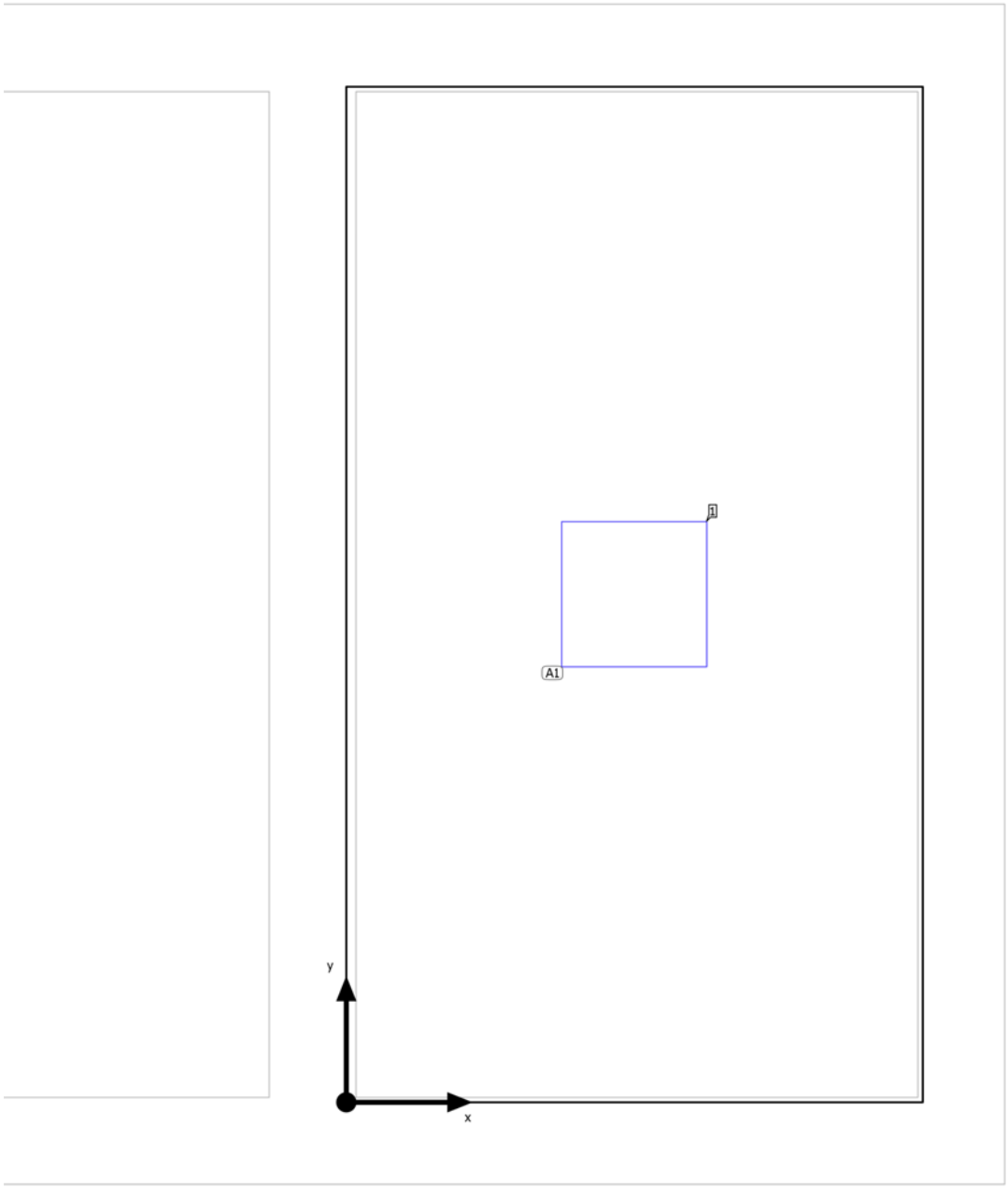
(1) Baseado num espaço retangular de 1.192 m x 2.100 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

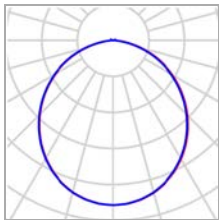
Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias

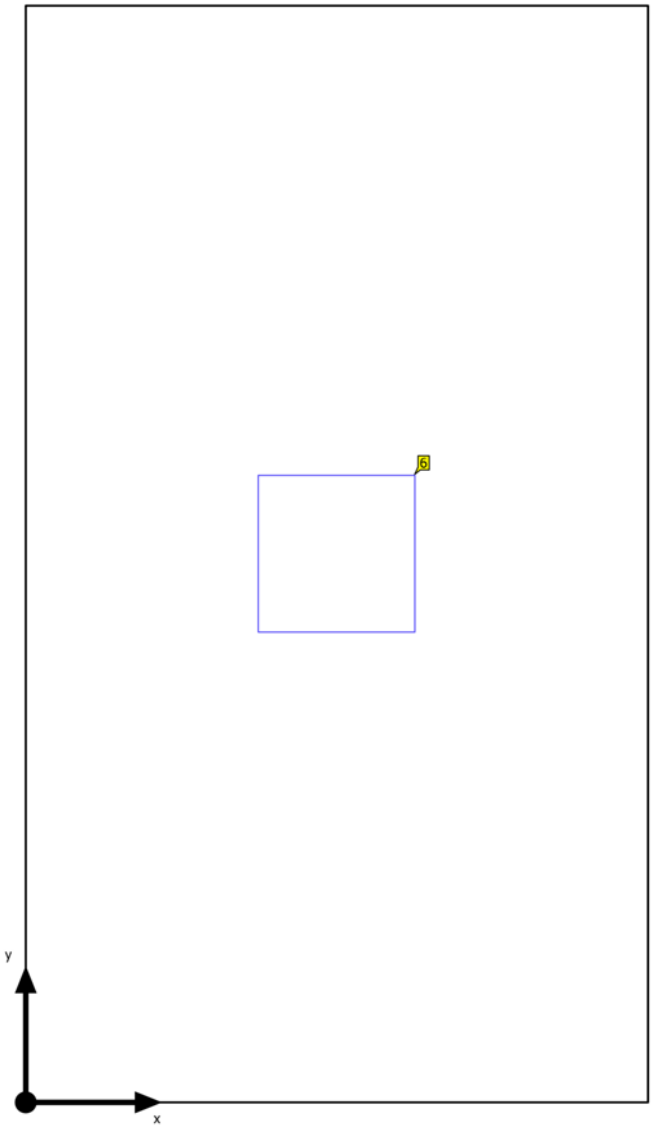


Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	0.596 m / 1.050 m / 2.350 m	0.596 m	1.050 m	2.350 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 0.835 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 1.742 m				
Distribuição	A1				

Grupo de controlo CG 2



Grupos de controlo

Grupo de controlo	CG 2
Cenário de Luz 1	100

Valores de variação [%]

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Índice
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	6

Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 1

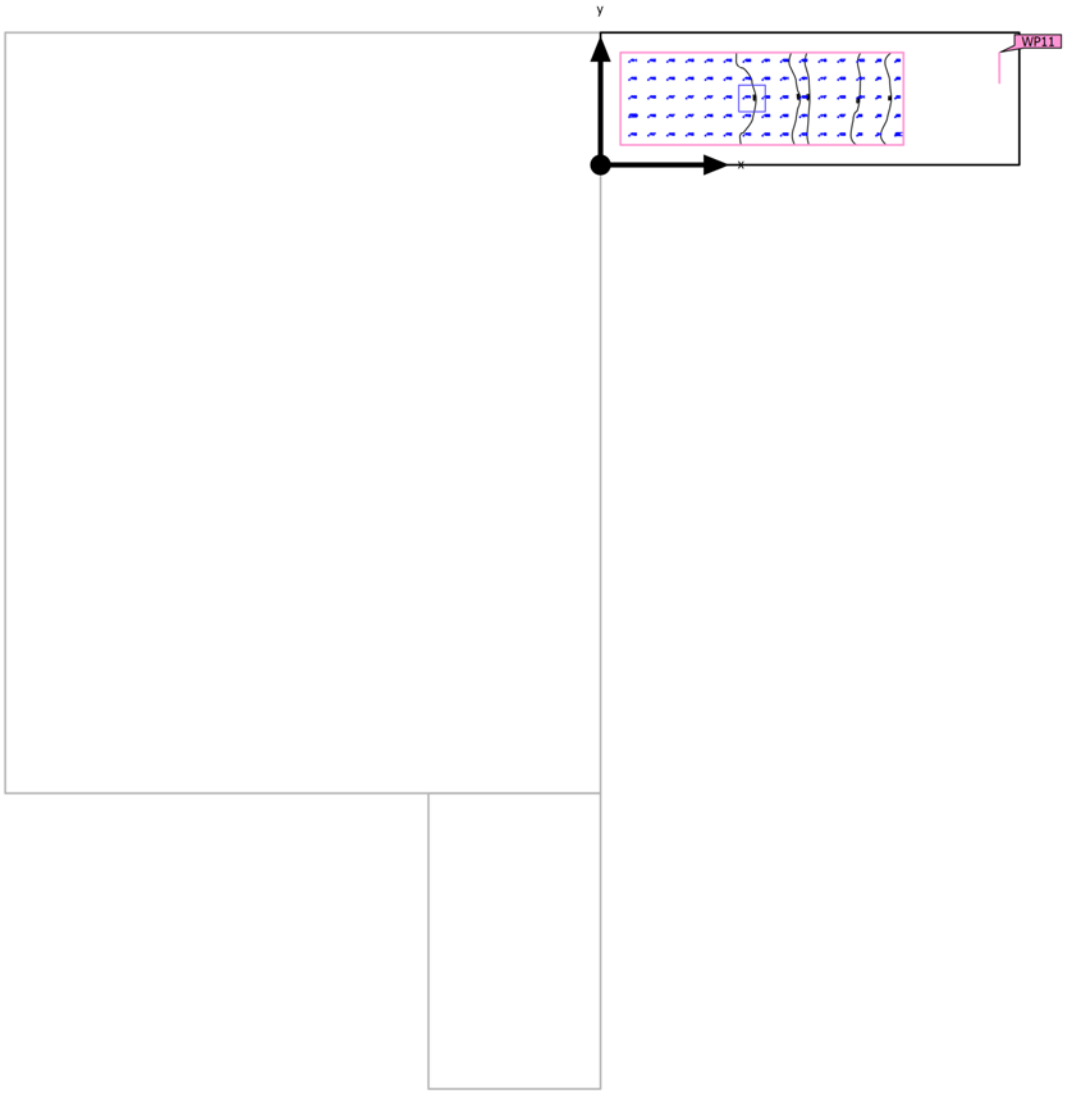
Descrição

Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 2

Descrição

Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 2 (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	7.12 m²
Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.635 m
Altura Plano de	0.000 m
Zona marginal	0.225 m

Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 2 (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	127 lx	≥ 100 lx	✓	WP11
	U_o	0.68	≥ 0.40	✓	WP11
	Potência de ligação específica	5.49 W/m²	–		
		4.31 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	20.3 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	2.60 W/m²	–		
		2.04 W/m²/100 lx	–		

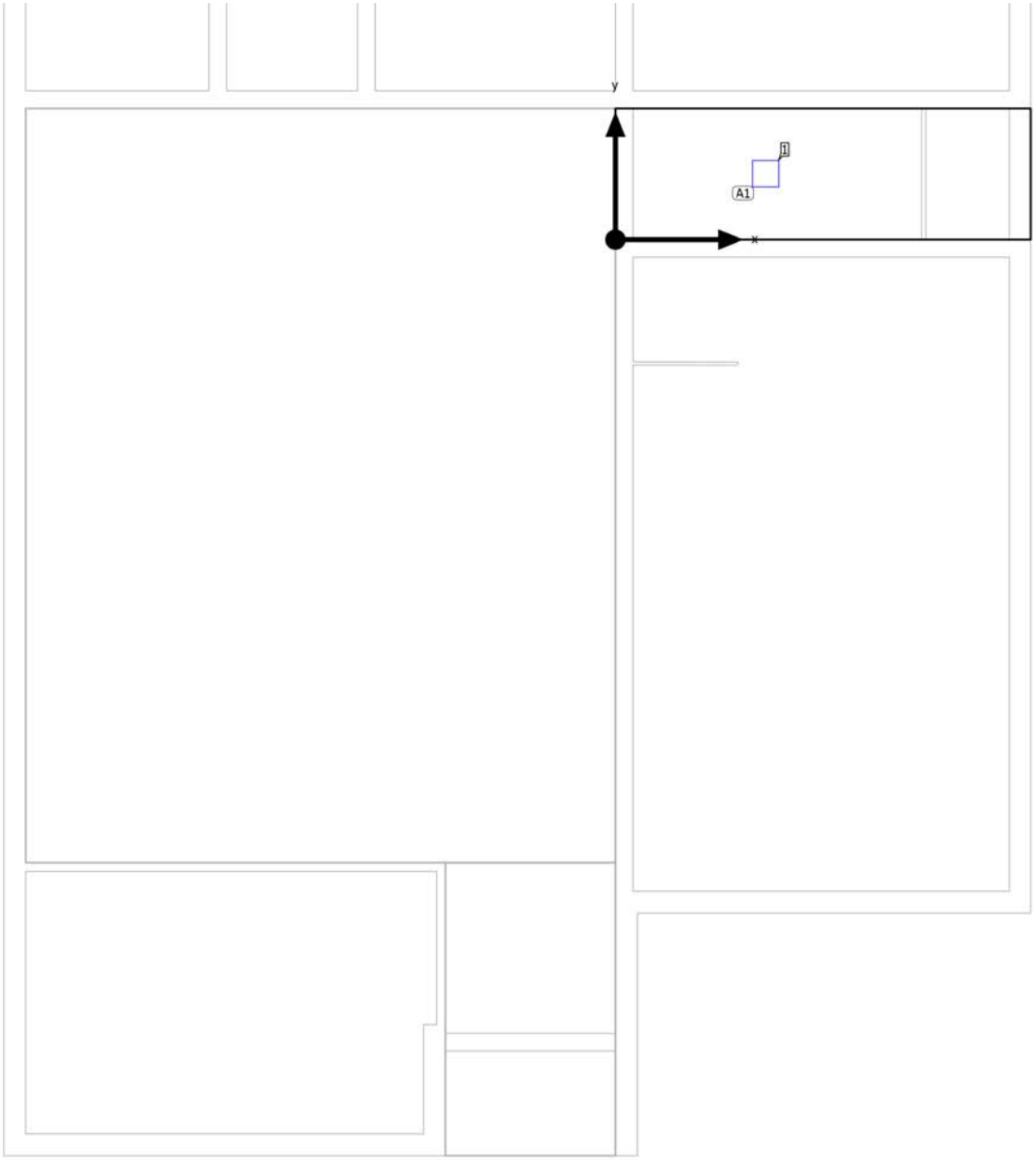
(1) Baseado num espaço retangular de 4.750 m x 1.500 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Zonas de tráfego dentro de edificações (9.1 Áreas de tráfego e corredores)

Lista de luminárias

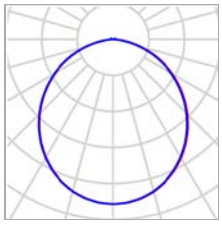
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 2

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

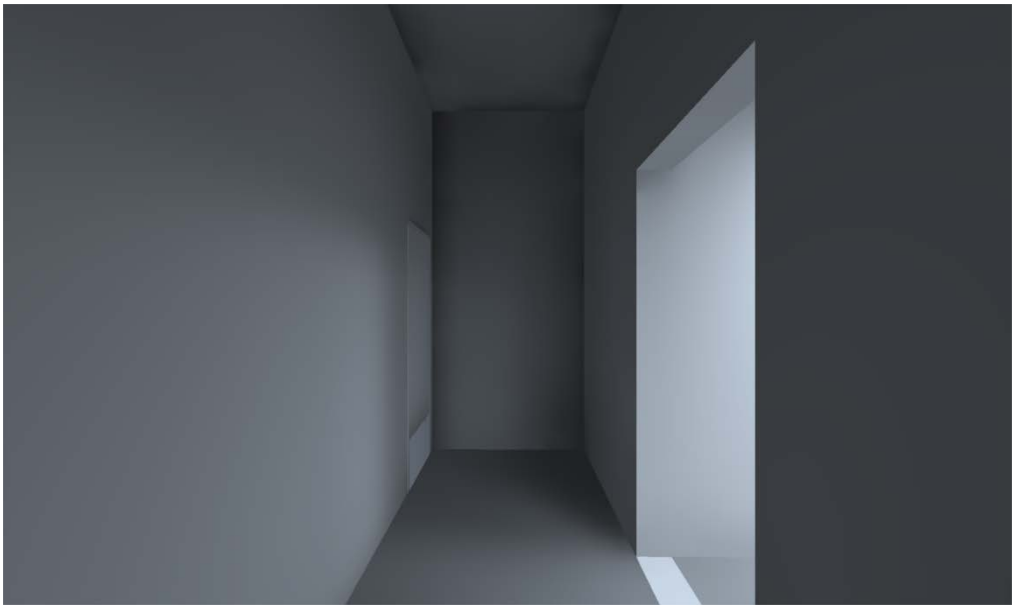
1 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.717 m / 0.750 m / 2.635 m	1.717 m	0.750 m	2.635 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 1.500 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 3.435 m				
Distribuição	A1				

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
1801 lm	18.5 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W



Construção · Térreo · 14 - CIRCULAÇÃO 4

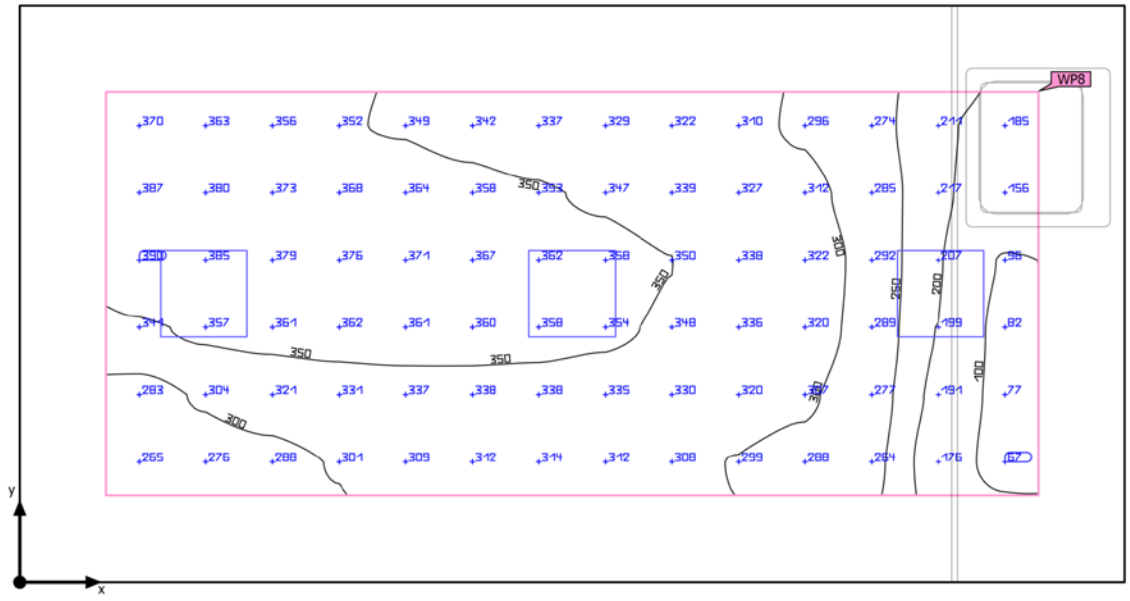
Descrição

Construção · Térreo · 14 - COPA

Descrição

Construção · Térreo · 14 - COPA (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	7.67 m²		
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,	Altura de montagem	2.800 m
		Altura Plano de	0.800 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.300 m

Construção · Térreo · 14 - COPA (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	308 lx	≥ 300 lx	✓	WP8
	U_o	0.22	≥ 0.20	✓	WP8
	Potência de ligação específica	12.25 W/m²	–		
		3.98 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	200 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	7.23 W/m²	–		
		2.35 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.000 m x 3.837 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

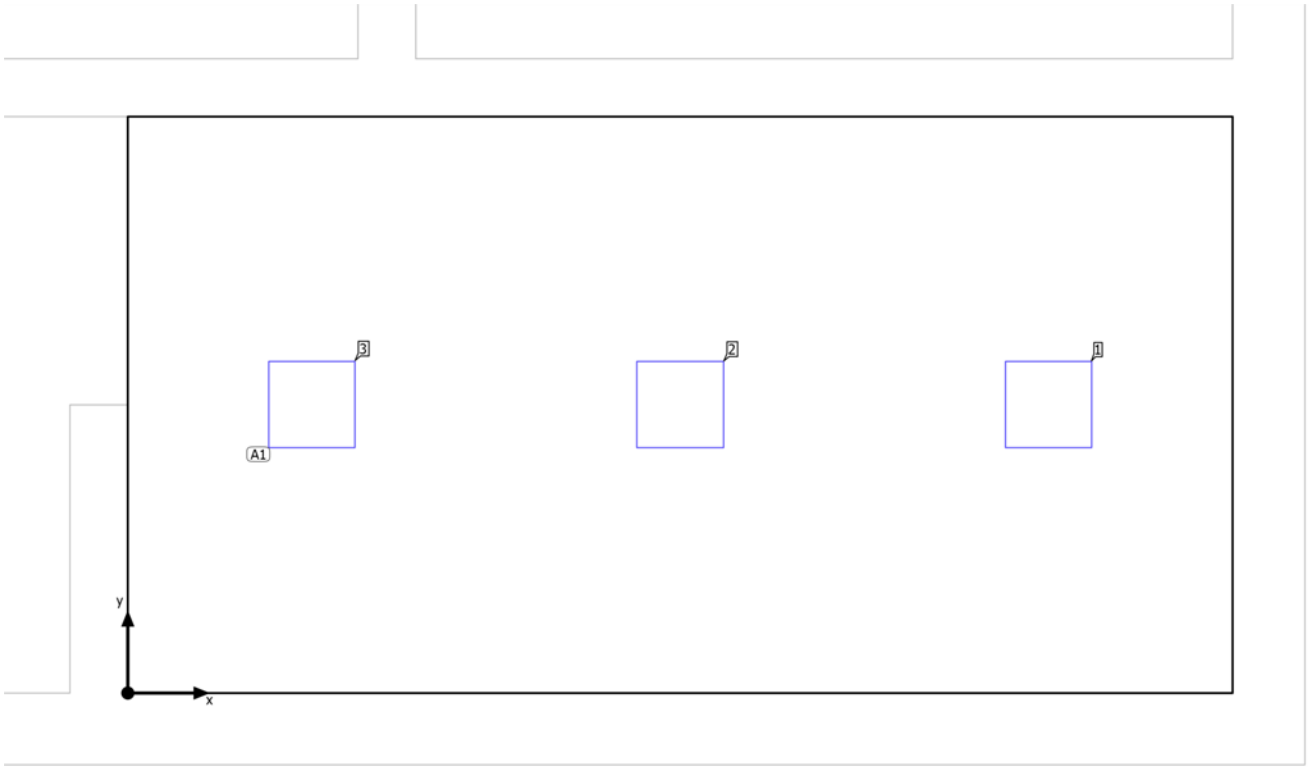
Perfil de utilização: Áreas públicas - Restaurantes e hotéis (37.1 Balcão de receção/caixa, balcão de portaria)

Lista de luminárias

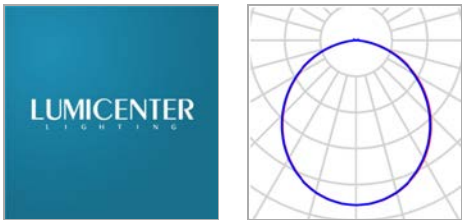
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
3	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Construção · Térreo · 14 - COPA

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

3 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	3.197 m / 1.000 m / 2.800 m
direção X	3 Un., Centro - centro, 1.279 m
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.000 m
Distribuição	A1

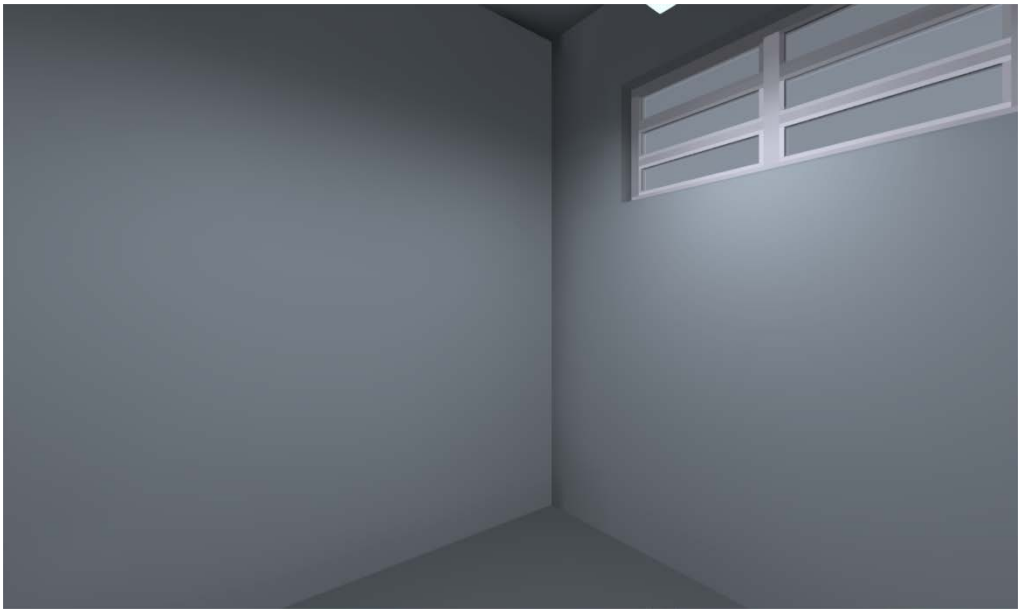
X	Y	Altura de montagem	Luminária
3.197 m	1.000 m	2.800 m	1
1.918 m	1.000 m	2.800 m	2
0.639 m	1.000 m	2.800 m	3

Construção · Térreo · 14 - COPA

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
5403 lm	55.5 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
3	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

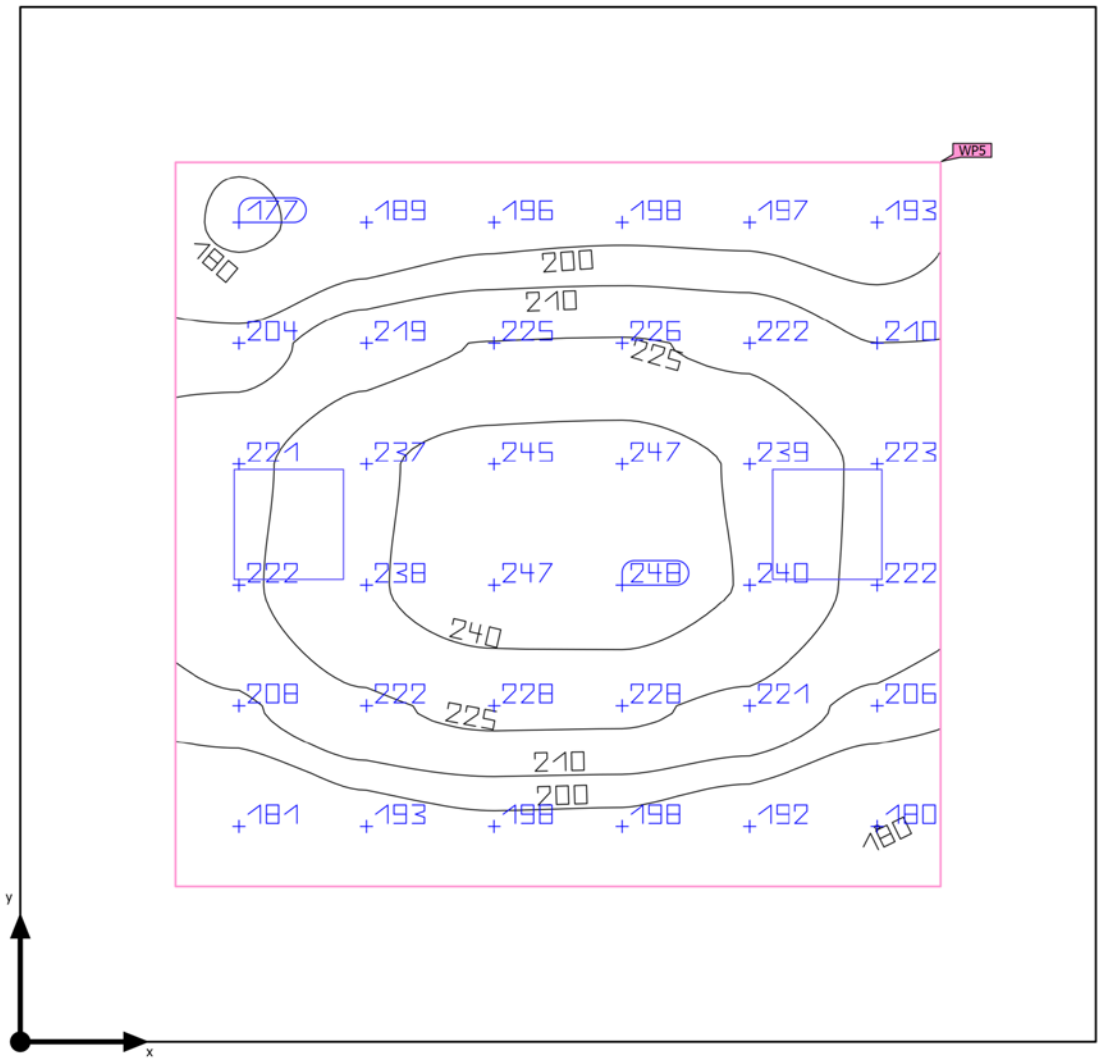


Construção · Térreo · 14 - DEPÓSITO

Descrição

Construção · Térreo · 14 - DEPÓSITO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	8.37 m²

Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.425 m

Construção · Térreo · 14 - DEPÓSITO (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	215 lx	≥ 200 lx	✓	WP5
	U_o	0.82	≥ 0.40	✓	WP5
	Potência de ligação específica	8.88 W/m²	–		
		4.13 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	6.11 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	4.42 W/m²	–		
		2.06 W/m²/100 lx	–		

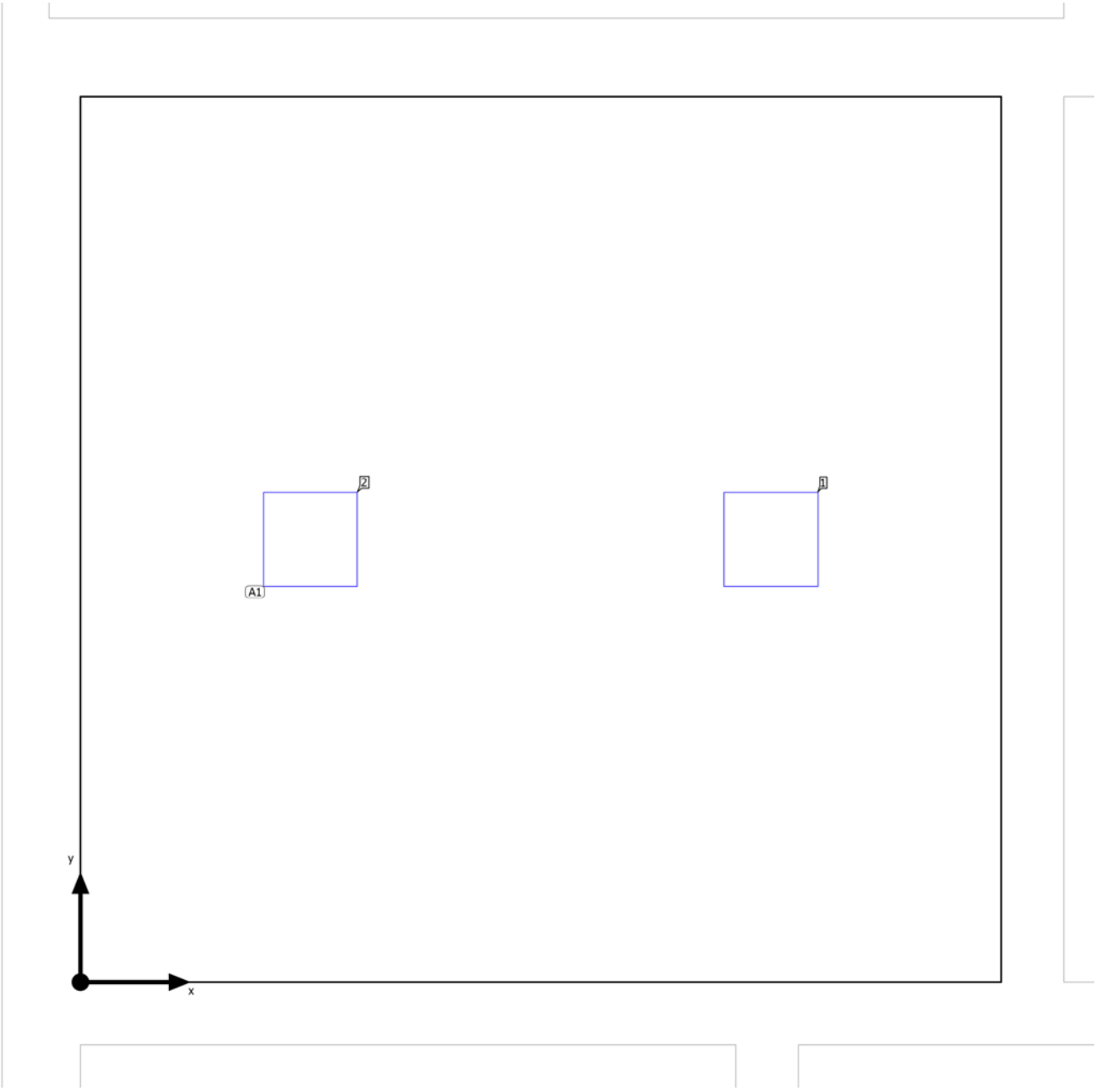
(1) Baseado num espaço retangular de 2.837 m x 2.950 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Escritórios (34.7 Arquivos)

Lista de luminárias

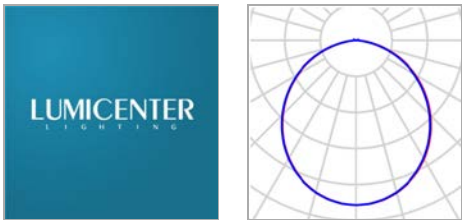
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - DEPÓSITO

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

2 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	0.737 m / 1.418 m / 2.800 m
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.837 m
direção Y	2 Un., Centro - centro, 1.475 m
Distribuição	A1

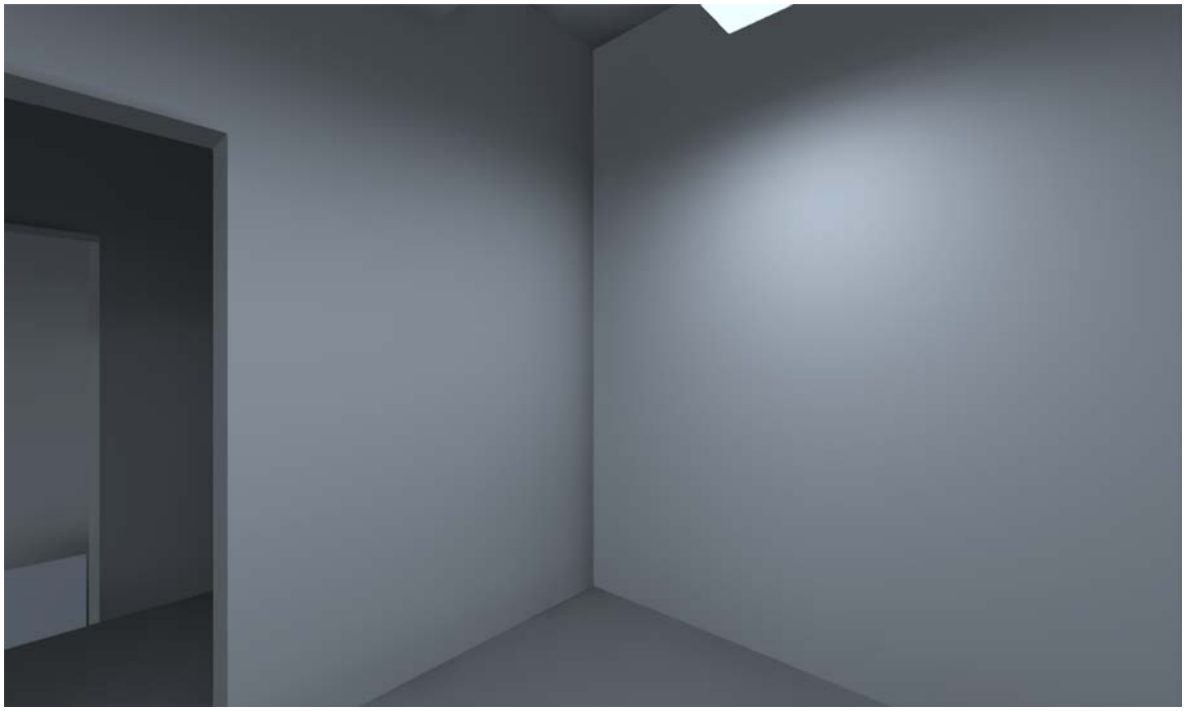
X	Y	Altura de montagem	Luminária
2.212 m	1.418 m	2.800 m	1
0.737 m	1.418 m	2.800 m	2

Construção · Térreo · 14 - DEPÓSITO

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
3602 lm	37.0 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

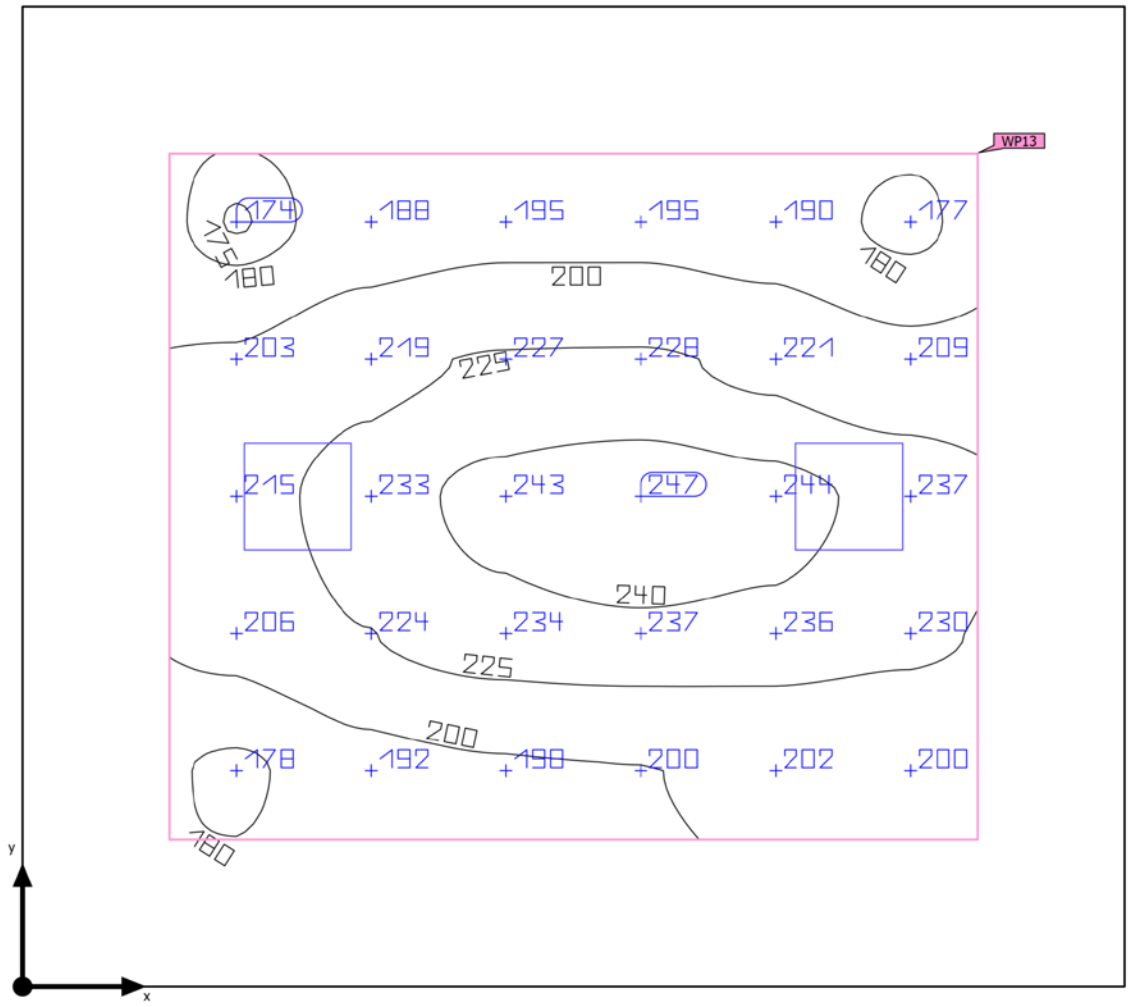


Construção · Térreo · 14 - DESCANSO

Descrição

Construção · Térreo · 14 - DESCANSO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	8.51 m²
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.413 m

Construção · Térreo · 14 - DESCANSO (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	213 lx	≥ 100 lx	✓	WP13
	U_o	0.82	≥ 0.40	✓	WP13
	Potência de ligação específica	8.47 W/m²	–		
		3.98 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	71.2 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	4.35 W/m²	–		
		2.04 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.750 m x 3.095 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

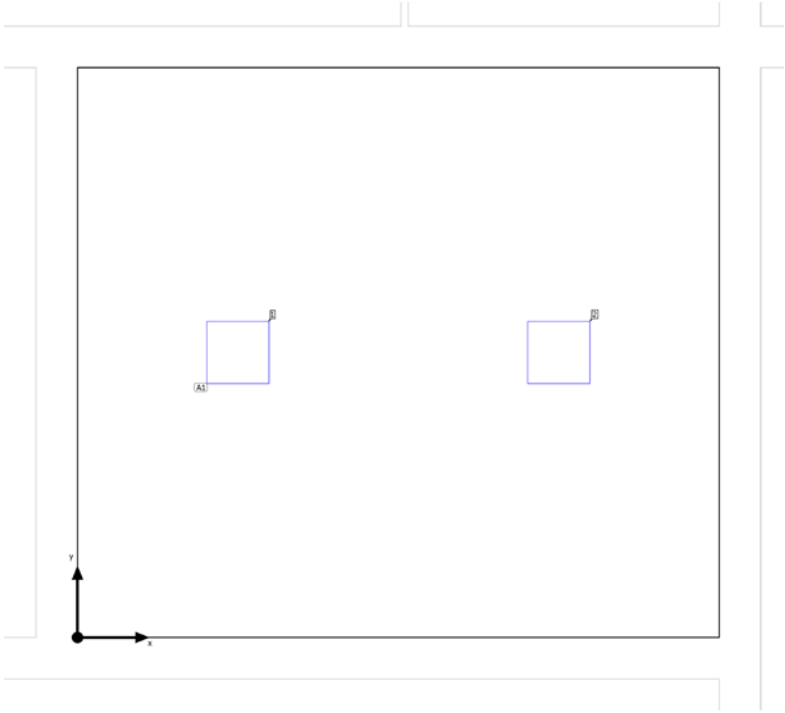
Perfil de utilização: Áreas públicas - Áreas gerais (36.1 Hall de entrada)

Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

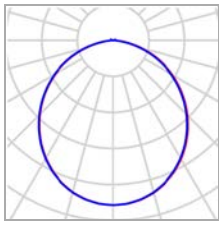
Construção · Térreo · 14 - DESCANSO

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - DESCANSO

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

2 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária

	2.800 m
direção X	2 Un., Centro - centro, 1.547 m
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.750 m
Distribuição	A1

			1
2.321 m	1.375 m	2.800 m	2

Construção · Térreo · 14 - DESCANSO

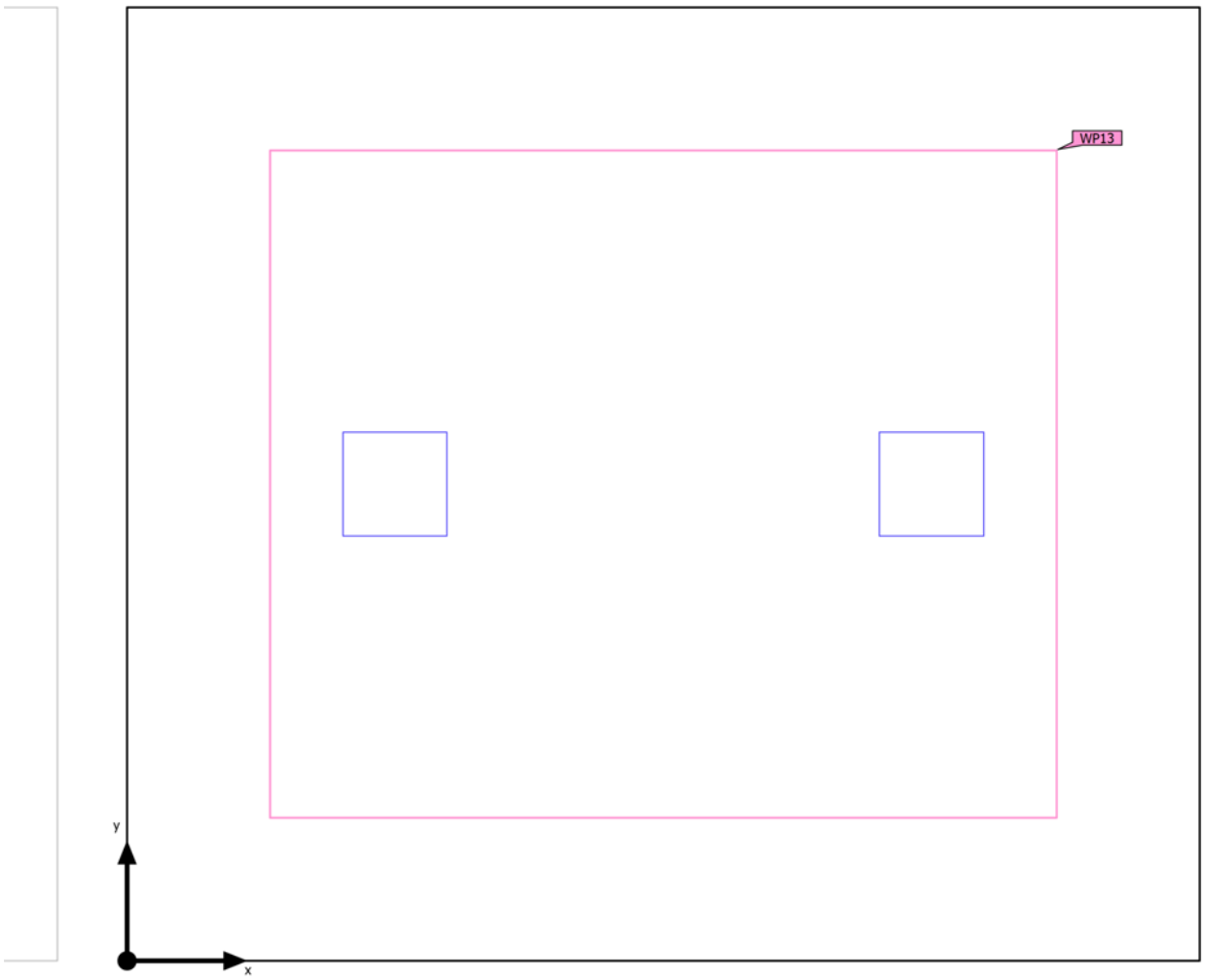
Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
3602 lm	37.0 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Construção · Térreo · 14 - DESCANSO (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo


WP13
y
x

Construção · Térreo · 14 - DESCANSO (Cenário de Luz 1)

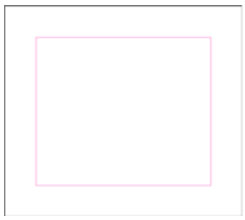
Objectos de cálculo

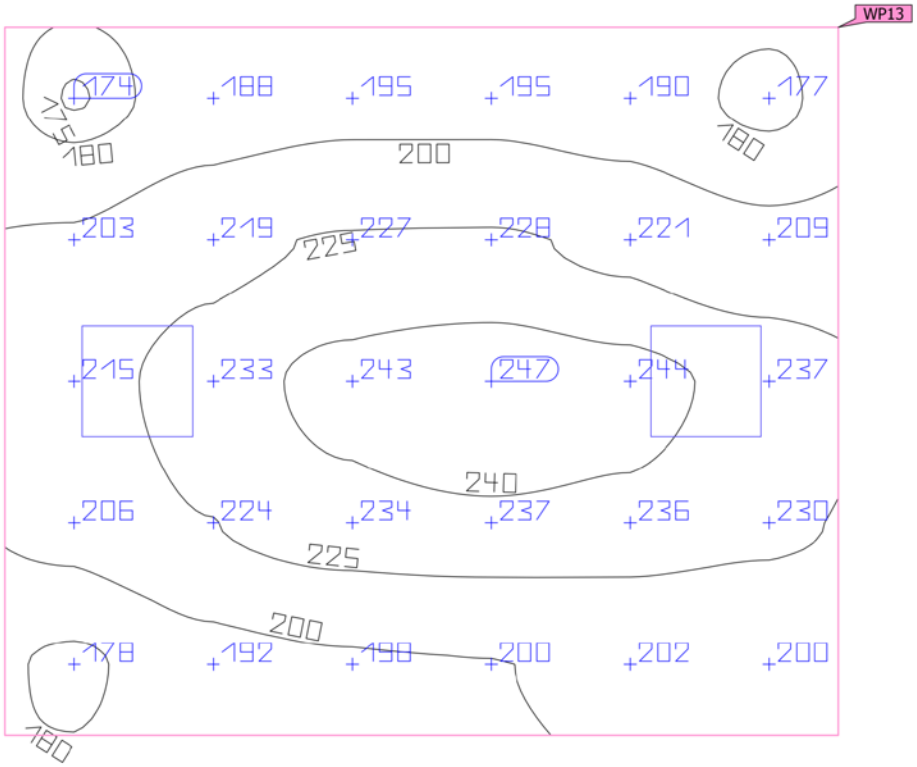
Níveis de uso

Propriedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - DESCANSO) Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.413	213 lx (≥ 100 lx) ✓	174 lx	247 lx	0.82 (≥ 0.40) ✓	0.70	WP13

Perfil de utilização: Áreas públicas - Áreas gerais (36.1 Hall de entrada)

Plano de uso (14 - DESCANSO)





Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - DESCANSO) Potência luminosa perpendicular	213 lx (≥ 100 lx) ✓	174 lx	247 lx	0.82 (≥ 0.40) ✓	0.70	WP13

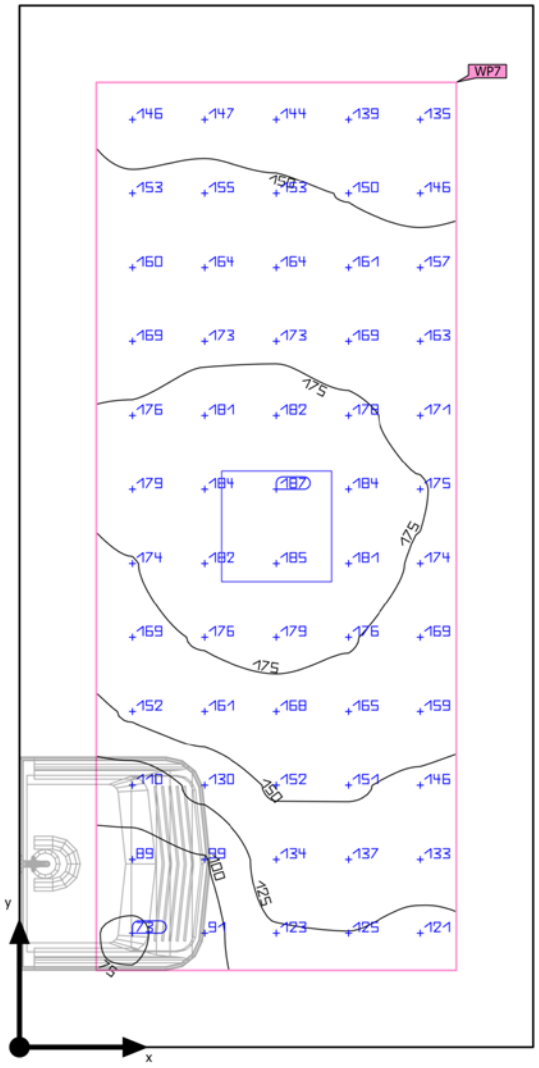
Perfil de utilização: Áreas públicas - Áreas gerais (36.1 Hall de entrada)

Construção · Térreo · 14 - DML

Descrição

Construção · Térreo · 14 - DML (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	3.97 m²

Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.210 m

Construção · Térreo · 14 - DML (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	155 lx	≥ 100 lx	✓	WP7
	U_o	0.47	≥ 0.40	✓	WP7
	Potência de ligação específica	7.81 W/m²	–		
		5.04 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	35.6 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	4.66 W/m²	–		
		3.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 1.400 m x 2.837 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

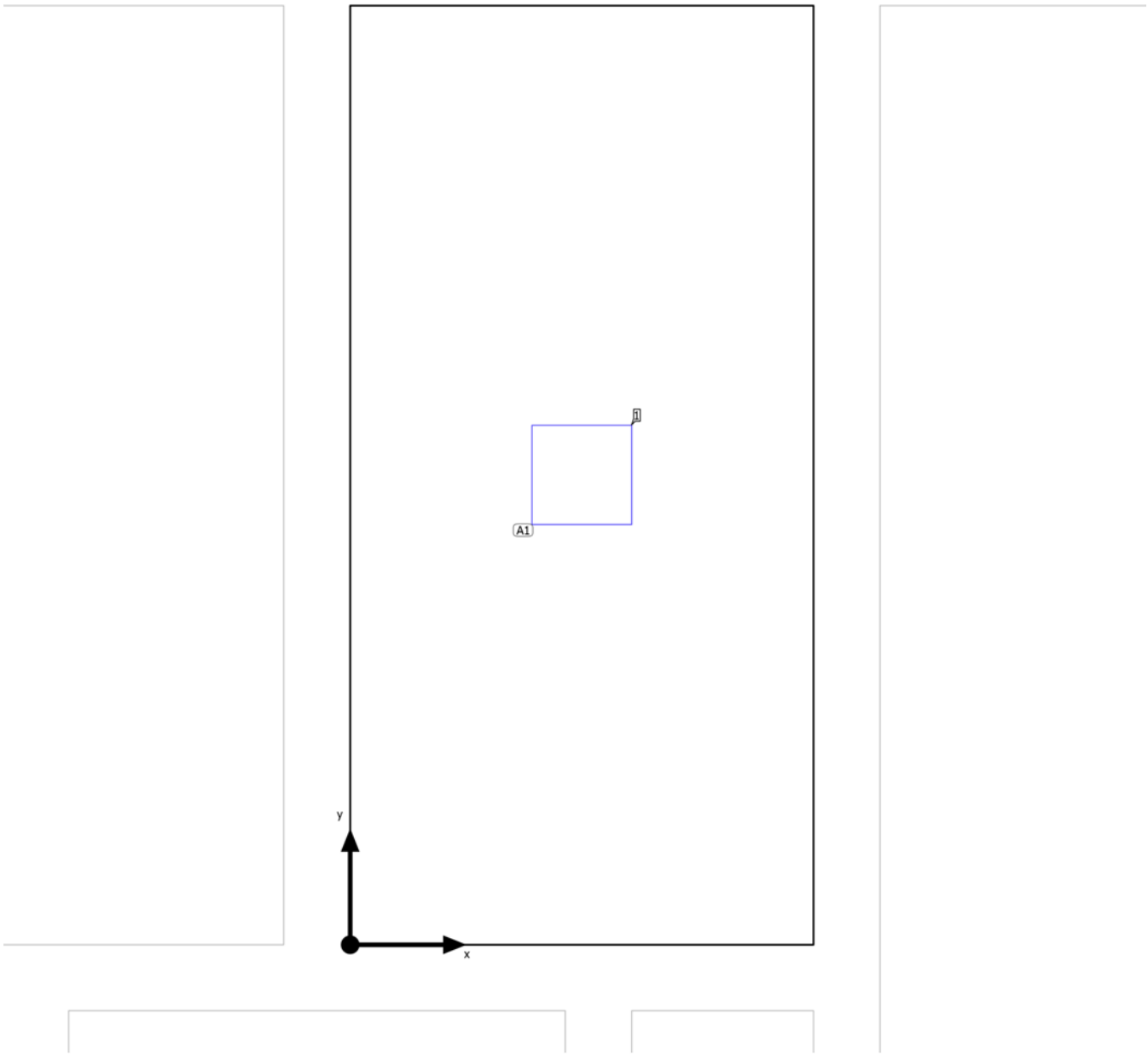
Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.2 Ambientes de descanso)

Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

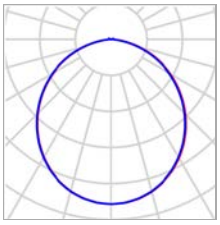
Construção · Térreo · 14 - DML

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - DML

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	0.700 m / 1.418 m / 2.800 m	0.700 m	1.418 m	2.800 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.837 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 1.400 m				
Distribuição	A1				

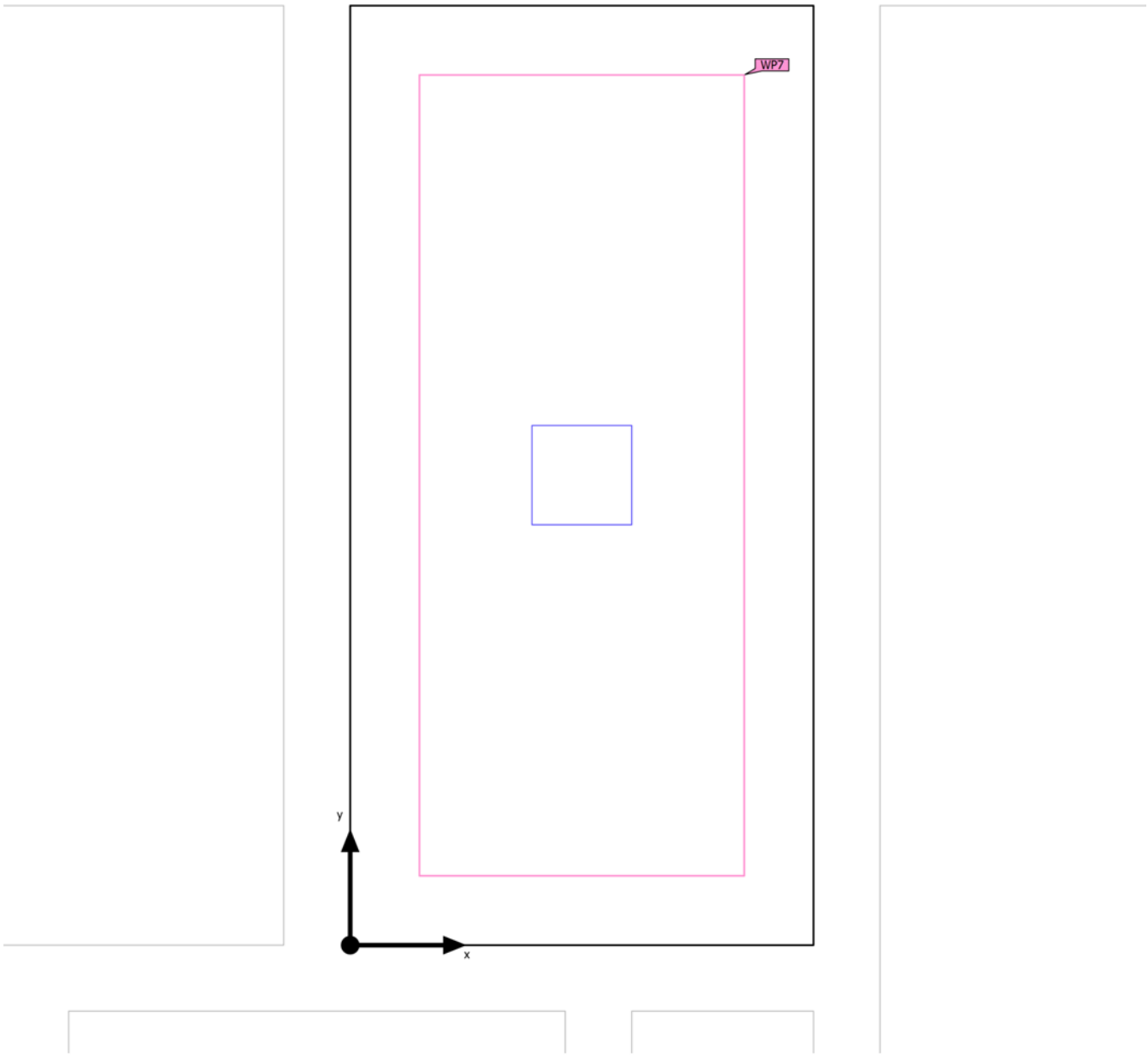
Construção · Térreo · 14 - DML

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
1801 lm	18.5 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Objectos de cálculo



Construção · Térreo · 14 - DML (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo

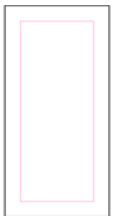
Níveis de uso

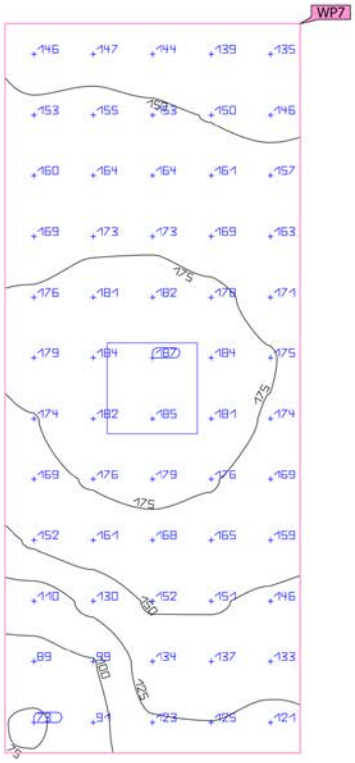
Propriedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - DML) Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.210	155 lx (≥ 100 lx) ✓	72.7 lx	187 lx	0.47 (≥ 0.40) ✓	0.39	WP7

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.2 Ambientes de descanso)

Construção · Térreo · 14 - DML (Cenário de Luz 1)

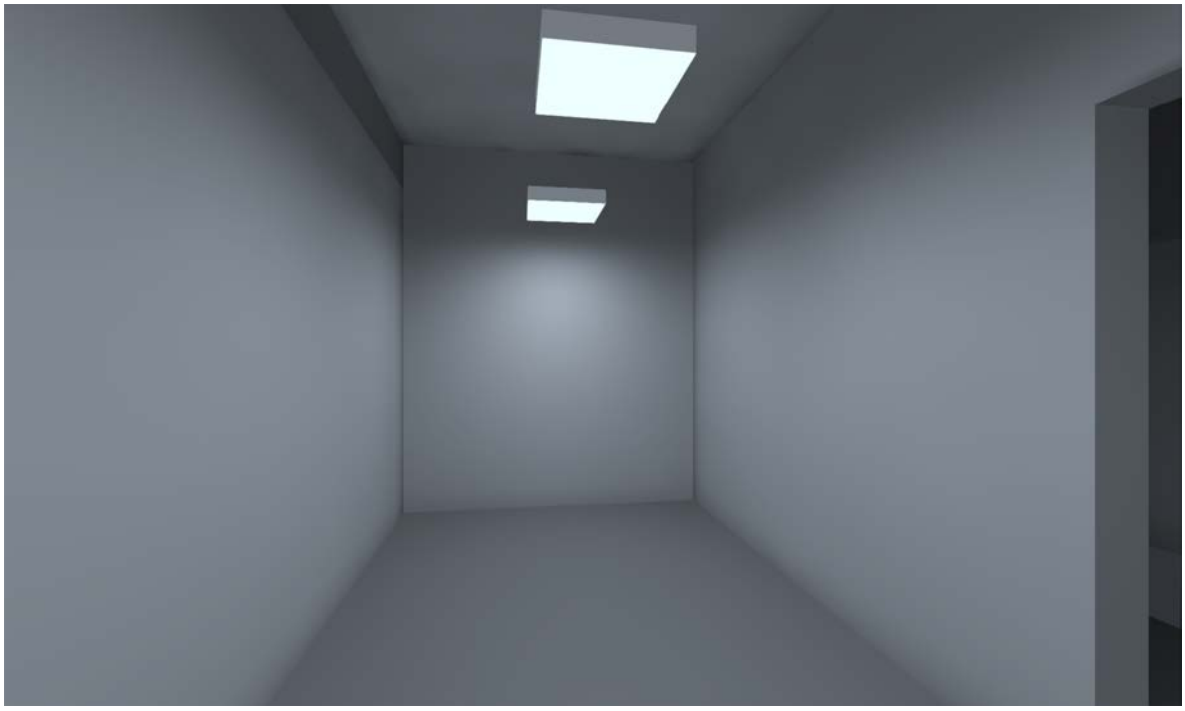
Plano de uso (14 - DML)





Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - DML) Potência luminosa perpendicular	155 lx (≥ 100 lx) ✓	72.7 lx	187 lx	0.47 (≥ 0.40) ✓	0.39	WP7

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.2 Ambientes de descanso)

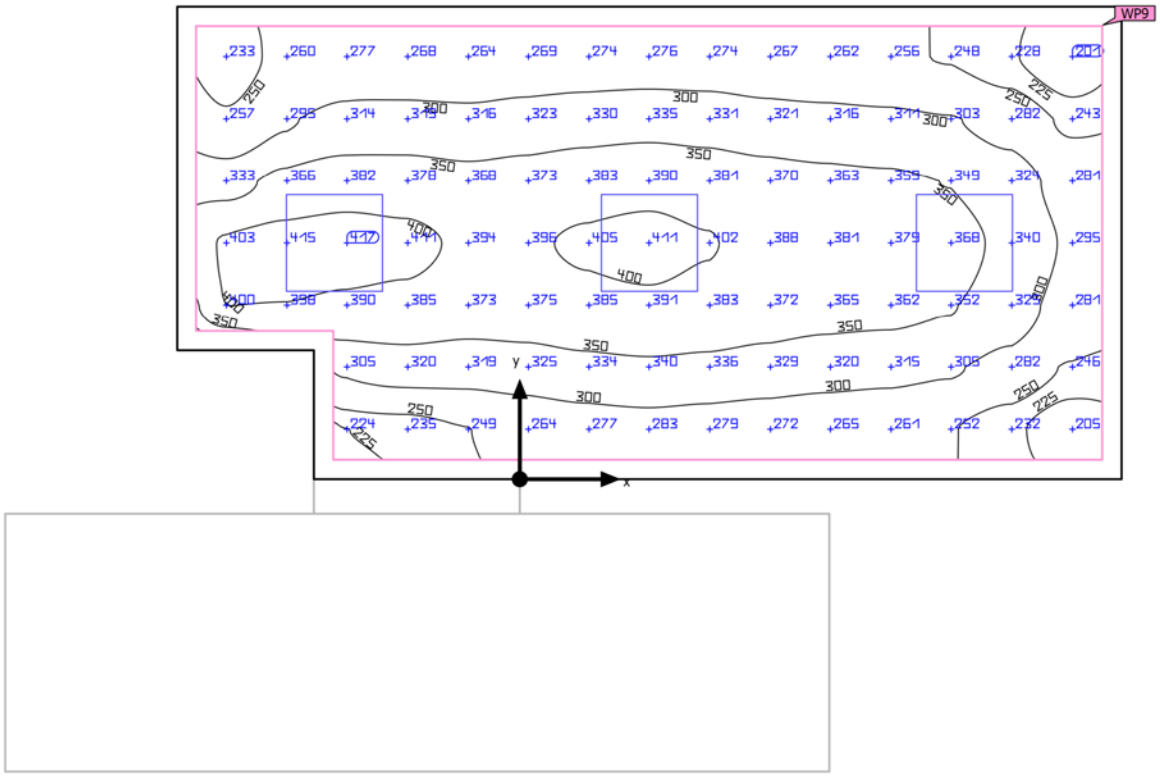


Construção · Térreo · 14 - ESCRITÓRIO

Descrição

Construção · Térreo · 14 - ESCRITÓRIO (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	14.52 m²

Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.112 m

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	322 lx	≥ 300 lx	✓	WP9
	U_o	0.62	≥ 0.40	✓	WP9
	Potência de ligação específica	5.66 W/m²	–		
		1.76 W/m²/100 lx	–		
Avaliação de	$R_{UG,}$	18	≤ 19	✓	
Dimensões de	Consumo	9.72 kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	4.96 W/m²	–		
		1.54 W/m²/100 lx	–		

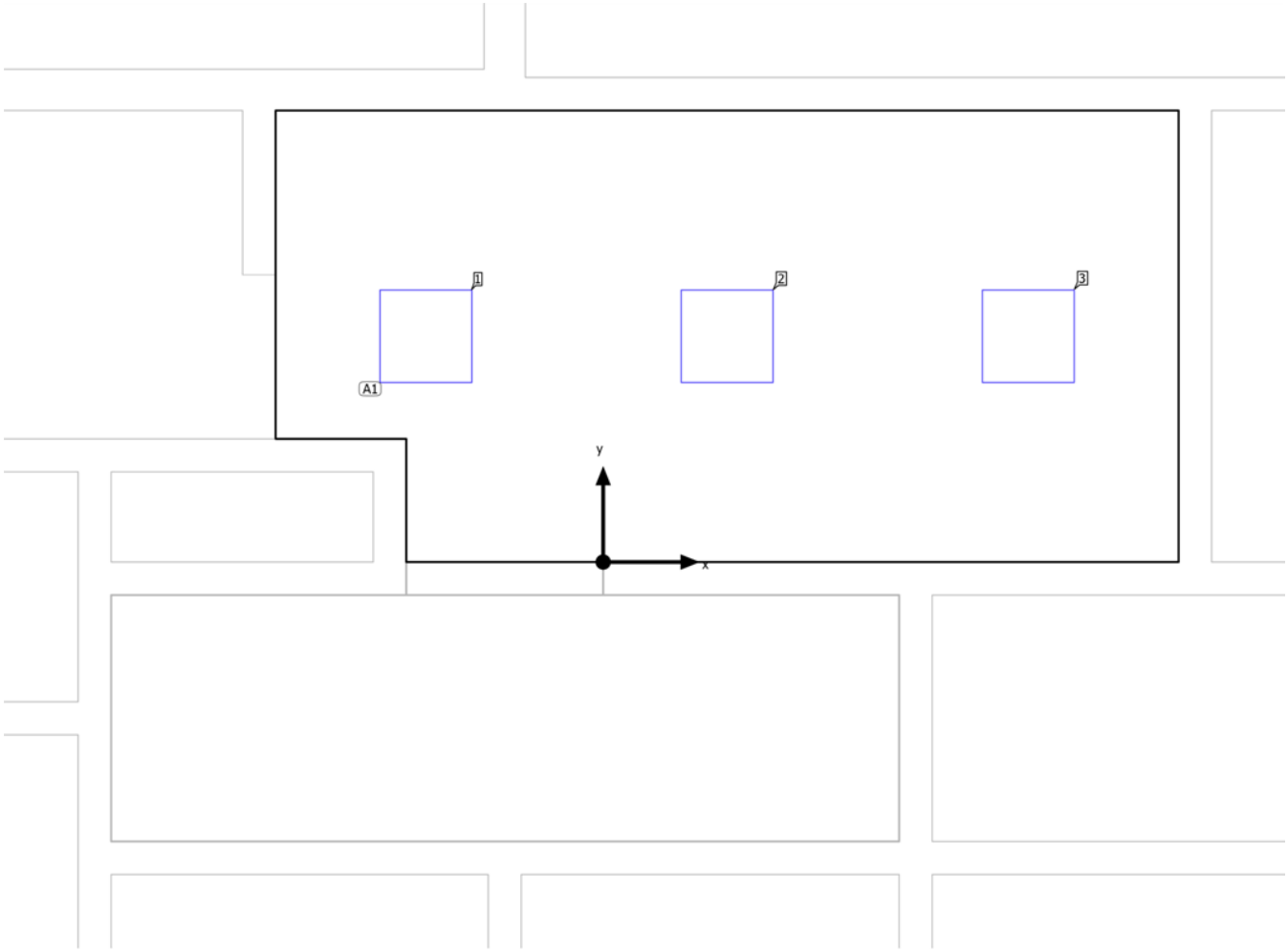
(1) Baseado num espaço retangular de 2.750 m x 5.495 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Escritórios (34.1 Depósito, cópias, etc.)

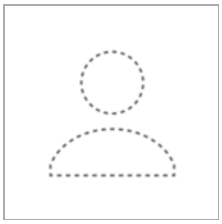
Lista de luminárias

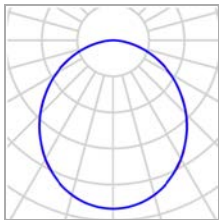
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
3			MITOTAURO EVO ME 24W 4000K	18	24.0 W	2899 lm	120.8 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias





Nome do artigo	MITOTAURO EVO ME 24W 4000K	P	24.0 W
Equipagem	1x Barra de led 2835 4000K	$\Phi_{Luminária}$	2899 lm

3 x MITOTAURO EVO ME 24W 4000K

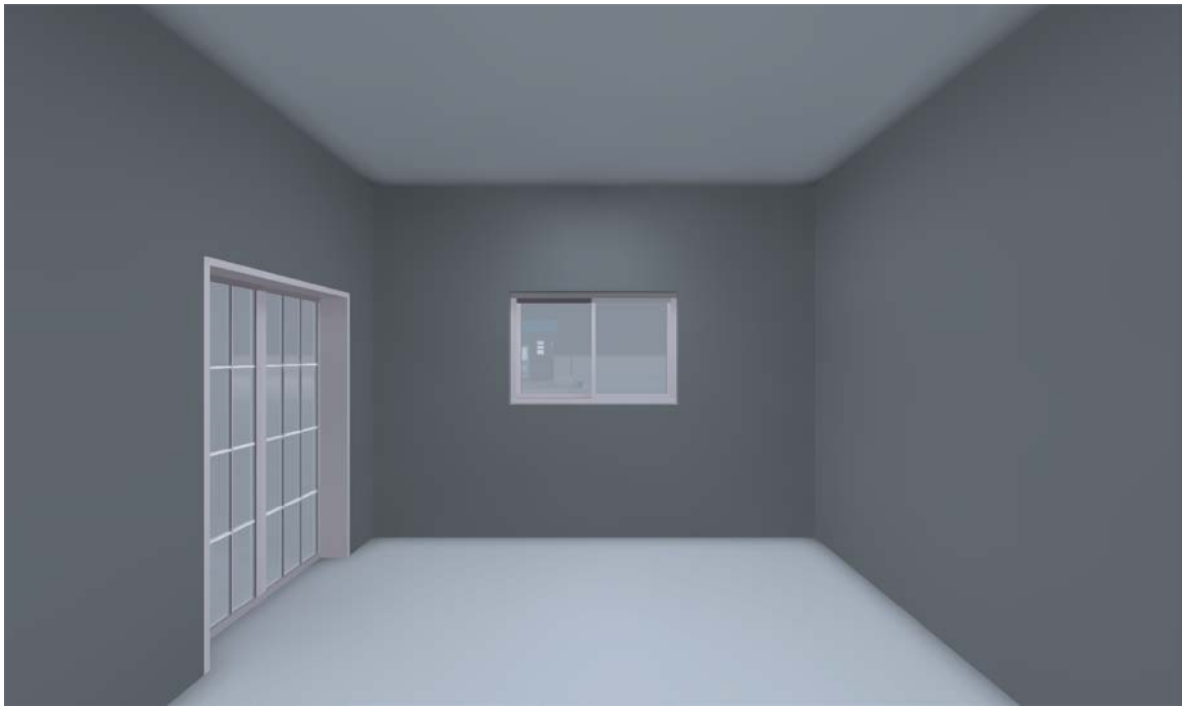
Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	0.752 m / 1.375 m / 2.800 m
direção X	3 Un., Centro - centro, 1.832 m
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.750 m
Distribuição	A1

X	Y	Altura de montagem	Luminária
-1.079 m	1.375 m	2.800 m	1
0.752 m	1.375 m	2.800 m	2
2.584 m	1.375 m	2.800 m	3

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
8697 lm	72.0 W	120.8 lm/W

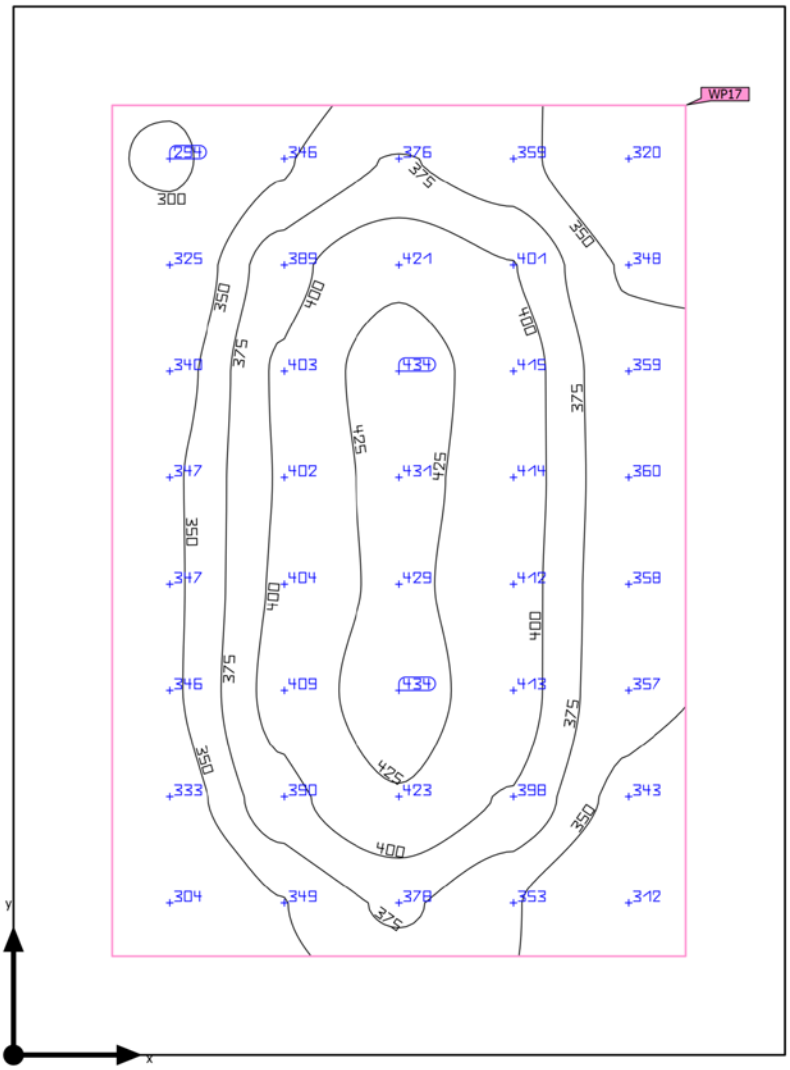
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
3			MITOTAURO EVO ME 24W 4000K	24.0 W	2899 lm	120.8 lm/W



Construção · Térreo · 14 - GERADOR

Descrição

Resumo



Superfície básica	20.67 m²
Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.500 m

Construção · Térreo · 14 - GERADOR (Cenário de Luz 1)

Resumo

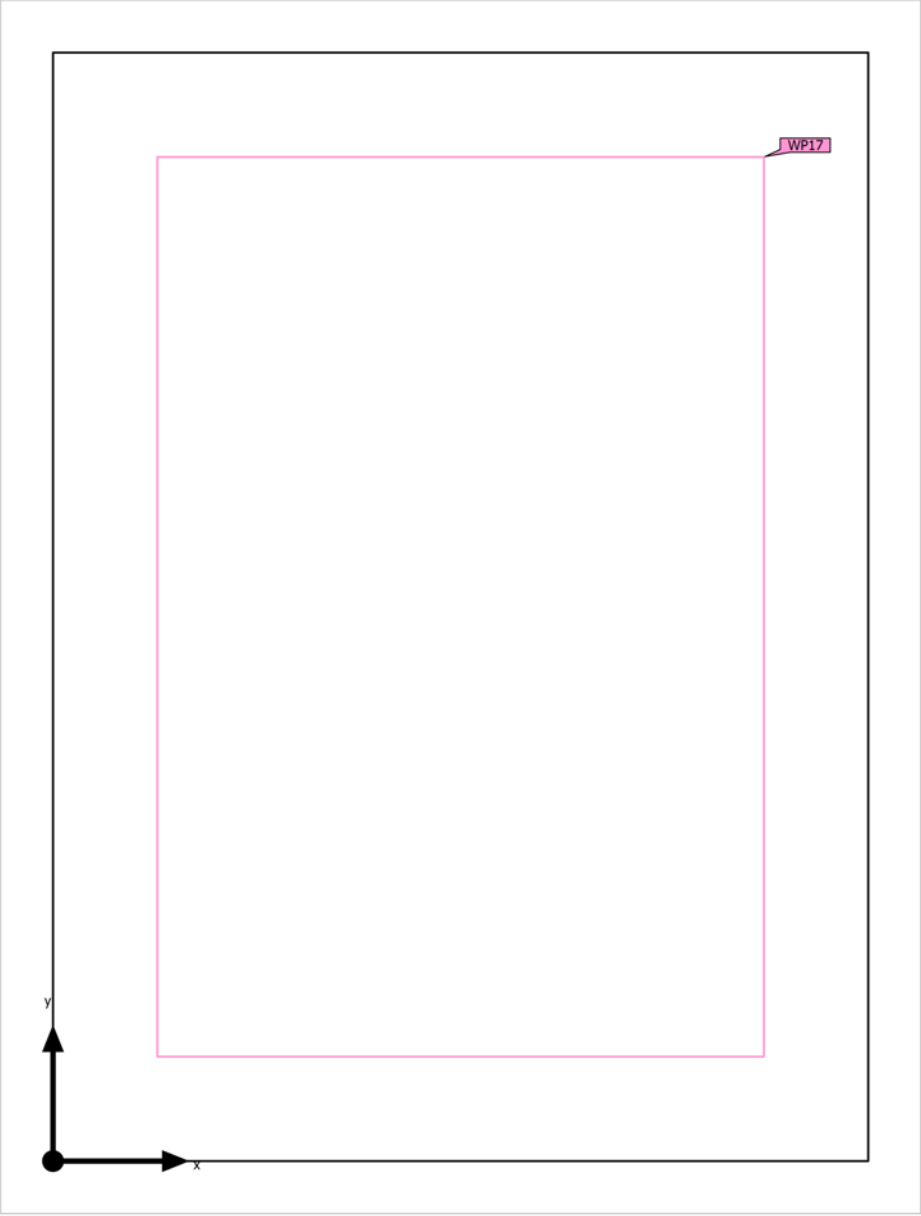
Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	374 lx	≥ 200 lx	✓	WP17
	U_o	0.79	≥ 0.40	✓	WP17
	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	0.00 kWh/a	máx. 750 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 3.900 m x 5.300 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de controlo (11.1 Ambientes para instalações residenciais, ambientes de comando)

Objectos de cálculo

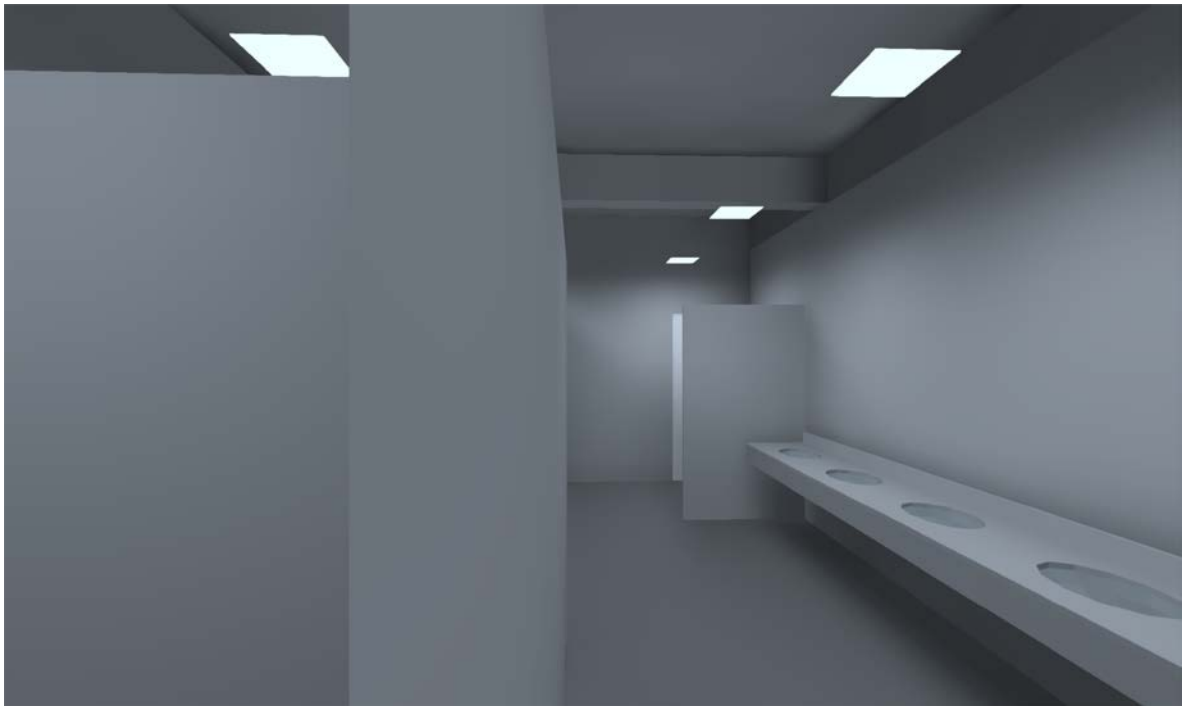


Objectos de cálculo

Níveis de uso

Propriedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - GERADOR) Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500	374 lx (≥ 200 lx) ✓	294 lx	434 lx	0.79 (≥ 0.40) ✓	0.68	WP17

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de controlo (11.1 Ambientes para instalações residenciais, ambientes de comando)

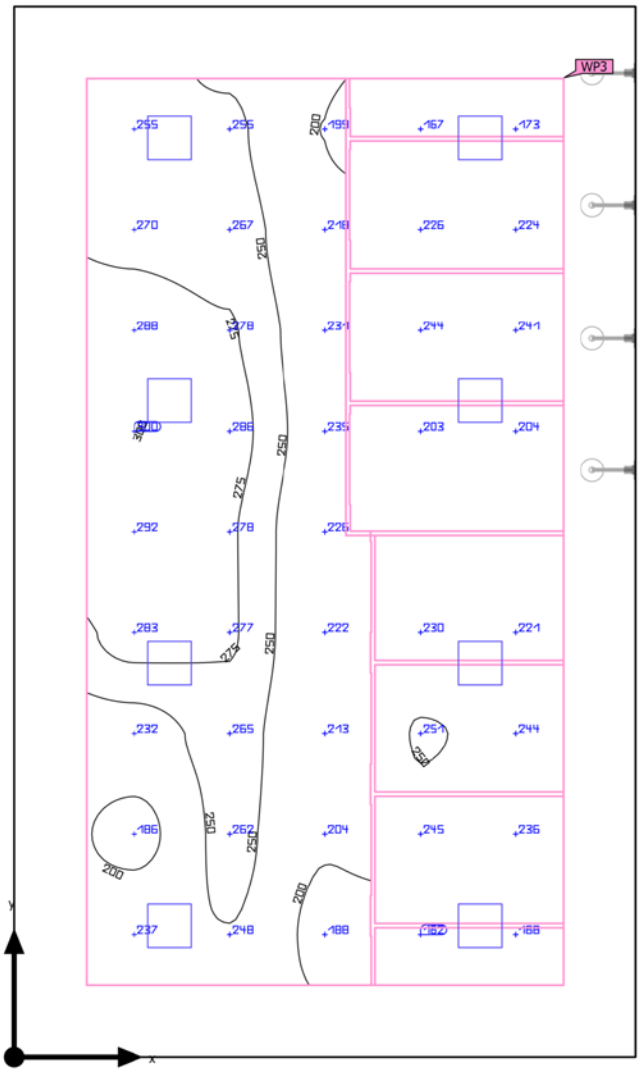


Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. FEM.

Descrição

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. FEM. (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	31.26 m²

Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 59.3 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.650 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.500 m

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. FEM. (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	236 lx	≥ 200 lx	✓	WP3
	U_o	0.69	≥ 0.40	✓	WP3
	Potência de ligação específica	7.15 W/m²	–		
		3.04 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	122 kWh/a	máx. 1100 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	4.73 W/m²	–		
		2.01 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 7.270 m x 4.300 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

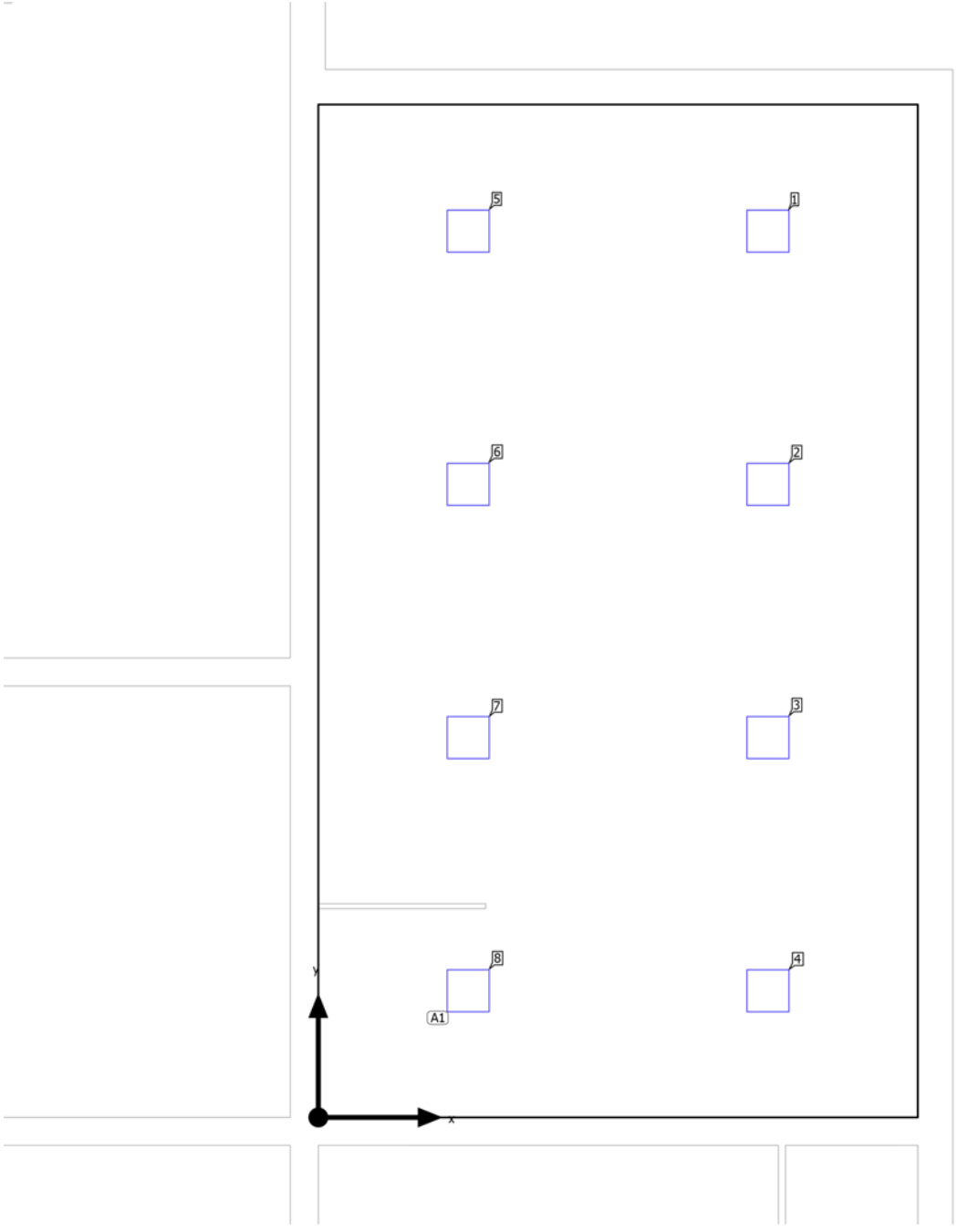
Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

Lista de luminárias

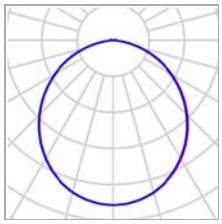
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
8	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. FEM.

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

8 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

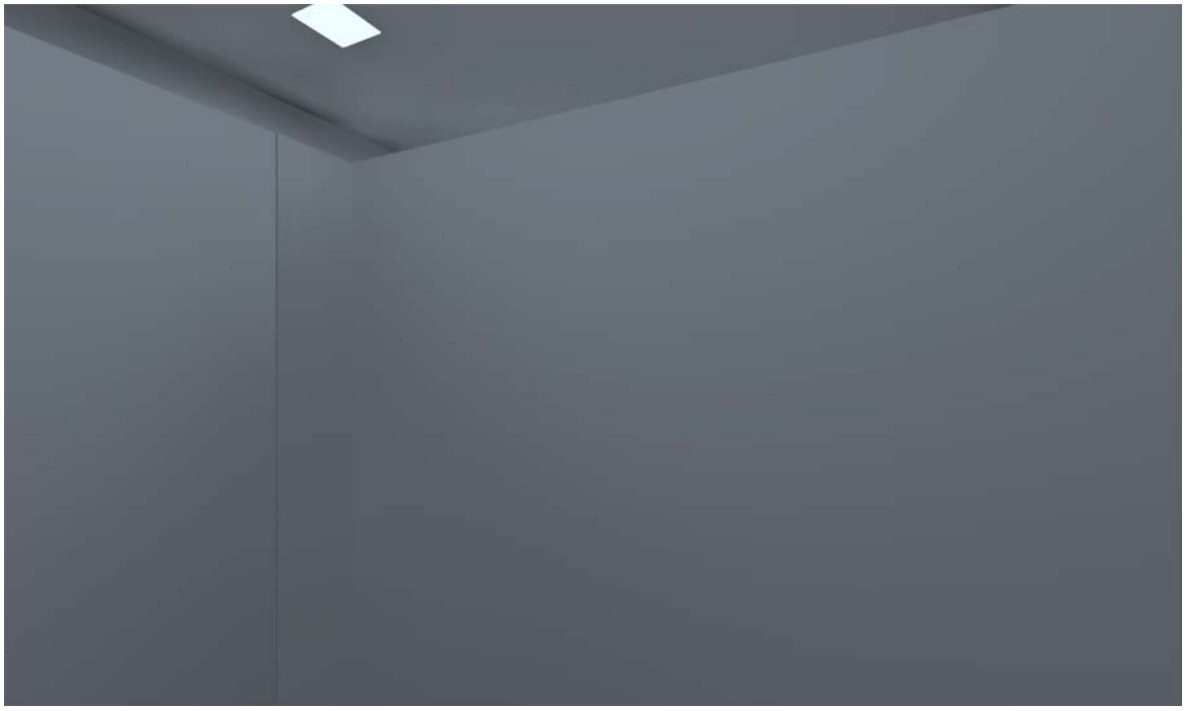
Tipo	Distribuição de campo
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.075 m / 6.361 m / 2.650 m
direção X	4 Un., Centro - centro, 1.818 m
direção Y	2 Un., Centro - centro, 2.150 m
Distribuição	A1

X	Y	Altura de montagem	Luminária
3.225 m	6.361 m	2.650 m	1
3.225 m	4.544 m	2.650 m	2
3.225 m	2.726 m	2.650 m	3
3.225 m	0.909 m	2.650 m	4
1.075 m	6.361 m	2.650 m	5
1.075 m	4.544 m	2.650 m	6
1.075 m	2.726 m	2.650 m	7
1.075 m	0.909 m	2.650 m	8

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
14408 lm	148.0 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
8	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

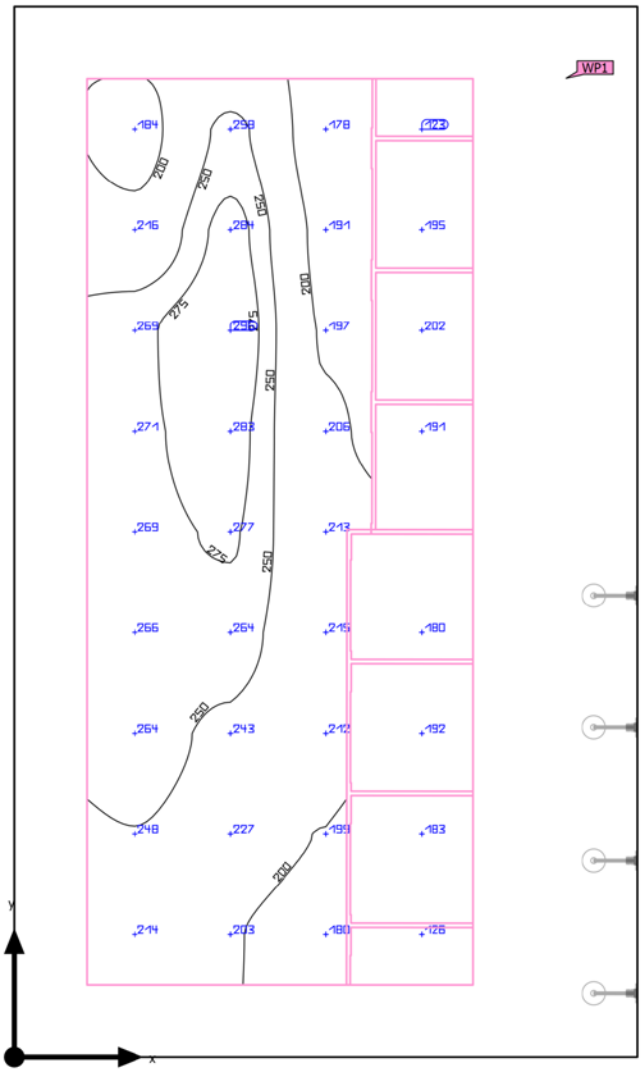


Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. MASC.

Descrição

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. MASC. (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	31.17 m²
Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 60.1 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.500 m

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. MASC. (Cenário de Luz 1)

Resumo

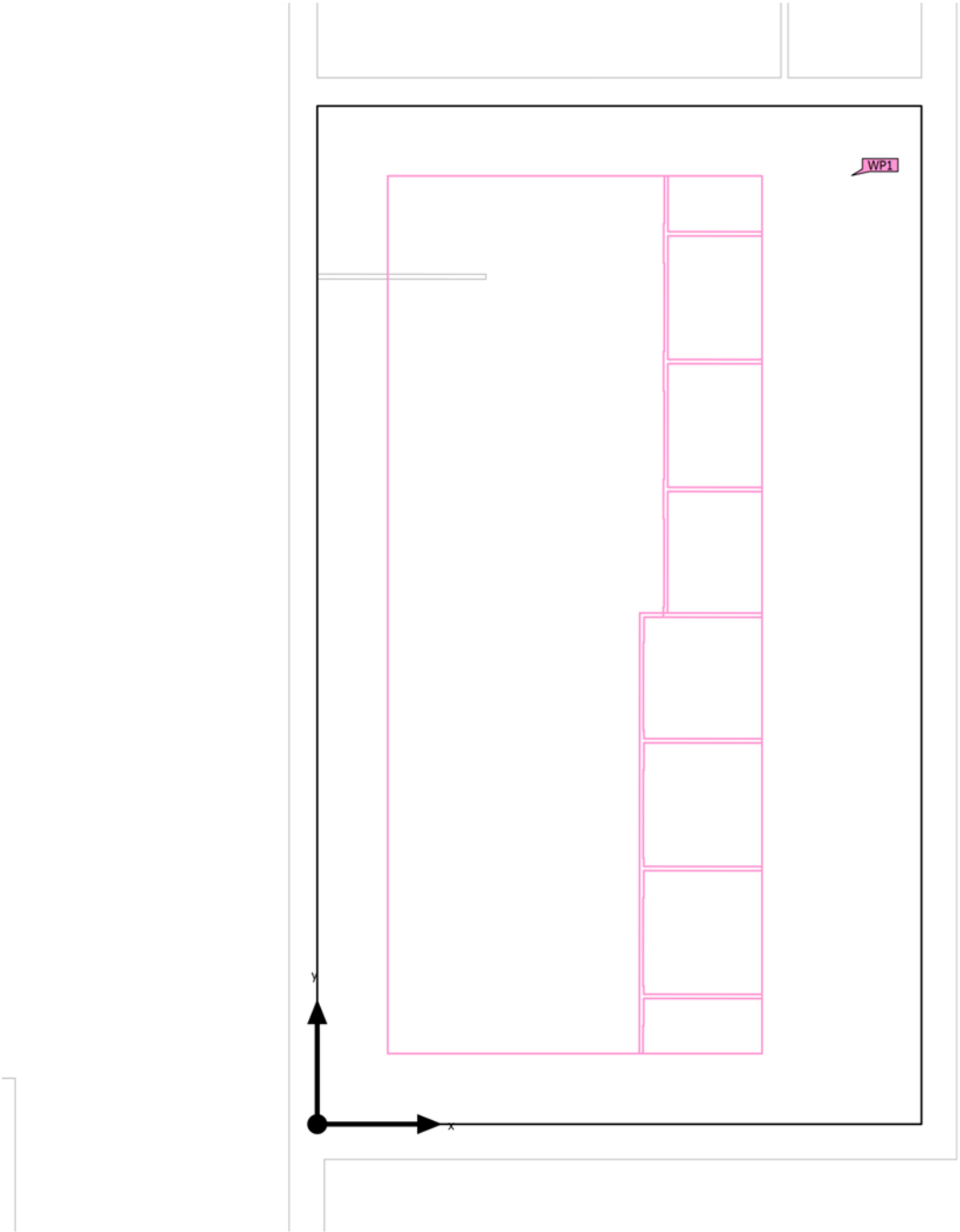
Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	221 lx	≥ 200 lx	✓	WP1
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓	WP1
	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	0.00 kWh/a	máx. 1100 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 7.250 m x 4.300 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

Objectos de cálculo



Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. MASC. (Cenário de Luz 1)

Objectos de cálculo

Níveis de uso

Propriedades	Ē (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (Nominal)	g_2	Índice
Plano de uso (14 - SANIT./VEST. MASC.) Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500	221 lx (≥ 200 lx) ✓	123 lx	296 lx	0.56 (≥ 0.40) ✓	0.42	WP1

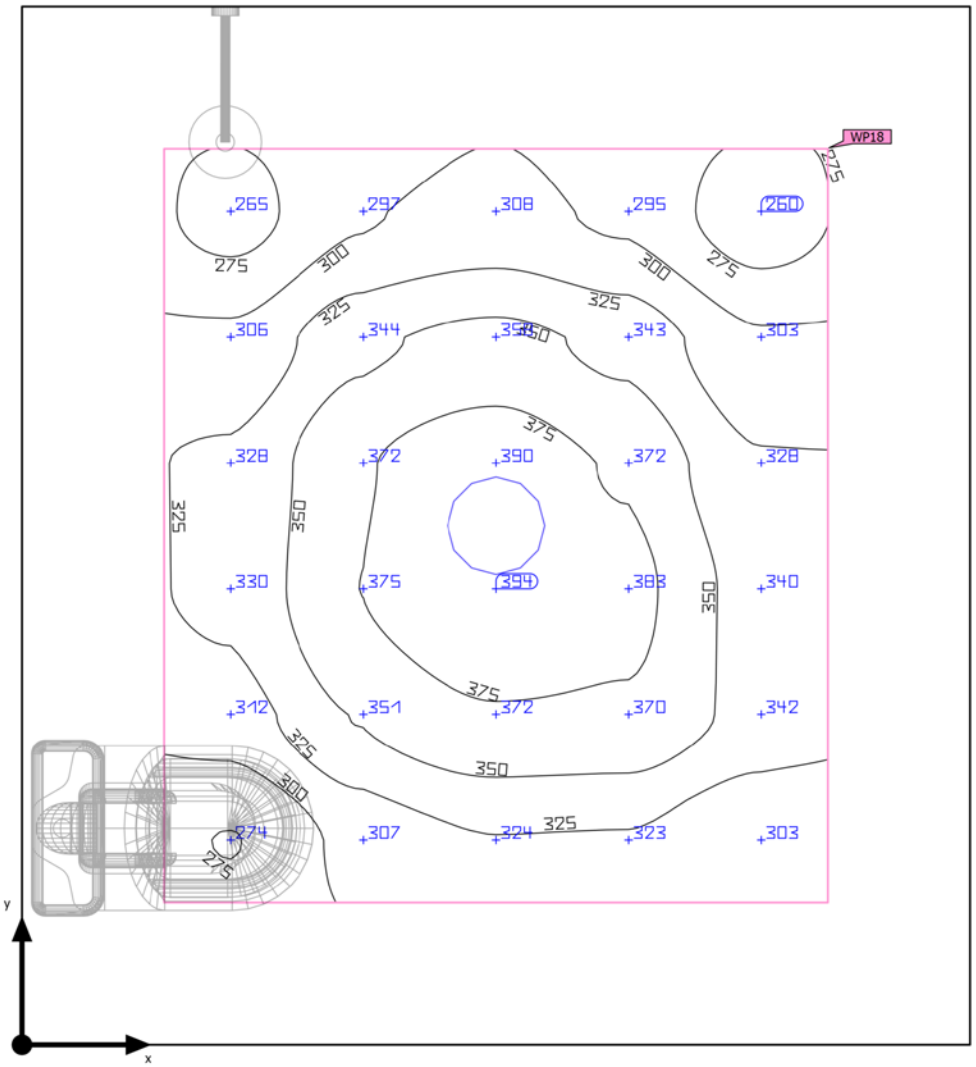
Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 1

Descrição

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 1 (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	4.83 m²

Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.315 m

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 1 (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	332 lx	≥ 200 lx	✓	WP18
	U_o	0.78	≥ 0.40	✓	WP18
	Potência de ligação específica	10.59 W/m²	–		
		3.19 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	21.4 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	5.38 W/m²	–		
		1.62 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.100 m x 2.300 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

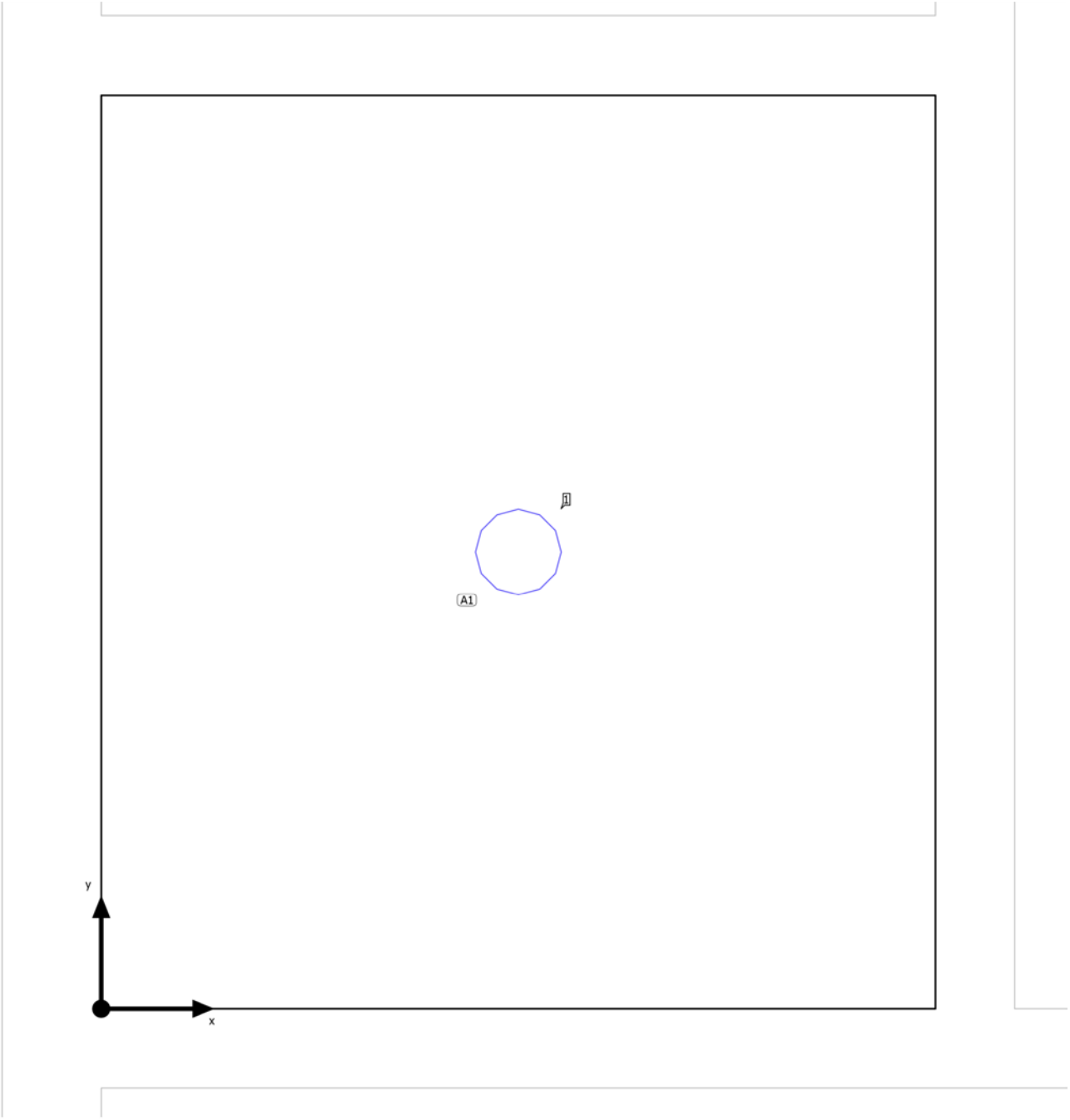
Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

Lista de luminárias

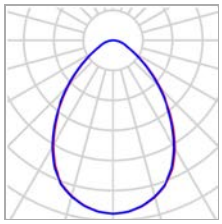
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	–	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 1

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	26.0 W
N° do artigo	EF41-E13000840	$\Phi_{Luminária}$	2904 lm
Nome do artigo	EF41-E13000840		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF41-E13000840

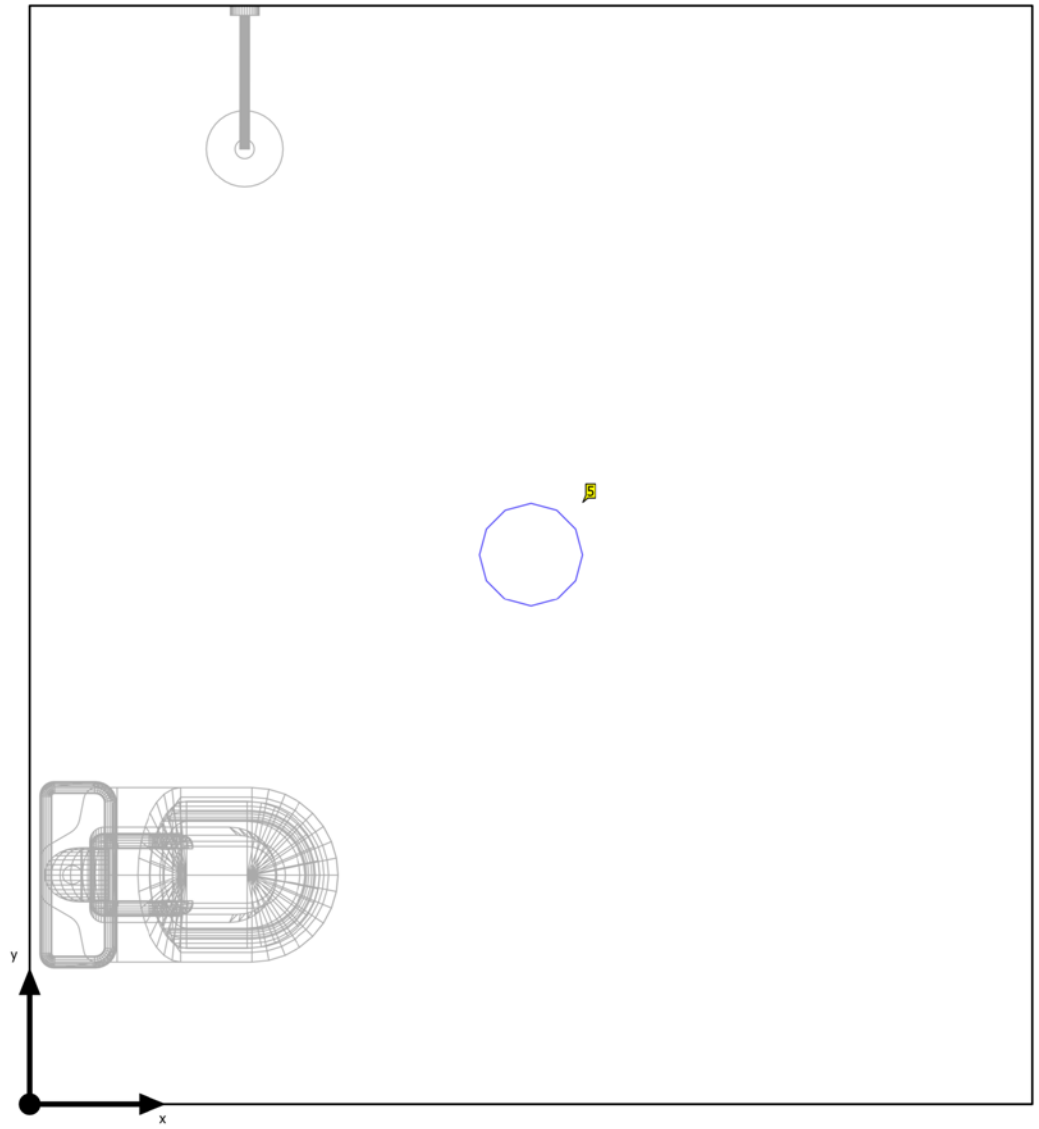
Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.050 m / 1.150 m / 2.800 m	1.050 m	1.150 m	2.800 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.300 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.100 m				
Distribuição	A1				

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
2904 lm	26.0 W	111.7 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Grupo de controlo CG 2



Grupos de controlo

Grupo de controlo	CG 2
Cenário de Luz 1	100

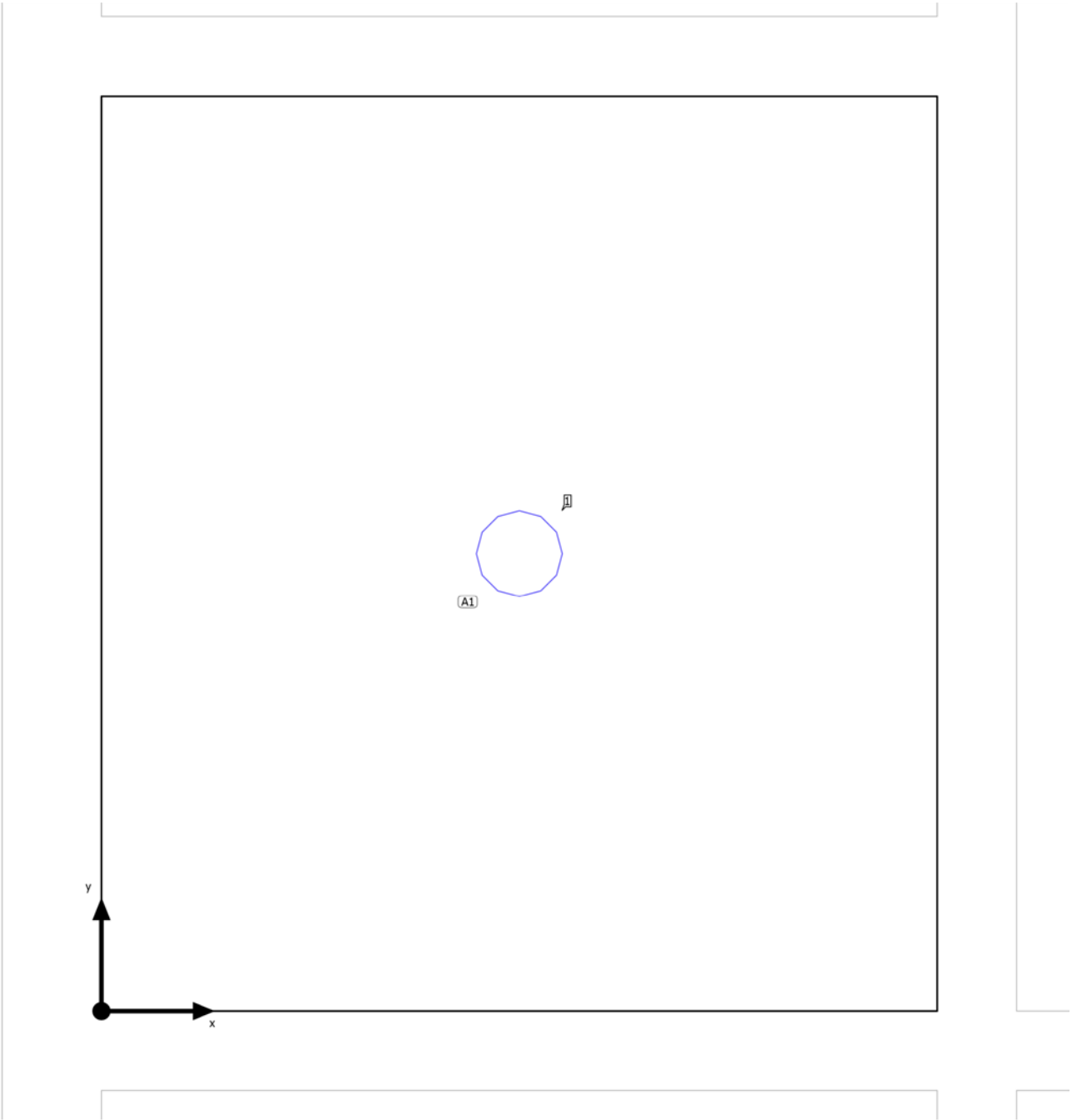
Valores de variação [%]

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Índice
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	5

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 3

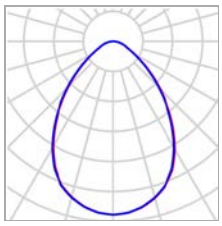
Descrição

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE FEM. 3

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	26.0 W
N° do artigo	EF41-E13000840	$\Phi_{Luminária}$	2904 lm
Nome do artigo	EF41-E13000840		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF41-E13000840

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.050 m / 1.150 m / 2.800 m	1.050 m	1.150 m	2.800 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.300 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.100 m				
Distribuição	A1				

Lista de luminárias

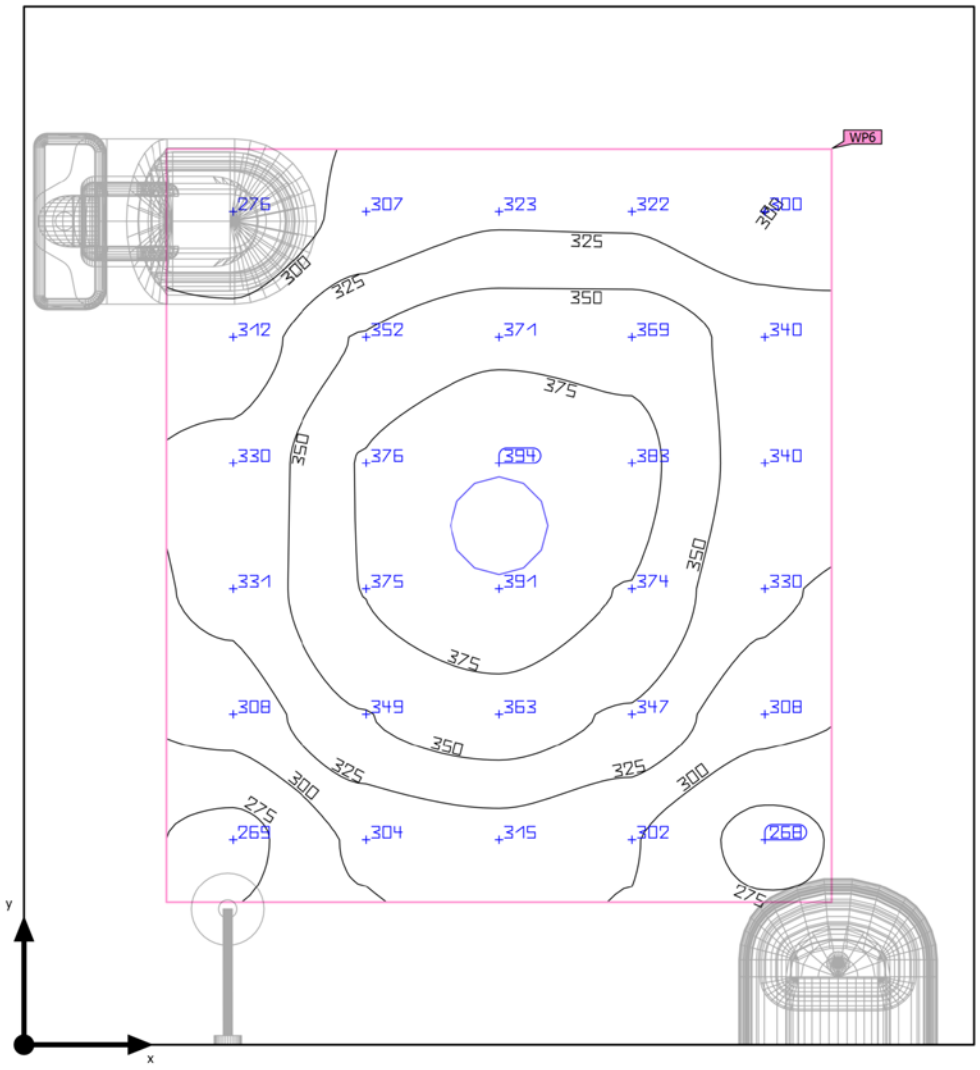
Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
2904 lm	26.0 W	111.7 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 2

Descrição

Resumo



Superfície básica	4.82 m²
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.0 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.315 m

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 2 (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	334 lx	≥ 200 lx	✓	WP6
	U_o	0.80	≥ 0.40	✓	WP6
	Potência de ligação específica	10.62 W/m²	–		
		3.18 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	21.4 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	5.39 W/m²	–		
		1.61 W/m²/100 lx	–		

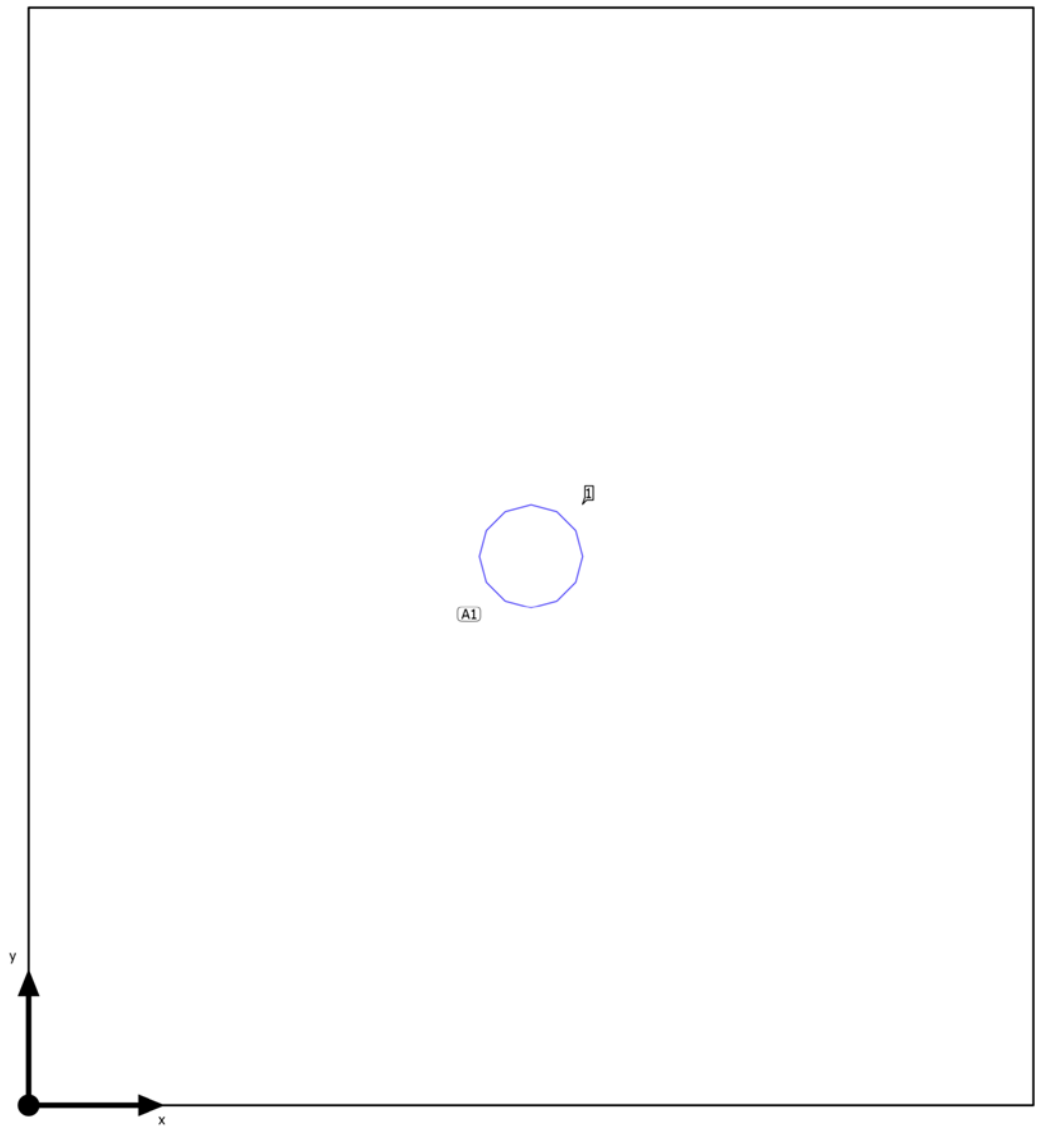
(1) Baseado num espaço retangular de 2.295 m x 2.100 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

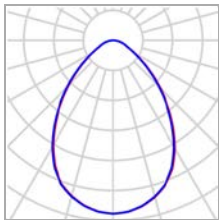
Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	–	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	26.0 W
N° do artigo	EF41-E13000840	$\Phi_{Luminária}$	2904 lm
Nome do artigo	EF41-E13000840		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF41-E13000840

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.050 m / 1.148 m / 2.800 m	1.050 m	1.148 m	2.800 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.295 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.100 m				
Distribuição	A1				

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 2

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
2904 lm	26.0 W	111.7 lm/W

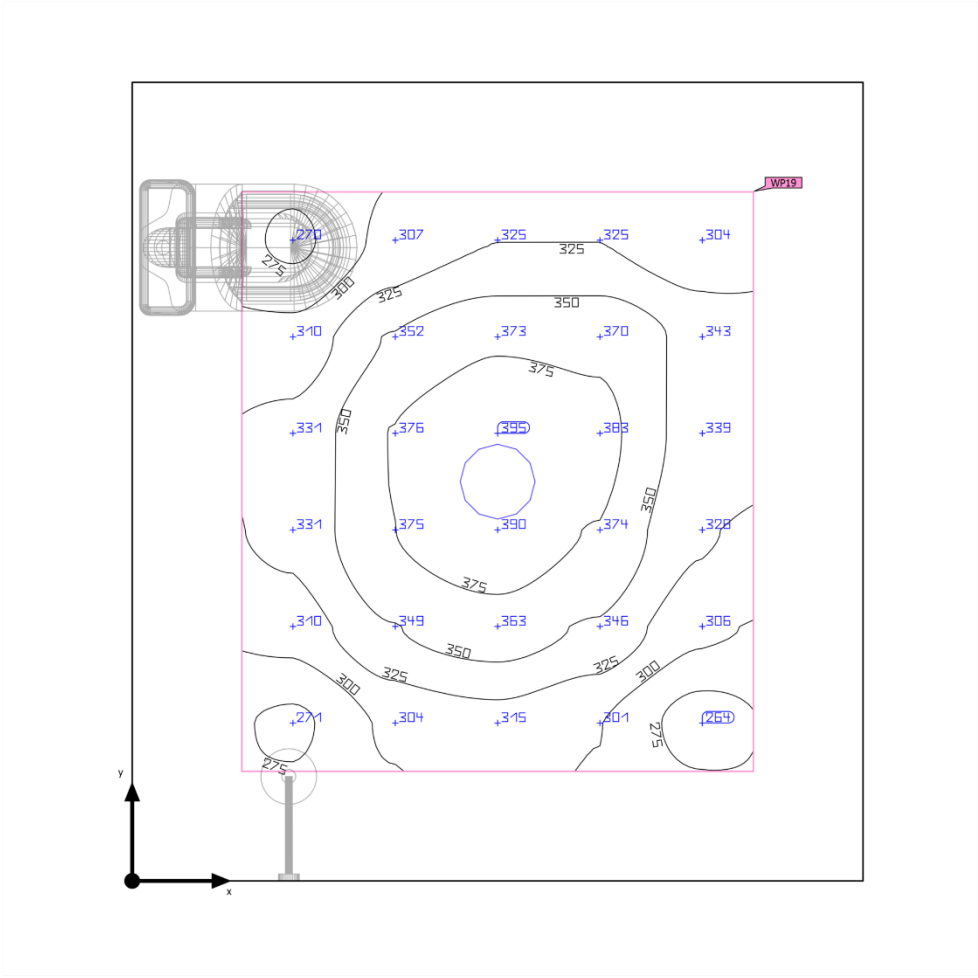
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4

Descrição

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4 (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	4.82 m²

Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 50.1 %,
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)

Altura de montagem	2.800 m
Altura Plano de	0.800 m
Zona marginal	0.315 m

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4 (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	334 lx	≥ 200 lx	✓	WP19
	U_o	0.79	≥ 0.40	✓	WP19
	Potência de ligação específica	10.62 W/m²	–		
		3.18 W/m²/100 lx	–		
Dimensões de	Consumo	21.4 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	5.39 W/m²	–		
		1.61 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.295 m x 2.100 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.4 Vestiário, lavabos, casas de banho e toaletes)

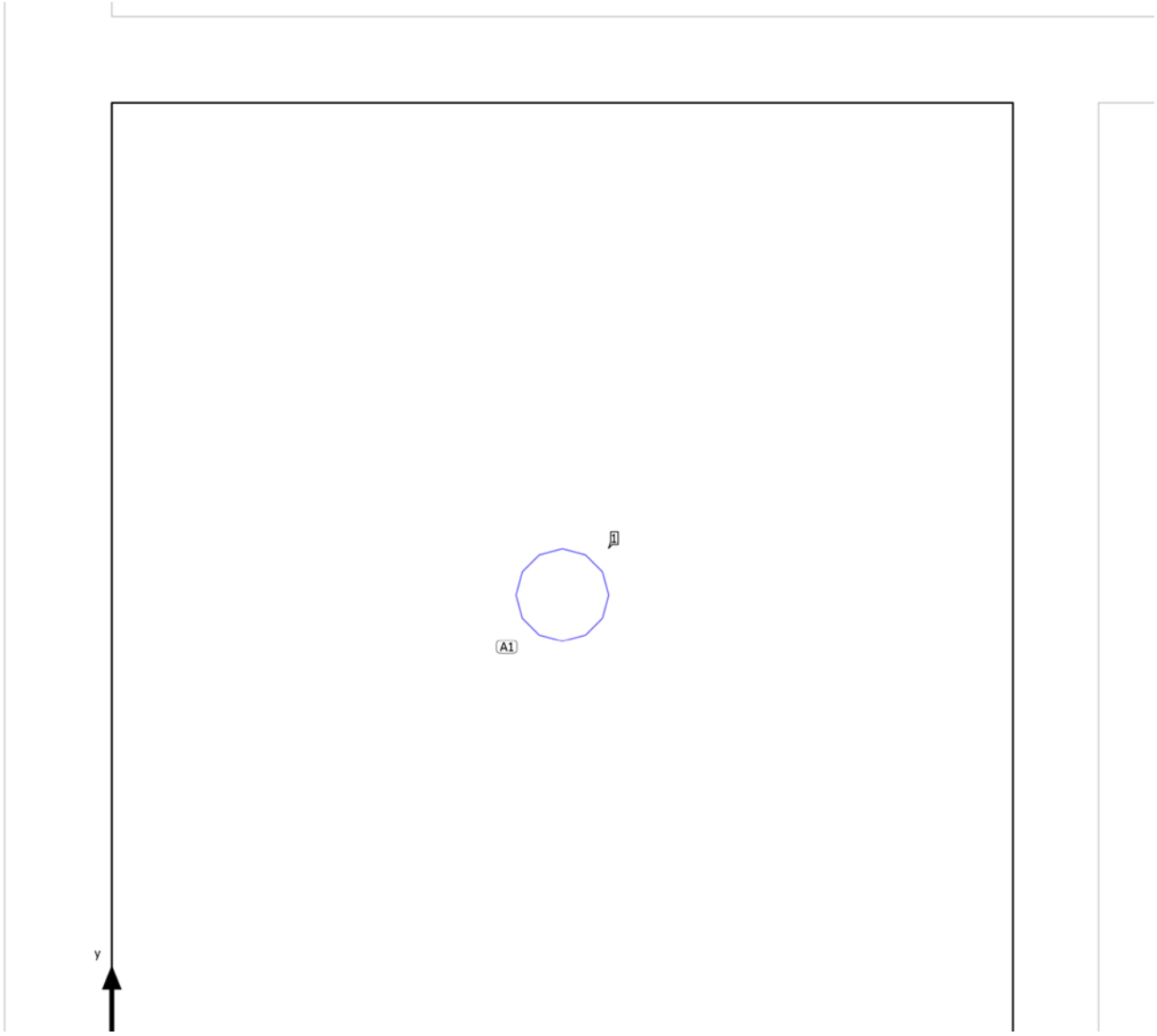
Lista de luminárias

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	–	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

105

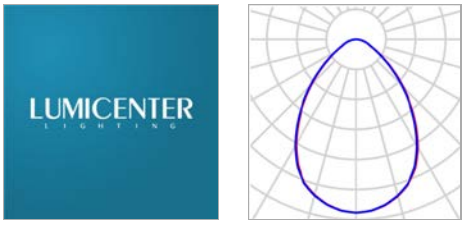
Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4

Esquema de posição de luminárias



Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4

Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	26.0 W
N° do artigo	EF41-E13000840	$\Phi_{Luminária}$	2904 lm
Nome do artigo	EF41-E13000840		
Equipagem	1x		

1 x Lumicenter Lighting EF41-E13000840

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.050 m / 1.148 m / 2.800 m	1.050 m	1.148 m	2.800 m	1
direção X	1 Un., Centro - centro, 2.295 m				
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.100 m				
Distribuição	A1				

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4

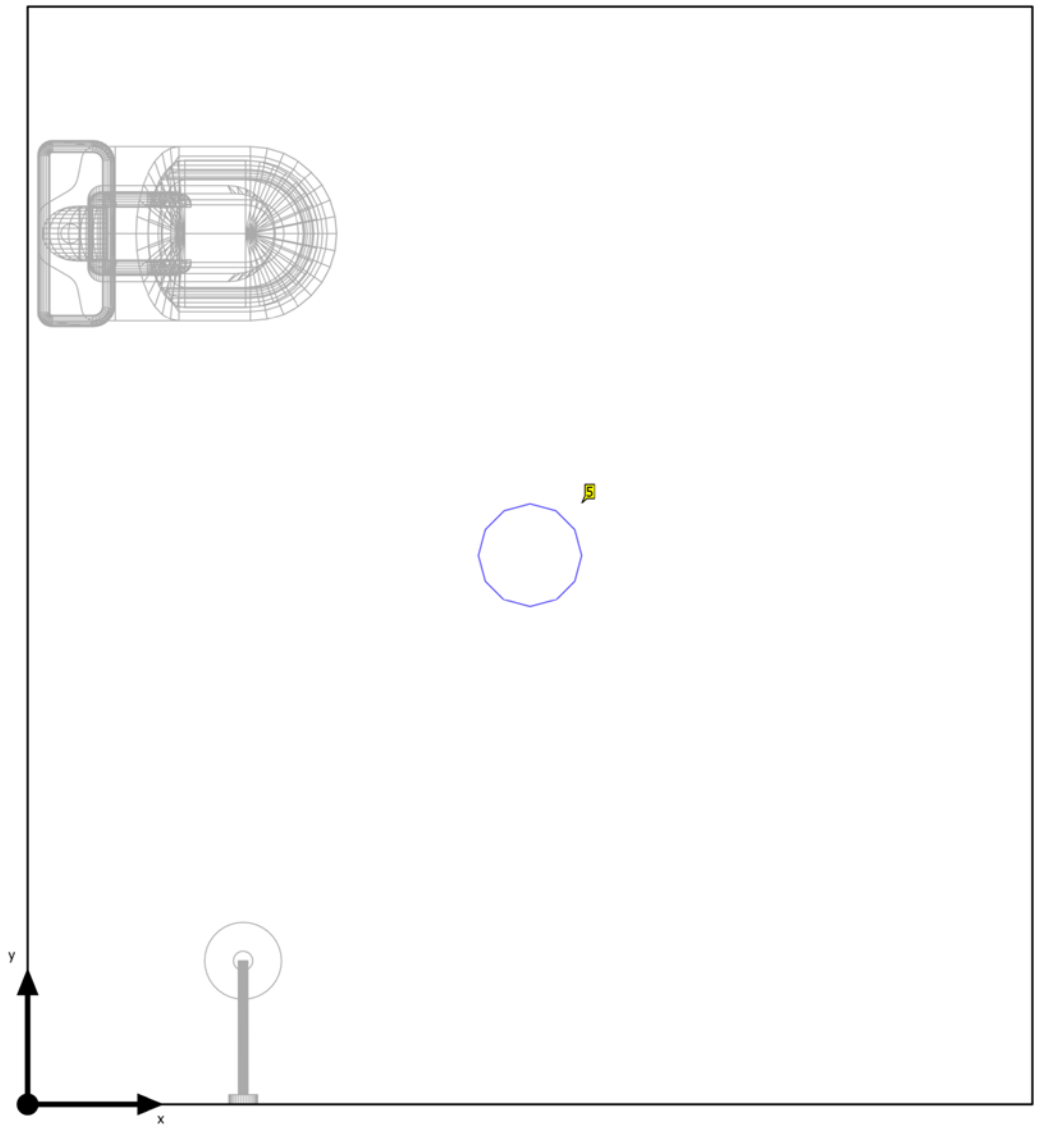
Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
2904 lm	26.0 W	111.7 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	2904 lm	111.7 lm/W

Construção · Térreo · 14 - SANIT./VEST. PNE MASC. 4

Grupo de controlo CG 2



Grupos de controlo

Grupo de controlo	CG 2
Cenário de Luz 1	100

Valores de variação [%]

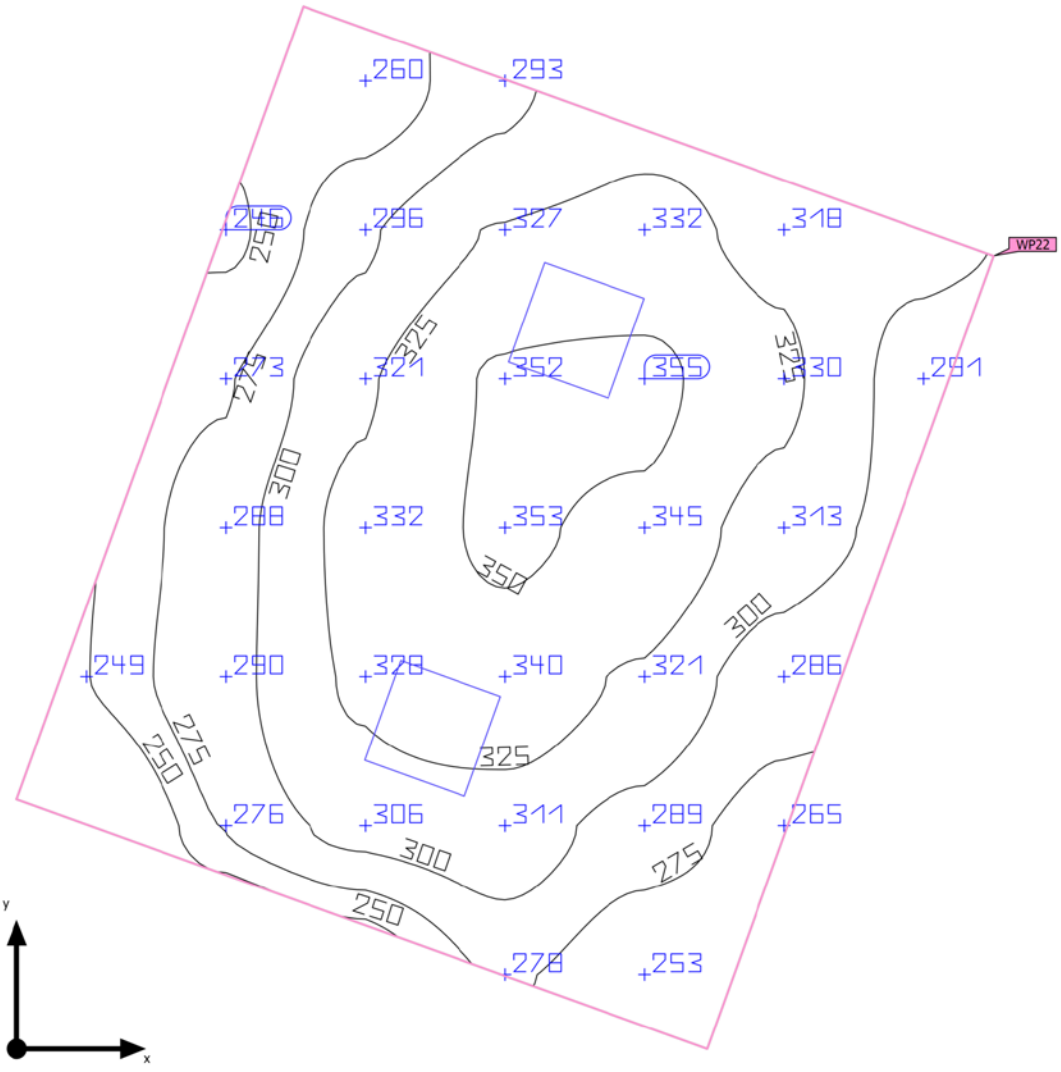
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Índice
1	Lumicenter Lighting	EF41-E13000840	EF41-E13000840	26.0 W	5

Construção · Térreo · 15 - GUARITA

Descrição

Construção · Térreo · 15 - GUARITA (Cenário de Luz 1)

Resumo



Superfície básica	4.97 m²		
Grau de reflexão	Tecto: 0.0 %, Paredes: 50.0 %,	Altura de montagem	2.600 m
		Altura Plano de	0.700 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

Construção · Térreo · 15 - GUARITA (Cenário de Luz 1)

Resumo

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	304 lx	≥ 300 lx	✓	WP22
	U_o	0.81	≥ 0.40	✓	WP22
Dimensões de	Consumo	5.00 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓	
Área	Potência de ligação específica	7.45 W/m²	–		
		2.45 W/m²/100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.388 m x 2.080 m e SHR de 0.25.
(2) Calculado com DIN:18599-4.

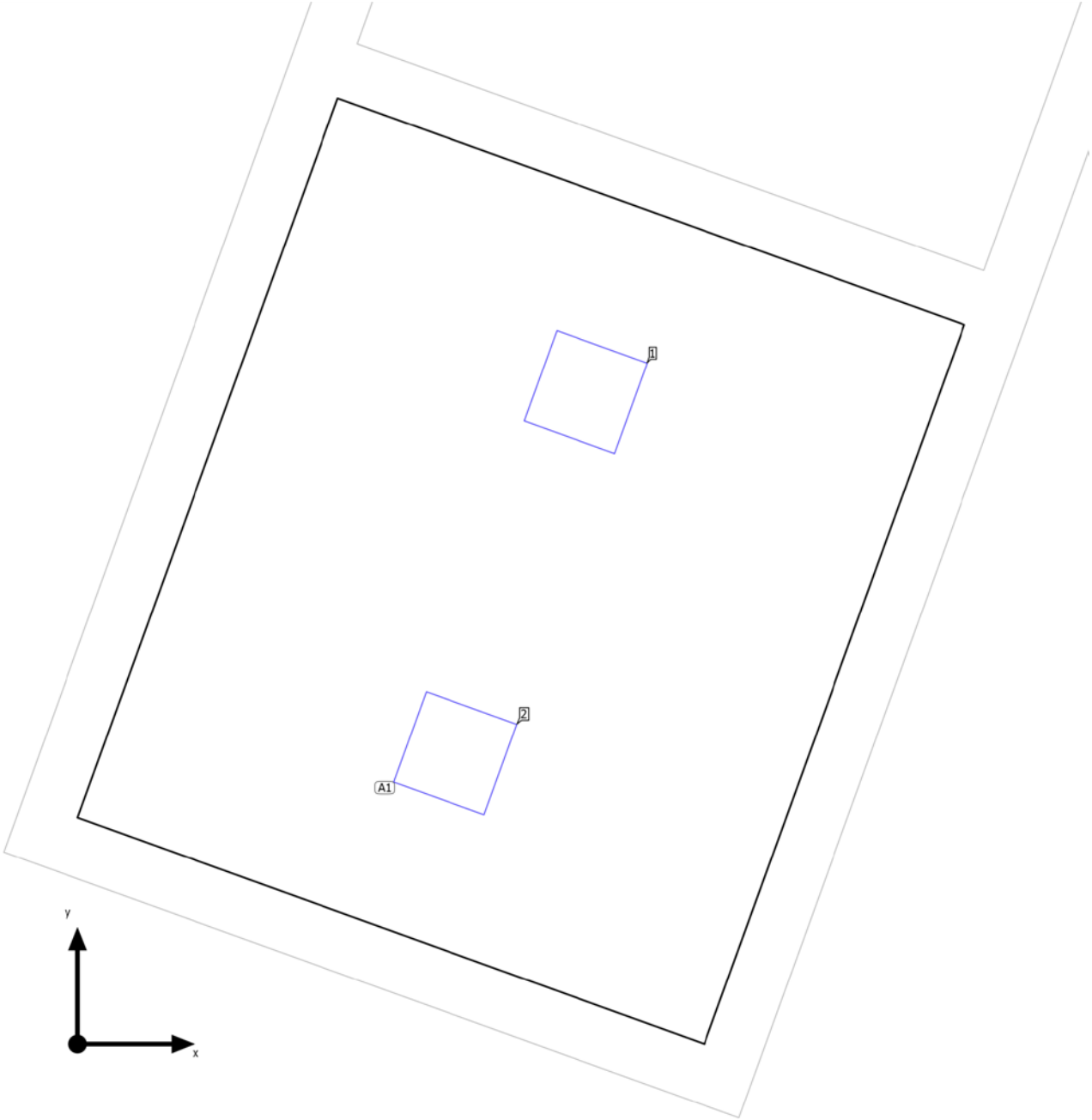
Perfil de utilização: Escritórios (34.1 Depósito, cópias, etc.)

Lista de luminárias

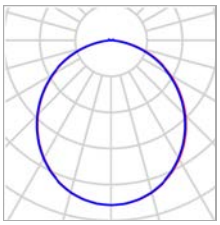
Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	–	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

Construção · Térreo · 15 - GUARITA

Esquema de posição de luminárias



Esquema de posição de luminárias



Fabricante	Lumicenter Lighting	P	18.5 W
N° do artigo	EF75-E2000850	$\Phi_{Luminária}$	1801 lm
Nome do artigo	EF75-E2000850		
Equipagem	1x		

2 x Lumicenter Lighting EF75-E2000850

Tipo	Distribuição de campo	X	Y	Altura de montagem	Luminária
1. Luminárias (X/Y/Z)	1.178 m / 0.908 m / 2.600 m	1.586 m	2.035 m	2.600 m	1
direção X	2 Un., Centro - centro, 1.199 m	1.178 m	0.908 m	2.600 m	2
direção Y	1 Un., Centro - centro, 2.100 m				
Distribuição	A1				

Construção · Térreo · 15 - GUARITA

Lista de luminárias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimento luminoso
3602 lm	37.0 W	97.4 lm/W

Un.	Fabricante	N° do artigo	Nome do artigo	P	Φ	Rendimento luminoso
2	Lumicenter Lighting	EF75-E2000850	EF75-E2000850	18.5 W	1801 lm	97.3 lm/W

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		**Código:** ELP-092PR-209-650-EDI-EXE-MD-P2-003	**Revisão:** 01
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 01/17

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: MEMORIAL DESCRIVITO SPDA - GERENCIAMENTO DE RISCOS		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes

Observação:

01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	31/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. NORMAS TÉCNICAS 3
3. JUSTIFICATIVA 3
4. CONFIGURAÇÃO DOS SUBSISTEMAS 6
4.1 PRÉDIO PRINCIPAL PPD – NIVEL DE PROTEÇÃO: III 6
- SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO 6
- SUBSISTEMA DE DESCIDAS 6
- ANÉIS INTERMEDIÁRIOS 7
- SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO 7

4.2 ARÉA DE ESTACIONAMENTO – NIVEL DE PROTEÇÃO: I 7
- SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO 7
- SUBSISTEMA DE DESCIDAS 7
- ANÉIS INTERMEDIÁRIOS 7
- SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO 7

ANEXO 1 – CÁLCULOS E METODOLOGIA 8
5. METODOLOGIA 9
6. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO 12
6.1 ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RISCOS 13
6.2 DADOS E PARÂMETROS DA ESTRUTURA 14
6.3 DADOS GERAIS DAS LINHAS DA ESTRUTURA 14
6.4 ZONA 1 16
6.5 VERIFICAÇÃO DO RISCO – RZONA1 17

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial fixa as condições em que se desenvolverão o projeto e execução do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas do PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS – PPD, especificamento da edificação principal, seus anexos e área de estacionamento.

2. NORMAS TÉCNICAS

O gerenciamento de risco e o projeto fundamentou-se nas normas da ABNT, destacando-se entre outras:

- NBR 5419-1 – Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Princípios Gerais;
- NBR 5419-2 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Gerenciamento de Riscos;
- NBR 5419-3 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Danos Físicos a Estrutura e Perigo a Vida;
- NBR 5419-4 - Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura;
- NBR 5410/2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

3. JUSTIFICATIVA

A edificação em questão possui um prédio principal, anexos e uma área de estacionamento. O estudo foi elaborado individualmente. Para os anexos – guarita, sala do gerador e área de resíduos – não foi constatada a necessidade de SPDA; porém, foram aplicadas as MPS.

Para o prédio principal, foi constatada a necessidade de SPDA nivel III (ANEXO A – CÁLCULOS E METODOLOGIA). O método de proteção escolhido foi o método das malhas, sendo a captação natural realizada por meio das telhas metálicas. Para garantir a proteção contra descargas diretas na estrutura, foram propostos minicaptores e barra chata de alumínio ao redor da edificação.

Para o sistema de descida, foi proposta a instalação de barras de aço galvanizado de Ø 3/8″ x 3,40 m (70mm²) fixadas às ferragens dos pilares estruturais, que serão conectadas ao sistema de captação e ao sistema de aterramento. O sistema de aterramento será executado de forma a percorrer todo o perímetro externo da estrutura, composto por cabo de cobre nu encordoado de 50mm² (diâmetro de cada fio de 3mm), enterrado na horizontal. Para complementação dos eletrodos horizontais, deverão ser instalados eletrodos verticais de cobre do tipo Haste Copperweld, com dimensões de 5/8” x 2,4m e revestimento em alta camada.

A malha de captação deverá estar de acordo com a Tabela 2 da NBR 5419/2015 – Volume 3. As distâncias entre as descidas devem seguir a Tabela 4 da NBR 5419/2015 – Volume 3, e a espessura mínima da telha para captação natural deve atender à especificação da Tabela 3 da NBR 5419-3.

Para a Proteção contra Descargas Atmosféricas da área de estacionamento do PPD, foi considerado o Nível I, conforme a ABNT NBR 5419. Embora essa norma vise à proteção de estruturas (edificações) contra descargas atmosféricas, suas diretrizes foram utilizadas para definir a proteção contra descargas diretas na área do estacionamento. No entanto, essa medida não é completa nem totalmente eficaz contra tensões de passo e de toque, devido à área ser aberta, devido a isso, devem ser seguidas as recomendações e procedimentos de alerta e evacuação contidos na NBR 16785/2019 – Proteção contra Descargas Atmosféricas – Sistemas de Alerta de Tempestades Elétricas para a proteção em áreas abertas.

Para essa área, foi considerado o método eletrogeométrico de Esfera Rolante, com a captação formada pela instalação de cordoalhas de aço galvanizado 3/8" EHS acima do estacionamento, formando um volume de proteção. Essas cordoalhas são ancoradas em postes localizados em lados opostos da área do PPD e mini captores formadas por hastes cantoneiras no topo de cada poste. Para a descida, foi utilizada a própria estrutura metálica do poste. O sistema de aterramento foi projetado com uma malha ao redor da área, conectando todos os postes e demais malhas, complementadas por eletrodos verticais de cobre do tipo Haste Copperweld, com dimensões de 5/8” x 2,4 m.

-	Método de Proteção:		
Classe do SPDA	Raio da esfera rolante – R (m)	Máximo afastamento dos condutores da malha (m)	Ângulo de proteção (α°)
III	45	15x15	Ver figura 1 NBR 5419-3:2015 Pág. 11

Tabela Tabela 2 da NBR 5419/2015 – Volume 3

Classe do SPDA	Distâncias (m)
III	15
NOTA: É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20% de tolerância além dos valores acima	

Tabela 4 da NBR 5419/2015 – Volume 3

Tabela 3 – Espessura mínima de chapas metálicas ou tubulações metálicas em sistemas de captação

Classe do SPDA	Material	Espessura [a] *t* mm	Espessura [b] *t'* mm
I a IV	Chumbo	–	2,0
	Aço (inoxidável, galvanizado a quente)	4	0,5
	Titânio	4	0,5
	Cobre	5	0,5
	Alumínio	7	0,65
	Zinco	–	0,7

[a] *t* previne perfuração, pontos quentes ou ignição.
[b] *t'* somente para chapas metálicas, se não for importante prevenir a perfuração, pontos quentes ou problemas com ignição.

Tabela 3 da NBR 5419-3

4. CONFIGURAÇÃO DOS SUBSISTEMAS

4.1 PRÉDIO PRINCIPAL PPD – NIVEL DE PROTEÇÃO: III

- **SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO**
- **Método:** Malhas
- **Captação:** Telha metaica espessura de acordo com Tabela 3 da NBR 5419-3, Barra chata de alumínio, 7/8"x1/8"x3m, Minicaptor barra de alumínio 7/8 x 1/8 x 600mm

- **SUBSISTEMA DE DESCIDAS**
- Número mínimo de descidas: 6.
- Condutor: Barras de aço galvanizado de Ø 3/8″ x 3,40 m (70mm²)
- Proteção mecânica: Interno a estrututura
- Proteção contrachoque: Interno a estrututura

- **ANÉIS INTERMEDIÁRIOS**
- **Número de anéis:** não há anéis intermediários.

- **SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO**
- O aterramento será através de cabo de cobre nu com seção de 50mm2. A recomendação da norma NBR 5419:2015-3, é que seja circundando o perímetro da edificação, enterrado a no mínimo 50cm de profundidade e afastado em aproximadamente de 1 metro das paredes ou das descidas.

4.2 ARÉA DE ESTACIONAMENTO – NIVEL DE PROTEÇÃO: I

- **SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO**
- **Método:** Eletrogeométrico de Esfera Rolante
- **Captação:** Cordoalhas de aço galvanizado 3/8" EHS e mini captores formadas por hastes cantoneiras.

- **SUBSISTEMA DE DESCIDAS**
- **Distância mínima das descidas**: 10m.
- **Condutor:** Natural pela estrutura do poste metalico

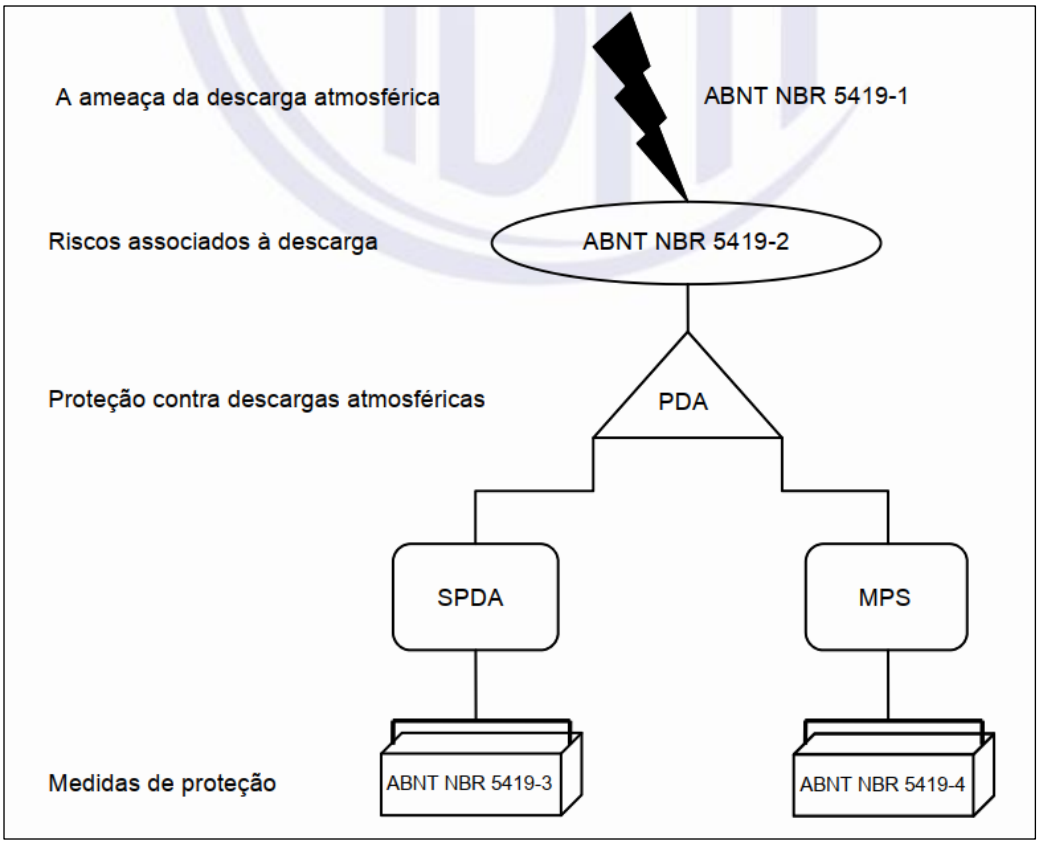
- **ANÉIS INTERMEDIÁRIOS**
- **Número de anéis:** não há anéis intermediários.

- **SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO**
- O sistema de aterramento foi projetado com uma malha ao redor da área, conectando todos os postes e demais malhas, complementadas por eletrodos verticais de cobre do tipo Haste Copperweld, com dimensões de 5/8” x 2,4 m

ANEXO 1 – CÁLCULOS E METODOLOGIA

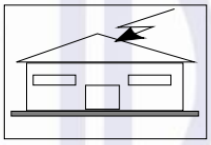
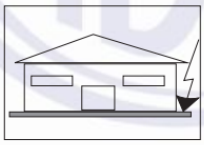
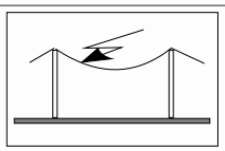
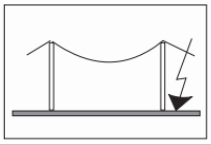
5. METODOLOGIA

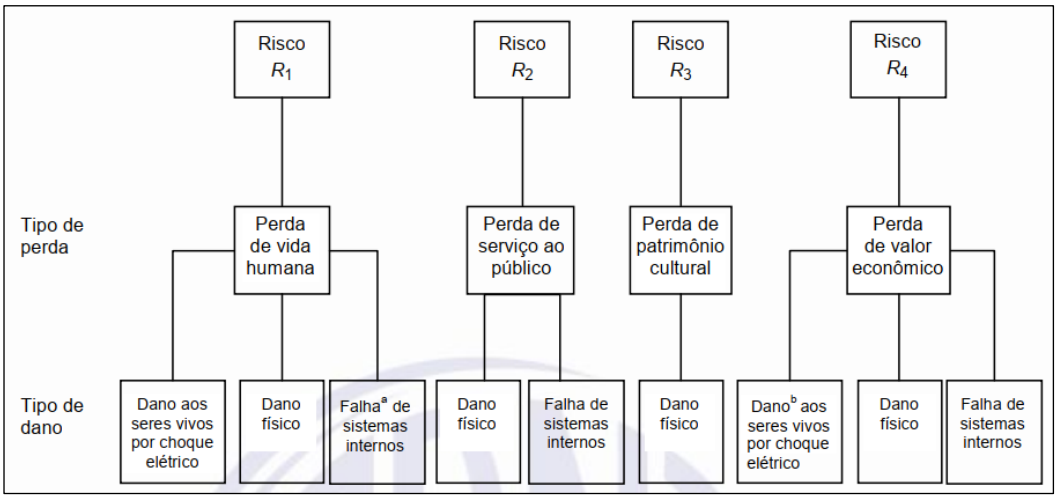
As medidas de proteção são necessárias para redução dos riscos associados às descargas atmosféricas, sendo que a escolha das medidas adequadas é determinada durante a elaboração do gerenciamento de risco. A Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA) pode ser compreendida como o sistema completo de proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, incluindo seus sistemas internos e conteúdo, assim como as pessoas.



Através do gerenciamento de risco são determinadas as condições mínimas para o dimensionamento e especificação dos componentes do SPDA e das MPS.

Para o desenvolvimento do projeto de PDA devem ser considerados os tipos de danos e perdas aplicáveis nas edificações analisadas. Devem ser calculados os riscos correspondentes em cada zona de acordo com as premissas consideradas, garantindo a redução dos riscos a um valor considerado tolerável.

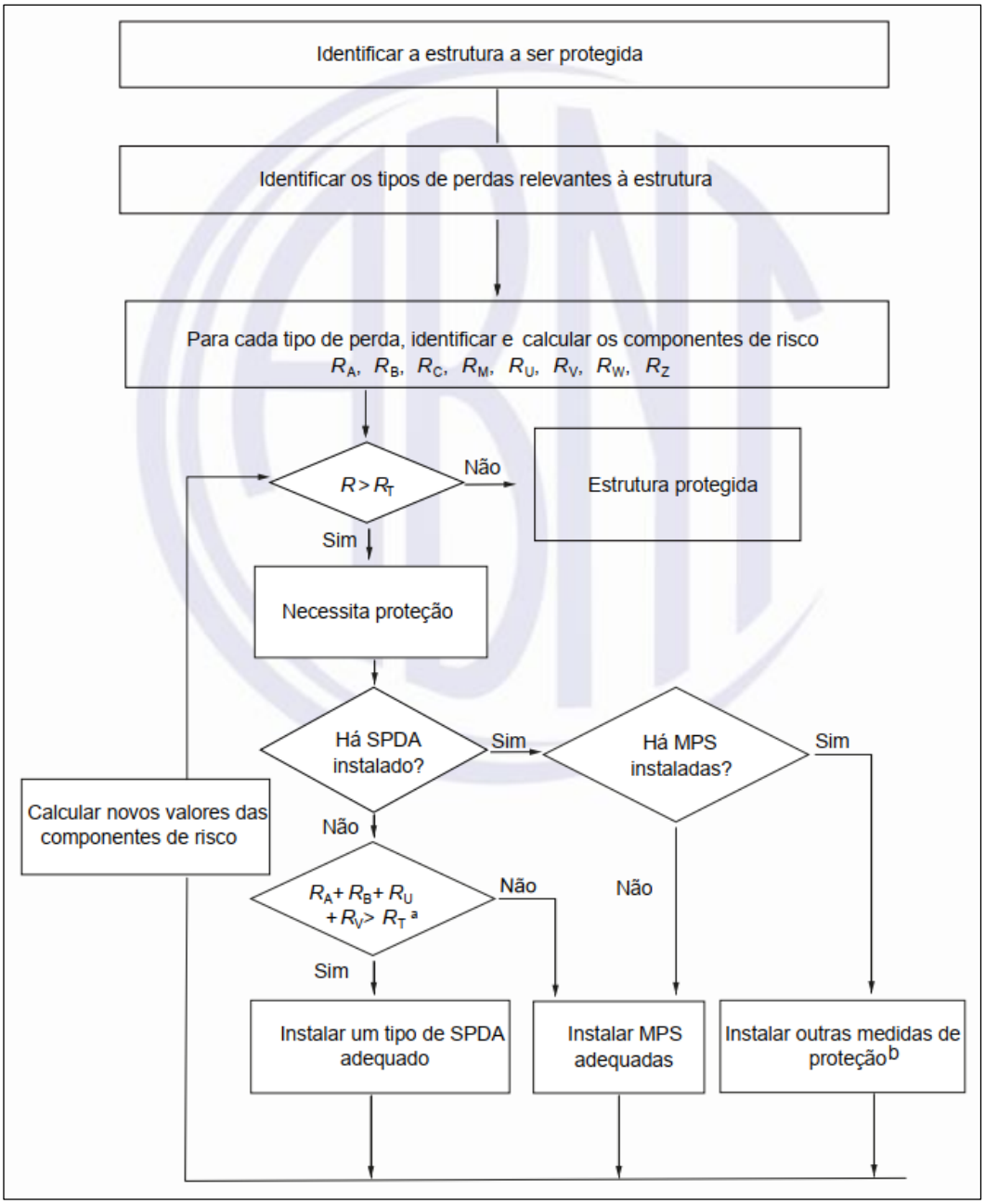
Ponto de impacto		Fonte de dano	Tipo de dano	Tipo de perda
Estrutura		S1	D1 D2 D3	L1, L4[a] L1, L2, L3, L4 L1[b], L2, L4
Nas proximidades de uma estrutura		S2	D3	L1[b], L2, L4
Linhas elétricas ou tubulações metálicas conectadas à estrutura		S3	D1 D2 D3	L1, L4[a] L1, L2, L3, L4 L1[b], L2, L4
Proximidades de uma linha elétrica ou tubulação metálica		S4	D3	L1[b], L2, L4



A metodologia para desenvolvimento do gerenciamento de risco tem como o base o texto da NBR 5419-2, onde são apresentadas as equações e as variáveis que devem ser

determinadas visando a implementação de medidas de proteção que reduzam os riscos e os efeitos das descargas atmosféricas.

O procedimento para avaliação da necessidade de proteção é iterativo e deve ser efetuado de forma sequencial conforme está representado abaixo



6. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

SETOR	EDIFICAÇÃO
EDIFICIO	Zona 01

Foram determinadas as condições e características básicas do empreendimento para que fossem analisados os tipos de danos, perdas e riscos inerentes no que tange à incidência de descargas atmosféricas diretas e indiretas nas estruturas, nas linhas de energia e sinal e em suas proximidades, observando as particularidades das edificações e a correlação entre os parâmetros estabelecidos nas normativas aplicáveis.

As edificações foram classificadas conforme a utilização e as características básicas para a realização dos cálculos do gerenciamento de risco, tendo em vista adotar medidas de proteção mais eficientes conforme as particularidades da edificação. Para concepção do projeto, as estruturas foram subdivididas em zonas, conforme indicado a seguir:

ZONAS DAS ESTRUTURAS - Z_S		
EDIFICAÇÃO/ESTRUTURA	**ZONA**	**DESCRIÇÃO**
EDIFICIO	Z1	ZONA 01

A população foi obtida através da contagem das áreas de ocupação permanente do empreendimento, que no total foi estimado 43 pessoas.

6.1 ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RISCOS

Cada componente de risco (R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z) pode ser expressa pela seguinte equação geral:

$$\boldsymbol{R_X = N_X \times P_X \times L_X}$$

Onde:

N_X → é o número de eventos perigosos por ano;

P_X → é a probabilidade de dano à estrutura;

L_X → é a perda consequente.

Para cada tipo de perda que pode aparecer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado, sendo que que os componentes relevantes devem ser definidos e calculados conforme as características das edificações. Cada risco *R* é a soma dos seus componentes de risco, seguindo conforme abaixo:

R_1 → risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);

R_2 → risco de perda de serviço ao público;

R_3 → risco de perda de patrimônio cultural;

R_4 → risco de perda de valores econômicos.

O risco calculado deve ser comparado com o risco tolerável R_T para que sejam verificadas as medidas de proteção adotadas. Os valores típicos obtidos em norma estão transcritos abaixo.

VALORES TÍPICOS DE R_T	
TIPO DE PERDA	**R_T (y^{-1})**
L1 – Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	$\mathbf{10^{-5}}$
L2 – Perda de serviço ao público	$\mathbf{10^{-3}}$
L3 – Perda de patrimônio cultural	$\mathbf{10^{-4}}$
L4 – Perda de valor econômico	$\mathbf{10^{-4}}$

Para o empreendimento em questão foram analisados os componentes de risco relativos ao risco R_1 E R_2. Os parâmetros e valores obtidos durante a análise e gerenciamento de risco serão apresentados de forma objetiva a seguir neste documento.

6.2 DADOS E PARÂMETROS DA ESTRUTURA

O estudo foi feito considerando o formato simples prismático, quAdrado ou retângulo.

DIMENSÕES DA ESTRUTURA		
Comprimento (m)	**Largura (m)**	**Altura (m)**
9	9	4,90

CARACTERÍSITICAS DA ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE			
Parâmetros de entrada	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km^2/ano)	Valor obtido nos mapas do Anexo F (NBR5419-2)	***NG***	**8,00**
Área de exposição equivalente da estrutura (m²)	Foi considerada uma estrutura com formato retangular	***AD***	**82,44**
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada: nenhum outro objeto na vizinhança	***CD***	**1,00**
SPDA instalado	Estrutura não protegida por SPDA	***PB***	**0,10**

6.3 DADOS GERAIS DAS LINHAS DA ESTRUTURA

DADOS DA LINHA DE ENERGIA			
Parâmetros de entrada	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Comprimento (m)	Foi estimado e considerado o comprimento da linha elétrica desde o ponto de entrega em BT	***LL/p***	**100**
Fator de Instalação	Enterrado	***CI/p***	**0,50**
Fator tipo da linha	Linha de energia AT	***CT/p***	**0,2**
Fator ambiental	Suburbano	***CE***	**0,50**
Blindagem da linha	Não blindada ou com blindagem não interligada ao mesmo barramento	***RS/p***	**-**
Blindagem, aterramento, isolação	Linha aérea não blindada	***CLD/p***	**1,0**
		CLI/p	**1,0**

DADOS DA ESTRUTURA ADJACENTE – LINHA DE ENERGIA			
Parâmetros de entrada	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Dimensões (m)	Foram estimadas as características da estrutura adjacente correspondente à linha de energia (Centro de Medição, Sala de Quadros e afins)	***LJ/p*** ***WJp*** ***HJ/p***	**10,00** **10,00** **10,00**
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	***CDJ/p***	**0,50**
Tensão suportável do sistema interno (kV)	Tensão suportável – 1kV	***UW/p***	**6,0**
Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema	Parâmetros resultantes	***KS4/p***	**0,2**
Probabilidade de redução de danos – descargas na linha		***PLD/p***	**1,0**
Probabilidade de redução de danos – descargas perto da linha		***PLI/p***	**0,1**

DADOS DA LINHA DE SINAL			
Parâmetros de entrada	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Comprimento (m)	Foi estimado e considerado o comprimento da linha de sinal desde o ponto de fornecimento	***LL/t***	**100**
Fator de Instalação	Enterrado	***CI/t***	**0,5**
Fator tipo da linha	Linha de sinal	***CT/t***	**1,0**
Fator ambiental	Suburbano	***CE***	**0,50**
Blindagem da linha	Não blindada ou com blindagem não interligada ao mesmo barramento	***RS/t***	**-**
Blindagem, aterramento, isolação	Linha enterrada blindada (energia ou sinal) #Blindagem NÃO interligada	***CLD/t***	**1,0**
		CLI/t	**0,3**

DADOS DA ESTRUTURA ADJACENTE – LINHA DE SINAL			
Parâmetros de entrada	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Dimensões (m)	Foram estimadas as características da estrutura adjacente correspondente à linha de sinal (DG, Sala de equipamentos e afins)	***LJ/t*** ***WJt*** ***HJ/t***	**10,00** **10,00** **10,00**
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	***CDJ/t***	**1,00**
Tensão suportável do sistema interno (kV)	Tensão suportável – 1kV	***UW/t***	**1,0**
Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema	Parâmetros resultantes	***KS4/t***	**1,0**
Probabilidade de redução de danos – descargas na linha		***PLD/t***	**1,0**
Probabilidade de redução de danos – descargas perto da linha		***PLI/t***	**1,0**

6.4 ZONA 1

CARACTERÍSITCAS DA ZONA DE EXPOSIÇÃO – ZONA 1				
Parâmetros de entrada		**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Tipo de piso		Mármore, cerâmica	*r*t	1,00E-05
Proteção contra choque – descargas na estrutura		Restrições físicas ou estruturas do edifício utilizada como subsistema de descida	*P*TA	0,00
Proteção contra choque – descargas na linha		Nenhuma medida de proteção	*P*TU	0,10
Risco de incêndio ou Explosão		Risco NORMAL de incêndio	*r*f	1,00E-02
Proteção contra incêndio		Extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo	*r*p	0,50
Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura		Sem blindagem espacial	*K*S1	1,00
Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura			*K*S2	1,00
Fator relevante às características do cabeamento interno	Energia	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	*K*S3/p	0,0001
	Sinal	Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	*K*S3/t	0,0100
Probabilidade de redução de danos – tensão suportável		DPS tipo I	*PEB*	0,010
Probabilidade de redução de danos – coordenação de DPS		Sistema de DPS coordenado tipo II	*P*SPD	0,020

TIPOS DE PERDA DE VIDA HUMANA – L1			
Parâmetro	**Comentário**	**Símbolo**	**Valor**
Tipo de perigo especial	Nível médio de pânico	*hz*	5,00
Ferimentos	Todos os tipos	*LT*	1,00E-02
Danos Físicos	Industrial, comercial	*LF1*	1,00E-01
Falhas de sistemas internos	Não aplicável	*LO1*	0,00E+00
Fator para pessoas na Zona*	Número de pessoas na zona de perigo	*nz*	43
	Número total de pessoas na estrutura inteira	*nt*	43
	Horas por dia em que a edificação se mantém ocupada	*Thor*	24
	Total em dias por ano que a edificação se mantém ocupada	*Tdia*	365
	Tempo, em horas por ano, que pessoas estão presentes em um local perigoso	*tz*	8760

6.5 VERIFICAÇÃO DO RISCO – RZONA1

Após a aplicação das equações para determinar o total de perdas e danos, foram obtidas as tabelas abaixo, com os valores calculados para os componentes de risco e verificação do risco total R na zona analisada.

RESULTADOS DOS COMPONENTES DE RISCO								
RX	***RA***	***RB***	***RC***	***RM***	***RU***	***RV***	***RW***	***RZ***
R1 →	0,00E+00	2,56E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,517E-12	1,63E-06	0,00E+00	0,00E+00
R2 →	-	5,12E-07	0,00E+00	1,28E-08	-	3,26E-07	1,30E-07	1,75E-05
R3 →	-	0,00E+00	-			0,00E+00	-	
R4 →	-	-	-	-	-	-	-	-

DETERMINAÇÃO DO RISCO R_{ZONA1}									
RX	**RA**	**RB**	**RC**	**RM**	**RU**	**RV**	**RW**	**RZ**	**R_{ZONA1}**
R1 →	0,00E-00	2,56E-06	-	-	6,51E-12	1,63E-06	-	-	**0,419 E-5**
R2 →	0,00E-00	5,12E-07	0,00E+00	1,28E+08	-	3,26E-07	1,30E-06	1,75E-05	**0,02 E-3**

VERIFICAÇÃO DO R_{ZONA1} EM RELAÇÃO AO RT			
R_{ZONA1}	**RT considerado**	**R ≤ RT**	
0,419E-5	1,00 E-5	Sim	**Condição atendida**
0,02E-3	1,00 E-3	Sim	

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	**Código:** ELP-092PR-209-650-EDI-EXE-MD-P2-004	**Revisão:** 01
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 01/42

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: MEMORIAL DESCRIVITO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes

Observação:

01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	31/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. DEFINIÇÕES DE CARGAS 8
3. DE PARA 11
4. GERADOR 12
5. QUADROS GERAIS DE BAIXA TENSÃO 14
6. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 15
7. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (SPDA). 17
8. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS 18
9. RECOMENDAÇÕES GERAIS 36
10. GENERALIDADES 38
11. PROJETO 42

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem por finalidade determinar os serviços e materiais a serems aplicados no Projeto de Instalações Elétricas do Ponto de Parada e Descanso (PPD), a ser executado na PR-092, localizada no km 209+650, no Paraná.

1.1. ENTRADA DE ENERGIA

A entrada de energia elétrica do empreendimento será em média tensão 13,8kV, por meio de um posto de transformação com potência de 75kVA (conforme carga e demanda) e será feita através da rede da COPEL. (A confirmar após aprovação projeto junto concessionária).

O posto de transformação é devido a exigência da tensão 380/220V na edificação.

1.1.1 DIMENSIONAMENTO DA ENTRADA DE ENERGIA

O dimensionamento se dará conforme tabela 6.1 da NTC 90310. Categoria 7.

6.1 Tabela 1 - Dimensionamento de Entradas de Serviço em 13,8 kV

ATENDIMENTO EM 13,8 KV – TRIFÁSICO																
CATEGORIA	DEMANDA MÁXIMA PREVISTA (KVA)	TRANSFORMADOR				DISJUNTOR GERAL (A)	RAMAL ENTRADA EM BAIXA TENSÃO APARENTE/EMBUTIDO				ATERRAMENTO DO NEUTRO DO TRANSFORMADOR		MEDIÇÃO INDIRETA		
			I nominal (A)				COBRE		ALUMÍNIO				TC	MEDIDOR	
		POTÊNCIA (KVA)	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	TENSÃO NO SECUNDÁRIO (V)		CONDUTOR ISOL. PVC 70°C (mm2) F e N	ELETRO - DUTO Ø NOMINAL (mm)	CONDUTOR ISOL. PVC 70°C (mm2) F e N	ELETRO - DUTO Ø NOMINAL (mm)	COBRE (mm2)	ELETRO - DUTO Ø NOMINAL (mm)	CORRENTE PRIM. (A) / (CORRENTE SEC. 5A)	Nº FIOS / ELEMENTOS	CORRENTE NOMINAL / CORRENTE MÁXIMA (A)
5	D≤30	30	1,25	79	220/127	3x80	25	40	50	60	25	25			
				46	380/220	3x50	10	32	16	40	16	25			
				40	440/254	3x40	10	32	16	40	16	25			
6	30<D≤45	45	1,88	118	220/127	3x125	50	60	70	75	35	25			
				69	380/220	3x70	25	40	25	40	25	25	100		
				[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			
7	45<D≤75	75	3,14	197	220/127	3x200	95	85	2x50	2x60	50	25			
				114	380/220	3x125	50	60	70	60	35	25			
				99	440/254	3x100	35	50	50	60	25	25			
8	75<D≤112,5	112,5	4,71	296	220/127	3x300	2x70	2x75	2x95	2x85	70	25			
				171	380/220	3x175	95	85	2x50	2x60	50	25	200	4/3	2,5/10
				148	440/254	3x150	70	75	95	85	50	25			
9	112,5<D≤150	150	6,27	394	220/127	3x400	2x95	2x85	3x95	3x85	95	32	400		
				228	380/220	3x250	2x50	2x60	2x70	2x75	50	25	200		
				197	440/254	3x200	95	85	2x50	2x60	50	25			
10	150<D≤225	225	9,41	590	220/127	3x600	3x95	3x85	4x95	4x85	120	40			
				342	380/220	3x350	2x95	2x85	3x70	3x75	95	32	400		
				295	440/254	3x300	2x70	2x75	2x95	2x85	70	32			
11	225<D≤300	300	12,55	787	220/127	3x800	4x95	4x85	4x150	4x100	120	40	800		
				455	380/220	3x500	3x70	3x75	4x70	4x75	120	40	400		
				393	440/254	3x400	2x95	2x85	3x95	3x85	95	32			

Tabela 1: NTC 903100

O ramal de entrada deverá ficar livre e desimpedido de qualquer obstáculo que impeça o livre acesso a qualquer hora, não devendo cruzar o terreno de terceiros.

TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA:

- SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO: 13,8kV primário delta e 220/380V secundaria estrela.
- SISTEMA DE ATERRAMENTO: TN-S

A partir do ponto de entrega, os cabos alimentarão um posto de transformação, caixa de medição e proteção, partir da caixa de proteção caixa serão derivados cabos para alimentação das cargas.

1.1.2 MEDIÇÃO

A medição será feita em baixa tensão conforme as normas e padrões da Concessionária Copel do Paraná.

Abaixo o diagrama retirado da NTC 903100 referente ao posto de transformação sugerido.

Diagrama Unifilar (A1a)

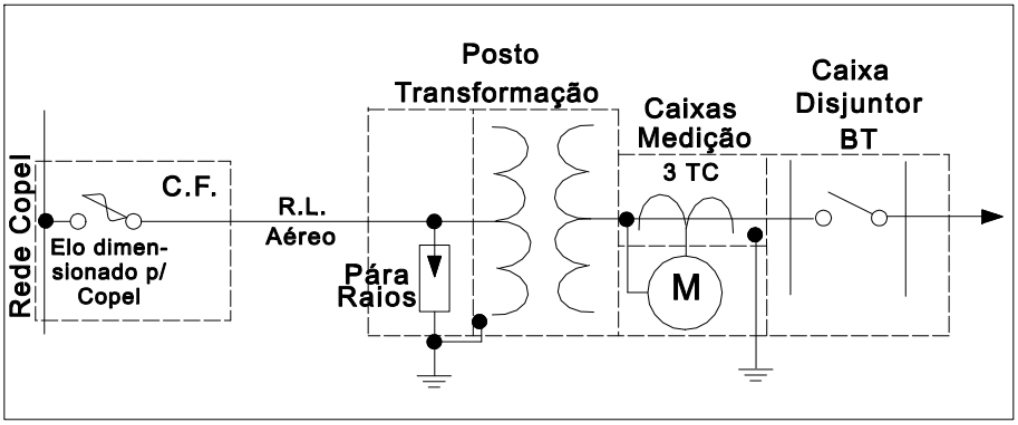


Imagem 1: Diagrama posto de transformação

1.1.3 PROTEÇÃO

A proteção de entrada em BT será feita por um disjuntor termomagnético fixo de **125A** com corrente de curto-circuito de 25kA no mínimo instalado em caixa padrão da concessionária, conforme padrão A1 da NTC 903100.

As características do posto de transformação estão abaixo relacionadas e demonstradas nos desenhos executivos.

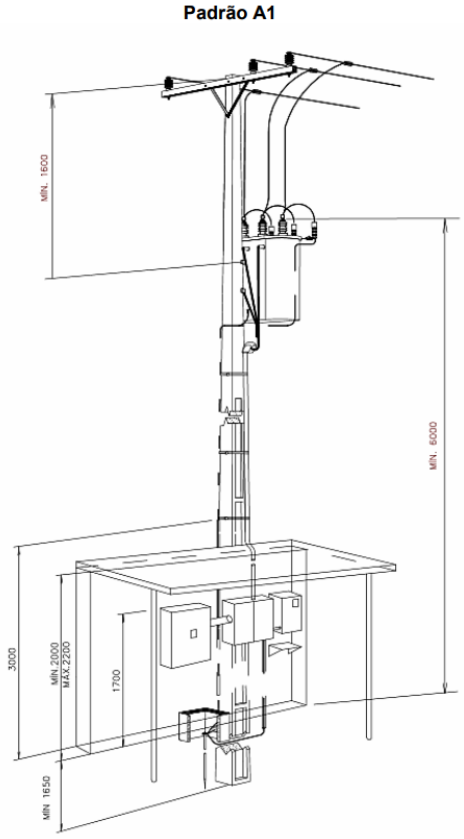


Imagem 2: Posto de transformação

1.1.4 CABOS (RAMAL PRINCIPAL) (SUBTERRÂNEO)

Serão utilizados condutores de cobre do tipo HEPR, 90°C, 0,6/1kV.

Uso	**Descrição**	**Cor**	**Modelo**	**Fabricante**
Fases	Cabo singelo 1kV 90°C HEPR #50mm²	Preto	Eprotenax	Prysmian
Neutro	Cabo Flexível 1kV 90°C HEPR #50mm²	Azul	Eprotenax	Prysmian
Terra	Cabo Flexível 750V 70°C PVC #35mm²	Verde	Afumex Green	Prysmian

1.2. PROTEÇÃO GERAL E PARCIAL DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As instalações elétricas em tensão secundária do empreendimento serão protegidas através de disjuntores, chaves e fusíveis com características indicadas em projeto conforme diagramas unifilares.

1.3. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS ALIMENTADORES

A fiação será conforme bitodas e isolamento previstos nas normas brasileiras e conforme diagrama unifilar, segundo o seguinte critério:

- **Condutores Singelos com isolação em poliolefina – tensão de isolamento 750V (NBR-13.248)- flexível , classe de encordoamento 5**

  - Circuitos (fase, neutro e terra) a partir dos quadros de distribuição (QLF's / QF's) (exceto circuitos para áreas externas)
  - Terra dos circuitos alimentadores dos quadros gerais (PBT) , e de distribuição (QLF's / QF's)
  - Bitola mínima 2.5mm2

- **Cabos unipolares com isolação em HEPR – tensão de isolamento 0,6/1kV (NBR-13.248), classe de encordoamento 5**

  - Circuitos alimentadores para os quadros gerais (PBTs), e de distribuição (QLF's / QF's)
  - Circuitos (fase, neutro e terra) à partir dos quadros de distribuição (QLF's / QF's) para atender áreas externas – bitola mínima 2.5mm2

- **Cabos multipolares com isolação em HEPR – tensão de isolamento 0,6/1kV (NBR-13.248), classe de encordoamento 5**

  - Rabicho (3x#1.5mm2) para alimentação de luminária à partir de eletrocalha/perfilado/eletroduto até 1,5m de distância

As quedas de tensão acumulada em nenhum momento ultrapassam 7% em sua totalidade conforme exigência prescrita na NBR-5410.

As cores da fiação utilizadas nos circuitos terminais de isolamento 750V são:

Condutor	**Cor**
Alimentador - FASE A	Preto com anilha/marcador “azul”
Alimentador - FASE B	Preto com anilha/marcador “Branca”
Alimentador - FASE C	Preto com anilha/marcador “Vermelha”
Retorno	Cinza
Comando	Amarelo
Neutro	Azul claro

1.4. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES ADICIONAIS

Para os projetos serão atendidas as seguintes normas:

- NBR ISO/CIE 8995 Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior
- NBR 10898 Sistema de Iluminação de Emergência
- NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- NBR 5419 Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas
- NBR 17240 Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos
- ABNT NBR IEC 60439-2:2004 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados).
- NR-10 – Norma Regulamentadora 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

2. DEFINIÇÕES DE CARGAS

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O projeto elétrico foi desenvolvido de acordo com o Layout de arquitetura, podendo ser alterado durante a execução, caso seja identificado a necessidade de mudança.

Este memorial descritivo tem como objetivo auxiliar nas instalações elétricas da série 200 (vestiário), fornecendo informações complementares da forma que foi proposto o sistema elétrico

Em todos os pontos de alimentação para luminárias, tomadas de uso geral ou tomadas de computador deve ser instalado um condutor terra na cor verde.

A distribuição de energia será feita através de cabos nas tensões indicadas abaixo:

Item	Tensão	Pólos
Iluminação geral	220 V	F+N+T
Tomadas uso geral	220V	F+N+T

Toda distribuição está baseada em alimentação dos quadros de distribuição indicados nos projetos.

A partir dos quadros de distribuição dos pavimentos a distribuição de energia será feita através de perfilados ou eletrocalhas e eletrodutos para os pontos de consumo (luminárias e tomadas) com cabos com tensão de isolamento 750 V.

Todos os equipamentos devem ter suas potências e tensões confirmadas antes de sua instalação.

De uma forma geral as instalações de teto serão aparentes com eletrodutos, eletrocalhas e/ou perfilados fixados à laje ou à parede, onde houver forro e em áreas técnicas. Nas paredes as instalações serão embutidas.

A taxa máxima de ocupação em relação a sua seção para eletrodutos não deve ser maior que 35% e para eletrocalhas e leitos 40%.

Observações:

1. ***É extremamente importante que o projeto de ar-condicionado seja confeccionado e compatibilizado com as instalações elétricas, pois haverá alteração de carga que pode comprometer o quadro projetado. Como solução, recomendamos que sejam instalados quadros elétricos específicos para o sistema de ar-condicionado.***
2. ***Durante a execução da obra, recomendamos que as instalações de ar-condicionado sejam instaladas antes das instalações elétricas e hidráulicas e que haja uma verificação entre as instaladoras para se evitar possíveis interferências.***
3. ***Caso haja caminhamento paralelos de eletrodutos de instalações elétricas e tubulações de água hidráulicas, os primeiros nunca poderão estar sob os últimos, evitando assim que possíveis vazamentos atinjam e danifiquem o sistema elétrico.***

2.2. TABELA DE CARGAS E CÁLCULO DE DEMANDA

A determinação da demanda geral foi determinada conforme uso típico da edificaão e critério do projetista.

RELAÇÃO DE CARGAS						
ILUMINAÇÃO E TOMADAS	***POT. UNIT. (W)***	***POT. TOTAL (W)***	***F.P.***	***POT. (VA)***	***F.D.***	***DEMANDA (VA)***
ILUMINAÇÃO	9130,43	9130,43	0,92	8400	0,85	7140,00
TOMADAS	100,00	100	0,92	10300	0,24	2472,00
AR-CONDICIONADO	600,00	600	0,92	14590	0,90	13131,00
TUES	600,00	600	0,92	14105	0,45	6347,25
CHUVEIROS	5400,00	64.800	0,92	64800	0,70	45360,00
MOTORES	4600	4600	0,95	4800	0,40	1840,00
		15830,43		**116795,00**		**76370,25**

2.3. GERADOR

O Grupo Gerador foi dimensionado para atendimento na sua totalidade da demanda prevista na unidade do PPD. Estes terão como objetivo fornecer energia elétrica na falta ou interrupção de fornecimento por parte da concessionária.

O gerador descrito deve ser aberto, possuir disjuntor principal e módulo e módulo de controle com possibilidade de automação através de porta ETHERNET.

3. DE PARA

Tabela dos cabos alimentadores.

CIRCUITO	PERCURSO		FP	FD	TENSÃO [V]	IB [A]	DISTÂNCIA [M]	PROTEÇÃO			CONDUTORES DE COBRE (mm²)				
	ORIGEM	DESTINO						Nº POLOS	IN [A]	Ir [A]	QCF	FASE	NEUTRO	TERRA	DIMENSÃO
F01	ENTRADA DE ENERGIA	QTA	0,92	1,00	380	113,64	13	3	125	125	1	3F#50mm²	1N#50mm²	1T#25mm²	Ø 2.1/2
F02	QTA	QLT-EDIF	0,92	1,00	380	124,24	20	3	125	125	1	3F#50mm²	1N#50mm²	1T#25mm²	Ø 2.1/2
F03	GMG	QTA	0,92	1,00	380	124,35	10	3	125	125	1	3F#50mm²	1N#50mm²	1T#25mm²	Ø 2.1/2
F04	QLT-EDF	QLT-GUA	0,92	1,00	380	5,70	51	3	25	25	1	3F#6mm²	1N#6mm²	1T#6mm²	Ø 1.1/4
F05	QLT-EDF	QF-TAÇA	0,92	1,00	220	11,81	51	1	25	25	1	1F#6mm²	1N#6mm²	1T#6mm²	Ø 1
F06	QLT-EDF	QF-REU	0,92	1,00	220	18,90	27	1	25	25	1	1F#6mm²	1N#6mm²	1T#6mm²	Ø 1
F07	QLT-EDF	QDC	0,92	0,85	380	8,00	51	3	25	25	1	3F#10mm²	1N#10mm²	1T#10mm²	Ø 1.1/2
F08	QLT-EDF	QF-POÇO	0,92	0,50	380	4,51	156	3	40	40	1	3F#10mm²	1N#10mm²	1T#10mm²	Ø 1.1/2

4. GERADOR

O Grupo Gerador foi dimensionado para atendimento na sua totalidade da demanda prevista na unidade do PPD. Estes terão como objetivo fornecer energia elétrica na falta ou interrupção de fornecimento por parte da concessionária. O gerador descrito deve ser aberto, possuir disjuntor principal e módulo e módulo de controle com possibilidade de automação através de porta ETHERNET.

4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1) Características elétricas

- Potência: Prime = 75kVA e Standby = 83kVA
- Tensão: 380/220V
- Frequência: 60Hz
- nº Fase: 3
- Proteção: Disjuntor Termomagnético Tripolar conforme projeto.
- Carga alimentada: toda a carga instalada no QLT-EDIF

2) Motor Diesel Estacionário.

- Rotação nominal 1800 RPM;
- Ciclo de trabalho 4 tempos;
- Consumo de combustível (na potência nominal do conjunto);
- Tensão do motor de partida 12 VCC;
- Aspiração por turbo compressor;
- Potência mecânica adequada ao alternador trifásico;
- Filtros de óleo lubrificante, de óleo combustível, de ar, e de água;
- Equipado com sistema de controle de números de giro, para manter a frequência do alternador em 60 Hz ± 3% para qualquer condição de carga;
- Capacidade do banco de bateria partida: adequado para partida do motor.
- Potência mínima do carregador do banco de bateria (capacidade de sobrecarga de 100%);
- Alternador para recarregar baterias de partida e monitorar a integridade da correia associada;
- Sistema de pré-aquecimento do motor;
- Horímetro;
- Sistema de refrigeração – água/ar ambiente;
- Tanque de combustível com boia eletrônica para autonomia de 08 (oito) horas.

3) Alternador Trifásico

- Tensão 380/220;

- Tipo Síncrono;
- Acesso a excitatriz sem escovas (Brushless)
- Número de polos 4;
- Fator de potência ≈ 0,8;
- Frequência nominal 60Hz;
- Classe de isolamento H;
- Grau de proteção conforme norma para sistemas não silenciados;
- Regulador de tensão eletrônico;
- Acoplamento com motor diesel com flange, com amortecimento, tipo luva elástica;
- Arrefecimento auto-ventilado;
- Controlador de temperatura para monitoramento da temperatura do alternador, bem como para bloquear o motor, no caso de atingir a temperatura crítica do alternador (indicação no painel)
- Resistência de desumidificação controlada por termostato.

4.2. QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA

O Quadro de Transferência Automática foi alocado dentro da sala do gerador, e terá como função executar a comutação automática entre as fontes de rede da concessionária de energia local e do grupo gerador dimensionados de acordo com a carga prevista.

Este deverá operar também quando, mesmo havendo energia da concessionária, for solicitado pelo sistema elétrico no horário pré-programado de pico do sistema elétrico. Deverá permitir reversão de carga com temporização ajustável quando houver o retorno da energia da Concessionária.

5. QUADROS GERAIS DE BAIXA TENSÃO

Os quadros foram distribuídos conforme cada região desenhada no projeto de arquiteturam, conforme relação abaixo:

- Quadro 01 – QTA-380V-3F-TER: quadro localizado na sala do gerador;
- Quadro 02 – QPSA-380V-3F-TER: quadro localizado na sala do gerador;
- Quadro 03 – QF-REU: quadro na área exterior a edificação, próximo ao tanque taça;
- Quadro 04 – QF-POÇO: quadro na área exterior perto da torre de transmissão;
- Quadro 05 – QF-EDIF: localizado dentro da edificação;
- Quadro 06 – QDC: quadro localizado na guarita, para atendimento da iluminação externa;
- Quadro 07 – QLT-GUA: quadro localizado interno da guarita.

6. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

6.1. ALIMENTADORES

Os circuitos alimentadores são linhas elétricas que partem do padrão de entrada e percorrem as áreas internas do empreendimento até os quadros terminais.

Nos trechos horizontais são instalados em eletrocalhas quando agrupados ou em eletrodutos quando independentes.

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 90ºC, conforme norma NBR 13248.

6.2. 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 contracorrente de sobrecarga;
- Proteção contracorrentes 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;
- 40% 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.

6.3. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Para distribuição de luz e tomadas de força dos diversos ambientes, devem ser obedecidos lay-outs internos sugeridos como decoração pela equipe de arquitetura e respeitados os níveis luminotécnicos previstos por norma ou exigências do cliente, conforme o uso dos mesmos. Os pontos de acionamento por interruptores devem ser aprovados pela arquitetura e estão sujeitos a compatibilização in loco pela equipe de instalações.

Nos locais como casa de máquinas e ambientes externos, deverão ser utilizadas luminárias à prova de tempo, gases e vapores e previsão de sinalização de obstáculo para o topo do edifício.

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 fio terra.

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.

6.4. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O projeto foi detado de iluminação de emergência conforme fluxo da área de fuga

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

6.5. GRUPO MOTO-GERADOR

É prevista a instalação de um gerador para suprir as cargas durante uma interrupção no fornecimento de energia. Esses geradores serão instalados juntamente com um “QTA” (Quadro de transferência automática) constituído de contatoras (ou disjuntores) e comandado e supervisionado pela Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA).

Para acionamento das chaves é enviado pela “USCA” um sinal para acionamento dos mesmos, chave de Grupo (CGR) e chave de Rede (CRD).

O sistema de supervisão de Rede, contido na USCA, recebe a necessária informação de tensão da Rede e do GRUPO para que a mesma atue e supervisione a transferência.

Para evitar o paralelismo simultâneo das duas fontes são utilizados contatos auxiliares, normalmente fechados, para intertravamento tais contatos são usados em série com o componente que atua no fechamento e na abertura de cada chave (rede ou grupo). A chave de grupo (CGR) é intertravada através de seu contato auxiliar com a chave de rede (CRD) e esta chave de rede (CRD) é intertravada através de seu contato auxiliar com a chave de grupo (CGR).

O sistema é montado de tal modo que, além do intertravamento elétrico, possui um intertravamento mecânico da alta confiabilidade entre as duas chaves, através de acessório próprio para essa função, original do fabricante dos componentes.

Os grupos geradores serão projetados para suprir a falta de energia da concessionária, para serviços de suprema importância visando à segurança de funcionários e usuários do empreendimento.

Todas as instalações deverão estar em conformidade com os desenhos de projeto e as especificações do fabricante.

No escopo do fornecedor deverão estar considerados atenuadores de ruído na exaustão e na aspiração de ar dos grupos geradores, assim como na descarga dos gases de escape.

Para cada gerador, deverá haver suportes anti-vibratórios (vibra stop).

O fornecedor deverá elaborar um projeto detalhado para a instalação do conjunto motogerador, escapamento, sistema de abastecimento de combustível, acessos, respectivos acessórios e apresentar para cliente e responsável técnico do Projeto Preventivo de Combate a Incêndio para validação antes da compra.

7. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (SPDA).

Ver memorial em específico.

8. 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.

8.1. ELETRODUTOS RÍGIDOS METÁLICOS

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.

ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO MÉDIO ZINCADOS ELETROLITICAMENTE

Tipo: Eletrodutos de aço carbono e acessórios, tipo médio, bitolas ½” a 4” de uso interno, rosqueados BSP ou com emprego de conectores tipo Unidut®.

Norma: NBR 13057. – Espessura de parede de 1,1 mm (1/2”) a 1,5 mm (2 ½”).

Uso: Instalações aparentes de alimentadores e sujeitas a esforços mecânicos para uso interno.

ELETRODUTOS DE AÇO CARBONO – TIPO MÉDIO ZINCADOS A FOGO

Tipo: Eletrodutos de aço carbono e acessórios, tipo médio, bitolas ½” a 4” de uso interno, rosqueados BSP.

Norma: NBR 5624 – Espessura de parede de 1,1 mm (1/2”) a 1,5 mm (2 ½”).

Uso: Instalações aparentes de alimentadores e sujeitas a esforços mecânicos para uso interno/externo.

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

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.

8.2. ELETRODUTOS FLEXÍVEIS METÁLICOS

ELETRODUTOS FLEXIVEL METÁLICO – TIPO SEALTUBO COM CAPA

Tipo: Eletrodutos de aço zincado revestido externamente com PVC extrudado, bitolas ½" a 2" de uso interno, rosqueados BSP ou NPT, com emprego de conectores tipo CMRA.

Normas: NBR-7008 e NBR-7013.

Uso: Instalações aparentes de circuitos terminais (bombas, exaustoras, condensadoras, etc.) sujeitas a esforços mecânicos e em ambientes com umidade, gáses e vapores não inflamáveis.

ELETRODUTOS FLEXIVEL METÁLICO – TIPO SEALTUBO SEM CAPA

Tipo: Eletrodutos de aço zincado sem revestimento externo, bitolas ½" a 2" de uso interno, rosqueados BSP ou NPT, com emprego de conectores tipo CMRA.

Normas: NBR-7008 e NBR-7013.

Uso: Instalações aparentes de circuitos terminais (câmeras, detectores, etc.) sujeitas a esforços mecânicos, choques e batidas.

8.3. 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.

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

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.

ELETRODUTOS DE POLIETILENO FLEXÍVEIS – LINHA PONTA AZUL

Tipo: Eletrodutos de PEBD flexíveis linha ponta azul, classe leve, bitolas ½”, ¾”, 1”, 1 ¼”, 1 ½”, 2” e 3 polegadas uso interno, embutidos em alvenaria

Norma: NBR 15.465.

Uso: Instalações embutidas em dry-wall ou alvenaria de iluminação, força e comando e sujeitas a esforços mecânicos controlados.

Uso: Instalações embutidas em lajes e contrapisos ou enterrados externos de iluminação, força e comando e sujeitas a esforços mecânicos controlados

ELETRODUTOS DE PVC FLEXÍVEIS

Tipo: Eletrodutos de PVC flexíveis, classe leve, bitolas ½”, ¾”, 1” polegadas, uso interno, embutidos em alvenaria

Norma: NBR 15.465.

Uso: Instalações embutidas em dry-wall ou alvenaria de iluminação, força e comando e sujeitas a esforços mecânicos controlados.

Uso: Instalações embutidas em lajes e contra pisos ou enterrados externos de iluminação, força e comando e sujeitas a esforços mecânicos controlados.

8.4. 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:

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.

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.

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.

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.

8.5. 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.

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.

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.

ARRANJO DOS CONDUTORES

Todos os circuitos serão agrupados, na forma prevista nestas especificações, e devidamente dispostos, evitando-se influências eletromagnéticas e térmicas e indesejáveis.

8.6. LEITO PARA CABOS E ACESSÓRIOS

Serão utilizados nos pontos onde indicados em projeto, constituindo-se em maneira de instalar definida na NBR-5410, condicionando-se, pois, sua instalação nestas condições.

Seu emprego fora dos pontos previstos em projeto, ficará condicionado a aprovação da fiscalização.

TIPO

Será utilizado o tipo semipesado, com acabamento zincado á fogo.

PEÇAS DE DERIVAÇÃO OU MUDANÇA DE DIREÇÃO

Serão da mesma linha, pré-fabricadas, com o mesmo acabamento.

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.

DERIVAÇÕES PARA ELETRODUTOS

Serão utilizadas derivações inferiores, retas ou angulares e superiores. Os eletrodutos deverão possuir duas arruelas galvanizadas e uma bucha de proteção.

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.

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.

A fixação nos leitos será por meio de fitas de nylon.

A marcação dos circuitos será feita através do processo descrito em 6.7.3.

8.7. 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:

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).

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.

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).

CONDUTORES DE COBRE UNI OU MULTIPOLARES 600/1000 V – 70°C PVC

Tipo: Condutor de cobre, encordoamento classe 2 (cabo)

Norma: NBR 7288, resistência a fogo conforme NBR NM 60332-3-23

Uso: Interno ou externo em eletrodutos, canalizações abertas e espaços de construção.

Bitolas 1,5 a 35 mm² nos tipos: Unipolares ou Multipolares.

Cores: Veias Preta / Branca / Vermelha – cobertura cor Preta.

Bitolas 50 a 300 mm² Unipolares.

Cores: Cobertura na cor Preta.

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).

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.

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

8.8. ACESSÓRIOS PARA CABOS DE BAIXA TENSÃO

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.

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.

TERMINAIS DE PRESSÃO PARA CABOS FLEXÍVEIS ATÉ 10 MM²

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.

MARCADORES PARA FIOS E CABOS ATÉ 10 MM²

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.

MARCADORES PARA CABOS ACIMA DE 16 MM²

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.

8.9. 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.

PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS

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.

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.

QUADROS GERAIS

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.

QUADROS DE COMANDO E CONTROLE DE BOMBAS / VENTILADORES E AFINS

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.

QUADROS PARA CASA DE MÁQUINAS DE ELEVADORES E AFINS

Esta especificação determina as diretrizes para os quadros destinados a alimentação de força, iluminação e controle para casa de máquinas de elevadores.

Invólucros:

As manoplas de acionamento serão instaladas na porta externa o quadro com dispositivo para trava (cadeado).

Para os quadros com os circuitos de iluminação e comando, empregar quadros de sobrepor atendendo ao item 5.8.1.5.

Os invólucros de sobrepor deverão ser fabricados de forma a garantir o grau de proteção mínimo IP-40, em chapa de aço, espessura mínima 14, 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)

Admite-se que os circuitos de potência utilizem chaves blindadas individuais, compatíveis com as características elétricas apontadas pelo projeto fornecido pelo fabricante do elevador.

Os quadros terão fecho rápido e dispositivo para cadeado na posição aberta.

b) Componentes:

O projeto de instalação fornece os diagramas unifilares. Cabe ao Instalador / fabricante do quadro compatibilizar os componentes e calibrar os dispositivos de proteção, conforme projeto do fabricante do elevador.

8.10. 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.

8.11. SUPORTES E FIXAÇÕES

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.

SUSTENTAÇÃO DE QUADROS

Elaboradas com materiais compatíveis com estas especificações, não sendo previstos neste projeto, elementos em alvenaria, por parte da construtora.

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.

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.

9. RECOMENDAÇÕES GERAIS

Todos os conduítes, inclusive os eletrodutos e eletrocalhas, deverão ser instalados com cuidado, de modo a se evitar morsas que reduzam os seus diâmetros ou secções, quando cortados a serra, terão suas bordas limitadas para remover as rebarbas. As emendas serão feitas com conexões adequadas.

Não se fará emprego de curvas maiores que 90º, em cada trecho de canalização, entre as derivações só poderão, no máximo, ser empregadas 2 curvas de 90º.

As ligações dos eletrodutos com a caixa de passagem serão feitas com arruelas pelo lado externo e bucha pelo lado interno.

Após a instalação dos eletrodutos, estes devem ser tampados, nas caixas, com papelão ou estopa.

Antes da enfiação, deve-se passar uma bucha de estopa através dos eletrodutos e dutos de alumínio, para se retirar à umidade e outra qualquer sujeira.

Os serviços deverão ser executados em perfeito sincronismo com o andamento das obras de reforma, devendo ser observadas as seguintes condições:

Todas as instalações deverão ser executadas com esmero e bom acabamento, com todos os dutos, tubos e equipamentos, sendo cuidadosamente instalados e firmemente ligados à estrutura com suportes antivibratórios, formando um conjunto mecânico ou elétrico satisfatório e de boa aparência.

Deverão ser empregadas ferramentas fornecidas pela Proponente apropriadas a cada uso.

Durante a concretagem todos os pontos de tubos expostos, bem como as caixas deverão ser vedados por meio de "caps" galvanizados, procedimento análogo para os expostos ao tempo.

Os cabos dos circuitos somente deverão ser enfiados após estar totalmente concluído a estrutura física das instalações elétricas.

A empresa responsável pela obra/instaladora não deve prevalecer-se de qualquer erro involuntário, ou de qualquer omissão eventualmente existente para eximir-se de suas responsabilidades. Esta deverá realizar as suas instalações com base nas Normas prescritas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, em especial:

A empresa responsável pela obra/instaladora deverá manter no canteiro de serviços, em bom estado, uma cópia dos desenhos e especificações para devido acompanhamento por parte da Fiscalização.

A empresa responsável pela obra/instaladora será responsável pelo registro das modificações de projetos realizados em obra: “as-built”.

Todos os equipamentos e materiais deverão ser novos, de primeira utilização e todos os equipamentos metálicos deverão receber proteção contra corrosão.

A aquisição dos equipamentos e materiais deverá ser efetuada junto a fornecedores tradicionais, listados no “vendor-list”, dando-se preferência aos que tenham fabricação em série, de modo a facilitar a reposição de peças e componentes.

Quaisquer equipamentos somente deverão ser adquiridos após a aprovação da Fiscalização.

Deverão ser observadas na execução das instalações todas as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), exigências das Concessionárias de Serviços Públicos e as especificações dos fabricantes dos materiais quanto ao seu modo de aplicação, além de legislação vigente aplicável, tanto Municipal como Estadual e Federal.

Todas as instalações deverão ser executadas com esmero e bom acabamento com todos os condutos cuidadosamente instalados, formando um conjunto físico de boa aparência.

As conexões e ligações dos condutores de baixa tensão deverão ser feitas nos melhores critérios para assegurar durabilidade, perfeita instalação e ótima condutividade elétrica.

No caso de os condutores serem puxados por método mecânico, não deverão ser submetidos à tração maior que a permitida pelo fabricante do cabo, responsabilizando-se a instaladora/montadora pelos eventuais danos às características físicas e/ou elétricas do condutor.

A aceitação de material similar aos especificados ficará condicionada à aprovação da fiscalização.

10. GENERALIDADES

As especificações e os desenhos destinam-se a descrição e a execução de uma obra completamente acabada, com todos os sistemas operando segundo estas. Eles devem ser considerados complementares entre si e, o que constar de um dos documentos, é tão obrigatório como se constasse em ambos.

A Proponente deverá efetuar a análise crítica das especificações e do projeto executivo, dos sistemas a serem executados e compatibilização com as demais áreas e segmentos. A omissão deste procedimento implicará no integral aceite pela Proponente de todas as condições enviadas. É de responsabilidade da Proponente alertar a impossibilidade da execução ou incompatibilidade com normas para qualquer tipo de trabalho assim como a funcionalidade dos sistemas e equipamentos projetados, lembrando que esta comunicação deverá ser realizada antes da instalação, sendo que todas as despesas decorrentes para eventuais correções serão às custas da instaladora.

A Proponente aceita e concorda que os serviços, objeto dos documentos contratuais deve ser complementado em todos os seus detalhes, ainda que cada item necessariamente envolvido não seja especificamente mencionado.

A Proponente não poderá prevalecer-se de qualquer erro, manifestamente involuntário ou de qualquer omissão, eventualmente existente, para eximir-se de suas responsabilidades.

A Proponente obriga-se a satisfazer a todos os requisitos constantes dos desenhos ou das especificações.

Por interferência de projetos, caso haja necessidade de alteração e/ ou mudança de caminhamento de tubulações, eletrodutos, eletrocalhas, perfilados, tubos de hidráulica, caixas etc., os custos gerados deverão estar inclusos no escopo da Proponente, sem custo adicional à Contratante.

A Proponente deverá obrigatoriamente utilizar os materiais cujos fabricantes estão relacionados nos memoriais descritivos, não sendo permitida a alteração dos mesmos, exceto com autorização por escrito da Contratante seguindo os princípios e procedimentos previstos nas especificações.

No caso de erros ou discrepâncias, as especificações deverão prevalecer sobre os desenhos, devendo o fato, de qualquer forma, ser comunicado à Contratante.

Quaisquer outros detalhes e esclarecimentos necessários serão julgados e decididos de comum acordo entre a Proponente e a Contratante.

Caso haja detalhe de serviços constantes em projetos, mas não mencionados nas especificações e vice-versa, estes serão considerados como parte integrante do escopo da Proponente.

Para os serviços de execução das instalações constantes do projeto e descritos nos respectivos memoriais, a Proponente se obriga a seguir as normas oficiais vigentes, bem como as práticas usuais consagradas para uma perfeita execução dos serviços.

Não serão aceitas quaisquer reivindicações, pleitos ou custos extras em virtude de equívocos, tais como: má interpretação dos projetos e especificações, levantamento de quantidades, falta da consideração de algum item não mencionado nos projetos e/ou especificações, mas necessário à execução dos serviços, ou seja, o preço global apresentado deverá contemplar todos os materiais, equipamentos e serviços necessários ao perfeito funcionamento dos sistemas.

Igualmente, se com relação a quaisquer outras partes dos serviços, apenas uma parte estiver desenhada, todo o serviço deverá estar de acordo com a parte assim desenhada ou detalhada e assim deverá ser considerado, para continuar através de todas as áreas ou locais semelhantes, a menos que indicado ou anotado diferentemente.

Os serviços que não constarem em projetos e/ou especificações, porém exigidos pelas normas técnicas e órgãos públicos (corpo de bombeiro, prefeitura, etc.), deverão ser considerados no escopo da proposta.

A Proponente deverá manter contato com as repartições competentes, a fim de obter as necessárias aprovações dos serviços a serem executados, bem como fazer os pedidos de ligações e inspeção.

O projeto descrito no presente documento poderá ser modificado e/ou acrescido, a qualquer tempo a critério exclusivo da Contratante, que de comum acordo com a Proponente e com a anuência da Projetista, fixará as implicações e acertos decorrentes, visando a boa continuidade da obra.

A Proponente deverá emitir sua proposta ciente de que será responsável por todas as adequações do projeto na obra, sendo assim, não poderá apresentar custos adicionais de eventuais modificações, tais como:

Deverá solicitar e ser responsável pelos trâmites de pedido de ligação de obra e ligações definitivas junto às concessionárias e órgãos públicos;

Deverá emitir os atestados de instalações e respectivas ART´s com base nas regulamentações do Corpo de Bombeiros, para emissão final do Auto de Vistoria;

Deverá garantir que a mão-de-obra deverá ser de primeira qualidade e que a supervisão estará a cargo de engenheiro habilitado;

Deverá prever o fornecimento completo, de todo o projeto compatibilizado, incluindo material, mão-de-obra e supervisão para fabricação, instalação, testes e regulagem de todos os equipamentos fornecidos e da instalação como um todo;

Será responsável pela pintura de todas as tubulações expostas, quadros, equipamentos, suportes, etc;

Ao término dos serviços deverá fornecer instruções necessárias ao pessoal designado para operar e manter a instalação;

Deverá fornecer um manual de operação e manutenção, contendo catálogos dos equipamentos e desenhos atualizados da instalação;

Considerar apoio civil, tais como, retirada de entulho, rasgos, chumbamento e recomposição das paredes para passagens dos eletrodutos, dos dutos e tubulações em piso e parede, furos em lajes para passagem de tubulação, eletrodutos Grauteados para tubulações e demais itens necessários, quando solicitado pelo Contratante;

Fazer comissionamento de todos os sistemas e equipamentos relativos às instalações de elétrica. O responsável por este trabalho que também deve ser um profissional independente do processo (não pode ser emitido pela Contratada) deverá apresentar junto com relatório ART de conformidade, e pelas normas técnicas cabíveis, quando solicitado pelo Contratante;

Considerar fornecimento de materiais e mão-de-obra para execução de pinturas de acabamento, sinalização e identificação, conforme determinado no memorial descrito e normas técnicas;

Faz parte do escopo da Proponente o entrosamento e compatibilização das instalações (adaptar ao sistema da concorrência) com a construção civil, projeto de elétrica, hidráulica e combate ao incêndio, arquitetura, ar condicionado, ventilação e exaustão etc., bem como a marcação na obra dos pontos exatos de localização e instalação dos materiais e equipamentos objeto desta concorrência;

A Proponente, deverá manter a área limpa, durante e após a execução dos trabalhos, bem como remoção do entulho (coleta seletiva) será de responsabilidade de cada subempreiteiro, a parte que lhe couber;

Prever descarregamento e movimentação no local de armazenamento. Quando da entrega na obra e na execução, correrá única e exclusivamente por conta da Proponente, sendo que esta deverá utilizar dispositivos adequados para a execução destes serviços;

Prever fretes, descarga, armazenagem, movimentação horizontal e vertical dentro do canteiro-de-obras, inclusive dos materiais de faturamento direto;

Cabe ao contratado, manter pessoal de nível superior, com atribuições definidas em lei e experiência profissional compatível com o porte e natureza da obra, para além da condução das equipes de montagem, manter o contexto do projeto atualizado face às alterações que porventura forem introduzidas;

Por tratar-se de instalações elétricas com um nível razoável de complexidade, a instaladora/montadora deverá estar habilitada no CREA para execução de tais serviços e possuir no seu quadro, engenheiro (s) eletricista (s) com experiência em montagens similares;

Os profissionais que trabalharem com instalações elétricas devem receber treinamento (comprovar curso de 40h), conforme previsto nos itens 10.6.1.1 e 10.7.2, da nova NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade e utilizar vestimentas adequadas;

Fornecer no final da obra, projeto As Built, manuais de operação, manuais do sistema, manuais de programação dos equipamentos e dos sistemas como um todo, incluindo a lista de peças sobressalentes e listagem de componentes recomendados para manutenção preventiva e corretiva, start-up e operação assistida;

Não será aceita reivindicação adicional por interferência de projetos. Caso haja necessidade de alteração e/ou mudança de caminhamento de tubulações de hidráulica, dutos, eletrodutos, eletrocalhas, perfilados, caixas etc., bem como distorções ou divergências entre planilha quantitativa e projetos, os custos gerados deverão estar inclusos no escopo da Proponente, sem custo adicional à Contratante.

11. PROJETO

A Proponente não deve prevalecer-se de qualquer erro involuntário, ou de qualquer omissão eventualmente existente para eximir-se de suas responsabilidades. A Proponente obriga-se a satisfazer a todos os requisitos constantes nos desenhos e nas especificações.

As cotas que constam nos desenhos deverão predominar, caso haja discrepâncias entre as escalas e as dimensões. O engenheiro residente deverá efetuar todas as correções e interpretações que forem necessárias para o término da obra de maneira satisfatória.

Todos os adornos, melhoramentos, detalhes parcialmente desenhados para qualquer área ou local em particular, deverão ser considerados para áreas ou locais semelhantes, a não ser que haja indicação ou anotação em contrário.

Quaisquer outros detalhes e esclarecimentos necessários serão julgados e decididos de comum acordo entre a Contratante e a Proponente.O projeto poderá ser modificado e/ou acrescido a qualquer tempo, a critério exclusivo da Contratante, que de comum acordo com a Proponente e com a anuência da Projetista, fixará as implicações e acertos decorrentes visando à boa continuidade da obra.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: EPL-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-O2-001	Rev.: 00
	Emissão: 30/03/2026	Folha: 1 / 7
	Resp. Técnico / Projetista: Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR 12.450/D	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
Lote: 01	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: **Relatório Técnico do Projeto Executivo do Desvio de Tráfego**		Aprovado:

Documento de Referência:

- Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito - MBTS, volumes I ao IX;
- Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e legislações complementares;
- Manuais de Sinalização Rodoviária do DNIT;

Documentos Resultantes:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-O2-001-R00b

AFIRMA EVIAS
engenharia viária

00	30/03/2026	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D		Dalcion Damin	Mário Henrique Furtado Andrade
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces	ANTT	Verificado	Aprovado

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 3
2. MAPA DE SITUAÇÃO 4
3. SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRA 5
3.1. REQUISITOS BÁSICOS 5
3.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS *5*
3.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL DE OBRAS 6
3.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES TEMPORÁRIOS 9
4. PROJETO DESVIOS DE TRÁFEGO 10
4.1. ETAPAS DE EXECUÇÃO 10
5. FASES DE OBRA 11
6. METODOLOGIA E SINALIZAÇÃO DE OBRAS 11
7. PRAZO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS 12
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 12

1. APRESENTAÇÃO

A Afirma Evias Engenharia Viária apresenta o **Relatório Técnico de Desvio de Tráfego** para a construção de Ponto de Parada e Descanso a ser implantado no km 209+650 da PR-092, no trecho de interligação entre os municípios de Arapoti e Jaguariaíva, no Estado do Paraná.

Local:	Arapoti/PR
Rodovia:	PR-092 (Curitiba)
Trecho de projeto:	SNV/SER 092S0140EPR
Ponto inicial/final:	Km 209+650
Fase:	**Executivo**
Relatório:	**Desvio de Tráfego**

QUADRO 1 - APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

O desenvolvimento dos trabalhos, culminando na apresentação do projeto executivo é composta pelas seguintes etapas:

- Projeto Funcional;
- Anteprojeto;
- **Projeto Executivo.**

2. MAPA DE SITUAÇÃO

O município de Arapoti, está localizado na região leste do Estado do Paraná, no Primeiro Planalto Paranaense, com latitudes 25°25’47” sul e longitude 49°16’19” oeste, a 110 quilômetros do Oceano Atlântico. Possui extensão territorial de aproximadamente 434 km² e população estimada em 1.773.718 hab., de acordo com Censo IBGE/2022.

Segue mapa de situação com a localização do empreendimento:

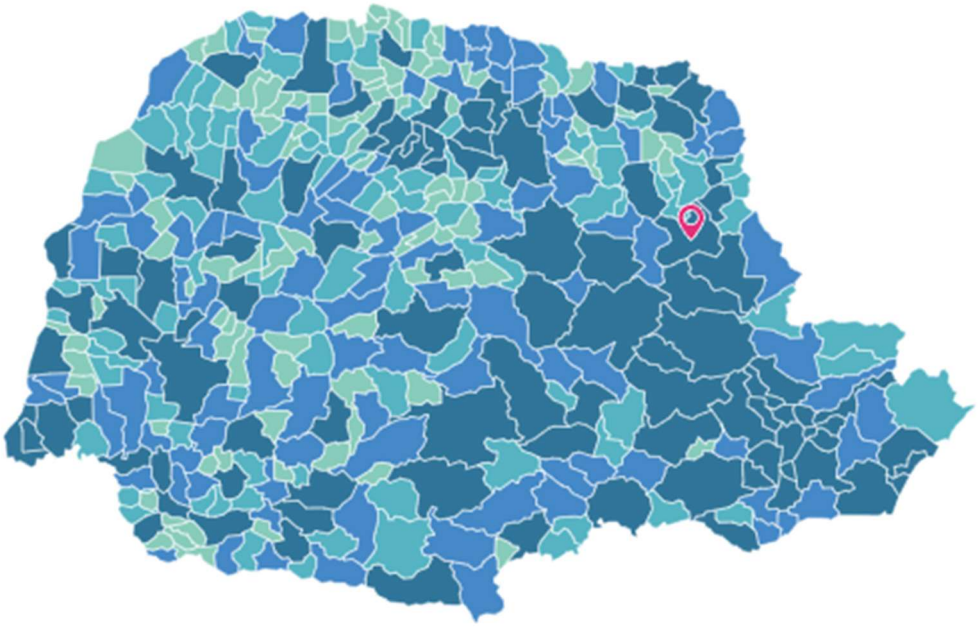


FIGURA 1 - ARAPOTI - VISÃO GERAL

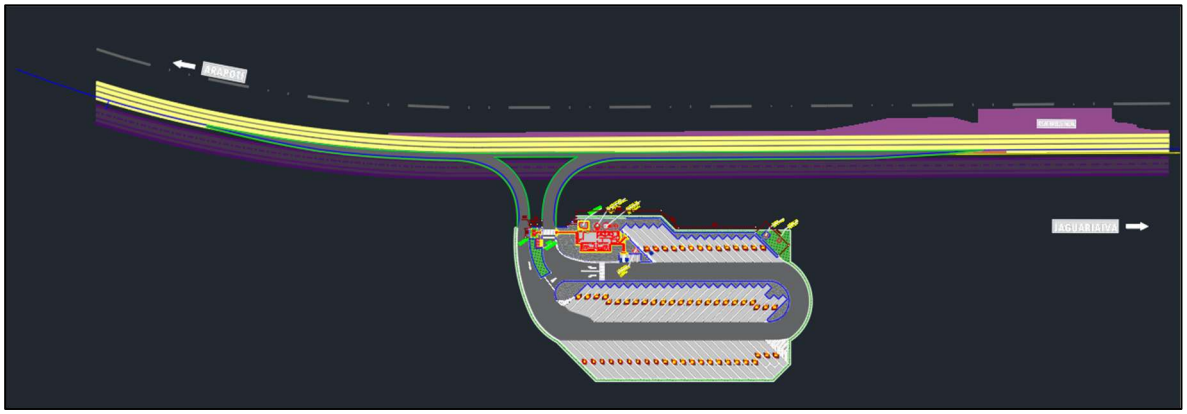


FIGURA 2 - TRECHO DE PROJETO

O Projeto foi desenvolvido conforme as normas do DNIT e diretrizes da ANTT, visando atender aos requisitos de desempenho do contrato, por meio de soluções técnicas e econômicas adequadas às necessidades do contratante e usuários.

Este Memorial Descritivo tem como objetivo apresentar os principais conceitos e fundamentos que

guiaram a elaboração do projeto executivo, estabelecido principalmente pelas características de sinalização e segurança viária.

3. SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRA

O projeto de Desvio de Tráfego para a implantação das obras do PPD, localizado na rodovia PR-092, no km 209+650, tem como objetivo estabelecer diretrizes para a sinalização viária temporária, garantindo segurança operacional e orientação adequada para usuários e equipes de construção durante o período de execução das obras.
O presente projeto foi elaborado de acordo com normas e manuais técnicos vigentes, conforme listado a seguir:

- Código de Trânsito Brasileiro e legislações complementares;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Sinalização Temporária, Volume VII (CONTRAN, 2022);
- Manual de Sinalização Rodoviária (DNIT – IPR 743, 2010);
- Manual de Projetos e Práticas Operacionais para segurança das Rodovias (DNIT – IPR 741, 2010);
- Normas ABNT diversas.

Todo o projeto segue em primeira instancia as definições dos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito - MBTS, volumes I ao IX, do Conselho nacional de Trânsito, seguido pelo Manuais de Sinalização Rodoviária do DNIT.

3.1. REQUISITOS BÁSICOS

3.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

De acordo com os princípios estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VII e alinhada às diretrizes deste anteprojeto, a sinalização temporária deve adotar as seguintes medidas, a fim de alcançar os seus objetivos:

- Atender ao disposto nos demais volumes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito;
- Estar sempre limpa e em bom estado;
- Manter inalteradas as formas e cores, tanto no período diurno, quanto noturno;
- Apresentar dimensões e elementos gráficos padronizados;
- Ser colocada sempre de forma a favorecer a sua visualização;
- Ser implantada de acordo com critérios uniformes e de forma a induzir o correto comportamento do usuário;
- Ser implantada antes do início da intervenção na via;

- Ser iniciada na área de advertência, passar pela área de transição e assim, sucessivamente, até a área de retorno à situação normal;
- Estar visível apenas durante a efetiva duração da intervenção;
- Ser encoberta nos períodos em que a obra ou serviço for interrompido;
- Ser totalmente retirada quando a obra ou serviço for concluído, incluindo a sinalização horizontal utilizada na obra e as placas implantadas no entorno do desvio, tais como: regulamentação, advertência e orientação de itinerários ou rotas.

Em caso de interrupção da obra ou dos serviços, a via deve ser liberada para o tráfego, garantida a segurança para veículos e pedestres.
A operação de desativação da sinalização temporária deve seguir a ordem inversa da implantação, ou seja, iniciando-se pela liberação da área de retorno à situação normal e terminando pela área de advertência.
Para liberação da via ao tráfego em geral, após a conclusão da obra ou serviço, a sinalização permanente deve ser recomposta ou implantada conforme projeto para a nova situação.
Ressalta-se que não deve ser utilizada tinta de demarcação na cor preta ou cinza para cobrir a sinalização conflitante ou provisória, as quais deverão ser removidas para implantação da nova sinalização

3.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL DE OBRAS

Toda sinalização vertical deve ser revisada em função dos tamanhos de placas, tipos, cores, diagramação, posicionamento, informações contidas nas placas, retrorrefletividade e devem seguir o disposto nos manuais do CONTRAN, DNIT e normas ABNT. Seu emprego tem como finalidade fornecer informações que permitam aos usuários da rodovia adotarem comportamentos adequados, visando a ordenação dos fluxos de tráfego e condutores, e assim, o aumento da segurança.
O tamanho das placas de regulamentação e advertência serão de diâmetro ou lado de 1,2 m, exceto em locais de restrição de espaço, como as travessias urbanas, desde que respeito o mínimo estabelecido nos manuais do CONTRAN e conforme disposto nas deste relatório. As letras para diagramação das placas indicativas devem seguir o disposto na tabela a seguir, de velocidade das vias e tamanho dos padrões alfanuméricos conforme orientações dos manuais do CONTRAN e DNIT. As mensagens da sinalização devem utilizar as fontes alfanuméricas do tipo “Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings”, séries “D” ou “E(M)”.

Rodovia	V (km/h)	Tamanho mínimo da Placa (m)						Tamanho da Letra
		CONTRAN					DNIT	CONTRAN
		Advertência	Regulamentação			Temporária		Via Rural
		Quadrada	Circular	R-1	R-2	(recomendação)		Classe 0 e IA
BR-092	70	0,600	0,750	0,400	0,900	1,20	1,20	0,30

Apresenta-se a seguir a tabela de retroreflexão residual para cada tipo de película, sendo este os valores utilizados para classificação das placas em manter e retirar pela retrorrefletividade.

Tipo	Retrorreflexão residual mínima (%)	Tempo (Anos)
I	50	7
II	80	10
III	80	10
IV	–	12
V	–	12
VI	80	3
VII	80	10
VIII	80	3
IX	80	10
X	80	12*
*10 anos para as películas fluorescentes.		

Fonte: ABNT NBR 14.891/2021.

Caso as placas existentes não atendam ao índice residual mínimo de retroreflexão supracitado, estas deverão ser substituídas.

As placas devem seguir o disposto na norma NBR 14.891:2021 e ser dotadas das seguintes películas:

Classes de rodovias II, III e IV e via urbana de trânsito rápido			**Tipos de película conforme a ABNT NBR 14644**		
Função	**Posicionamento**	**Elemento**	**III**	**IV**	**X**
Regulamentação	Terrestre	Fundo/orla	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
	Aérea	Fundo/orla	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
	R1	–	✓	x	✓
Advertência	Terrestre	Fundo	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
	Aérea	Fundo	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
Indicação	Terrestre	Fundo	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	✓	x	✓
	Aérea	Fundo	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	✓	x	✓
Temporária*	Terrestre	Fundo/orla	✓	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
	Aérea	Fundo/orla	x	x	✓
		Legenda/símbolo	x	✓	x
Marcadores	Terrestre	Legenda/símbolo	x	✓	✓

Fonte: ABNT NBR 14.891/2021.

Caso essas películas não sejam as adotadas nas placas existentes, estas deverão ser substituídas por placas com películas adequadas.
A sinalização vertical temporária a ser utilizada durante a obra deverá apresentar as seguintes cores:

- Sinais de regulamentação: fundo na cor branca; orla e tarjas na cor vermelha e símbolos na cor preta, exceto o sinal R-1 – "Parada obrigatória", com fundo e orla externa na cor vermelha, legenda e orla interna na cor branca;
- Sinais de advertência: fundo e orla externa na cor laranja; orla interna, legendas e símbolos na cor preta;
- Sinais especiais de advertência: orla externa e fundo na cor laranja; orla interna, tarja, legendas e símbolos na cor preta;
- Sinais de indicação de orientação de destino: fundo e orla externa na cor laranja; orla interna, tarja legendas e símbolos na cor preta;

Todos os sinais de advertência podem ser inseridos em um retângulo de cor laranja, quando utilizados com mensagem complementar.
Não deve ser utilizada cor laranja na sinalização de advertência e de orientação localizada na área de influência de obra ou serviço e não relacionada à sua execução.

Devem ser mantidas as cores estabelecidas nos Volumes II e III do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN.
As películas utilizadas na confecção das placas devem obedecer à norma técnica ABNT NBR 14644 – "Sinalização Vertical Viária – Películas – Requisitos". No caso de placas pintadas, as cores devem obedecer às coordenadas cromáticas descritas na Tabela 7-1 do MBST, Vol. VII.
As placas devem ser instaladas mantendo a distância mínima de:

- 1,20 m da borda externa do acostamento ou do refúgio (orla lateral interna da placa);
- 1,20 m do solo (orla inferior da placa);

O Manual do CONTRAN recomenda uma distância mínima de 50 metros entre placas, para permitir a leitura de todos os sinais.
Adicionalmente ao exposto, em relação a implantação das placas, estas devem ser posicionadas lateralmente à via, assegurando uma deflexão horizontal mínima, variando entre 3° e 5° em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam. Essa medida visa evitar reflexos indesejados provocados pela incidência de faróis de veículos ou pela luz solar sobre a placa. Além disso, em trechos de rampa, os sinais devem ser inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, dependendo da inclinação da rampa, seja ascendente ou descendente, a fim de aprimorar a refletividade.
As placas podem ser de materiais como aço, alumínio, poliéster reforçado com fibra de vidro e laminado feno melamínico. Podem ser utilizados outros materiais, desde que garantam as características dos sinais e a segurança viária durante o período de sua utilização.
As placas devem ser instaladas com suportes de madeira 10x10 cm, com altura máxima de 2,0 m.

Por fim, ressalta-se a necessidade de manutenção e conservação dos dispositivos de sinalização, de forma que sejam mantidas sem que a vegetação, placas publicitárias e outros elementos que possam estar presentes ao longo da via, prejudiquem a visualização da sinalização projetada.

3.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES TEMPORÁRIOS

A eficiência e a segurança na canalização de veículos automotores, ciclistas e pedestres dependem da correta utilização dos sinais verticais e horizontais, bem como dos dispositivos auxiliares, que consistem em elementos físicos utilizados para bloquear, delimitar ou direcionar o fluxo de trânsito em situações temporárias.

Esses dispositivos têm papel fundamental na organização do tráfego em áreas de intervenção, garantindo a segurança dos usuários e dos trabalhadores envolvidos na obra.

Os dispositivos auxiliares obedecem às cores, formatos, dimensões e demais características técnicas estabelecidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Dispositivos Auxiliares, publicado pelo CONTRAN.

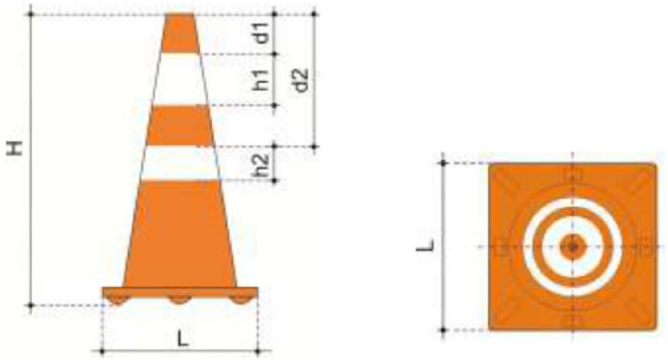
Além disso, os dispositivos auxiliares permanentes devem ser encobertos ou removidos quando houver conflito com os utilizados temporariamente em situações de obra, serviço ou evento, de modo a evitar confusão por parte dos condutores e pedestres.

Para a canalização do tráfego, o projeto prevê a utilização de cones, que são dispositivos portáteis de canalização. Esses elementos possuem formato cônico e corpo oco, com base quadrada e orifício superior, facilitando o manuseio e permitindo a fixação de elementos de sinalização complementar, quando necessário.

São confeccionados em material flexível, como plástico, borracha ou similar, e devem atender, no mínimo, às normas técnicas da ABNT. O corpo dos cones deve ser na cor laranja, com faixas horizontais brancas retrorrefletivas, garantindo a adequada visibilidade tanto diurna quanto noturna.

O cone deve possuir as seguintes dimensões:

- Altura H = 0,70m a 0,76m
- Largura L = 0,40m
- Altura h1 = 0,10m ou 0,15m
- Altura h2 = 0,10m
- Altura d1 = 0,05m ou 0,10m
- Altura d2 = 0,30m ou 0,35m



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI, 2022.

Os cones devem ser dispostos na via de forma a constituir uma linha de canalização contínua e uniforme, com espaçamento considerando a velocidade da via. Essa configuração tem por objetivo orientar o condutor quanto à trajetória segura a ser seguida, permitindo uma transição suave da direção do tráfego, sem necessidade de manobras bruscas ou risco de invasão à área interditada.
Deve ser utilizado Elemento Luminoso Complementar para aumentar a eficácia da sinalização temporária no período noturno. Deve ser utilizado ao longo do trecho canalizado, que compreende desde a área de transição até a área de retorno à situação normal.
A luz intermitente deve ser utilizada na área de transição, no sentido do fluxo veicular e a luz contínua deve ser utilizada no trecho que compreende desde a área de proteção anterior até a área de retorno à situação normal.

4. PROJETO DESVIOS DE TRÁFEGO

Considerando que as obras de Ampliação de Capacidade e Melhorias da rodovia, previstas para o 3º ano da Concessão estejam executadas, a rodovia opera em pista dupla com 6 (seis) faixas de tráfego, três em cada sentido.
O projeto do acesso foi desenvolvido considerando os seguintes elementos:

- Criação de via segregada para acesso e parada de veículos em frente ao terreno da Delegacia, com largura de 5,50m;
- Faixa de desaceleração (incluindo taper) de 115,00 metros de extensão, compatível com a velocidade de 80 km/h;
- Faixa de aceleração interligada com uma faixa de desincorporação da rodovia, criando uma zona de entrecruzamento para acesso ao bairro, com extensão superior a 200m;

4.1. ETAPAS DE EXECUÇÃO

O projeto de desvio de tráfego foi desenvolvido de acordo com as normas, especificações e orientações do CONTRAN, conforme as determinações do Novo Código de Trânsito Brasileiro.

O projeto tem como característica a utilização dos elementos de sinalização vertical, dispositivos auxiliares e de segurança. É constituído por elementos específicos que apresentam características visuais próprias, para informar e advertir condutores e pedestres sobre situações anômalas que possam constituir obstáculo à livre circulação e pôr em risco a segurança dos usuários da via.
No projeto de desvio de tráfego a sinalização vertical de advertência e as placas de orientação de destino adquirem características próprias de cor, sendo adotadas as combinações das cores laranja e preta. Entretanto, mantém as características de forma, dimensões, símbolos e padrões alfanuméricos.
O desvio de tráfego é uma etapa crucial no planejamento e execução de obras em áreas urbanas ou rodovias. Ele garante a segurança de motoristas, pedestres e trabalhadores no local, além de minimizar o impacto no fluxo de veículos e nas atividades cotidianas da região afetada.
Em projetos de infraestrutura, como construção, manutenção ou reformas em ruas, avenidas e estradas, o desvio permite que o tráfego seja redistribuído de forma organizada, evitando congestionamentos severos e reduzindo o risco de acidentes. Ele também cria condições mais seguras para a execução da obra, ao isolar o canteiro e proteger tanto os trabalhadores quanto os equipamentos. Portanto, o desvio de tráfego não é apenas uma medida operacional, mas também uma ação estratégica para manter a funcionalidade da via local durante a realização de obras, preservando a segurança e a fluidez do trânsito.

5. FASES DE OBRA

A execução das obras da Delegacia da PRF será constituída das seguintes fases:

- Fase 1: Execução da obra de acesso à Delegacia;
- Fase 2: Execução da terraplenagem para conformação o platô para execução das edificações da Delegacia;
- Fase 3: Construção das edificações
- Fase 4: Execução da obra de pavimentação do pátio da Delegacia;
- Fase 5: Sinalização e limpeza do canteiro;

6. METODOLOGIA E SINALIZAÇÃO DE OBRAS

O projeto de sinalização dos desvios de tráfego segue as diretrizes do Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias (Publicação IPR-738), que tem o objetivo de uniformizar e padronizar os dispositivos de sinalização temporária, condicionando os condutores dos veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas.
De acordo com o Manual a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:
- **Área de pré-sinalização**- onde deve ser implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego;
-Área de transição- o trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os

motoristas para fora do seu caminho normal;

- **Área de Atividade** - o trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras. Pode ser subdividida nas seguintes áreas: área de proteção, área de trabalho e área de retorno à situação normal.

-**Área de sinalização de fim de obras**- é a área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação. Seguindo as diretrizes propostas no MBST – Volume VII, neste projeto, utiliza-se: Placa "FIM DAS OBRAS" a uma distância mínima de 30m do fim da área de transição posterior, quando esta existir, ou de 100m da área efetiva da obra ou serviço; Placa com o sinal de regulamentação R-19 – "Velocidade máxima permitida", retomando a velocidade normal da via.

O Manual apresenta diversos projetos tipos, para as diversas situações que se apresentam na execução de obras.

Fase 1- Execução do acesso ao PPD

Não há previsão de alteração geométrica da pista atual, sendo executadas obras de alargamento para implantação das faixas de mudança de velocidade. Desse modo a sinalização proposta deve seguir o Projeto Tipo Nº 08-VIA Rural- Pista Dupla – Serviços no acostamento.

As barreiras classe I a serem colocadas ao longo da extensão em obras, paralelamente ao eixo da pista, devem apresentar espaçamento da ordem de 10m entre si e poderão ser substituídas por barreiras plásticas.

As demais fases não apresentam interferência com o tráfego da rodovia.

7. PRAZO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS

O prazo estimado para execução das obras é 10 meses, sendo 3 meses para execução das obras do acesso e 7 meses para execução das obras no pátio interno da Delegacia, incluindo a pavimentação do pátio.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou as diretrizes e premissas essenciais para a elaboração do Projeto Executivo de Sinalização provisória de obras, através de uma análise abrangente dos aspectos normativos, técnicos e operacionais, buscamos assegurar que as intervenções propostas estejam alinhadas com as melhores práticas e normas vigentes, garantindo a segurança e a eficiência do tráfego.

Ressaltamos a importância de uma sinalização clara e visível, capaz de comunicar eficazmente as condições da via aos usuários, permitindo uma condução segura e informada.

As pranchas do respectivo projeto podem ser observadas nos documentos:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-O2-001-R00b

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT

SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLOR. DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA – SUINF

Rodovias: PR-092

Trechos: km 209+650

Extensão: 0,2 km

Códigos PNV/SNV: 092S0140EPR

PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTO DE PARADA E DESCANSO DE CAMINHONEIROS (PPD) NO KM 209+650 DA CONCESSÃO EPR LITORAL PIONEIRO (BR-153/PR, BR-277/PR, BR-369/PR, PR-092, PR-151, PR-239, PR-407, PR-408, PR-411, PR-508, PR-804 E PR-855) NO ESTADO DO PARANÁ

PROJETO DE PAISAGISMO

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-N2-001

MARÇO/2025

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-RT-N2-001	Rev.: 00
	Emissão: 10/03/2025	Folha: 2 / 320
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária: Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – PROJETO DE PAISAGISMO		Aprovado:

Documento de Referência:

Documentos Resultantes:

01	12/03/26	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	
00	10/03/25	Mário Henrique – CREA PR-12450/D	Juarez Richter Cordeiro Nº CREA: 83492/D	

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. OBJETO 3

2. DESCRIÇÃO 3

2.1. Cerca a ser Implantada 3

2.2. Cerca a ser Removida 3

2.3. Proteção Vegetal 4

1. OBJETO

Este documento tem como objetivo apresentar o relatório do projeto de Paisagismo para o Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros – PPD, a ser implantado no km 209+650 da rodovia PR-092 no município de Arapoti (PR).

2. DESCRIÇÃO

Neste item estão descritos os elementos que compõe o projeto de Paisagismo para o PPD do km 207+500, a ser implantado na PR-092.

2.1. Cerca a ser Implantada

A cerca a ser implantada é um elemento que está representado no projeto de Paisagismo nos locais onde foi necessário criar uma faixa de domínio projetada, de acordo com o projeto de desapropriação. Esta cerca deverá ser construída a fim de delimitar a nova faixa de domínio da rodovia.

Os detalhes da cerca a ser implantada são apresentadas no desenho ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-N2-001-R00.

2.2. Cerca a ser Removida

De forma semelhante a anterior, a cerca a ser removida é um elemento que está representado no projeto de Paisagismo, nos locais onde foi necessário alterar a faixa de domínio existente, criando uma faixa de domínio projetada de acordo com o projeto de desapropriação e o levantamento topográfico disponível, esta cerca, caso exista, deverá ser eliminada.

Os detalhes da cerca a ser removida são apresentadas no desenho ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-D1-001-R00.

2.3. Proteção Vegetal

Está prevista a proteção vegetal contra a erosão de todos os taludes de aterro e corte resultantes da implantação das obras do PPD e da área de empréstimo.

A proteção, no caso dos aterros, abrangerá o ombro do terrapleno, a partir do dispositivo de drenagem ou pavimento, estendendo-se pelo talude e banquetas, quando for o caso.

Esta proteção será realizada com a aplicação de grama em placa e será adotada a espécie esmeralda (Zoysia Japonica). Esta mesma grama será aplicada para a proteção das áreas do PPD que não serão pavimentadas.

Para os taludes de corte, a proteção vegetal contra a erosão será implantada pelo processo de hidrossemeadura, abrangendo taludes e banquetas. As sementes utilizadas na hidrossemeadura serão compostas por diversas espécies com diferentes tempos de brotação, proporcionando melhor fixação da vegetação. A recomendação é uma mistura das seguintes espécies: pensacola (Paspalum Notatum), azevém (Lolium Multiflorum), crotalária (Crotalaria SP), feijão guandú (Cajanus Cajan), aveia (Avena SP) e grama esmeralda (Zoysia Japonica).

Responsável técnico AFIRMA: Mário Henrique - CREA/PR - 12450/D
Responsável técnico EPR: Juarez Richter Cordeiro - CREA/PR - 83492/D

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-L2-001	Revisão: 0
		Emissão: 19/06/2022	Folha: 1 de 3
Lote: -	Rodovia : PR-092	Firma Projetista: AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
Trecho : Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		Concessionária: EPR LITORAL PIONEIRO	
Objeto : LISTA DE MATERIAL- ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES		ANTT:	

Documentos de Referência:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-001	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-016
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-002	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-017
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-003	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-018
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-004	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-019
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-005	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-020
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-006	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-021
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-007	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-022
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-008	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-023
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-009	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-024
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-010	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-025
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-011	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-026
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-012	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-027
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-013	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-028
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-014	ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-029
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-015	

Documentos Resultantes:

Observação:

R00 Emissão inicial

00	19/03/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA		
Rev.	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA: AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA

Nº INTERNO: Rev. 01a

LISTA DE MATERIAL- FUNDAÇÕES PRÉDIO PPD		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	16,9	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	125,1	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	555	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	-	kg
AÇO CA50 - Ø16,0m	-	kg
AÇO CA50 - Ø20,0m	-	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	172,7	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	61,6	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	45,6	m²

LISTA DE MATERIAL- PRÉDIO PPD		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	422,8	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	959,1	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	1588,4	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	4530,1	kg
AÇO CA50 - Ø16,0m	1337	kg
AÇO CA50 - Ø20,0m	1769,3	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	1672,7	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	123,5	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	1056,4	m²

LISTA DE MATERIAL- FUNDAÇÃO GUARITA		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	-	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	35	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	134,7	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	43,2	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	14,2	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	14,4	m²

LISTA DE MATERIAL- GUARITA		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	47,4	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	87,6	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	169,5	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	120,9	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	6,7	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	83,7	m²

LISTA DE MATERIAL- FUNDAÇÃO ABRIGO DO GERADOR		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	-	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	39,4	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	94,3	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	-	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	37	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	9,2	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	16,8	m²

LISTA DE MATERIAL - ABRIGO DO GERADOR		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	31	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	187,1	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	297,1	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	204	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	201,6	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	12,6	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	133,6	m²

LISTA DE MATERIAL - FUNDAÇÃO ABRIGO DE RESÍDUOS		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	-	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	28,1	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	67,3	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	-	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	26,4	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	5,8	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	12	m²

LISTA DE MATERIAL - ABRIGO DE RESÍDUOS		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
AÇO CA50 - Ø6,3mm	47,3	kg
AÇO CA50 - Ø8,0mm	87,9	kg
AÇO CA50 - Ø10,0mm	129,9	kg
AÇO CA50 - Ø12,5mm	57,3	kg
AÇO CA60 - Ø5,0m	117,4	kg
CONCRETO - VOLUME (m³)	6,8	m³
ÁREA DE FORMA - (m²)	73,6	m²

Responsável técnico AFIRMA: Mário Henrique - CREA/PR - 12450/D
Responsável técnico EPR: Juarez Richter Cordeiro - CREA/PR - 83492/D

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-L2-001	Rev.: 00
	Emissão: 27/03/2025	Folha: 1 / 28
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária:	

Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – MEMORIAL DESCRITIVO DE FUNDAÇÕES		Aprovado:

Documento de Referência:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-020-R00

Documentos Resultantes:

Observação:

00	27/03/2025	AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA		
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	empresa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4
2. Normas técnicas de referencias 4
3. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS 6
4. ESTUDO GEOTÉCNICO 7
4.1. DADOS DISPONÍVEIS 7
4.2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO LOCAL 7
4.3. SONDAGENS REALIZADAS 8
5. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO 10
6. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE 11
6.1. CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL 11
6.2. QUALIDADE DO CONCRETO 11
6.3. Carregamentos adotados 13
6.4. Características dos materiais 14
6.4.1. CONCRETO 14
6.4.2. MÓDULO DE ELASTICIDADE 14
6.4.3. ARMADURA PASSIVA 15
6.4.4. COBRIMENTOS MÍNIMOS 15
7. Critérios de cálculo da carga admissível das estacas 17
7.1. METODOLOGIA DE PROJETO 18
8. Sondagens e ensaios geotécnicos 19
9. Solução de fundações adotada 20
10. Capacidade de carga das estacas 20
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS 23
12. BIBLIOGRAFIA 25

ANEXO A – BOLETINS DE SONDAGENS 26

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar um parecer geotécnico para a definição das fundações do edifício de apoio aos caminhoneiros, da guarita na entrada do estacionamento, do abrigo do gerador e do abrigo de resíduos, localizado à margem da Rodovia PR-092, km 290+650, no município de Arapoti/PR.

Serão quatro edificações, sendo uma principal para o emprego dos caminhoneiros, outra de guarita na entrada do estacionamento, outra o abrigo do gerador e por último o abrigo de resíduos. A edificação principal possui uma área em planta de aproximadamente 260 m^2, a guarita de aproximadamente 10 m^2, o abrigo do gerador de aproximadamente 21m^2 e o abrigo de resíduos aproximadamente 15m^2.

2. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIAS

Código	***Título***
NBR 6122	Projeto e Execução de Fundações
NBR 6484	Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solos – Método de Ensaio
NBR 6502	Rochas e Solos - Terminologia
NBR 6457	Solo: Preparação de Amostras
NBR 7181	Solo: Análise Granulométrica
NBR 5739	Concreto – Ensaios de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos
NBR 6118	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
NBR 8953	Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência

Normas Complementares

Código	*Título*
NBR 8036	Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios - Procedimento
NBR 9603	Sondagem a Trado
NBR 9604	Abertura de Poços e Trincheira de Inspeção em Solo, com Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas

Recomendações

Código	*Título*
Manual ABEF	Manual de Execução de Fundações – Práticas Recomendadas

3. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

Os Projetos de Engenharia possibilitam a caracterização da obra, demonstrando sua funcionalidade e fornecendo os elementos fundamentais para o detalhamento das soluções na fase do projeto executivo. Em conformidade com o Plano de Exploração Rodoviária – PER, está prevista a implantação de um PPD no km 209+650, da PR-092. Apresenta-se na Figura 1, a localização do referido PPD.

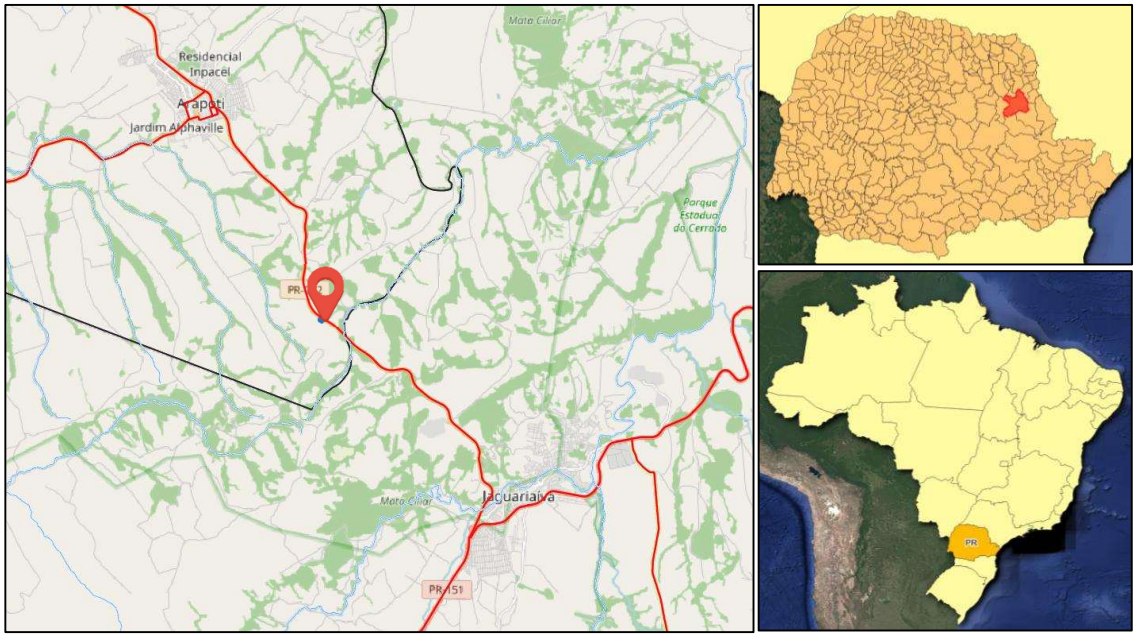


Figura 1 - Mapa de Situação - Implantação de PPD.

4. ESTUDO GEOTÉCNICO

4.1. DADOS DISPONÍVEIS

Para a elaboração do estudo geotécnico apresentado, foram considerados os seguintes documentos:

- Boletins individuais das 3 sondagens a percussão e seus deslocamentos, executadas pela Afirma Evias Engenharia Viária, com seus respectivos ensaios de caracterização do subleito, realizados em janeiro de 2025.
- Planta de cargas do edifício de apoio aos caminhoneiros.

4.2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO LOCAL

O PPD ficará situado no Segundo Planalto Paranaense e, como mostrado na figura, ocupará área de formação geológica Formação Ponta Grossa (sigla Dpg, cor marrom), em zona de transição com a Formação Furnas (sigla D1f, cor dourado/amarelo queimado). Estas formações se caracterizam por:

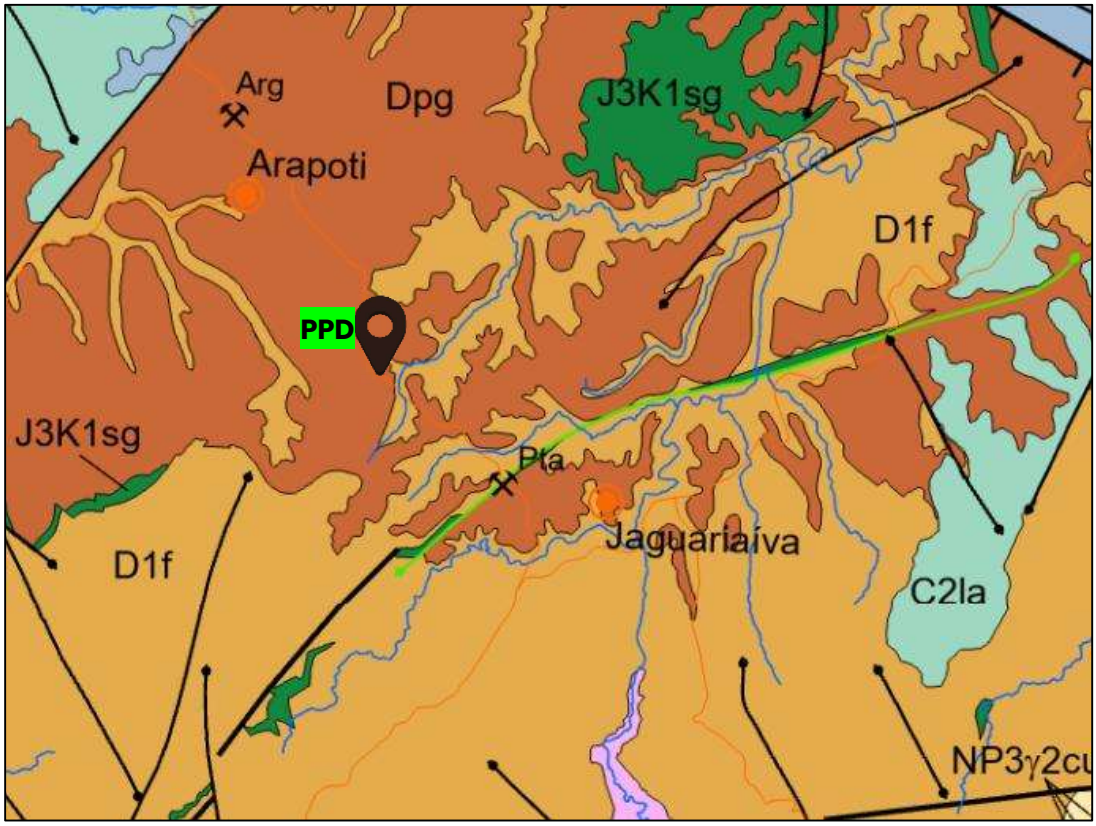


Figura 2 – Recorte do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná, na região de implantação do PPD.

a) Formação Ponta Grossa: Folhelhos e siltitos ferruginosos, cinza a cinza-esverdeados, subordinadamente amarelados e avermelhados, com intercalações de arenitos finos a muito finos, preferencialmente ferruginosos, cinza esverdeados, esbranquiçados e amarelados.

b) Formação Furnas: Subarcóseo e arcóseo de granulometria média a grossa, caulinítico texturalmente imaturo, arenito conglomeráticos e conglomerado oligomítico. Arenito de granulação fina, interdigitado com argilito, siltito e folhelho.

4.3. SONDAGENS REALIZADAS

No local, foram realizadas três sondagens a percussão, sendo SP-01, SP-02 e SP-03, na projeção da edificação principal.

As sondagens executadas apresentam uma camada superficial de vegetação (atividade agrícola exercida no local) de 25 a 30 cm. As raízes das plantações são superficiais.

Na sequência, encontra-se uma camada espessa de argila arenosa, com presença de grãos finos, fofa a compacta, de cor vermelha. Esta camada ocorre até profundidades variando entre 6,75 m e 7,50 m. Os valores de N_{SPT} desta camada são baixos, variando em torno de 4 golpes em toda a sua extensão.

Após esta camada, ocorre um arenito de estrutura granular com presença de grãos finos e médios, compacto a muito compacto, de cor amarelo a cinza. Esta camada se estendeu até a profundidade de 20 m, onde foram paralisadas as sondagens. Os valores de N_{SPT} são altos, e o nível d'água foi encontrado em profundidade de 12,90 m, 12,50 m e 9,20 m para as sondagens SP-01, SP-02 e SP-03, respectivamente.

Os boletins das sondagens descritas estão apresentados nos anexos do presente relatório.

5. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

Os elementos de fundação podem ser classificados em 2 principais grupos:

Fundações diretas: são aquelas que transmitem as cargas provenientes dos pilares diretamente ao solo, através de sua área de contato.

Fundações indiretas: são aquelas que transmitem as cargas provenientes dos pilares ao solo de forma indireta, através da força de atrito.

5.1. SAPATAS

Sapatas enquadram-se no grupo das fundações diretas e consistem no alargamento da seção transversal do pilar para garantir uma maior área de contato com o solo e consequentemente promover uma distribuição de esforços mais efetiva.

5.2. BLOCOS

Os blocos de fundação são elementos estruturais intermediários entre a superestrutura e a infraestrutura, e são dimensionados com o objetivo de distribuir os esforços dos pilares para as estacas, que por sua vez os dissipam ao solo.

5.3. ESTACAS

As estacas consistem em um tipo de fundação profunda que transmite os esforços recebidos do bloco de fundação ao solo, através do atrito lateral e de sua resistência de ponta.

6. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

6.1. CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL

A NBR 6122, no item 8.6.2 específica: “As espessuras de cobrimento para as estacas de concreto devem obedecer a ABNT NBR 6118 em função da Classe de Agressividade do meio.”

A edificação em epígrafe enquadra-se, conforme quadro abaixo, extraído da tabela 6.1 da NBR 6118:2023, na Classe de Agressividade Ambiental II (CAA – II), visto ambiente urbano considerado para efeito de projeto.

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.

Figura 3: *Agressividade conforme Ambiente de projeto. NBR 6118:2023*

6.2. QUALIDADE DO CONCRETO

Uma vez determinada a Classe de Agressividade Ambiental a ser atendida no projeto, estipula-se os requisitos mínimos para a classe do concreto, determinando-se a resistência característica mínima a ser utilizada, bem como o fator água/cimento limite.

Para a edificação em epígrafe, a menor resistência de concreto a ser utilizada na estrutura encontra-se na tabela abaixo.

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.

Figura 4: *Requisitos mínimos para o concreto conforme CAA. NBR 6118:2023*

Para as estacas a NBR 6122 específica, na tabela 4, o fck de projeto para as diferentes soluções, com o respectivo fator de minoração das resistências.

Tipo de estaca	Classe de agressividade ambiental (CAA) conforme ABNT NBR 6118	Classe de concreto/ resistência característica da argamassa ou concreto	γ_c	% de armadura mínima e comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco)		Tensão de compressão simples atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) MPa	Anexo onde se encontram definidos concreto/ argamassa
				Armadura %	Comprimento m		
Hélice/hélice de deslocamento/ hélice com trado segmentado [a]	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	N / O / P
	III, IV	C40	3,6				
Escavadas sem fluido	I, II	C25	3,1	0,4	2,0	5,0	I
	III, IV	C40	5,0				
Escavadas com fluido	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	J
	III, IV	C40	3,6				
Strauss [b]	I, II	20 MPa	2,5	0,4	2,0	5,0	G
Franki [b]	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	H
Tubulões não encamisados	I, II	C25	2,2	0,4	3,0	5,0	B
	III, IV	C40	3,6				
Raiz [b,c,d]	I, II, III, IV	20 MPa	1,6	0,4	Integral	–	K
Microestacas [b,c,e]	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	M
Estaca trado vazado segmentado [a,d]	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	L

[a] Nestas estacas, o comprimento máximo da armadura é limitado devido ao processo executivo.
[b] Neste tipo de estaca, o diâmetro a ser considerado no dimensionamento é o diâmetro externo do revestimento.
[c] O espaçamento entre face de barras deve ser de um diâmetro da barra e no mínimo 20 mm. As taxas máximas de armadura são de 8 % A_c para diâmetros menores ou iguais a 310, e de 6 % A_c para diâmetros iguais ou superiores a 400 mm. As taxas máximas devem ser verificadas na seção de maior concentração de aço (considerando inclusive as emendas por transpasse). Em situações críticas, o dimensionamento pode ser feito em função da área de aço (f_{yk} ≥ 500 MPa; A_s = área de aço), conforme a seguir:
  — quando $A_s \leq 6\ \% A_c$, o dimensionamento deve ser feito considerando a estaca trabalhando como pilar de concreto (a resistência da estaca é formada pela parcela do concreto e pela parcela do aço);
  — quando $A_s \geq 6\ \% A_c$, o dimensionamento deve ser feito considerando que todo o esforço solicitante deve ser resistido apenas pelo aço da seção da estaca (a parcela resistente do concreto é desprezada).
[d] Argamassa.
[e] Calda de cimento.

Figura 5: *Estacas moldadas in loco: Parâmetros para dimensionamento. NBR 6122:2022*

O traço especificado nos anexos normativos pode resultar em concreto com fck superior ao utilizado no cálculo estrutural das estacas, dado que a especificação do traço visa obter concreto que garanta a qualidade e propriedades como trabalhabilidade, durabilidade, baixa permeabilidade, porosidade, baixa segregação, baixa exsudação etc., levando em consideração as condições particulares de concretagem.

6.3. CARREGAMENTOS ADOTADOS

Através da análise estrutural da edificação, obteve- se os carregamentos ao nível das fundações, os quais serão apresentados na planta: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-L2-001_R00 cujas informações, em caráter de anteprojeto, foram utilizadas para desenvolvimento deste estudo.

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 nas estacas 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.

Para estudo preliminar das fundações, utilizou-se os seguintes casos de carregamento:

FZmax; FZmin; FXmax; FXmin; FYmax; FYmin; MXmax; MXmin; MYmax e MYmin.

Totalizando-se 10 casos que consideram os efeitos de 2ª ordem sobre a estrutura, ou seja, os efeitos decorrentes da deformabilidade do edifício.

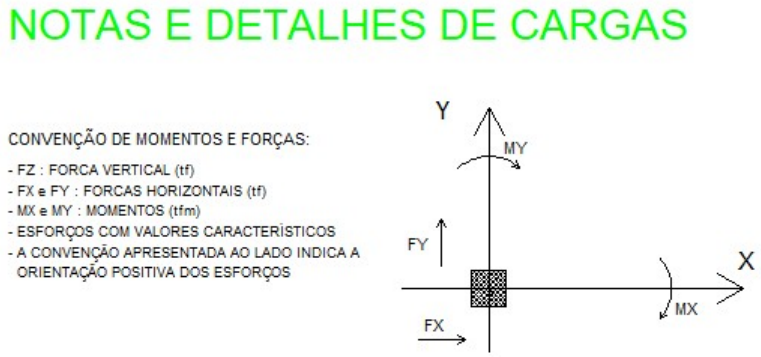


Figura 6: *Notas e detalhes para cargas*

6.4. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

6.4.1. CONCRETO

Pavimento	***Fck (Mpa)***
	Fundações
Estacas*	30

* A especificação do traço utilizado nas estacas pode gerar resistência superior à classe limite utilizada para projeto.

6.4.2. MÓDULO DE ELASTICIDADE

Os módulos de elasticidade, em tf/m², utilizados para resistências de concreto definida em projeto é listado a seguir:

Classe	***AlfaE***	***Ecs (GPa)***	***Eci (GPa)***
C30	1,0	27	30

* Os valores dos módulos de elasticidade foram adotados conforme NBR 6118, podendo ser ajustado conforme os dados das usinas da região.

Para a produção do concreto, conforme informação disponibilizada pelo cliente, considerou-se a utilização de agregado graúdo de **origem granítica (granito)**, em especial na avaliação do módulo de elasticidade. **Caso sejam utilizados outros tipos de agregados**

graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido no início do projeto.

Recomenda-se que o controle estatístico da resistência à compressão do concreto deve ser realizado por amostragem total, conforme norma NBR 12655. Adicionalmente, sugere-se que seja realizado o mapeamento de distribuição do concreto com referência do lote de origem em toda a estrutura.

6.4.3. ARMADURA PASSIVA

Tipo de barra	*Ecs(GPa)*	*fyk(MPa)*	*Massa específica(kg/m3)*	*n1*
CA-50	210	500	7.850	2,25
CA-60	210	500	7.850	1,40

6.4.4. COBRIMENTOS MÍNIMOS

Os requisitos mínimos para o recobrimento de concreto sobre as armaduras estão apresentados na figura abaixo extraída da NBR 6118:2023, grifada conforme utilizado em projeto.

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 7: *Cobrimentos mínimos conforme CAA. NBR 6118:2023*

Dessa forma, adotaram-se os seguintes cobrimentos:

Elemento Estrutural	***Cobrimento (cm)***
Estacas*	4,0

* Cobrimento superior ao mínimo recomendado por exigências do processo executivo.

7. CRITÉRIOS DE CÁLCULO DA CARGA ADMISSÍVEL DAS ESTACAS

Para desenvolvimento deste projeto, utiliza-se o conceito de carga admissível (Pa):

$$Pa = \frac{Rmed}{Fs}$$

Em que Fs é o fator de segurança global.

O fator de segurança global é definido pela relação entre os valores médios de resistência e solicitação.

Na prática, verifica-se não somente a solicitação média, mas todos os valores disponíveis para a solicitação, comparando-os com a carga admissível, de tal modo que:

$$Pa \geq Si$$

Em que Si são todos os valores disponíveis de solicitação (os 10 casos de carregamento apresentados no item 6.3);

O fator de segurança global a ser utilizado na determinação da carga admissível é igual a 1,6, conforme a NBR 6122.

Dessa forma, o projeto em epígrafe será desenvolvido com Fs = 1,6 e, posteriormente, a depender do número de estacas utilizados na obra, serão especificadas provas de carga estática, em conformidade com a NBR 6122, podendo-se corrigir os comprimentos de projeto a fim de atender ao fator de segurança global mínimo de 1,6.

A carga admissível das estacas está estipulada da seguinte maneira:

Designou-se as regiões representativas do terreno com base nas sondagens realizadas. Para a projeção das torres, executou-se no mínimo três sondagens que serão avaliadas em conjunto.

Dos parâmetros obtidos nos ensaios, estipula-se os valores médios obtidos e calcula-se a carga admissível com base nestes parâmetros, ou seja, em valores medidos obtidos para a mesma região representativa.

$$Pa = \frac{(Rc, calc)med}{1{,}6}$$

Em que (Rc,cal)med é a resistência característica calculada com base nos valores médios dos parâmetros

Adicionalmente, realiza-se a verificação de norma para os valores mínimos:

$$Rc,k = \frac{(Rc,calc)min}{\xi 2}$$

Em que (Rc,cal)min é a resistência característica calculada com base nos valores mínimos dos parâmetros e $\xi 2$ um valor variável conforme o número de sondagens realizado, sendo para este caso (três sondagens consideradas) igual a 1,23.

n [a]	1	2	3	4	5	6	≥ 10
ξ_1 [b]	1,42	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,27
ξ_2 [b]	1,42	1,27	1,23	1,20	1,15	1,13	1,11

[a] n = número de perfis de ensaios por região representativa do terreno.
[b] Os valores de ξ_1 e ξ_2 podem ser multiplicados por 0,9 no caso de execução de ensaios complementares à sondagem a percussão.

Figura 8: *Valores dos fatores para determinação dos valores característicos de resistência baseados em ensaios de campo. NBR 6122:2022.*

Obtida a resistência característica com base nos valores mínimos, realiza-se a seguinte verificação em relação à carga admissível calculada.

$$Pa \leq \frac{Rc,k}{1{,}4}$$

7.1. METODOLOGIA DE PROJETO

Em termos geotécnicos, todo projeto de fundações por estacas culmina com a previsão da cota de parada das estacas e a fixação da carga admissível de projeto. Dependendo da amplitude de variação das cargas de pilar, pode-se projetar mais de uma carga admissível, variando para tanto os parâmetros de execução das estacas (diâmetro e comprimento).

Uma limitação de equipamento pode impor um comprimento máximo exequível para as estacas, bem como uma faixa de valores de N_{SPT} pode provocar a parada da estaca em uma determinada cota ao longo do perfil do terreno.

A metodologia utilizada para projeto considera as limitações e condicionantes acima juntamente com o limite estrutura das estacas.

8. SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Para elaboração dos projetos de fundações foram solicitados cinco ensaios de simples reconhecimento com medida de SPT. Realizaram-se, cinco perfurações. Os ensaios foram uniformemente espaçados ao longo do embasamento da edificação.

De modo geral, o perfil de solo pode ser considerado homogêneo, entretanto, com sondagens apresentando aumento de resistência à penetração do amostrador padrão relevantes entre o quinto e o 7º metro de profundidade, tornando o terreno um local necessário de análise por parte dos executores para verificarem a viabilidade de transposição de camadas como esta e/ou adoção de medidas complementares para garantir que as estacas atinjam o comprimento determinado em projeto.

O nível freático foi observado em profundidades superiores a nove metros.

SP-01 – 12,90m, SP-02 – 12,50m, SP-03 – 9,20m, SP-04 – 11,20m e SP-05 – 10,50m (aumento de resistência a partir de 7m)

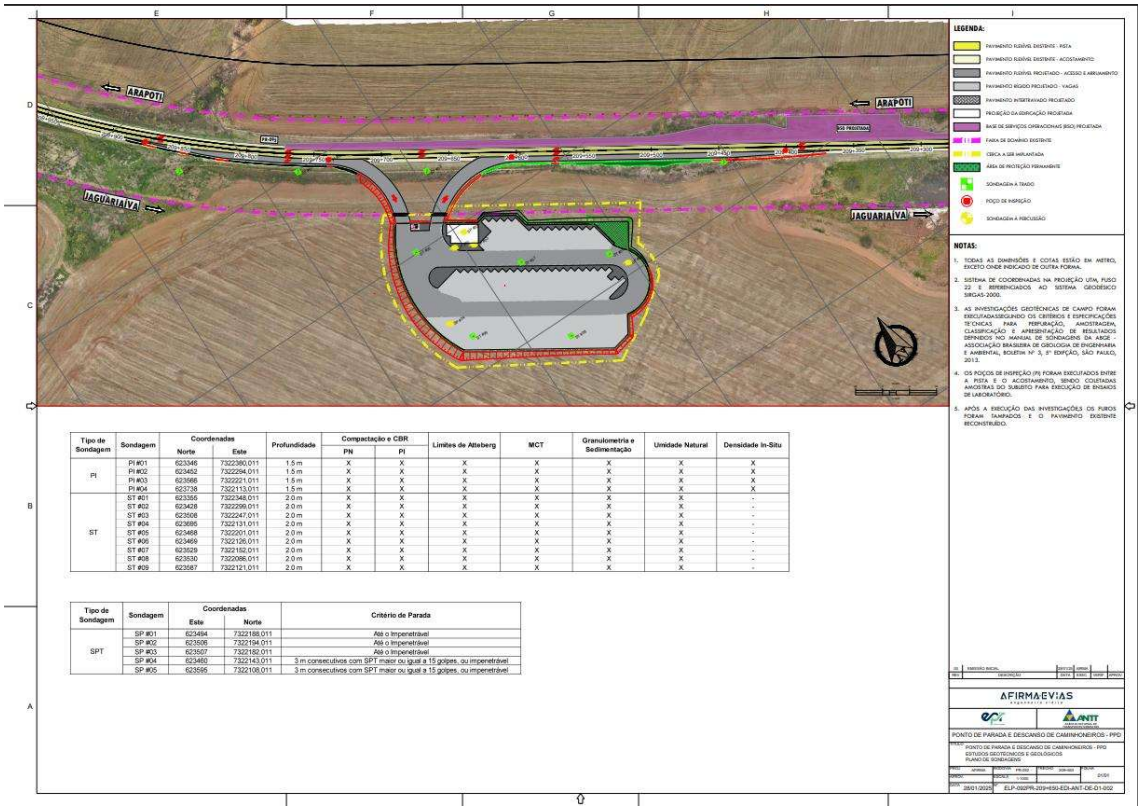


Figura 9: *Locação das Sondagens. ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-D1-002-R00a.*

Para investigação inicial não foram realizados ensaios adicionais, entretanto, podem ser solicitados ensaios de cisalhamento direto e obtenção de parâmetros de resistência, além de índices físicos e caracterização do solo.

9. SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES ADOTADA

Avaliando-se as soluções viáveis à obra, estipulou-se a aplicação de estacas tipo Hélice Contínua Monitorada.

A utilização de estacas escavadas com furo estabilizado por lama bentonítica ou polímeros apresentam a desvantagem de serem excessivamente caras devido aos custos de instalação dos equipamentos, do concreto especial, da remoção de lama, da remoção do solo escavado e o fornecimento de água para preparo do fluido.

Neste contexto, apresenta-se o desenvolvimento do projeto com uso de estacas Hélice Contínua Monitorada, as quais podem ser executadas abaixo do lençol freático, não apresentam vibrações durante a execução, podem penetrar solos resistentes devido ao alto torque desenvolvido pelas perfuratrizes e apresentam alta produtividade, podendo um equipamento executar comprimentos acumulados acima de 100 metros por dia, dependendo das condições de campo e das características das estacas.

Como desvantagem, as estacas Hélice Contínua apresentam certa dificuldade na colocação da armadura dado que as mesmas são inseridas após a concretagem. Portanto, torna-se importante a garantia de características do traço conforme especificado em projeto.

10. CAPACIDADE DE CARGA DAS ESTACAS

Para determinação da capacidade de carga das estacas diversos autores de referência têm proposto métodos baseados em correlações empíricas com resultados de ensaios realizados in situ. Para este projeto, utilizou-se o método Décourt-Quaresma (1978) amplamente utilizado na engenharia brasileira.

A capacidade de carga das estacas é dada pela seguinte equação:

$$Rc = \alpha\, K\, Np\, Ap + \beta\, U\, \Sigma(\Delta l\, (\frac{Nl}{3} + 1)$$

Em que α e β são fatores introduzidos em 1996 para aplicação do método em estacas hélice contínua (entre outras), K é o coeficiente característico do solo, conforme tabela abaixo,

Np é o valor médio do índice de resistência à penetração na ponta ou base da estaca, Ap é a área de ponta da estaca, U é o perímetro da estaca e Nl é o valor de resistência à penetração no segmento considerado.

Coeficiente Característico do Solo	
Tipo de Solo	**K (tf/m²)**
Argilas	12
Silte Argiloso	20
Silte Arenoso	25
Areia	40

Figura 10: *Coeficiente característico do solo. Décourt (1996)*

Parâmetros do método - Alfa	**Fundações Profundas**
Tipo de Solo	**Hélice Contínua**
Argilas	0,3
Solos intermediários	0,3
Areias	0,3

Parâmetros do método - Beta	**Fundações Profundas**
Tipo de Solo	**Hélice Contínua**
Argilas	**1**
Solos intermediários	**1**
Areias	**1**

Figura 11: *Fatores Alfa e Beta. Décourt (1996)*

Com base no equacionamento apresentado acima e nos critérios expostos no item 6, calculou-se a carga admissível para as estacas do projeto, estando as mesmas apresentadas na tabela abaixo.

- Estacas: Hélice Contínua Monitorada
- Comprimento Útil: 15 metros

Diâmetro	Carga Admissível (tf)	Carga Admissível sob Vento (tf)	Tensão Atuante (Mpa)
30	37,5	43,5	2,98

Concreto das estacas – Traço padrão ABEF/ABEG/ABESC – Código HC30

- Consumo mínimo de cimento: 400 kg/m³;
- Fator água/cimento ≤ 0,55;
- Brita zero (dimensão máxima característica 12,5mm);
- Slump test: 22+/-3 cm;
- Fck ≥ 30 Mpa;
- % de argamassa em massa ≥ 55 %;
- Traço tipo bombeado;
- Especificar na nota fiscal a quantidade máxima de água a ser adicionada na obra considerando a água retida na central mais uma estimativa de água perdida por evaporação;
- Não utilizar cimento tipo ARI;
- Não utilizar pó de pedra.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos ensaios de SPT, nos furos considerados para este estudo foram interrompidos na faixa de 20m de profundidade, não sendo possível estimar maiores cargas. Assim, as estacas hélice-contínua atenderam a resistência necessária precisando de apenas um bloco com mais de 1 (uma) estaca, este com bloco 2 (dois) com 2(duas) estacas.

Esta obra deverá ser acompanhada por um engenheiro experiente em conjunto com profissional habilitado para execução das estacas.

Antes do início das obras de fundação, é recomendado que seja verificado o solo de modo que confira se está de acordo com laudo de sondagem a percussão realizado anteriormente.

Após execução da estaca e concretagem de blocos, verificar com engenheiro geotécnico a necessidade de compactação de solo por cima das estacas e blocos e espessura, se maior o menor da que recomendada em projeto.

Vale ressaltar que o aterro dos blocos de fundação, só deverá ser executado após impermeabilização dos mesmos e passado o tempo de cura da manta impermeabilizante e análise geotécnica das condições.

A compactação a ser executada acima do bloco da estaca deve ser controlado e ter grau de compactação ≥95%PN e sua umidade não deve passar de 1,5%hot.

O Fck de 30 Mpa será utilizado em toda a estrutura da obra.

A geometria dos elementos – vigas e pilares – do térreo e cobertura foram dimensionadas para combinar a utilização de paredes de vedação em alvenaria e/ou drywall internas da unidade.

Será de competência exclusiva da empresa executora a escolha para posterior aplicação, dos materiais mencionados neste memorial de estruturas, podendo até alterar eventualmente os materiais especificados, uma vez que poderão surgir no mercado novos materiais que os substituam, com vantagem técnica, estética ou

econômica em relação aos especificados. Entretanto, os materiais substituídos, não poderão ser de qualidade inferior aos do presente memorial.

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.

12. BIBLIOGRAFIA

Alonso, U. R., Dimensionamento De Fundações Profundas – 2ª Edição. Blucher, 2012.

Velloso, D. A., Lopes, F. R. Fundações – Volume 1, Oficina de Textos – 2004, São Paulo/SP.

Hachich, W. C. et al. Fundações: Teoria e Prática, PINI / ABMS / ABEF, 1996, São Paulo/SP.

Godoy, N. S.; Teixeira, A. T. (1996). Análise, projeto e execução de fundações rasas. Ed. Pini, São Paulo.

Morrison, Nelson. Interacción suelo-estructuras: semiespaço de winkler. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 1993.

GUIDI, Carlo Cestelli. Geotecnica e tecnica delle fondazioni.

ANEXO A – BOLETINS DE SONDAGENS

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623494.00 m E
NORTE: 7322188.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-01

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
—— 2ª e 3ª penetrações

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL DÁGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR- 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,25	0,00 - 0,25m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	3	3				
2	P	2"	2	3	3				
3	P	2"	3	2	3				0,25 - 7,00m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A COMPACTA, COR VERMELHA.
4	P	2"	4	4	4				
5	P	2"	5	5	5				
6	P	2"	6	3	3				
7	P	2"	7	17	28			6,75	
8	P	2"	8	25	35				7,00 - 20,12m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
9	P	2"	9	27	29				
10	P	2"	10	21	29				
11	P	2"	11	32	40/10				
12	P	2"	12	35	-				
13	P	2"	13	42	-	12,90			
14	P	2"	14	45/12	-				
15	P	2"	15	50/10	-				
16	P	2"	16	49	49				
17	P	2"	17	35	-				
18	P	2"	18	35/12	-			13,12	
19	P	2"	19	35/10	-				LIMITE DA SONDAGEM: 20,12m CONFORME NBR 6484/2020
20				35/07	-				

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

SONDADOR
Valdecir
GERENTE DE OBRAS
-
RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

DATA EXECUÇÃO:
INICÍO: 18/01/2025
TÉRMINO: 18/01/2025

NÍVEL D'ÁGUA
INICÍO: 10,00 m
TÉRMINO: 12,90 m

OBS:
Limite de sondagem: 20,12m.
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR

LESTE: 623506.00 m E
NORTE: 7322194.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-02

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
—— 2ª e 3ª penetrações

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: Ø 76,2 mm
Amostrador: Ø int. 34,9 mm
Ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL D'ÁGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR- 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,30	0,00 - 0,30m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	3	2				
2	P	2"	2	3	5				
3	P	2"	3	5	5				0,30 - 7,30m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A COMPACTA, COR VERMELHA.
4	P	2"	4	3	3				
5	P	2"	5	4	3				
6	P	2"	6	3	4				
7	P	2"	7	10	27			7,30	
8	P	2"	8	20	29				.
9	P	2"	9	25	24				
10	P	2"	10	21	37				
11	P	2"	11	32	40/10				
12	P	2"	12	40	-	12,50			7,30 - 20,10m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
13	P	2"	13	45/10	-				
14	P	2"	14	45	-				
15	P	2"	15	50/12	-				
16	P	2"	16	30/10	-				
17	P	2"	17	35/09	-				
18	P	2"	18	35/07	-			12,80	
19	P	2"	19	35/05	-				LIMITE DA SONDAGEM: 20,10m CONFORME NBR 6484/2020
20				35/07	-				

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

SONDADOR
Valdecir

GERENTE DE OBRAS
-

RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

DATA EXECUÇÃO:
INÍCIO: 18/01/2025
TÉRMINO: 18/01/2025

NÍVEL D'ÁGUA
INÍCIO: 9,10 m
TÉRMINO: 12,50 m

OBS:
Limite de sondagem: 20,10m.
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM PERCUSSÃO

AFIRMA EVIAS engenharia viária

CLIENTE : EPR LITORAL PIONEIRA
SERVIÇO: SONDAGEM EPRLP PPD
LOCAL : PR-239 / PR-092 JAGUARIAÍVA/PR
LESTE: 623507.00 m E
NORTE: 7322182.00 m S

SONDAGEM Nº: SP-03

SONDAGEM PERCUSSÃO MÉTODO ABNT - NBR - 6484/2020

PENETRAÇÃO: (GOLPES/30 cm)
------ 1ª e 2ª penetrações
—— 2ª e 3ª penetrações

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:
Revestimento: ø 76,2 mm
Amostrador: ø int. 34,9 mm
ø ext. 50,8 mm
Peso: 65,0 kg
Altura de queda: 75,0 cm

PERFIL	MÉTODO AVANÇO	DIÂMETRO	AMOSTRA	Nº. GOLPES 1ª e 2ª	Nº. GOLPES 2ª e 3ª	NÍVEL D'AGUA 24 h (m)	CONVENÇÃO GRÁFICA NBR - 13441	MUDANÇA DE CAMADA (m)	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
0	T	2"	0	-	-			0,25	0,00 - 0,25m: CAMADA VEGETAL (PLANTAÇÃO).
1	P	2"	1	2	2				
2	P	2"	2	3	4				
3	P	2"	3	3	3				0,25 - 7,50m: ARGILA ARESONA, COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS, FOFA A POUCO COMPACTA, COR VERMELHA.
4	P	2"	4	3	2				
5	P	2"	5	3	3				
6	P	2"	6	3	2				
7	P	2"	7	5	8			7,50	.
8	P	2"	8	22	30				
9	P	2"	9	23	33	9,20			.
10	P	2"	10	30	45				
11	P	2"	11	22	30				
12	P	2"	12	23	38				7,50 - 19,12m: ARENITO DE EXTRUTURA GRANULAR COM PRESENÇA DE GRÃOS FINOS E MÉDIOS, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR AMARELO E CINZA.
13	P	2"	13	31	49				
14	P	2"	14	35	40/10				
15	P	2"	15	39	50/07				
16	P	2"	16	54	-				
17	P	2"	17	55/10	-				
18	P	2"	18	35/12	-				
19	P	2"	19	35/09	-			11,62	LIMITE DA SONDAGEM: 19,12m CONFORME NBR 6484/2020
20									

MÉTODO: E - Escavação
T - Trado
P - Percussão

SONDADOR
Valdecir
GERENTE DE OBRAS
-
RESPONSÁVEL TÉCNICO
Mário Henrique F. Andrade

DATA EXECUÇÃO:
INICÍO: 18/01/2025
TÉRMINO: 19/01/2025

NÍVEL D'ÁGUA:
INICÍO: 7,6 0 m
TÉRMINO: 9,20 m

OBS:
Limite de sondagem: 19,12m.
Critério de paralização: CONFORME ABNT NBR 6484/2020.
Nível de água medido após chuvas.

CONTATO:
(41) 3123-8550 | projetos@afirmaevias.com.br

1/1

Responsável técnico AFIRMA: Mário Henrique - CREA/PR - 12450/D
Responsável técnico EPR: Juarez Richter Cordeiro - CREA/PR - 83492/D

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-L2-002	Rev.: 00
	Emissão: 27/03/2025	Folha: 1 / 32
LITORAL PIONEIRO	Resp. Técnico / Projetista: AFIRMA EVIAS ENGENHARIA VIÁRIA	
	Resp. Técnico / Concessionária:	

Lote: 2	Rodovia: PR-092	ANTT
Trecho: km 209+650		Verificado:
Objeto: PPD – MEMORIAL DESCRITIVO DE ESTRUTURAS		Aprovado:

Documento de Referência:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-020-R00

Documentos Resultantes:

Observação:

00	27/03/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA		
Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Concessionária	empresa

SUMÁRIO

1 Apresentação 4
2 Normas técnicas de referencias 6
3 Exigências de durabilidade 9
3.1 Vida útil de projeto 9
3.2 Classe de agressividade ambiental 10
3.3 Qualidade do concreto 11
3.4 Outros requisitos da norma de desempenho 12
3.5 Resistência da estrutura de concreto da situação de incêndio 13
4 Carregamentos adotados 13
4.1 Alvenarias Adotadas Neste Projeto 14
4.2 Observações para as vedações 15
4.3 Vento 15
4.4 Sismos 16
5 Características dos materiais 16
5.1 Concreto 16
5.2 Módulo de elasticidade 17
5.3 Armadura passiva 17
5.1 Cobrimentos mínimos 18
6 Critérios do modelo estrutural 19
6.1 Parâmetros de estabilidade global 19
6.2 Deslocamento admissíveis 21
7 Interferências com a arquitetura 22
8 Conclusão 22
9 ANEXO 1 - Orientações para a construção 23
10 ANEXO 2 - Formas/Moldes para a estrutura de concreto 23
11 ANEXO 3 - Escoramentos 23
12 ANEXO 4 - Tolerâncias 24
13 ANEXO 5 - Tecnologia de concreto 24
14 ANEXO 6 - Cura 24
15 ANEXO 7 - Controle do concreto 25
16 ANEXO 8 - Proteção das armaduras 25
17 ANEXO 9 - Orientação ao usuário 25
18 ANEXO 10 - Orientação quanto à manutenção e inspeção 26
19 ANEXO B - Placas de entrada nos estacionamentos 26

20 ANEXO C - Itens de estrutura no manual de uso, operação e manutenção dos imóveis 27
20.1 Caracterização da estrutura 27
20.2 Carregamentos 27
20.3 Manutenção 27
20.4 Reformas 27
21 ANEXO D - Prescrições a serem anexadas ao item de estrutura quanto à manutenção e inspeção 28
22 ANEXO E - Interação estrutura x vedação 30

1 Apresentação

Prezados senhores,

Neste documento, será apresentado o memorial descritivo das soluções estruturais para as edificações em epígrafe. Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios considerados na concepção do projeto da estrutura em concreto armado do edifício.

O empreendimento trata-se de edificação para descanso de caminhoneiros, contando com o pavimento térreo.

Durante a fase de estudo preliminar do sistema estrutural realizaram-se diversas análises para definição da solução da edificação elaborada com base no projeto arquitetônico.

De posse do projeto de arquitetura, realizou-se o lançamento estrutural da edificação respeitando-se a volumetria apresentada nos estudos de arquitetura com as devidas observações pontuadas nas plantas de projeto, apresentando-se a opção de solução estrutural para a edificação. Para o empreendimento foram adotadas as soluções em concreto armado com lajes e vigas convencionais, para a torre, caracterizada pelo uso de lajes maciças e vigas locadas sobre as alvenarias.

Para quaisquer dúvidas referentes às informações contidas neste documento, estamos à disposição para prestar os esclarecimentos necessários.

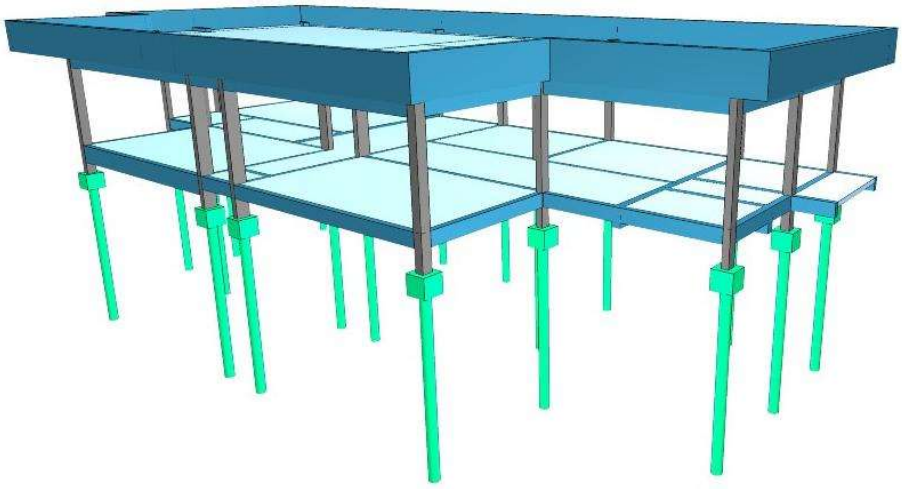


Figura 1: *Perspectiva do modelo estrutural da Edificação – Prédio Principal*

Figura 2: *Perspectiva do modelo estrutural da Edificação – Guarita*

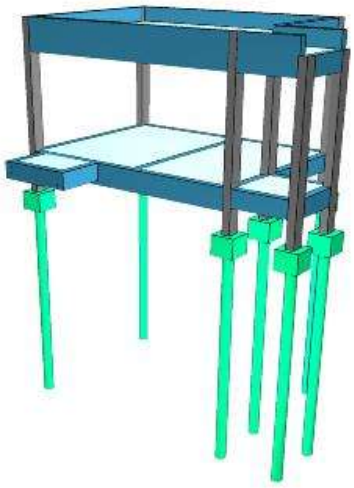


Figura 3: *Perspectiva do modelo estrutural da Edificação – Gerador*

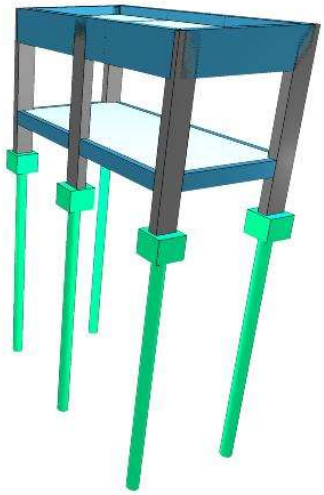


Figura 4: *Perspectiva do modelo estrutural da Edificação – Resíduos*

2 Normas técnicas de referencias

Código	*Título*
NBR 6118	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
NBR 6120	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
NBR 6123	Forças devidas ao vento em edificações
NBR 8681	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
NBR 8953	Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência
NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
NBR 15200	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
IT08:2011	Segurança Estrutural nas Edificações – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

Normas Complementares

Código	*Título*
NBR 6122	Projeto e Execução de Fundações
NBR 7680	Concreto - Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1 - Resistência à compressão axial
NBR 12655	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - Procedimento
NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos

NBR 14931	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
NBR 15696	Formas e escoramentos para estrutura de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ACI 318-14	ACI 318-14 – Building Code Requirements for Structural Concrete

Normas Específicas

Código	***Título***
NBR 6136	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
NBR 7187	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento
NBR 7188	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
NBR 9452	Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento
NBR 9607	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento
NBR 9783	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
NBR 14861	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido - Requisitos e procedimentos
NBR 15961	Alvenaria estrutural - Blocos de concreto - Parte 1 e 2
NBR 15812	Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos - Parte 1 e 2

NBR 16055	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
NBR 16239	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
NBR 16280	Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos
IT06:2011	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

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 Exigências de durabilidade

3.1 Vida útil de projeto

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - 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 no 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 no 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 para que possam 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 a ser realizada a fim de garantir a Vida Útil de Projeto, conforme itens constantes neste documento.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e que 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. Desde que haja bom controle para a 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 a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atendida e até mesmo superada.

3.2 Classe de agressividade ambiental

As edificações em epígrafe enquadram-se, conforme quadro abaixo, extraído da tabela 6.1 da NBR 6118:2023, na Classe de Agressividade Ambiental II (CAA – II), visto ambiente urbano considerado para efeito de projeto.

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.

Figura5:*Agressividade conforme Ambiente de projeto. NBR 6118:2023*

3.3 Qualidade do concreto

Uma vez determinada a Classe de Agressividade Ambiental a ser atendida no projeto, estipula-se os requisitos mínimos para a classe do concreto, determinando-se a resistência característica mínima a ser utilizada bem como o fator água/cimento limite.

Para as edificações em epígrafe, a resistência de concreto a ser utilizada na estrutura encontra-se na tabela abaixo.

Classe de concreto	Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg/m³)	Fator água/cimento (a/c)
C30	≥ 280	0,60

Foi adotado concreto de classe C30 em todas as edificações que compõem o ponto de parada, bem como o adequado desempenho frente às solicitações de serviço e ao alojamento das armaduras nos elementos, contribuindo assim para a qualidade final da estrutura.

A resistência do concreto, a relação água/cimento e o consumo de cimento por metro cúbico de concreto foram determinados respeitando as especificações da tabela 2 da NBR 12655:2022, expressa a seguir.

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.

Figura 6:*Requisitos mínimos para o concreto conforme CAA. NBR 6118:2014*

3.4 Outros requisitos da norma de desempenho

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 previstos os encunhamentos junto às lajes e vigas de maneira a permitir as deformações diferidas destas peças.

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.

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, sendo que para as vigas e lajes são considerados os revestimentos indicados no item 4. O desempenho acústico e térmico das lajes deverá ser objeto de análise por profissionais especializados nestas áreas.

3.5 Resistência da estrutura de concreto da situação de incêndio

Conforme a NBR 15200, a ação de incêndio pode ser representada por um intervalo de tempo de exposição ao incêndio padrão. Esse intervalo é o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), definido a partir das características da construção e do seu uso, conforme IT08.2019.

O TRRF para este empreendimento, considerando o prédio do ponto de parada e descanso, no seu pior caso, conforme tabela anexo B, da IT08.2019, é de 120 min. Pode-se, conforme previsto na IT, reduzir o tempo em até 30 min, de 120 min para 90 min, seguindo os cálculos previstos no anexo D.

Para os parâmetros deste projeto e considerações acima, o valor final da TRRF é de: **90 minutos.**

4 Carregamentos adotados

Os carregamentos apresentados abaixo foram utilizados para as definições da geometria dos elementos estruturais do edifício. Os mesmos devem ser avaliados e validados.

Tabela de Cargas de Cada Pavimento			
Pavimento	Acidentais (kg/m²)	Permanentes (kg/m²)	Descrição
Cobertura	100	150	Cobertura em Laje Impermeabilizada
Térreo	300	1000	A definir conforme acabamentos

* Revestimentos de piso e teto:

- Revestimento de piso total de 5 cm, entre o osso e o acabado, sendo composto por:
  - Contrapiso/Regularização: 3,5 cm
  - Argamassa de assentamento: 0,5 cm
  - Revestimento: 1,0 cm
  - Total = 5,0 com peso específico médio aparente de 1900 kg/m³.

- Revestimento de piso das áreas com rebaixos de 2 cm com peso específico médio aparente de 1900 kg/m³.

- Revestimentos de tetos de até 1,0 cm de estuque (cim:cal:areia) ou forro de gesso em placas (15 kg/m²).

4.1 Alvenarias Adotadas Neste Projeto

Na modelagem estrutural foram previstos os carregamentos das alvenarias conforme posicionamento das plantas de arquitetura, sendo que os carregamentos devem respeitar o quadro abaixo:

Alvenarias de Vedação*	Permanentes (kg/m²)
Blocos de cerâmico vazado de 9cm	70
Blocos de cerâmico vazado de 14cm	110
Blocos de cerâmico vazado de 19cm	140

* Na composição dos pesos de alvenarias foi considerado o seguinte:
- Proporção de um meio bloco para cada três blocos inteiros.
- Argamassa de assentamento vertical e horizontal de cal, cimento e areia com 1 cm de espessura e peso específico de 1900 kg/m³.

Revestimentos	Peso Específico Aparente (kg/m³)	Descrição
Interno – Área seca	1900	Revestimento em argamassa de gesso de até 1,0 cm por face da alvenaria
Interno – Área úmida	1900	Revestimento em argamassa de cal, cimento e areia de até 2,0 cm + cerâmica por face da alvenaria
Externo - Fachada	1900	Revestimento em argamassa de cal, cimento e areia de até 4,0 cm na face da fachada

Total por parede de vedação	Permanentes (kg/m²)
Parede externa, fachada, com blocos de 19cm	310
Parede Interna com blocos de 19cm	170
Parede Interna com blocos de 14cm	140

4.2 Observações para as vedações

Foram consideradas para vedação: alvenarias de blocos **cerâmicos**.

4.3 Vento

O valor da Velocidade Básica do Vento, V0, foi adotado com base na figura existente na ABNT NBR 6123:1988.

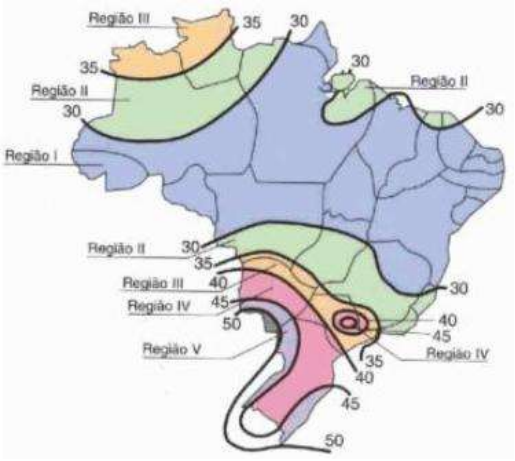


Figura 7: Curva de isopletas. NBR 6123

- V0 - Velocidade básica (m/s): 39;
- Fator topográfico (S1): 1,0;
- Categoria de rugosidade (S2): II – Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas.
- Classe da edificação (S2): B - Maior dimensão horizontal ou vertical acima de 20m;
- Fator estatístico (S3): 1,00;

4.4 Sismos

O valor de aceleração sísmica horizontal característica foi adotado com base na figura existente na ABNT NBR 15421.

5 Características dos materiais

5.1 Concreto

Pavimento	***fck (Mpa)***			
	Lajes	***Vigas***	***Pilares***	***Fundações***
Cobertura	30	30	30	-
Térreo	30	30	30	30

5.2 Módulo de elasticidade

Os módulos de elasticidade, em tf/m2, utilizados para resistências de concreto definida em projeto é listado a seguir:

Classe	*AlfaE*	*Ecs (tf/m²)*	*Eci (tf/m²)*
C30	1,0	2816000	3313000

*** Os valores dos módulos de elasticidade foram adotados conforme NBR 6118.

Para a produção do concreto, conforme informação disponibilizada pelo cliente, considerou-se a utilização de agregado graúdo de **origem granítica (granito)**, em especial na avaliação do módulo de elasticidade. **Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido no início do projeto.**

O risco de ocorrência de reação álcali-agregado deve ser avaliado pelo responsável técnico pela obra previamente ao seu início.

Adicionalmente, este projeto estrutural supõe:

- Que a resistência a compressão do concreto aos 63 dias será no mínimo 12% superior à resistência à compressão aos 28 dias;
- Que a resistência a compressão do concreto aos 365 dias será no mínimo 20% superior à resistência à compressão aos 28 dias;

Recomenda-se que o controle estatístico da resistência à compressão do concreto deve ser realizado por amostragem total, conforme norma NBR 12655. Adicionalmente, sugere-se que seja realizado o mapeamento de distribuição do concreto com referência do lote de origem em toda a estrutura. Adicionalmente, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

5.3 Armadura passiva

Tipo de barra	*Ecs(GPa)*	*fyk(MPa)*	*Massa específica(kg/m3)*	*n1*
CA-50	210	500	7.850	2,25
CA-60	210	600	7.850	1,40

5.1 Cobrimentos mínimos

Os requisitos mínimos para o recobrimento de concreto sobre as armaduras estão apresentados na figura abaixo extraída da NBR 6118:2023, grifada conforme utilizado em projeto.

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 ≥ 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 ≥ 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.

Figura 8:*Cobrimentos mínimos conforme CAA. NBR 6118:2023*

A tabela acima apresenta os cobrimentos considerando-se um acréscimo de 10 mm em relação ao cobrimento nominal mínimo dos elementos, considerando-se as possíveis imperfeições durante a execução.

No item 7.4.7.6 a NBR 6118:2023 explicita:

> “Para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na tabela 7.2 (figura acima) podem ser reduzidos em até 5mm”

Dessa forma, adotaram-se os seguintes cobrimentos:

Elemento Estrutural	*Cobrimento (cm)*
Blocos de coroamento	3,0
Pilares	2,5
Pilares em contato com o solo	3,5
Vigas Baldrame	3,0
Vigas	2,5
Lajes Convencional*	2,0

* Para as faces superiores de lajes do pavimento térreo que serão revestidas com argamassa de contrapiso, poderá ser adotado cobrimento de 1,5cm para as armaduras negativas, conforme o caso, respeitando o indicado no item 7.4.7.5.

6 Critérios do modelo estrutural

6.1 Parâmetros de estabilidade global

Neste projeto foram adotados dois tipos de modelos estruturais, modelo de grelha para pavimentos e modelo de pórtico espacial para a análise global, sendo as cargas de grelha transferidas para o pórtico espacial.

Figura 9: *Modelo Estrutural de Cálculo*

No modelo de grelha para os pavimentos, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares, para a análise das deformações, obtenção dos carregamentos verticais que atuarão no pórtico espacial e dimensionamento das armaduras das lajes.

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Através deste modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das redistribuições de esforços na estrutura provenientes dos carregamentos verticais.

As ligações entre pilares e vigas no modelo de pórtico foram flexibilizadas considerando, principalmente no caso de pilares-parede, as vigas associadas aos trechos localizados dos pilares em que se apoiam, e não aos pilares com a sua inércia total, resultando em esforços e deslocamentos mais próximos da realidade.

Para a análise de ELU, conforme item 15.7.3 da ABNT NBR 6118, a não-linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta Ec.Ic de acordo com o tipo de elemento estrutural:

Elemento estrutural	***Coef. NLF***
Pilares	0,80
Vigas	0,40
Lajes	0,30

Para a análise de ELS, foi considerado o mesmo modelo descrito anteriormente, mas sem a utilização dos coeficientes de não linearidade física descritos na tabela anterior.

A redistribuição de momentos e condições de dutilidades seguem o prescrito no item 14.6.4.3 da ABNT NBR 6118.

Após a definição do projeto de fundações e respectivas informações disponibilizadas nestes, poder-se-á verificar a necessidade de utilização de mecanismos de interação solo-estrutura, os quais no momento não estão sendo adotados.

6.2 Deslocamento admissíveis

Os deslocamentos admissíveis estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118, conforme figura abaixo:

Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$\ell/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$\ell/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$\ell/250$ [a]
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$\ell/350$+ contraflecha [b]
			Ocorrido após a construção do piso	$\ell/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$\ell/500$ [c] e 10 mm e $\theta = 0{,}0017$ rad [d]
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$\ell/250$ [c] e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($\psi_1 = 0{,}30$)	$H/1\,700$ e $H_i/850$ [e] entre pavimentos [f]
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$\ell/400$ [g] e 15 mm

[a] As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.

[b] Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $\ell/350$.

[c] O vão ℓ deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.

[d] Rotação nos elementos que suportam paredes.

[e] H é a altura total do edifício e H_i o desnível entre dois pavimentos vizinhos.

[f] Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não podem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica ao deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H_i representa o comprimento do lintel.

[g] O valor ℓ refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

NOTAS

1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão ℓ suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.

2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor ℓ é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a cinco vezes o vão menor.

3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.

4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

Figura 10: Deslocamentos atendidos pela edificação. NBR 6118

7 Interferências com a arquitetura

Para verificação de eventuais interferências pontuais com a arquitetura, vide observações inseridas em planta.

8 Conclusão

Conforme descrito neste documento, seguiu-se no presente projeto todos os parâmetros normativos, atendendo aos requisitos exigidos quanto à segurança, desempenho em serviço, durabilidade e exequibilidade, com a solução de maior economicidade para o caso.

Na concepção estrutural procurou-se atender a arquitetura na sua totalidade, sendo que em complemento a este relatório, encontram-se disponíveis as plantas baixas dos pavimentos, bem como os cortes necessários ao entendimento do estudo preliminar desenvolvido, plantas de pré-formas com opções de soluções estruturais para a edificação.

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 ANEXO 1 - Orientações para a construção

Durante a execução devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto, sendo que a substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A responsabilidade pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação conhecimento do projetista de estruturas, são de inteiro teor da empresa executante, fornecedores de concreto e outros insumos.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

10 ANEXO 2 - Formas/Moldes para a estrutura de concreto

Recomenda-se a contratação de profissional específico para elaboração do projeto de formas/moldes para a estrutura de concreto.

11 ANEXO 3 - Escoramentos

Recomenda-se a contratação de profissional específico para elaboração do projeto de escoramento.

Abaixo seguem recomendações para a obra durante a execução da estrutura/cimbramento:

- Deve ser previsto o espaçamento máximo entre escoras de 2,0 m;
- Deve ser garantida a verticalidade e o prumo das escoras;
- No caso do ciclo de concretagem não ser o especificado no esquema e/ou existirem outras condições poderá ser estabelecido outro plano de cimbramento a ser definido pela Engenharia da Obra e o Projetista de Estruturas;

- A retirada do escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto (Eci) no momento da desforma. Há uma maior probabilidade de grande deformação quando o concreto é exigido com pouca idade;
- A retirada do escoramento deverá ser feita:
  - Nos vãos: do meio para os apoios;
  - Nos balanços: do extremo para o apoio.

12 ANEXO 4 - Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento.

13 ANEXO 5 - Tecnologia de concreto

Sugere-se o desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, visando a melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

14 ANEXO 6 - Cura

A cura do concreto visa à hidratação do mesmo com o objetivo de diminuir os efeitos da evaporação prematura da água na estrutura concretada, e, como consequência, o surgimento de fissuras e trincas. Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento, sendo que a escolha da técnica de cura (úmida, química, térmica) mais apropriada deve levar em conta a análise do processo construtivo. Uma cura adequada do concreto protege contra os ataques de agentes externos, o que aumenta a durabilidade da estrutura.

15 ANEXO 7 - Controle do concreto

Conforme a norma NBR 12655, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Para os casos de concreto não conforme, deve-se consultar o projetista estrutural, podendo ser necessária a extração de testemunhos, conforme norma NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

16 ANEXO 8 - Proteção das armaduras

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escorrimento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118 para evitar processos corrosivos.

17 ANEXO 9 - Orientação ao usuário

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis a ser fornecido pela incorporadora e/ou construtora deverá ser elaborado de acordo com a NBR 14037, contendo informações sobre o desempenho assegurado pelo projeto e construção e as instruções sobre as ações do usuário que poderão alterar este desempenho. Adicionalmente deverá seguir as recomendações do anexo C - Itens de Estrutura do Manual do Usuário.

18 ANEXO 10 - Orientação quanto à manutenção e inspeção

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis deverá apresentar as atividades de manutenção necessárias para que seja assegurada a vida útil de projeto, alertando-se para as consequências da falta de realização destas atividades para o desempenho do edifício.

As recomendações de uso e manutenção para preservar o desempenho neste projeto são:

- O usuário deverá ser orientado no Manual quanto às suas responsabilidades previstas na NBR 5674 - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;
- O usuário deverá seguir as recomendações do anexo D - Prescrições a serem anexadas ao Item de Estrutura quanto à Manutenção e Inspeção.

19 ANEXO B - Placas de entrada nos estacionamentos

Na entrada dos estacionamentos devem ser posicionadas duas placas, com limite de velocidade e carga máxima por veículo:

20 ANEXO C - Itens de estrutura no manual de uso, operação e manutenção dos imóveis

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, conforme ABNT NBR 14037 a ser entregue ao Usuário, deve conter as informações necessárias para que a estrutura do edifício mantenha o desempenho desejado durante a sua vida útil.

20.1 Caracterização da estrutura

No manual de uso deve ser informado o tipo da estrutura e suas características, tais como componentes estruturais e número de pavimentos. Deverá ser anexado ao manual do usuário a forma da estrutura do pavimento onde ele possua a sua unidade.

20.2 Carregamentos

Devem ser informadas todas as sobrecargas adotadas nas áreas comuns e nas áreas privativas conforme indicado neste documento.

20.3 Manutenção

Deve ser indicado o descrito no anexo D deste documento.

20.4 Reformas

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma.

Deve ser indicada ainda, que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial conforme indicado neste documento.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve-se contratar o autor do projeto, para que seja verificado o impacto na estrutura. Abaixo itens que usualmente impactam na estrutura e necessitam de avaliação do responsável pelo projeto estrutural:

- Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar condicionado, elétrica e automação;
- Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;

- Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;
- Alteração de lagos e jardins;
- Furação de vigas existentes;
- Abertura em lajes - escadas, shafts etc.;
- Acesso de caminhões de mudança e ou entregas fora dos locais indicados neste documento;
- Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

21 ANEXO D - Prescrições a serem anexadas ao item de estrutura quanto à manutenção e inspeção

Diversos agentes contribuem para a deterioração da estrutura de concreto, como variações térmicas, poluição ambiental, produtos químicos, biológicos e mecânicos, clima, alterações no entorno da edificação e outros que ocasionam deteriorações provocando o envelhecimento, perda de desempenho, funcionalidade e conforto do usuário.

Para proteger a estrutura da edificação desses agentes, ações de manutenção preventiva periódicas devem ser previstas, visando manter e prolongar a sua vida útil e evitar significativos custos de recuperação.

A norma de desempenho, ABNT NBR 15575, Parte 1, seção 5.4.2, prevê que ao Construtor ou Incorporador cabe elaborar o Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, conforme ABNT NBR 14037. Ao projetista (seção 5.3) cabe estabelecer a vida útil de projeto (VUP) mínima de 50 anos (seção 14.2.1), ou, a critério da construtora e/ou incorporadora, níveis de desempenho superiores, como Intermediário (63 anos) e Superior (75 anos).

Para o bom desempenho da estrutura durante sua vida útil é dever do usuário cumprir as seguintes orientações quanto à Manutenção, sobretudo quanto a se evitar a corrosão das armaduras, devendo ser corrigida a patologia, tão logo verificada, para evitar uma deterioração maior do elemento estrutural:

- Manutenção periódica da impermeabilização nos trechos em que a estrutura está sujeita a intempéries;
- Manutenção de elementos de fachada de modo que os elementos estruturais não fiquem expostos;
- Evitar o acúmulo de água em locais aonde não houve proteção adequada à estrutura. Exemplos: Vazamentos, acúmulo de água em fachadas e marquises;
- Manutenção periódica dos lugares com pouca ventilação e submetidos à umidade excessiva e constante, como decks de piscinas, forro de saunas, pisos sobre terrenos;
- Não deverão ser utilizados na limpeza de paredes e pisos produtos que contenham ácidos de qualquer tipo em sua composição, pois estes poderão atacar o concreto e suas armaduras, gerando patologias que somente serão detectadas em estágios avançados.

A Inspeção periódica das estruturas deve ser uma das recomendações do Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis para se detectar precocemente sinais patológicos nos elementos estruturais, como:

- deformações excessivas;
- recalques;
- lixiviação;
- expansões;
- desagregações;
- fissuras, trincas e rachaduras;
- lascamentos;
- ferros aparentes;
- corrosão de armaduras;
- manchas de umidade;
- perda de elasticidade de juntas de dilatação.

Os principais locais a serem inspecionados são:

- garagens;

- reservatórios;
- telhados;
- lajes da cobertura e lajes de tampa de caixas d´água superior;
- fachadas;

Devem ser inspecionados todos os elementos estruturais, em especial:

- consolos;
- dente gerber;
- aparelhos de apoio;
- marquises.

Recomenda-se que os manuais de uso, operação e manutenção dos imóveis, visando atender a VUP, estabeleçam inspeções quinquenais visuais para detectar tais sintomas e inspeções decenais (ou antes, caso indicado na inspeção quinquenal) por meio de instrumentação adequada para prospecção de aspectos mais específicos, como profundidades de frentes de cloretos, carbonatação, resistividade elétrica e potencial de corrosão eletroquímica.

Estas inspeções devem ser realizadas por profissional habilitado com experiência em patologias de estruturas de concreto. Ao final da inspeção, deverá ser elaborado um relatório descrevendo as principais patologias detectadas, classificando-as segundo o seu grau de gravidade.

Caso o profissional que realizou a inspeção tenha experiência em reabilitação, este apresentará as soluções para sanar as patologias. Para estruturas situadas em regiões de Classe de Agressividade Ambiental IV (CAAIV), conforme ABNT NBR 6118, a periodicidade poderia ser até de dois a três anos.

22 ANEXO E - Interação estrutura x vedação

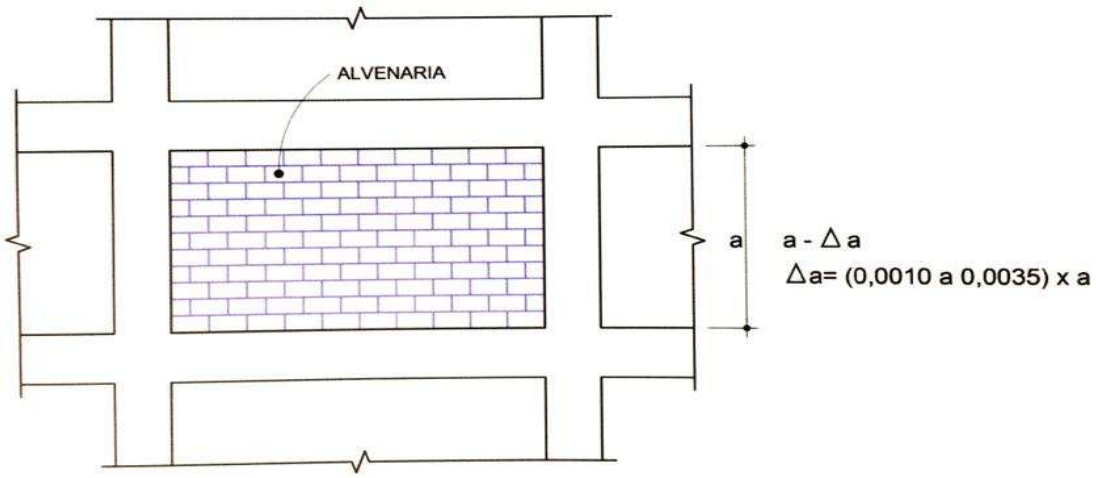
As estruturas de concreto armado têm movimentações decorrentes da fluência e retração do concreto, assim como decorrentes de carregamentos adicionais e da variabilidade de suas características mecânicas que introduzem deformações impostas nas vedações.

No projeto das estruturas de concreto consideram-se as alvenarias como não portantes. Isto significa que elas não são contabilizadas como partes integrantes da

estrutura responsável pela sustentação e estabilidade do edifício. Porém, em decorrência das movimentações estruturais citadas no primeiro parágrafo, elas ficam submetidas a tensões que são tanto maiores quanto mais rígidas forem as vedações e seus revestimentos, desta forma as vedações devem ser projetadas para ter capacidade resistente necessária a resistir a esta interação.

A primeira forma de interação é a decorrente do encurtamento dos lances de pilares em decorrência da retração e fluência do concreto e do acréscimo de carga (decorrentes do uso da edificação) nos andares superiores.

O vão onde a alvenaria e seu revestimento se inserem diminui (encurta) na vertical com uma deformação da ordem de 0,0010 a 0,0035. Ver figura abaixo.



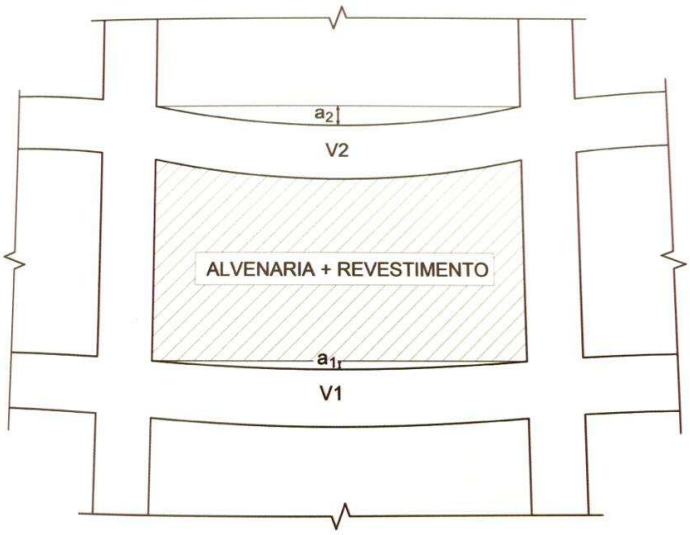
O deslocamento delta “a” é decorrente do encurtamento do pilar e resulta em uma aproximação entre os andares. A tensão que resulta na alvenaria e no revestimento é de:

$$\sigma_{alv} = E_{alv} \times 0{,}0010 \text{ a } 0{,}0035$$

$$\sigma_{revest} = E_{revest} \times 0{,}0010 \text{ a } 0{,}0035$$

Desta forma, quanto mais rígida for a alvenaria ou revestimento, maiores as tensões decorrentes e, portanto, maior capacidade de resistência é exigida.

A segunda forma de interação é a que decorre de flechas diferentes (a1 e a2) das lajes ou vigas na parte inferior e superior da vedação. Ver figura abaixo.



Se a flecha real a1 for menor que a2, mesmo que as duas respeitem os limites de deslocamentos prescritos na Tabela 13.3 da NBR 6118, a alvenaria entra no sistema estrutural e transfere cargas da Viga V2 para a Viga V1.

Esta transferência de carga depende do sistema real e as alvenarias e revestimentos devem ter capacidade resistente adequada. Nota-se que se a alvenaria não fosse encunhada, ela não receberia este carregamento.

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P5-001	Revisão: 1
		Emissão 21/03/2025	Folha 1 de 2

Lote:	Rodovia : PR-092	Firma Projetista: AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Trecho : Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		Concessionária: EPR LITORAL PIONEIRO
Objeto : LISTA DE MATERIAL- CLIMATIZAÇÃO		ANTT:

Documentos de Referência:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P5-001_R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P5-001_R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P5-002_R00
ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P5-003_R00

Documentos Resultantes:

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P5-001_R01

Observação:

Rev.	Data	Resp. Técnico Projetista	Resp. Técnico Concessionária	ANTT
01	30/03/2026	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
00	21/03/2025	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	

FIRMA PROJETISTA:	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Nº INTERNO:	Rev. 0

ITEM	ATIVIDADE / SERVIÇO	TAG	CAPACIDADE	VAZÃO DE AR	QUANT.	DIMENSÕES
	Ar Condicionado		**Btu/h**	**m3/h**		
	EDIFICAÇÃO PRINCIPAL					
1	**CONDICIONADORES DE AR (DAIKIN)**					
1.1	Unidade condensadora sistema Split com descarga de ar horizontal para HI WALL	2A	9000	///	1	(LxAxP)=740x550x326 mm
1.2	Unidade condensadora sistema Split com descarga de ar horizontal para HI WALL	2C/2G	12000	///	2	(LxAxP)=740x550x326 mm
1.3	Unidade condensadora sistema Split com descarga de ar horizontal para HI WALL	2B	18000	///	1	(LxAxP)=740x550x326 mm
1.4	Unidade condensadora sistema Split com descarga de ar horizontal para HI WALL	2D/2E	24000	///	2	(LxAxP)=954x735x368mm
1.5	Unidade condensadora sistema Split com descarga de ar horizontal para HI WALL	2F	30000	///	1	(LxAxP)=940x990x320mm
2.1	Unidade evaporadora tipo split HI WALL	1A	9000	570	1	(LxAxP)=770x285x225 mm
2.2	Unidade evaporadora tipo split HI WALL	1C/1G	12000	678	2	(LxAxP)=770x285x225 mm
2.3	Unidade evaporadora tipo split HI WALL	1B	18000	846	1	(LxAxP)=770x285x225 mm
2.4	Unidade evaporadora tipo split HI WALL	1D/1E	24000	1008	2	(LxAxP)=990x292x263 mm
2.5	Unidade evaporadora tipo split HI WALL	1F	30000	1338	1	(LxAxP)=1200x340x259 mm
3	**EXAUSTORES**					///
3.1	Exaustor MAXX 125 SICFLUX	3J	///	115	1	(LxAxP)=249x123x299 mm
3.2	Exaustor p/Banheiro Helicocentrifugo InLine Mod: SOLER E PALAU - TD1300/250 S&P	1L	///	684	1	(LxAxP)=327x568x264m
3.3	Exaustor p/Banheiro Helicocentrifugo InLine Mod: SOLER E PALAU-TD800/200 S&P	1M	///	1188	1	(LxAxP)=387x680x280 mm
3.4	Gabinete de Ventilação BERLINER LUFT BBT160	3I	12000	1516	1	(LxAxP)=500x307x600mm
4	**TERMINAIS DE AR**					
4.1	Difusor para insuflamento com registro - TROX/ADQL-AK	7J	///	///	1	244 x 220 mm
4.2	Difusor para insuflamento com registro - TROX/ADQL-AK	5I	///	///	1	300 x 255 mm
4.3	Difusor para insuflamento com registro - TROX/ADQL-AK	4J	///	///	6	356 x 290 mm
4.4	Grelha de simples deflexão com aletas móveis verticais, para exaustão – Sem registro Trox	3L/3M	///	///	16	22,5 x 7,5 cm
4.5	Grelha para insuflação de ar com aletas fixas e tela anti-inseto - MULTIVAC		///	///	1	185 x185x125 mm
4.6	Veneziana com aletas fixas para descarga de ar - com tela de proteção - TROX/AWK	1I	///	///	1	18,5 x 18,5 cm
4.7	Veneziana com aletas fixas para descarga de ar - com tela de proteção - TROX/AWK	1J	///	///	1	59,7 x 19,7 cm
4.8	Veneziana com aletas fixas para descarga de ar - com tela de proteção - TROX/AWK	2L/2M	///	///	2	49,7 x 19,7 cm
4.9	Colarinho com registro - Multivac	5J	///	///	1	4"
4.10	Colarinho com registro - Multivac	6J	///	///	6	6"
5	**DUTOS**					
5.1	Chapa de aço galvanizada	///	///	///	5 kg	# 18
5.2	Chapa de aço galvanizada	///	///	///	11 kg	# 20
	Chapa de aço galvanizada	///	///	///	101 kg	# 26
5.3	Duto flexível de alumínio SICFLUX/FLEX 100 AP	///	///	///	2,00 m	ø100
5.4	Duto flexível de alumínio SICFLUX/FLEX 100 AP	///	///	///	4,31 m	ø125
5.5	Duto flexível de alumínio SICFLUX/FLEX 100 AP	///	///	///	8,27 m	ø125
5.6	Dutos circulares	///	///	///	3,59 kg	# 28
6	**TUBULAÇÃO DE REFRIGERANTE**					
6.1	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	52,25 m	1/4"
6.2	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	25,55 m	3/8"
6.4	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	29,6 m	1/2"
6.5	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	3,7 m	5/8"
7	**ELÉTRICA**					
7.1	Quadros, Interligação e Distribuição Elétrica (Cabeamento, eletrodutos, bandejas, etc.)	///	///	///	Verba	///
8	**CONTROLES**					
8.1	Quadros, Interligação e Distribuição de Controles (Cabeamento, eletrodutos, bandejas, etc.)	///	///	///	Verba	///
9	**PERFILADOS METÁLICOS**					
9.1	Barras de aço galvanizado para sustentação dos dutos	///	///	///	20 m.	///
	GUARITA					
1	**CONDICIONADORES DE AR (DAIKIN)**					
1.6	UNIDADE CONDENSADORA SISTEMA SPLIT COM DESCARGA DE AR HORIZONTAL PARA HI WALL	2H	9000	///	1	(LxAxP)=740x550x326 mm
2.6	UNIDADE EVAPORADORA DO TIPO HI WALL SPLIT	1H	9000	570	1	(LxAxP)=770x285x225 mm
3	**VENTILADOR (Splitvent - Sicflux)**					
3.5	Insuflador de ar com filtro G4 + M5	1K	///	54	1	(LxAxP)=152x189x253 mm
6	**TUBULAÇÃO DE REFRIGERANTE**					
6.5	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	3,45 m	1/4"
6.6	Tubulação com Isolamento Térmico	///	///	///	3,45 m	3/8"
7	**ELÉTRICA**					
7.2	Quadros, Interligação e Distribuição Elétrica (Cabeamento, eletrodutos, bandejas, etc.)	///	///	///	Verba	///
8	**CONTROLES**					
8.2	Quadros, Interligação e Distribuição de Controles (Cabeamento, eletrodutos, bandejas, etc.)	///	///	///	Verba	///

		Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P5-001	**Revisão:** 00
		Emissão: 21/03/2025	**Folha:** 01/15

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO
Objeto: MEMORIAL DESCRITIVO CLIMATIZAÇÃO		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-P5-001_R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-P5-002_R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-ANT-DE-P5-003_R00

Documentos resultantes

ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P5-001_R00

Observação:

01	30/03/2026	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
00	21/03/2025	Mário Henrique Furtado Andrade / Nº CREA: PR-12.450/D	Juarez Ritcher Cordeiro / Nº CREA: 83.492/D	
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT Coord. Da Comissão

Sumário

1. INTRODUÇÃO 3

1 APRESENTAÇÃO 3

1.1 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS 3

1.2 PARÂMETROS INTERNO 4

1.3 PREMISSAS DE PROJETO 4

1.3.1 Condições externas 5

1.3.2 Características das edificações 5

1.4 Condições internas das áreas climatizadas 6

1.5 Taxa de Ar Externo 7

1.6 Resumo dos Cálculos de Carga Térmica e de Vazão de Ar Externo 8

2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 8

2.1 Condicionadores de ar tipo split 8

2.2 Unidade de exaustão e insuflamento 11

2.3 Testes e Verificações 13

3 NORMAS 14

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta e complementa as informações referentes ao Projeto Executivo de Climatização do PPD – Ponto de Parada e Descanso de Caminhoneiros, localizado no km 209+650 da PR-092, no trecho de interligação entre os municípios de Arapoti e Jaguariaíva, no Estado do Paraná. Serão descritos os sistemas necessários para a instalação dos condicionadores de ar e de ventilação mecânica, os parâmetros internos, os resultados obtidos por meio das análises de carga térmica e de ventilação mecânica, a especificação técnica dos equipamentos selecionados e as normas técnicas aplicadas.

A área total construída do empreendimento é de 240 m², sendo os seguintes ambientes contemplados neste projeto:

EDIFICAÇÃO – PRÉDIO PRINCIPAL:

- Refeitório
- Escritório
- Copa
- Área de apoio
- Área de descanso

Além dos ambientes do prédio principal, a edificação da guarita também está incluída no presente projeto.

1 APRESENTAÇÃO

1.1 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

Os sistemas de condicionamento de ar selecionados para os ambientes mencionados neste documento são de expansão direta, do tipo split, compostos por uma unidade evaporadora Hi Wall, equipada com controle remoto sem fio, e uma unidade condensadora. As unidades serão interligadas por tubulações frigorígenas, devidamente isoladas termicamente. A disposição das unidades deverá seguir o indicado no projeto.

Os sistemas de ventilação mecânica foram projetados para promover a renovação e a filtragem do ar, garantindo a qualidade do ar interior. No ambiente do refeitório/descanso, será implantado um sistema composto por uma veneziana de descarga de ar e uma unidade de

exaustão com filtro G4/M5, ambos interligados a uma rede de dutos, a qual se conecta ao difusor de insuflamento por meio de dutos flexíveis. Para a guarita, foi especificada uma unidade de exaustão do tipo split vent, dimensionada para atender à demanda do ambiente.

Na área do escritório/copa, será adotado um sistema composto por uma veneziana de descarga de ar interligada a um filtro G4/M5 por meio de um duto flexível. O filtro, por sua vez, estará conectado a uma caixa de ventilação, que se ligará ao difusor de insuflamento por intermédio de um duto flexível.

Nos banheiros, o sistema de ventilação mecânica será composto por uma veneziana para descarga de ar, conectada a dutos que são interligados a um exaustor helicocentrífugo inline. Esse exaustor, por sua vez, estará interligado a dutos equipados com grelhas de simples deflexão e aletas móveis verticais.

1.2 PARÂMETROS INTERNO

A ABNT 16401-2:2024 estabelece os parâmetros de conforto térmico para ambientes internos, visando garantir condições térmicas adequadas aos ocupantes. E, para que estas condições sejam garantidas nos ambientes contemplados neste projeto, devem ser instalados sistemas de condicionamento de ar e os seguintes parâmetros internos devem ser controlados:

- Temperatura do ar;
- Filtragem do ar;
- Movimentação do ar.

1.3 PREMISSAS DE PROJETO

As edificações contempladas neste projeto estão localizadas na região Sul do Brasil, no trecho de interligação entre os municípios de Arapoti e Jaguariaíva, no estado do Paraná. A altitude média destas é de aproximadamente 856 metros acima do nível do mar e na sequência serão apresentadas as premissas deste projeto.

1.3.1 Condições externas

As condições externas de projeto foram definidas com base nas diretrizes da norma NBR 16401:1:2024, considerando os dados climáticos do município de Curitiba, devido à sua proximidade com os municípios de Arapoti e Jaguariaíva. Dada uma frequência anual de 0,4%, foram obtidos seguintes valores para o verão:

- Temperatura de bulbo seco: 30,9 ºC
- Temperatura de bulbo úmido: 20,2 ºC

1.3.2 Características das edificações

Serão apresentadas neste tópico as características construtivas da edificação, necessárias para a realização dos cálculos de carga térmica e de insuflamento de ar.

PÉ DIREITO

Os valores foram obtidos através das plantas arquitetônicas e são respectivamente:

PÉ DIREITO EDIFICAÇÃO PRINCIPAL:

- Pé direito: 3,35m;
- Forro em gesso: 2,80m.

PÉ DIREITO EDIFICAÇÃO GUARITA:

- Pé direito: 3,10m;
- Forro em PVC: 2,60m.

PAREDES EXTERNAS

As paredes externas de ambas as edificações foram consideradas com alvenaria tradicional, com espessura aproximada de 17 cm na guarita e 25 cm na edificação principal.

PAREDES INTERNAS

As paredes internas da guarita são de alvenaria, com espessura total aproximada de 14 cm. Na edificação principal, há paredes de alvenaria com espessura total aproximada de 20 cm, além de uma parede de dry wall, com espessura aproximada de 10 cm.

TELHADO

O telhado das edificações é composto por telhas do tipo trapezoidal, sendo que, na edificação principal, a cobertura foi informada como telha metálica simples.

JANELAS

Na edificação principal, as janelas são do tipo caixilho de alumínio, com trechos fixos e basculantes, e vidros laminados incolores.
Na guarita, foram adotadas janelas do tipo caixilho de alumínio, com trechos fixos e basculantes, além de modelos com vidro fixo e deslizante. Os vidros utilizados são do tipo liso incolor laminado.

COMUNICAÇÕES EXTERNAS E INTERNAS

Estabeleceu-se que as janelas e portas que se comunicam com o exterior ou com ambientes não condicionados estarão normalmente fechadas.
Orienta-se que sejam utilizados cortinas nas janelas de todos os ambientes climatizados.

1.4 Condições internas das áreas climatizadas

TEMPERATURA DE CONFORTO TÉRMICO

A temperatura interna de conforto térmico estabelecida para o verão foi de 24 ± 1 ºC.
A umidade relativa não possui controle direto.

CARGAS INTERNAS

O projeto considerou como ocupação máxima e valores de dissipação térmica para iluminação e equipamentos, os seguintes por ambiente:

Ambiente	Ocupação máxima (nr. pessoas)	Iluminação (W/m2)	Equipamentos (W)
Área de Apoio	03	12	108
Copa e escritório	04	23	416
Refeitório e área de descanso	48	23	600
Guarita	02	12	-

1.5 Taxa de Ar Externo

O cálculo da vazão de ar necessária para garantir a qualidade do ar interior das edificações foi baseado no disposto pela NBR 16401:3:2024.

A qual estabelece taxas mínimas de ventilação na zona de respiração por intermédio de parâmetros. Sendo, que os parâmetros utilizados neste projeto por ambiente foram:

REFEITÓRIO/ÁREA DE DESCANSO

Vazão por Pessoa – 28 m³/h

ESCRITÓRIO/COPA/ÁREA DE APOIO

Vazão por Pessoa – 28 m³/h

WC MASC. / WC FEM.

Adicionalmente, para os banheiros, utilizou-se como parâmetros as seguintes taxas mínimas de exaustão requeridas na NBR 16401:3:2024:

Banheiros/mictórios: 35 L/s.unid.

Chuveiros: 25 L/s.unid.

1.6 Resumo dos Cálculos de Carga Térmica e de Vazão de Ar Externo

Ambiente	Área total (m²)	Vazão de ar externo (m³/h)	Carga térmica (BTU/h)
Área de Apoio	15	85	11396
Copa e escritório	29,34	115	25589
Refeitório e área de descanso	87,81	1431	89533
Guarita	5,04	54	8612

2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Neste tópico, serão apresentadas as especificações técnicas dos sistemas de condicionamento de ar e ventilação mecânica, bem como diretrizes e recomendações para funcionamento, instalação dos materiais e montagem.

Este documento tem o objetivo de complementar, e não substituir, os manuais dos fabricantes dos equipamentos e materiais.

2.1 Condicionadores de ar tipo split

Os condicionadores de ar selecionados foram do tipo expansão direta, modelo split, ou seja, deverão ser divididos em duas unidades, sendo a unidade interna (evaporadora HI WALL) e uma unidade externa (condensadora a ar remoto). Ambas as unidades deverão possuir gabinete metálico (preferencialmente em aço galvanizado) e pintura de acabamento.

UNIDADE INTERNA

Recomenda-se que o ventilador da unidade interna (unidade evaporadora) seja do tipo siroco, balanceado estaticamente e dinamicamente, fabricado em chapa de aço com tratamento anticorrosivo ou em plástico de engenharia, e acionado por motores elétricos de indução com grau de proteção mínimo IPX0.

As unidades internas devem conter suporte para a fixação dos filtros removíveis, bandeja de condensado para coletar a água formada pela condensação da umidade do ar, a qual precisa apresentar caimento para o lado do dreno.

Os filtros de ar removíveis necessitam ser instalados na entrada das evaporadoras, garantindo proteção contra sujeiras e prevenindo entupimentos. Além disso, o suporte deve possibilitar a remoção e substituição dos filtros de forma simples e eficiente.

É fundamental que os filtros de ar recebam manutenção periódica, visto que sua condição impacta diretamente na qualidade do ar e no desempenho do sistema de climatização.

A serpentina de evaporação da evaporadora deve ser construída em tubos de cobre com aletas de alumínio, garantindo eficiência no processo de troca térmica.

Adicionalmente, recomenda-se que a velocidade do ar na face do aparelho não ultrapasse 2,5 m/s, a fim de assegurar o cumprimento dos padrões de conforto térmico e evitar a geração de correntes de ar intensas que possam causar desconforto aos usuários.

UNIDADE EXTERNA

Recomenda-se que o ventilador da unidade externa (unidade condensadora) seja do tipo axial, balanceado estaticamente e dinamicamente. O compressor deverá ser do tipo rotativo, hermético, compatível com o fluido refrigerante R-32, se conectar às linhas de sucção e descarga por meio de conexões de solda e ser acionado por motores elétricos de indução com grau de proteção mínimo IPX4. Este conjunto deverá ser montado em suportes tipo mão-francesa combinados a sistemas anti-vibrantes.

A unidade deverá contar com dispositivos de proteção e segurança, incluindo sensor de temperatura, válvulas solenoides e válvulas de serviço, além de painel de inspeção removível para facilitar o acesso e conexão para ferramentas de manutenção.

A serpentina de evaporação da condensadora será construída em tubos de cobre com aletas de alumínio, garantindo a eficiência do processo de troca térmica.

Por fim, recomenda-se que a velocidade do ar na face do aparelho não ultrapasse 3,0 m/s, a fim de evitar redução na eficiência térmica e o aumento excessivo de ruído.

ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

A alimentação elétrica deverá ocorrer através da unidade condensadora. O quadro elétrico deverá comportar e prever a interligação com a unidade evaporadora, além de abrigar os circuitos de controle, segurança e proteção contra sobrecarga.

CAIXA DE PASSAGEM DE AR CONDICIONADO

Recomenda-se que as caixas de passagem sejam fabricadas em plástico, com sistema de drenagem e tampa para acabamento. O sistema de drenagem deverá ter sua eficiência comprovada, a fim de evitar problemas futuros, como umidade e infiltração.

Nas caixas de passagem, ocorrerá a interligação das unidades evaporadoras com as redes frigorígenas, conforme especificado em projeto. A instalação das redes frigorígenas deverá ser realizada pela furação à esquerda, tanto na posição horizontal quanto vertical da caixa de passagem, considerando a vista frontal do equipamento. Além disso, a espera deve ser curvada para a direita.

TUBULAÇÃO DO AR CONDICIONADO

As bitolas das tubulações de sucção e descarga devem seguir as especificações de projeto. A espessura das paredes dos tubos deve atender às normas vigentes e às recomendações dos fabricantes.

Recomenda-se que a fixação das tubulações seja realizada com suporte metálico rígido, preferencialmente com perfis ou cantoneiras, espaçadores próprios ou cambotas de madeira, a cada 1,50 metros.

A tubulação do ar-condicionado deve ser adequadamente isolada com tubos de espuma elastomérica isolante e anti-condensação, à base de borracha nitrílica, com espessura técnica progressiva. Este isolamento é essencial para garantir a temperatura superficial constante ao longo de toda a instalação, assegurando eficiência térmica e proteção contra condensação. Dessa forma, evita-se a formação de água causada pela diferença de temperatura entre o interior da tubulação e o ambiente externo.

Os diâmetros e a espessura do isolamento devem seguir as orientações dos catálogos dos fabricantes escolhidos. A seguir, são fornecidas algumas diretrizes para auxiliar na escolha da espessura adequada para o isolamento.

Ø TUBO DE COBRE (pol.)	ESPESSURA ISOLAMENTO (mm)
1/4	13,0
3/8	13,0
1/2	13,0
5/8	13,0
3/4	13,0
7/8	19,0
1	19,0
1 1/8	19,0
1 3/8	19,0
1 5/8	19,0

2.2 Unidade de exaustão e insuflamento

DUTOS DE AR PARA VENTILAÇÃO

Os dutos de ar devem ser fabricados em chapa de aço galvanizado, possuir as dimensões especificadas e ser instalados conforme disposições do projeto. As espessuras e os detalhes construtivos dos dutos devem atender às exigências da NBR 16401-1:2024 para dutos retangulares, bem como às recomendações dos fabricantes.

Todos os dutos devem ser estanque e, para garantir essa estanqueidade, as juntas devem ser devidamente vedadas, conforme exigido pela NBR 16401-3:2024.

Em caso de danos à galvanização dos dutos, causados por dobras ou outros fatores, especialmente aqueles relacionados ao processo de instalação, os locais afetados devem ser protegidos com tinta anticorrosiva, antes da aplicação do isolamento ou pintura, a fim de garantir a integridade do material e a proteção contra corrosão.

Quanto aos dispositivos de fixação, recomenda-se a utilização de perfilados metálicos galvanizados a cada 1,5 metros, devendo estes seguir as recomendações dos fabricantes quanto ao dimensionamento e especificações técnicas. A ligação dos dutos às unidades de exaustão deverá ser realizada por intermédio de lonas de vedação flexíveis, visando minimizar vibrações e ruídos.

Os tubos flexíveis deverão ser fabricados em laminado de alumínio e poliéster, sendo recomendada uma espessura mínima de 30 micrômetros. O diâmetro dos tubos deve estar conforme especificado no projeto e devem ter pontos de fixação a cada 0,5 metros.

Durante a instalação, é essencial que os dutos sejam periodicamente verificados quanto à limpeza, garantindo que nenhuma sujeira proveniente da obra seja introduzida no sistema.

Nos trechos de dutos onde o acesso para limpeza não seja possível, portas de inspeção deverão ser instaladas a cada 4 metros. Essas portas devem ser estanques para garantir a integridade do sistema e a manutenção de sua eficiência.

VENEZIANAS PARA DESCARGA DE AR

As venezianas devem possuir aletas fixas e ser fabricadas com moldura e lâminas em perfis de alumínio extrudado, anodizado na cor natural, acompanhadas de tela protetora de plástico. As dimensões devem estar conforme especificado em projeto.

DIFUSORES

Os difusores são utilizados para insuflamento de ar, devem ser fabricados em alumínio e possuir dispositivos para regulagem de vazão.

CAIXA DE VENTILAÇÃO PARA RENOVAÇÃO DE AR

O gabinete da caixa de ventilação deverá ser fabricado em aço galvanizado ou chapa pré-pintada eletrostaticamente e as carcaças dos ventiladores em chapa de aço galvanizado. Com ventiladores do tipo "sirocco" e equipados com pás curvadas para frente.

EXAUSTOR

O exaustor deverá ser equipado com motor de mancais de rolamento e protetor térmico; ter alta vazão e baixo nível de ruído. A classe de proteção será II e o grau de proteção será IPX4.

Será acoplada ao exaustor uma caixa de filtragem, equipada com filtros G4 + M5, fabricada em plástico ABS, e dotada de tampa de acesso de fácil remoção, para possibilitar a substituição dos filtros sempre que necessário.

GRELHAS

As grelhas de insuflamento com aletas fixas horizontais e fixação invisível deverão ser fabricadas com perfis de alumínio extrudado, anodizados na cor natural. Elas deverão incluir registros de lâminas convergentes, confeccionados em chapa de aço esmaltada a fogo, com acabamento em preto fosco. Os tipos e modelos específicos estão detalhados nos documentos gráficos, conforme o código do fabricante de referência.

2.3 Testes e Verificações

TESTES DE ESTANQUEIDADE E OPERACIONAIS

Deverão ser realizados testes de estanqueidade, nas redes de dutos de ventilação. Além disso, recomenda-se que sejam realizados teste de rendimento dos equipamentos, assim como testes de verificação, como por exemplo, da vazão de ar dos sistemas de climatização. Assim como quanto a capacidade térmica, nível de ruído e vibração.
Os testes auxiliam na segurança e na garantia da eficiência dos equipamentos, para que os mesmos operem dentro de suas capacidades e do previsto em projeto.

VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS

No caso dos sistemas de climatização, é essencial verificar a corrente do motor, de modo a garantir que os relés sejam devidamente ajustados. Além disso, devem ser verificadas a tensão, a corrente, o aterramento e as demais condições elétricas necessárias para assegurar que as especificações indicadas nos manuais do fabricante sejam atendidas.

3 NORMAS

Os projetos deste memorial atendem aos critérios previamente definidos pelas seguintes normas e referências:

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ABNT NBR 16401-1:2024: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projeto das instalações. Rio de Janeiro, 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ABNT NBR 16401-2:2024: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro, 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ABNT NBR 16401-3:2024: Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2024.

ARI - Air-conditioning and Refrigeration Institute - Para projeto de equipamentos de condicionamento de ar.

Handbooks of ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers);

HVAC Systems Duct Design – SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractor’s National Association)

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	**Código:** ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P4-001	**Revisão:** 01
		Emissão: 03/12/2025	**Folha:** 01/10

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA Responsável Técnico: Mário Henrique Furtado Andrade CREA: PR-12.450/D
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO Responsável Técnico: Juarez Ritcher Cordeiro CREA: 83.492/D
Objeto: MEMORIAL DESCRIVITO DADOS E VOZ		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R01
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R01

Documentos resultantes

Observação:

01	03/12/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
00	13/03/2025	Marcos B. Schramm - CREA/SP: 5070515690		
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. NORMAS 3
3. IDENTIFICAÇÃO E SIMBOLOGIA 6
4. PREMISSAS DE ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS 6
5. REQUISITOS GERAIS DE INSTALAÇÃO 7
6. REDE WI-FI 10

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem por finalidade determinar os serviços e materiais a serems aplicados no Projeto de DADOS E VOZ do Ponto de Parada e Descanso (PPD), a ser executado na PR-092, localizada no km 209+650, no Paraná.

2. NORMAS

Os critérios estabelecidos nos códigos e normas que sejam aplicáveis ao projeto, assim como padrões da indústria utilizados no projeto e construção e outros documentos de referência serão considerados como requisitos mínimos. Serão aplicados critérios mais conservadores e restritos onde a Contratante considerar pertinente.

Deverão ser obedecidas, também, as normas ou regulamentos locais, a menos que especificado em contrário. Onde houver divergência entre critérios deverão ser utilizados os mais conservadores e restritivos.

O projeto e todas suas etapas posteriores deverão considerar a última edição dos códigos e normas publicados pelas seguintes organizações:

Normas ABNT

NÚMERO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO
NBR 5410	2008	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO
NBR 5419	2015	PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
NBR 5598	2013	ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO CARBONO COM REVESTIMENTO PROTETOR E ROSCA BSP
NBR 7289	2014	CABOS DE CONTROLE COM ISOLAÇÃO EXTRUDADA DE PE OU PVC PARA TENSÕES ATÉ 1KV – REQUISITOS DE DESEMPENHO
NBR 13488	2013	FIBRA ÓPTICA TIPO MONOMODO DE DISPERSÃO NORMAL — ESPECIFICAÇÃO
NBR 14565	2019	CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS

NÚMERO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO
NBR 14773	2009	CABO ÓPTICO DIELÉTRICO PROTEGIDO CONTRA ATAQUES DE ROEDORES PARA APLICAÇÃO EM LINHAS DE DUTOS - ESPECIFICAÇÃO
NBR 16415	2015	CAMINHOS E ESPAÇOS PARA CABEAMENTO ESTRUTURADO
NBR-61537	2013	ENCAMINHAMENTO DE CABOS — SISTEMAS DE ELETROCALHAS PARA CABOS E SISTEMAS DE LEITOS PARA CABOS
NBR IEC 60529-1	2017	GRAUS DE PROTEÇÃO PARA INVÓLUCROS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (CÓDIGO IP)
NBR IEC 61537	2013	SISTEMAS DE ELETROCALHAS E DE ESCADAS PARA ACOMODAÇÃO DE CABOS

2.1. NORMAS DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO

NÚMERO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO
NR-10 – REV508	2016	SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
NR-12 – REV326	2018	SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
NR-17 – REV13	2007	ERGONOMIA
NR-26	2015	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

2.2. NORMAS INTERNACIONAIS

NÚMERO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO
ANSI/TIA/EIA-568-2	2018	BALANCED TWISTED-PAIR TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE STANDARD
ANSI/TIA/EIA-568-2	2018	BALANCED TWISTED-PAIR TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE STANDARD
ANSI/TIA-568-C.1		CABEAMENTO DE TELECOMUNICAÇÕES PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS
ANSI/TIA-568-C.2		CABEAMENTO DE TELECOMUNICAÇÕES EM PAR BALANCEADO E COMPONENTES
ANSI/TIA-568-C.3		COMPONENTES DE CABEAMENTO EM FIBRA ÓTICA
ANSI/TIA/EIA 569-A		COMMERCIAL BUILDING STANDARD FOR TELECOMMUNICATION PATHWAYS AND SPACES

NÚMERO	EDIÇÃO	DESCRIÇÃO
ANSI/TIA/EIA 606		ADMINISTRATION STANDARD FOR THE TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE OF COMMERCIAL BUILDINGS
ANSI/TIA/EIA 607		COMMERCIAL BUILDING GROUNDING FOR TELECOMMUNICATION
IEC 60794-1-1	2015	OPTICAL FIBER CABLES – PART 1-1: GENERIC SPECIFICATION – GENERAL

2.3. SÍMBOLOS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
CA	CORRENTE ALTERNADA
CC	CORRENTE CONTÍNUA
EIA	ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION
EMC	COMPATIBILIDADE ESTROMAGNÉTICA
FM	FACTORY MUTUAL ENGINEERING DIVISION RECOMMENDED PRACTICES
ICEA	INSULATED CABLES ENGINEERS ASSOCIATION
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
INMETRO	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL
ISO	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
MTE	MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO
MSS	MANUFACTURERS STANDARDIZATION SOCIETY
NBR	NORMA BRASILEIRA
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NIST	NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY
NOSA	NATIONAL OCCUPATIONAL SAFETY ASSOCIATION
NR	NORMA REGULADORA

OSHA	OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION
POE	POWER OVER ETHERNET
PVC	PLICLORETO DE VINILA
SI	SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES
STP	CABO PAR TRANÇADO COM MALHA EXTERNA (SHIELDED TWISTED PAIR)
TI	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
TIA	TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES, INC. STANDARDS
UTP	CABO PAR TRANÇADO SEM MALHA EXTERNA (UNSHIELDED TWISTED PAIR)
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES, INC. STANDARDS

Caso sejam utilizadas normas ou padrões que não constam na relação acima, as informações e dados em quantidade suficiente para compreensão e julgamento devem ser anexados à proposta.

3. IDENTIFICAÇÃO E SIMBOLOGIA

O padrão de identificação dos painéis, equipamentos e instrumentos irá ser definido em conjunto com o cliente durante o projeto de detalhamento.

Onde aplicável, será também associada uma etiqueta de identificação de patrimônio com critérios de codificação definidos pelo cliente.

4. PREMISSAS DE ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Todos os equipamentos, instrumentos, acessórios e cabos serão especificados pelo cliente final e definidos em projeto separado.

O escopo deste projeto executivo envolve a locação, detalhamento de instalação e quantificação dos itens referentes à infraestrutura de encaminhamento de cabos (leitos, eletrodutos, dutos e caixas de passagem subterrâneos).

Os ajustes necessários e a compatibilização da especificação de equipamentos e a infraestrutura de encaminhamento de cabos será realizada pelo cliente final ou por terceiros a quem ele designar.

5. REQUISITOS GERAIS DE INSTALAÇÃO

5.1. CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

- A taxa de ocupação de cabos em leitos, eletrocalhas e eletrodutos deve seguir o critério de dimensionamento conforme ABNT NBR 5410;
- O cabeamento será segregado de acordo com os níveis de tensão e /ou o tipo de sinais de comunicação aplicáveis;
- As caixas de passagem ou de derivação dos cabos devem ser locadas e dimensionadas levando-se em conta as condições dos esforços de puxamento dos cabos (comprimentos máximos admissíveis e raios de curvatura) e as facilidades de manutenção necessárias;
- A rota de cabos elétricos deverá ser interligada nas instalações prediais de acordo com a cota elevação de cabos no interior das salas. Também deverá ser empregado um sistema de distribuição de bandejas contendo acessórios adequados tais como tês e curvas verticais, de forma a proteger os cabos nos pontos de transição com outros tipos de instalação existentes;
- O projeto dos Cabos elétricos deverá atender aos critérios e especificações de acordo com o estabelecido nas normas:
    - ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
    - ABNT NBR10300 – Cabos de Instrumentação com isolação extrudada de PE ou PVC para Tensões até 300 Volts;
    - IEC-61000-4-3 - Electromagnetic Compatibility (EMC) part 4 - section 3.

5.2. ENCAMINHAMENTO DE CABOS

- Para encaminhamento principal de cabos deverão ser empregados dutos subterrâneos, através de eletrodutos de alta densidade.
- Leitos de cabos devem ser fabricados em aço carbono, galvanizado a fogo, tipo pesado, em conformidade com a NBR-61537, fornecido em peças de 3 metros;
- Dutos subterrâneos devem ser do tipo duto corrugado interna e externamente, de perfil anelar, produzido em polietileno em alta densidade (PEAD), em conformidade com a norma ABNT NBR 15715;

- Para encaminhamento secundário de cabos deverão ser eletrodutos de aço carbono tipo pesado, galvanizado a fogo em conformidade com a NBR-5598. Esta aplicação compreende as interligações entre o roteamento principal e o local próximo ao instrumento ou pequenos painéis. A bitola mínima a ser utilizada é de 3/4";
- Todos as conexões de eletrodutos e conduletes deverão ser com rosca BSP;
- Para finalização de encaminhamento na interligação dos equipamentos deverão ser empregados eletrodutos flexíveis com alma metálica e com revestimento PVC preto, com conectores macho fixo em uma extremidade e macho giratório na outra. A montagem dos conectores deverá ser prensada e irremovível. O comprimento máximo não deverá exceder a 1 metro;
- As caixas de passagem aparentes e os acessórios para eletrodutos normalmente utilizados devem ser à prova de tempo, mínimo IP 66, com proteção adequada para área marítima;
- Os eletrodutos devem ser instalados paralelamente ou perpendicularmente às paredes, lajes, vigas ou estruturas. Devem ser fixados aos suportes através de grampos ou braçadeiras adequadas às condições de agressividade do meio, não sendo admitido o emprego de solda ou abraçadeiras tipo cunha. Os eletrodutos não devem ser suportados por tubulações sujeitas à remoção ou que operem a temperaturas elevadas, suportações nos equipamentos sujeito a abertura e manutenção (dutos de ventilação, elevadores etc.);
- Nas instalações externas, devem ser analisados os efeitos da expansão térmica dos eletrodutos em trechos longos, bem como os demais movimentos e esforços sobre os suportes, tais como as oscilações devido a ventos;
- As instalações em subestações devem seguir a Norma NBR-13231 no que diz respeito a riscos de incêndio;
- Todos os suportes e acessórios de fixação, a serem montados, deverão ser tratados e pintados antes da instalação;
- Caso necessário, devem ser instalados selos nas entradas das caixas que contenham dispositivos elétricos, a fim de evitar a penetração de umidade;
- O raio da curvatura dos eletrodutos e dos acessórios empregados deverá permitir a execução dos raios mínimos de curvatura para os cabos. Deverá ser

observada a capacidade de dobramento dos eletrodutos sem sofrer danos mecânicos. O número de curvas e desvios deve ser reduzido ao mínimo, devendo ser empregadas caixas para puxamento ou emendas e demais acessórios onde necessários;

- Deve ser assegurada a continuidade elétrica da instalação, conforme requisitos do NFPA nº 70 (NEC), NBR-5410 e NBR-14039;
- Para arranjo do encaminhamento mecânico em toda a área externa e em ambientes internos com deposição elevada de pó, os leitos deverão ser dispostos na vertical de forma a minimizar a área de acúmulo e os cabos deverão ser instalados e amarrados ao longo do leito;
- As rotas de cabos e dimensionamento da infraestrutura deverão atender aos critérios de:
    - Carga distribuída;
    - Redução de comprimentos;
    - Possibilidade de ampliações;
    - Evitar interferências com estruturas, tubulações e equipamentos;
    - Evitar interferências eletromagnéticas em instalações próximas a cabos e equipamentos de potência;
    - Evitar instalações próximas a fontes de calor;
    - Evitar instalações em áreas reservadas para manutenção de equipamentos;
    - No arranjo de mais de um leito em níveis, o de menor tensão deverá ficar por cima;
    - O encaminhamento deve ser acessível, sem necessidade de auxílio de escada ou andaimes.
- A conexão de aterramento dos leitos a malha de terra, deverá ser executado em, no mínimo, dois pontos distintos, utilizando cordoalha com seção mínima de 70 mm2 ao longo e nas extremidades do leito. Nas descidas intermediárias, utilizar 25 mm2;
- Quando o encaminhamento de cabos com cabos de sinais elétricos, no todo ou em parte, seguir o mesmo percurso de canalizações que possam gerar condensações (tais como tubulações de água e de vapor), ele não deve ser

disposto abaixo dessas canalizações, a menos que sejam tomadas precauções para protegê-la dos efeitos da condensação, conforme recomendações do item 6.2.9.4.4 da NBR-5410.

6. REDE WI-FI

O projeto de dados e voz (rede wifi) da área externa do PPD compreende a infraestrutura seca para interligação desde o CPD até a torre de telecomunicações. Toda infraestrutura foi distribuída através de caixas de passagem e eletroduto de alta densidade a 0,5m abaixo do solo, enquanto a rede elétrica está a 0,6m abaixo do solo, garantindo que não ocorram interferência entre as disciplinas.

Foi previsto um CPD suspenso na área do refeitório e outro para a guarita, ambos se comunicando através de fobra óptica.

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	Código: ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P8-001	Revisão: 0
		Emissão 13/06/2022	Folha 1 de 2

lote :	Rodovia : PR-092	Firma Projetista: AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Trecho : Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		Concessionária: EPR LITORAL PIONEIRO
Objeto : LISTA DE MATERIAL- PPREVENÇÃO E COMBATE À INCÊNDIO		ANTT:

Documentos de Referência:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P8-001-R00

Documentos Resultantes:

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P8-001-R00

Observação:

R00 Emissão inicial

Rev.	Data	Projetista	Concessionária	ANTT
01	20/03/2026	Mário Henrique - CREA/PR 12450/D	Juarez R. Cordeiro CREA/PR 83492	
00	13/03/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA	EPR LP	

FIRMA PROJETISTA:	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Nº INTERNO:	Rev. 0

LISTA DE MATERIAL- PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO		
DESCRIÇÃO	**QTD**	**UN.**
EXTINTOR DE INCÊNDIO PORTÁTIL, GÁS CARBÔNICO, 5 B:C, 6KG	3	pç
EXTINTOR DE INCÊNDIO PORTÁTIL DE ÁGUA PRESSURIZADA, 2A, 10 l	2	pç
EXTINTOR DE INCÊNDIO PORTÁTIL DE PÓ QUIMICO SECO, 20 B:C, 4 kg	3	pç
PLACA S1 (240MMX120MM), INDICAÇÃO DE ROTA DE FUGA, NO PISO	2	pç
PLACA S2 (240MMX120MM), INDICAÇÃO DE ROTA DE FUGA, NO PISO	2	pç
PLACA S12 (240MMX120MM), INDICA SAÍDA DO EDIFÍCIO	4	pç
PLACA E5 (150MMX150MM), INDICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE EXTINTOR CO2	3	pç
PLACA E5 (150MMX150MM), INDICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE EXTINTOR PQS	3	pç
PLACA E5 (150MMX150MM), INDICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE EXTINTOR DE ÁGUA	2	pç

ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	EPR LITORAL PIONEIRO	**Código:** ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P8-001	**Revisão:** 00
		Emissão: 13/03/2025	**Folha:** 01/6

Lote: ----	**Rodovia:** PR-092	**Firma Projetista:** AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA
Trecho: Ponto de Parada e Descanso (PPD) – km 209+650		**Concessionária:** EPR LITORAL PIONEIRO
Objeto: MEMORIAL DESCRITIVO DE PPCI		**ANTT**

Documentos de referência

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-002-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-003-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-004-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-005-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-006-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-007-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-008-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-009-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-010-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-011-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-012-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-013-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-014-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-015-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-016-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-017-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-018-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P1-019-R00

Documentos resultantes

- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-MD-P8-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-LM-P8-001-R00
- ELP-092PR-209+650-EDI-EXE-DE-P8-001-R00

Observação:

01	20/03/2026	Mário Henrique - CREA/PR - 12450/D	Juarez R. Cordeiro CREA/PR 83492/D	
00	13/03/2025	AFIRMA E-VIAS ENGENHARIA VIÁRIA	EPR LP	
Revisão	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 3

2. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 3

3. INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO 4

4. Sistema de Extintores Portáteis 4

5. ESPECIFICAÇÃO DOS extintores 4

6. ANEXOS 5

APRESENTAÇÃO

O presente documento técnico tem por objetivo apresentar os requisitos adotados no desenvolvimento do projeto das instalações de combate a incêndio das edificações do estacionamento PPD, localizadas na Rodovia PR-092/PR – km 209+650, mo Paraná.

NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

- Normas Brasileiras ABNT:
  - NBR 12693:1993 – Sistema de Proteção por extintores de incêndio;
  - NBR 10898:1999 – Sistema de iluminação de emergência;
  - NBR 13434-1:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 1: Princípios de projeto e;
  - NBR 13434-2:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores.
- Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros de Goiás:
  - NPT 01 – Procedimetos Administrativos
  - NPT 06 – Acesso de Viatura nas Edificações e Áreas de Risco
  - NPT 11 – Saídas de Emergência;
  - NPT 14 – Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco;
  - NPT 18 – Iluminação de Emergência;
  - NPT 20 – Sinalização de Emergência;
  - NPT 21 – Sistema de Proteção Por Extintores de Incêndio.

INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Conforme a Tabela 5 do CSCIP do CBPMPR, as medidas de segurança contra e incêndio e pânico para edificações com área construída menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12,00 m são as seguintes:

- Saídas de emergência;
- Iluminação de emergência;
- Sinalização de emergência;
- Extintores;

Sistema de Extintores Portáteis

As instalações do sistema de extintores portáteis deverão ser executadas com base nos requisitos especificados através da Norma Técnica NPT-21 - Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio do Corpo de Bombeiro do Estado do Paraná e Norma da ABNT – NBR 12.693 - Sistema de proteção por extintores de incêndio.

Os extintores manuais foram distribuídos a fim de atender o especificado pelo Corpo de Bombeiros. A distribuição foi prevista de modo que o operador não percorra mais do que 20 metros. Serão fixados, com sua parte superior a 1,60 m em relação ao piso acabado.

Para atender os tipos de riscos apresentados pela edificação, foi prevista a utilização de extintores portáteis de água pressurizada (10 litros), pó químico seco (4,0 quilos) e de gás carbônico (6,0 quilos).

A distribuição e escolha a serem empregados em cada caso foi definida em função dos riscos e das áreas onde eles se localizarão.

ESPECIFICAÇÃO DOS extintores

Os extintores foram distribuídos de acordo com o tipo de carga necessária para atender a demanda local, e serão do tipo A, B e C.
Os extintores deverão ser fornecidos de acordo com as seguintes especificações:

- **Pó Químico – Tipo ABC**

Deverão ser do tipo portátil de pó químico à base de monofosfato de amônia, com capacidade individual de 4,0 kg, com selo de conformidade ABNT e fabricados segundo os padrões fixados pela norma NBR 10721/ABNT.

- **Gás Carbônico – Tipo B**

Deverão ser do tipo portátil de gás carbônico (CO2), com capacidade individual de 6,0 kg, com selo de conformidade ABNT e fabricados segundo os padrões fixados pela NBR 12791 da ABNT e identificado segundos conforme a NBR 7532 ABNT.

Os cilindros deverão ser de alta pressão conforme norma EB 160 ABNT com corpo em aço carbono SAE 1040 sem solda e testados individualmente.

- **Pó Químico Seco – Tipo C**

Deverão ser do tipo portátil de pó químico seco (PQS), com capacidade individual de 4,0 kg, com selo de conformidade ABNT e fabricados segundo os padrões fixados pela NBR 10721 da ABNT e identificados conforme NBR 7532 / ABNT.

O pó químico seco para extinção de incêndio deverá ser à base de bicarbonato de sódio, conforme a EB-250 / ABNT, com propalente a base de nitrogênio. Os cilindros deverão ser dotados de manômetro e válvula auto-selante.

- **Água Pressurizada – Tipo A**

Deverão ser do tipo portátil de água pressurizada (AP), com volume individual de 10,0 litros, com selo de conformidade ABNT e fabricados segundo os padrões fixados pela norma da ABNT e identificados conforme NBR 7532 / ABNT. Os cilindros deverão ser dotados de manômetro e válvula auto-selante.

ANEXOS

ANEXO 5 – ESPECIFICAÇÕES

Divisão	A, C, D, G E M3
Medidas de Segurança contra Incêndio e Pânico	**RL - ÁREA IGUAL OU INFERIOR A 1.500M² OU ALTURA IGUAL OU INFERIOR A 9,0m RM / RE - ÁREA IGUAL OU INFERIOR A 1.000M² OU ALTURA IGUAL OU INFERIOR A 6,0m**
Acesso de Viaturas	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	-
Compartimentação Horizontal	-
Compartimentação Vertical	-
Saídas de Emergência	X
Plano de Intervanção de Incêndio	-
Brigada de Incêndio	-
Iluminação de Emergência	X
Detecção de Incêndio	-
Alarme de Incêndio	-
Sinalização de Emergência	X
Extintores	X
Hidrantes e Mangotinhos	-
Chuveiros Automaticos	-
Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento	-
Controle de Fumaça	-

Notas Específicas:

1. Exigido para lotação superior a 100 pessoas;
2. Exigido para lotação superior a 200 pessoas, nos locais onde haja carga de incêndio como depósitos, escritórios, cozinhas, pisos técnicos, casa de máquinas, etc. e nos locais de reunião onde houver teto ou forro falso com resvetimento combustível;
3. Exigido para lotação superior a 400 pessoas;
4. Exigido apenas para divisão E-5 e E-6.