

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT
SUPERINTENDÊNCIA DE EXPLORAÇÃO DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA - SUINF

Rodovia: PR-407

Trecho: Morretes/PR – Paranaguá/PR

Extensão: N/A

Código PNV/SNV (2020): -

PROJETO EXECUTIVO
REFORÇO DE OAE
PASSARELA DE PEDESTRES
PR407 KM 002+650

VOLUME 1 - RELATÓRIO TÉCNICO
(EPR-407PR-002+650-OAE-EXO-RT-V1-001-R00)
SETEMBRO/2025



Código:
EPR-407PR-002+650-OAE-EXO-RT-V1-001

Rev.:
00

Emissão:
03/09/2025

Folha:
01 de 291

Lote:
-

Rodovia:
PR-407

Responsável Técnico, CREA e Firma Projetista:
Antranig Muradian - 0.600.142.533-SP
Antranig Muradian Engenharia e Consultoria

Trecho:
Morretes/PR – Paranaguá/PR

Concessionária:
EPR

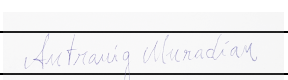
Objeto:
Projeto de reforço de OAE
Passarela de Pedestres
Volume 1 - Relatório Técnico

ANTT:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observação:

				
00	03/09/2025	Eng. Antranig Muradian		
REV.	Data	Responsável Técnico – Firma Projetista	Concessionária	ANTT

Firma Projetista: **ANTRANIG MURADIAN E INFRAESTRUTURA**

Nº Interno: -

Rev.: **00**

SUMÁRIO

1.0 - APRESENTAÇÃO	4
2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	6
3.0 - INSPEÇÃO	8
4.0 - ESTRUTURAS	241
5.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO	290

1.0 - APRESENTAÇÃO

1.0 - APRESENTAÇÃO

Apresenta-se nesta oportunidade o Projeto Executivo para o reforço da passarela de pedestres (OAE) localizada no Km 002+650 da PR-407, no Estado do Paraná, no trecho entre Morretes/PR e Paranaguá/PR, pertencente aos limites do município de Paranaguá/PR.

A apresentação do conteúdo do Projeto Executivo é feita através de 04 volumes de relatório, sendo eles:

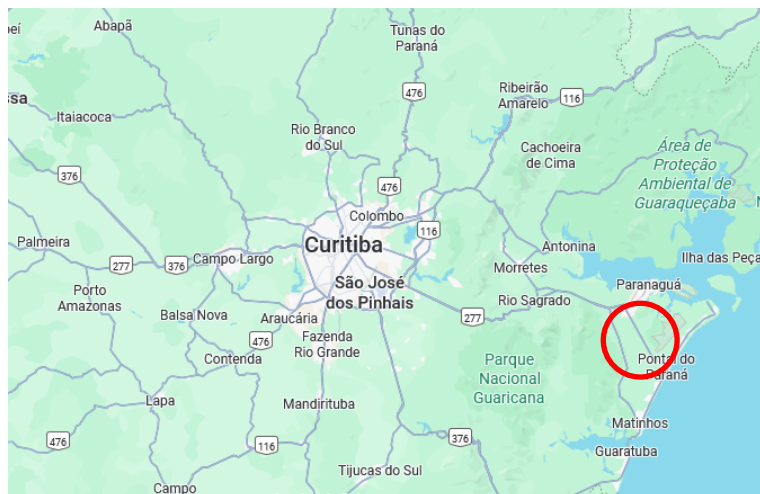
- **Volume 1 - Relatório Técnico**
- Volume 2 - Projetos
- Volume 3 - Esquema Construtivo
- Volume 4 – Orçamento

O presente **Volume 1 - Relatório Técnico** visa:

- Apresentar o conjunto dos estudos realizados com vistas à geração dos insumos básicos necessários à elaboração do projeto, descrevendo e justificando os métodos e processos utilizados e expondo os resultados obtidos e;
- Descrever e justificar as soluções adotadas para os problemas inerentes a cada uma das disciplinas que o compõem.

2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

MAPA DA LOCALIZAÇÃO DA OAE



Passarela de Pedestres PR 407 / km 002+650

3.0 - INSPEÇÃO



Código:

-

Rev.

00

Emissão:

08/04/2025

Folha:

1 de 167

Emitente:



Resp. Técnico:

Engº Antranig Muradian
Antranig Muradian Engenharia Ltda.
CREA 0600142533

Responsável Técnico - Concessionária.

Lote:

06

Rodovia:

PR-407

DE-DER

Trecho:

Passarela de pedestres
km 002+650 – Transversal

Verificado DER

Objeto:

Inspeção Especial de OAE
Relatório I - Patologia

Aprovado DER

Documentos de Referência:

- **Ficha da inspeção rotineira datada de 05/07/2019, elaborada pela Beltrame Engenharia.**

Documentos Resultantes:

- **RT-PRD002407-002.003-523-C01/002 – Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos.**

Observação:

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA

CONSULTORIA E PROJETOS



00	08/04/2025	Engº Antranig Muradian				
Ver.	Data	Resp.Téc/Proj	Resp. Téc/Conces.	DE-DER-PR	Ver. DER-PR	Aprovado – DER-PR

INSPEÇÃO ESPECIAL DE OBRA DE ARTE ESPECIAL
PR-407 – PARANAGUÁ – PONTAL DO PARANÁ
PASSARELA DE PEDESTRES – km 002+650 – TRANSVERSAL
RELATÓRIO I - PATOLOGIA

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	DADOS GERAIS	5
3.	CONVENÇÕES UTILIZADAS EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS.....	6
4.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	7
5.	ANOMALIAS VERIFICADAS.....	9
5.1.	Superestrutura	9
5.1.1.	Laje.....	9
5.1.1.1.	Rampa de acesso Oeste.....	9
5.1.1.2.	Nervuras da Rampa de acesso Oeste	9
5.1.1.3.	Rampa de acesso Leste.....	9
5.1.1.4.	Nervuras da Rampa de acesso Leste	10
5.1.2.	Vigas transversinas	10
5.1.3.	Vigas longarinas – Trecho de travessia.....	10
5.2.	Mesoestrutura	11
5.2.1.	Aparelho de apoio	11
5.2.2.	Pilares	11
5.2.3.	Vigas de apoio.....	12
5.2.4.	Blocos de apoio.....	12
5.3.	Elementos complementares	13
5.3.1.	Piso	13
5.3.2.	Juntas.....	13
5.3.2.1.	Juntas de concretagem.....	13
5.3.3.	Juntas de dilatação	14
5.4.	Guarda Corpo.....	14
6.	GABARITOS VERTICAL E HORIZONTAL.....	15
ANEXO I – REGISTRO DE ANOMALIAS		16
ANEXO II – TABELA DE ANOMALIAS.....		18
ANEXO III – TABELA DE LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS		22

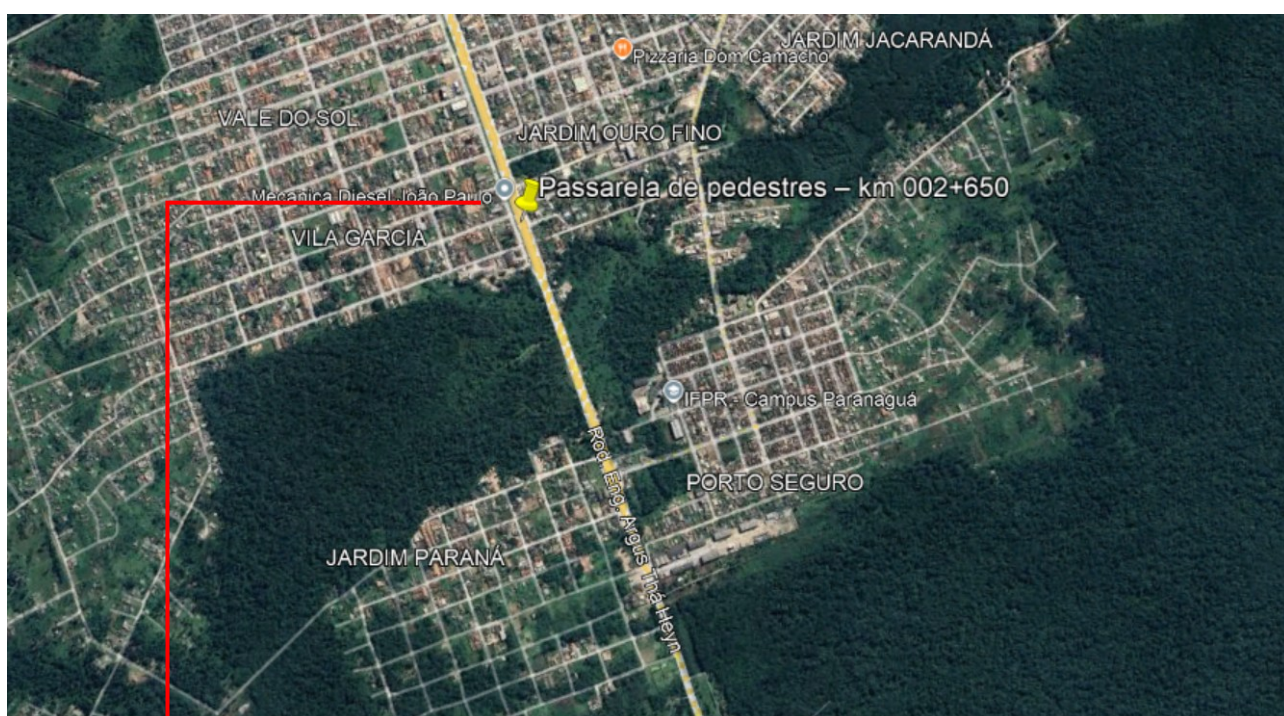
ANEXO V – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	24
ANEXO VII – SÍNTESE DO RELATÓRIO I – PATOLOGIA.....	165

1. INTRODUÇÃO

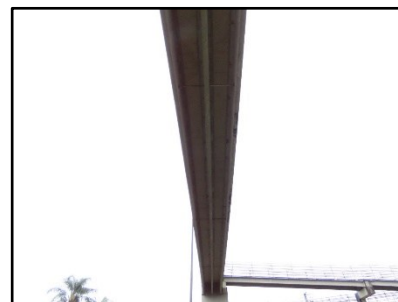
O presente relatório tem por objetivo apresentar a inspeção técnica realizada em Obra de Arte Especial rodoviária, localizada no km 002+650, transversal à PR-407, município de Paranaguá, Estado do Paraná.

A inspeção mencionada compreendeu o levantamento cadastral geométrico e registro das falhas de desempenho estrutural, funcional e de durabilidade da obra, apresentadas neste relatório. Com as informações de campo, são definidos os trabalhos de recuperação necessários, descritos no caderno: Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos.

LOCALIZAÇÃO



PR-407 – TRECHO PARANAGUÁ – PONTAL DO PARANÁ
Passarela de pedestres – km 002+650 – Transversal



2. DADOS GERAIS

Identificação:

Nome da Obra: Passarela de pedestres km 002+650

Localização:

Rodovia: PR-407 km 002+650

Município: Paranaguá - PR

Pistas: Transversal (Norte e Sul)

Obstáculo: Rodovia PR-407

Data da vistoria: 19 de outubro de 2024

Composição da equipe técnica:

Engenheiros civis: Antranig Muradian

Gean Marcos Baldessar Warmling

Alexandre Samuel Ramalho

Equipamentos utilizados: escadas telescópicas, equipamentos de
medição à laser, trenas de fita, marretas,
ponteiros, etc.

3. CONVENÇÕES UTILIZADAS EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS

As peças da super e mesoestrutura foram numeradas considerando-se como referência a extremidade de menor quilometragem:

- Lado inicial da obra (Li): sendo considerada a rampa de acesso mais próxima da lateral Oeste;
- Lado final da obra (Lf): sendo considerada a rampa de acesso mais próxima da lateral Leste;
- Rampas: numeradas a partir do acesso mais próximo da lateral Oeste, no sentido Leste;
- Nervuras: numeradas no sentido Norte x Sul, sempre de esquerda para direita;
- Vigas longarinas: numeradas a partir da viga localizada mais próxima da extremidade Norte, menor quilometragem;
- Pilares: numerados a partir da lateral Leste, no sentido Oeste;
- Juntas de dilatação: numerados a partir da lateral Oeste, no sentido Leste;

Sentido crescente da quilometragem da rodovia: a partir da extremidade de Norte (Paranaguá) x Sul (Pontal do Paraná).

Convenção nos desenhos

- BL = Balanço longitudinal;
- GC = Guarda-corpo;
- DM = Defesa metálica;
- BR = Barreira rígida;
- VAP = Viga de apoio;
- L = Laje;
- LB = Laje lateral em balanço;
- AA = Aparelho de apoio;
- P = Pilar;
- Li / Lf = Lado Inicial / Lado Final.

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A rodovia PR-407 possui uma extensão de 18,8km e faz a ligação entre a BR-277 e a PR-412. É denominada Rodovia Argus Thá Heyn. No perímetro urbano da cidade de Paranaguá a rodovia é em pista dupla, e o restante em pista simples.

A Obra de Arte Especial (OAE) objeto desta vistoria é uma passarela de pedestres localizada no km 002+650 da PR-407 e transpõe as pistas Norte e Sul. Nesse trecho a rodovia possui pista dupla com duas faixas de rolamento em cada sentido. O projeto original da OAE é do ano de 2016.

Trata-se de uma OAE com alinhamento retilíneo em relação ao obstáculo, com comprimento total aproximado de 211,60m, sendo 26,40m na travessia principal e 99,60m em cada rampa. A largura é constante e igual a 1,70m.

O sistema estrutural é composto por 01 (um) vão na travessia principal, 16 (dezesesseis) vãos nas rampas e 08 (oito) balanços longitudinais.

A travessia principal é composta por 03 (três) vigas T isostáticas, simplesmente apoiadas nas travessas dos pilares, e em nível.

Nas rampas, cada vão é constituído por uma laje duplo T. O piso é a face superior da laje em concreto.

A ligação entre a superestrutura e a mesoestrutura é feita através de aparelhos de apoio em elastômero não fretado nos apoios dos pilares P5, P1, P6, P10 e nos pilares P3 e P8 (nos acessos ao trecho de travessia).

A mesoestrutura é constituída por 10 (dez) pilares pré-fabricados em concreto armado e por vigas e blocos de apoio que recebem as cargas das rampas e do trecho da travessia principal.

A infraestrutura encontra-se parcialmente aterrada, contudo, foi possível identificar que é constituída por sapatas.

As estruturas de encontro dos acessos são feitas através de piso em concreto sobre solo compactado, denominados rampa em solo. O solo compactado das rampas é contido lateralmente por uma estrutura em blocos de concreto, sendo nomeadas como paredes (PA).

Na travessia principal o guarda-corpo é constituído por uma estrutura metálica que também serve de suporte para o telamento e para o corrimão em barra dupla. Nas rampas o guarda-corpo e o corrimão em barra dupla são constituídos por perfis metálicos tubulares fixados em montantes metálicos.

Em relação ao sistema de drenagem não foram verificados dispositivos específicos, na laje, para a drenagem de águas pluviais, permitindo o escoamento pelas faces laterais dos elementos inferiores. A drenagem é feita pela inclinação das rampas, sem indícios de empoçamento de água.

A iluminação é feita através de luminárias localizadas no topo de postes posicionados nas extremidades Oeste e Leste da OAE.

Em relação às juntas de dilatação, foram identificadas 04 (quatro), localizadas nos balanços longitudinais (patamares) onde há mudança de direção. Nos demais patamares, onde a rampa mantém a mesma direção, se identificam juntas de concretagem.

Para proteção dos pilares verificou-se a presença de defensas metálicas em ambas as laterais da OAE. Entre as pistas da rodovia com sentidos opostos, existe tela antiofusante fixada sobre as barreiras rígidas.

Como sinalização vertical há placas indicando gabarito vertical máximo em 6,0m fixadas na estrutura da passarela em ambos os sentidos.

.

5. ANOMALIAS VERIFICADAS

5.1. Superestrutura

5.1.1. Laje

5.1.1.1. Rampa de acesso Oeste

- Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 2, na região da JD2, face Inferior (Fotos: 084/085);

5.1.1.2. Nervuras da Rampa de acesso Oeste

- Fissura de configuração horizontal na nervura 2 da rampa 3, próxima do pilar P5, face Oeste (Fotos: 086/087);
- Fissura superficial na transição entre a laje e a nervura 2 do BL2, face Oeste (Fotos: 088/089);
- Fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, face Oeste (Fotos: 090/091);
- Concreto disgregado com armadura exposta corroída na nervura 2 da rampa 6, face Leste (Fotos: 092/093);
- Fissuras horizontais na base da nervura 2 da rampa 7, face Oeste (Fotos: 094/095/096);
- Fissuras na rampa 8, na região próxima da JD9, face Inferior (Fotos: 097);
- Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2, próximo do ENC1, rampa 1, face Oeste (Fotos: 098/099);
- Concreto disgregado na nervura 2 da rampa 4, face Leste (Fotos: 100/101);

5.1.1.3. Rampa de acesso Leste

- Fissura transversal na rampa 10, face Inferior (Fotos: 102/103);
- Fissuras na rampa 10, próximo do pilar P6, face Inferior (Fotos: 104/105);
- Fissura transversal na rampa 11, próximo da JD13, face Inferior (Fotos: 106);
- Fissuras na rampa 13 na lateral Leste, próximo do pilar P8, face Inferior (Fotos: 107/108);
- Fissuras na rampa 16, face Inferior (Fotos: 109/110);
- Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 12, face Inferior (Fotos: 111/112);
- Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 15, na região da nervura 2 próximo do pilar P10, face Inferior (Fotos: 113/114);
- Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16, na região da nervura 2 próximo do pilar P8, face Inferior (Fotos: 115/116);
- Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16 na lateral Leste, face Inferior (Fotos: 117/118);
- Manchas de umidade localizada na rampa 12 na lateral Oeste, próximo do pilar P7, face Inferior (Fotos: 119/120);
- Antigo reparo deteriorado na rampa 10, próximo da JD11, face Inferior (Fotos: 121/122);

5.1.1.4. Nervuras da Rampa de acesso Leste

- Fissuras na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6 (Fotos: 123/124);
- Fissuras na nervura 2 da rampa 12, face Oeste (Fotos: 125/126);
- Fissuras na nervura 1 da rampa 14, face Leste, próximo do pilar P10 (Fotos: 127/128);
- Fissuras na nervura 2 da rampa 15, face Leste, próximo do pilar P9 (Fotos: 129/130);
- Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6 (Fotos: 123/131);
- Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 1 da rampa 16, face Leste, próximo da JD18 (Fotos: 132/133);
- Concreto segregado na nervura 1 na BL6, face Oeste (Fotos: 134/135);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL1, face Leste (Fotos: 136);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL2, face Oeste (Fotos: 137);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL3, face Oeste (Fotos: 138/139);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL4, face Leste (Fotos: 140);
- Manchas de umidade na VL1 do trecho de travessia, face Norte (Fotos: 141/142);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL5, face Oeste (Fotos: 143);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL6, face Leste (Fotos: 144);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL7, face Leste (Fotos:);
- Manchas de umidade na nervura 1 na BL8, face Oeste (Fotos: 146);

5.1.2. Vigas transversinas

- Fissura horizontal, com abertura superior a 0,7mm, na VT próxima da JD16, face Norte da BL7 (Fotos: 147/148/149);
- Fissuras aleatórias de pequena abertura na VT na extremidade Oeste da travessia na região da VL3, face Oeste (Fotos: 150/151);
- Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL2, face Leste (Fotos: 152/153);
- Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL3, face Leste (Fotos: 154/155);

5.1.3. Vigas longarinas – Trecho de travessia

- Nas vigas longarinas VL1, VL2 e VL3 foram identificados deslocamentos verticais no meio do vão, visíveis a olho nu.

Na tabela abaixo se detalham as flechas registradas na inspeção especial realizada em data 01/21:

DESCRIÇÃO	Viga VL1	Viga VL2	Viga VL3
Deflexão vertical (m)	0,1310	0,1295	0,1076

- Concreto disgregado e armadura exposta na base da VL3 do trecho de travessia, face Inferior (Fotos: 156/157);

5.2. Mesoestrutura

5.2.1. Aparelho de apoio

- Aparelhos de apoio fora de posição:
 - AA da NV1 no pilar P1, rampa 6 (Fotos: 158/159);
 - AA da NV2 no pilar P1, rampa 6 (Fotos: 158/160);
 - AA da NV1 no pilar P1, rampa 7 (Fotos: 161/162);
 - AA da NV2 no pilar P1, rampa 7 (Fotos: 161/163);
 - AA da VL3 no pilar P3, trecho de travessia (Fotos: 164);
 - AA da NV1 no pilar P5, rampa 2 (Fotos: 165/166);
 - AA da NV2 no pilar P5, rampa 2 (Fotos: 165/167);
 - AA da NV1 no pilar P5, rampa 3 (Fotos: 168/169);
 - AA da NV2 no pilar P5, rampa 3 (Fotos: 168/170);
 - AA da NV1 no pilar P6, rampa 10 (Fotos: 171/172);
 - AA da NV2 no pilar P6, rampa 10 (Fotos: 171/173);
 - AA da NV1 no pilar P6, rampa 11 (Fotos: 174/175);
 - AA da NV2 no pilar P6, rampa 11 (Fotos: 174/176);
- Aparelhos de apoio com dimensões superiores à base das nervuras:
 - AA da NV1 no pilar P3, rampa 1 (Fotos: 177/178);
 - AA da NV2 no pilar P3, rampa 1 (Fotos: 177/179);
 - AA da NV1 no pilar P3, rampa 8 (Fotos: 180/181);
 - AA da NV2 no pilar P3, rampa 8 (Fotos: 180/182);
 - AA da NV1 no pilar P8, rampa 9 (Fotos: 183/184);
 - AA da NV2 no pilar P8, rampa 9 (Fotos: 183/185);

5.2.2. Pilares

- Concreto disgregado no pilar P1, face Leste (Fotos: 186/187);
- Manchas de umidade no pilar P1 (Fotos: 188);
- Manchas de umidade no pilar P2 (Fotos: 189);
- Manchas de umidade no pilar P5 (Fotos: 190);
- Manchas de umidade no pilar P6 (Fotos: 191);
- Manchas de umidade no pilar P9 (Fotos: 192);
- Manchas de umidade no pilar P10;

5.2.3. Vigas de apoio

- Fissuras com eflorescências na VAP21 do pilar P9, face Norte (Fotos: 193);
- Fissuras na VAP23 do pilar P10, face Leste (Fotos: 194/195);
- Manchas de umidade na VAP1 do pilar P1, face Sul (Fotos: 196);
- Manchas de umidade na VAP3 do pilar P2, face Norte (Fotos: 197);
- Manchas de umidade na VAP6 do pilar P3, faces Norte, Sul e Oeste (Fotos: 198, 199, 200);
- Manchas de umidade na VAP10 do pilar P4;
- Manchas de umidade na VAP11 do pilar P4;
- Manchas de umidade na VAP13 do pilar P6, faces Norte e Leste (Fotos: 201, 202 / 203, 204);
- Manchas de umidade na VAP14 do pilar P6, face Oeste (Fotos: 205);
- Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, faces Norte, Sul e Leste (Fotos: 206, 207 / 208, 209 / 210);
- Manchas de umidade na VAP17 do pilar P8, face Sul (Fotos: 211);
- Manchas de umidade na VAP21 do pilar P9, face Leste (Fotos: 212);
- Manchas de umidade na VAP22 do pilar P9, face Norte (Fotos: 213);
- Manchas de umidade na VAP23 do pilar P10, face Leste (Fotos: 194/195);
- Manchas de umidade nas VAP24 (Fotos: 214);

5.2.4. Blocos de apoio

- Fissura na transição entre o bloco de apoio x laje, com eflorescências, bloco de apoio da nervura 2 na VAP3 do pilar P2, face Norte (Fotos: 215/216);
- Fissura com eflorescências na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 e a VAP9 do pilar P4, face Sul (Fotos: 217/218);
- Fissura vertical com eflorescência na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 na VAP9 e o pilar P4, face Norte (Fotos: 219/220);
- Fissura com eflorescências no bloco de apoio da nervura 2 na VAP18 do pilar P8, face Sul (Fotos: 221/222);
- Fissuras com eflorescências no bloco de apoio da nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Norte (Fotos: 223/224);
- Fissuras no bloco de apoio da nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Sul (Fotos: 225);
- Fissuras no bloco de apoio da nervura 2 na VAP21 do pilar P9, face Sul (Fotos: 226);
- Concreto disgregado e armadura exposta no bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4, face Oeste (Fotos: 227/228);
- Concreto disgregado no bloco de apoio da nervura 2 no pilar P4, face Sul (Fotos: 229/230);

5.3. Elementos complementares

5.3.1. Piso

- Fissura de curto comprimento, de pequena abertura na estrutura de ENC1, face Superior (Fotos: 231);
- Fissura transversal, com posicionamento aleatório na estrutura de ENC1, face Superior (Fotos: 232);
- Fissura e empoçamento localizado na região próxima da junta de concretagem J1, face Superior (Fotos: 233/234);
- Fissuras mapeadas na rampa 2, na região da BL1, face Superior (Fotos: 235);
- Fissuras mapeadas na rampa 3, na região da BL2, face Superior (Fotos: 236);
- Fissura transversal na rampa 4, na região próxima à junta de concretagem J4, face Superior (Fotos: 237);
- Fissuras aleatórias de pequena abertura no piso do trecho de travessia, face Superior (Fotos: 238);
- Fissura de pequeno comprimento em região próxima à junta de concretagem J13, face Superior (Fotos: 239/240);
- Fissuras transversais aleatórias, de pequena abertura, na região próxima da junta de concretagem J15, face Superior (Fotos: 241);
- Fissuras na rampa 14, próximo do pilar P10, face Inferior (Fotos: 242/243);
- Fissura transversal no piso da estrutura de ENC2, de pequena abertura, face Superior (Fotos: 244);
- Concreto disgregado e/ou deslocamento do piso, rampa 4, face Superior (Fotos: 237, 245);
- Deslocamento da camada do piso, rampa 5, na região da junta de concretagem J5, face Superior (Fotos: 246);
- Manchas de umidade na parede PA4 da estrutura de ENC2, face Oeste (Fotos: 247);
- Manchas de umidade na parede PA5 da estrutura de ENC2, face Leste (Fotos: 248);

5.3.2. Juntas

5.3.2.1. Juntas de concretagem

- Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J2, face Superior e Inferior (Fotos: 249, 269);
- Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J6, rampa 6, face Superior (Fotos: 252) e, na face inferior (Fotos: 253/254/255);
- Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J8, face Superior (Fotos: 258) e, na face Inferior (Fotos: 257/258/259);
- Fissuras transversais na rampa 9, na projeção da junta de concretagem J11, face Inferior (Fotos: 260/261/262);

- Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J14, face Superior (Fotos: 263, 264) e, manchas de infiltração na face Inferior (Fotos: 265);
- Fissura com infiltração na projeção da junta de concretagem J15, rampa 13, face Inferior (Fotos: 266);
- Fissura com infiltração na projeção da junta de concretagem J17, rampa 16, face Inferior (Fotos: 267);
- Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J17, rampa 16, face Superior (Fotos: 268);
- Fissura transversal na estrutura de ENC2, na projeção da junta de encontro J18, face Superior (Fotos: 269);

5.3.3. Juntas de dilatação

- Junta de dilatação JD3 com vedação deficiente, face Superior (Fotos: 270);
- Junta de dilatação JD7 com vedação, face Superior (Fotos: 271);
- Infiltração de águas pluviais na projeção da junta de dilatação JD9, rampa 8, face inferior (Fotos: 272, 273);
- Junta de dilatação JD12 com vedação, face Superior (Fotos: 274/275);
- Junta de dilatação JD16 com vedação, face Superior (Fotos: 376);
- Concreto disgregado e armadura exposta na JD3, face Superior (Fotos: 277);

5.4. Guarda Corpo

- Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9, face Oeste (Fotos: 278/279);

6. GABARITOS VERTICAL E HORIZONTAL

Gabarito horizontal de 1,40m na passarela, considerado adequado. Gabarito vertical nas pistas Norte e Sul é de 6,17m, considerado adequado. Placa indicativa de gabarito vertical máximo em 6,0m.

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA.

Engº Antranig Muradian

ANEXO I – REGISTRO DE ANOMALIAS

Ver plantas de desenhos de anomalias: FOLHAS 001 ATÉ 005

ANEXO II – TABELA DE ANOMALIAS

Nomenclatura utilizada nos desenhos

COD	DESCRIÇÃO
CD	CONCRETO DISGREGADO
CD+AEC	CONCRETO DISGREGADO COM ARMADURA EXPOSTA E CORROÍDA
CO	CORROSÃO
CS	CONCRETO SEGREGADO
DF	DEFORMAÇÃO
EFL	EFLORESCÊNCIA
FIA	FISSURAS ALEATÓRIAS
FIS	FISSURAS
UM	UMIDADE / INFILTRAÇÃO
VE	VEGETAÇÃO

ANOMALIA ÁREA								
Nº	TIPO	ELEMENTO ESTRUTURAL	FACE	VÃO	BASE (m)	ALTURA (m)	PERÍMETRO (m)	ÁREA (m²)
002	CD	RAMPA 4	SUP	RAMPA 4	0,70	0,30	2,00	0,21
003	CD	RAMPA 4	SUP	RAMPA 4	0,50	0,80	2,60	0,40
004	CD	NV1	L	RAMPA 4	0,10	0,10	0,40	0,01
005	CD	RAMPA 5	SUP	RAMPA 5	0,30	0,30	1,20	0,09
006	CD	RAMPA 5	SUP	RAMPA 5	0,40	0,40	1,60	0,16
007	CD	RAMPA 5	SUP	RAMPA 5	1,20	0,70	3,80	0,84
002	CD+AEC	NV2	O	RAMPA 1	0,10	0,10	0,40	0,01
003	CD+AEC	RAMPA 2	INF	RAMPA 2	0,10	0,10	0,40	0,01
004	CD+AEC	RAMPA 3	SUP	RAMPA 3	0,30	0,20	1,00	0,06
001	DF	GC1	S	RAMPA 3	1,00	1,00	4,00	1,00
002	DF	GC1	S	RAMPA 3	1,00	1,00	4,00	1,00
001	FIA	RAMPA 2	SUP	RAMPA 2	1,00	1,50	5,00	1,50
002	FIA	RAMPA 3	SUP	RAMPA 3	1,00	1,50	5,00	1,50
002	UM	NV1	L	RAMPA 2	1,00	0,30	2,60	0,30
003	UM	NV2	O	RAMPA 3	1,00	0,30	2,60	0,30
001	CD+AEC	RAMPA 15	INF	RAMPA 15	0,15	0,15	0,60	0,02
001	CO	GC	O	RAMPA 8	0,25	0,05	0,60	0,01
002	CO	GC	O	RAMPA 8	0,25	0,05	0,60	0,01
001	CS	NV1	O	RAMPA 11	0,30	0,10	0,80	0,03
001	UM	NV1	L	RAMPA 7	1,00	0,30	2,60	0,30
002	UM	RAMPA 8	INF	RAMPA 8	0,20	0,20	0,80	0,04
003	UM	NV2	O	RAMPA 10	1,00	0,30	2,60	0,30
004	UM	NV1	L	RAMPA 11	1,00	0,30	2,60	0,30
004	UM	NV2	O	RAMPA 6	1,00	0,30	2,60	0,30
005	UM	RAMPA 12	INF	RAMPA 12	0,15	0,15	0,60	0,02
002	CD+AEC	RAMPA 16	INF	RAMPA 16	0,15	0,30	0,90	0,05
003	CD+AEC	RAMPA 16	INF	RAMPA 16	0,15	0,30	0,90	0,05
004	CD+AEC	RAMPA 16	INF	RAMPA 16	0,15	0,30	0,90	0,05
005	CD+AEC	VL3	INF	TRAVESSIA	0,50	0,25	1,50	0,13
001	UM	NV1	L	RAMPA 14	1,00	0,30	2,60	0,30
002	UM	NV2	O	RAMPA 15	1,00	0,30	2,60	0,30
003	UM	VL1	N	TRAVESSIA	7,00	0,70	15,40	4,90
001	CD	P1	L	RAMPA 6/7	0,10	0,50	1,20	0,05
001	UM	VAP1	L	RAMPA 6/7	0,50	0,50	2,00	0,25
002	UM	P1	S	RAMPA 6/7	0,50	0,50	2,00	0,25
003	UM	VAP1	S	RAMPA 6/7	0,20	0,50	1,40	0,10
004	UM	VAP2	O	RAMPA 6/7	0,50	0,50	2,00	0,25
005	UM	VAP4	N	RAMPA 5/6	0,20	0,50	1,40	0,10
006	UM	P2	N	RAMPA 5/6	0,50	1,00	3,00	0,50
007	UM	VAP3	N	RAMPA 5/6	0,20	0,50	1,40	0,10
008	UM	VAP3	N	RAMPA 5/6	0,20	0,50	1,40	0,10

ANOMALIA ÁREA								
Nº	TIPO	ELEMENTO ESTRUTURAL	FACE	VÃO	BASE (m)	ALTURA (m)	PERÍMETRO (m)	ÁREA (m²)
009	UM	VAP4	L	RAMPA 5/6	0,50	0,50	2,00	0,25
0010	UM	VAP3	S	RAMPA 5/6	0,20	0,50	1,40	0,10
0011	UM	P2	S	RAMPA 5/6	0,50	1,00	3,00	0,50
0012	UM	VAP4	S	RAMPA 5/6	0,30	0,50	1,60	0,15
0013	UM	VAP3	O	RAMPA 5/6	0,50	0,50	2,00	0,25
0014	UM	VAP6	N	RAMPA 4/5	0,20	0,50	1,40	0,10
0015	UM	VAP6	S	RAMPA 4/5	0,20	0,50	1,40	0,10
0016	UM	VAP6	O	RAMPA 4/5	0,50	0,50	2,00	0,25
0017	UM	VAP10	S	RAMPA 3/4	0,20	0,50	1,40	0,10
0018	UM	P5	N	RAMPA 2/3	0,50	0,50	2,00	0,25
0019	UM	VAP12	N	RAMPA 2/3	0,20	0,50	1,40	0,10
0020	UM	VAP11	S	RAMPA 2/3	0,20	0,50	1,40	0,10
001	UM	VAP13	N	RAMPA 10/11	0,20	0,50	1,40	0,10
002	UM	VAP13	L	RAMPA 10/11	0,50	0,50	2,00	0,25
003	UM	P6	S	RAMPA 10/11	0,50	1,50	4,00	0,75
004	UM	VAP14	O	RAMPA 10/11	0,50	0,50	2,00	0,25
005	UM	VAP15	N	RAMPA 11/12	0,20	0,50	1,40	0,10
006	UM	VAP15	L	RAMPA 11/12	0,50	0,50	2,00	0,25
007	UM	VAP16	S	RAMPA 11/12	0,30	0,50	1,60	0,15
008	UM	VAP15	S	RAMPA 11/12	0,20	0,50	1,40	0,10
009	UM	VAP15	N	RAMPA 11/12	0,20	0,50	1,40	0,10
0010	UM	VAP17	S	RAMPA 12/13	0,30	0,50	1,60	0,15
0011	UM	VAP22	N	RAMPA 13/14	0,20	0,50	1,40	0,10
0012	UM	VAP22	N	RAMPA 13/14	0,20	0,50	1,40	0,10
0013	UM	P9	S	RAMPA 13/14	0,10	0,75	1,70	0,08
0014	UM	P9	S	RAMPA 13/14	0,20	0,60	1,60	0,12
0015	UM	VAP21	O	RAMPA 13/14	0,50	0,50	2,00	0,25
0016	UM	VAP23	N	RAMPA 14/15	0,20	0,50	1,40	0,10
0017	UM	P10	N	RAMPA 14/15	0,50	2,20	5,40	1,10
0018	UM	VAP23	L	RAMPA 14/15	0,50	0,50	2,00	0,25
0019	UM	VAP24	S	RAMPA 14/15	0,20	0,50	1,40	0,10
0020	UM	VAP23	S	RAMPA 14/15	0,20	0,50	1,40	0,10
0021	UM	PA5	O	ENC2	9,50	0,35	19,70	3,33
0022	UM	PA4	O	ENC2	9,50	0,40	19,80	3,80
005	CD+AEC	NV2	O	RAMPA 6	0,20	0,20	0,80	0,04
002	CD+AEC	RAMPA 12	INF	RAMPA 12	0,20	1,10	2,60	0,22
001	CD+AEC	RAMPA 10	L	RAMPA 10	0,20	0,15	0,70	0,03
001	FIA	VL3	O	TRAVESSIA	1,70	1,70	6,80	2,89
002	FIA	VL2	L	TRAVESSIA	1,70	1,70	6,80	2,89
003	FIA	VL3	L	TRAVESSIA	1,70	1,70	6,80	2,89
00	UM	VL1	N	TRAVESSIA	7,00	0,70	15,40	4,90

ANEXO III – TABELA DE LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS

TABELA DE FISSURAS						
Nº	TIPO	ELEMENTO ESTRUTURAL	FACE	VÃO	ABERTURA (MM)	COMPRIMENTO (cm)
001	FIS	RAMPA 1	SUP	RAMPA 1	0,4	0,60
002	FIS	J2	SUP	RAMPA 1	0,8	0,80
004	FIS	NV1	O	RAMPA 3	0,3	0,80
006	FIS	RAMPA 4	INF	RAMPA 3	0,4	1,20
009	FIS	J6	O	RAMPA 5	0,8	0,80
0012	FIS	RAMPA 6	SUP	RAMPA 6	0,4	1,40
0012	FIS	J8	INF	RAMPA 6	0,5	1,00
002	FIS	NV2	O	RAMPA 7	0,2	0,60
004	FIS	JD9	SUP	RAMPA 8	0,5	1,00
006	FIS	J11	SUP	RAMPA 9	0,2	0,80
007	FIS	RAMPA 9	INF	RAMPA 9	0,1	1,70
009	FIS	NV1	L	RAMPA 10	0,2	0,70
0010	FIS	RAMPA 10	L	RAMPA 10	0,2	1,00
0012	FIS	RAMPA 12	INF	RAMPA 11	0,6	0,50
0014	FIS	NV2	INF	RAMPA 12	0,5	1,00
001	FIS	RAMPA 13	O	RAMPA 12	1	1,40
002	FIS	RAMPA 13	SUP	RAMPA 13	0,2	0,40
003	FIS	J14	INF	RAMPA 13	1,2	0,80
005	FIS	J15	INF	RAMPA 13	0,5	0,80
007	FIS	RAMPA 14	S	RAMPA 13	0,5	1,40
008	FIS	NV1	SUP	RAMPA 14	0,1	0,25
009	FIS	RAMPA 14	L	RAMPA 14	0,5	0,90
0012	FIS	VT	INF	RAMPA 14	0,3	0,30
0013	FIS	NV1	N	RAMPA 14	0,15	0,40
0015	FIS	RAMPA 16	INF	RAMPA 15	0,4	0,60
0016	FIS	J17	INF	RAMPA 16	1,5	0,80
001	FIS	ENC1	L	TRAVESSIA	0,4	0,60
002	FIS	ENC1	SUP	ENC1	0,4	1,00
004	FIS	VAP21	NORTE	RAMPA 13/14	0,5	0,40
005	FIS	ENC2	S	RAMPA 13/14	0,5	1,20
006	FIS	J18	SUP	ENC2	0,2	1,40
015	FIS	RAMPA 10	INF	RAMPA 10	0,4	1,10
005	FIS	VAP23	Leste	P10	0,4	0,40
015	FIS	J2	SUP	RAMPA 1	0,4	1,40
015	FIS	J8	SUP	RAMPA 7	0,4	1,40
016	FIS	RAMPA 10	INF	RAMPA 10	0,4	1,10
015	FIS	J17	SUP	RAMPA 16	0,4	1,40

ANEXO V – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



FOTO 001

Vista superior do trecho de travessia, a partir do acesso2.



FOTO 002

Vista lateral Norte do trecho de travessia, a partir do acesso1.



FOTO 003

Vista lateral Sul do trecho de travessia, a partir do acesso2.



FOTO 004

Vista inferior do trecho de travessia a partir do acesso2.



FOTO 005

Vista geral lateral das rampas de acesso1 (oeste).



FOTO 006

Vista geral lateral das rampas de acesso2 (leste).



FOTO 007

Vista superior das rampas de acesso1 a partir dos BL's 1 e 2.



FOTO 008

Vista superior das rampas de acesso1 a partir dos BL's 3 e 4.



FOTO 009

Vista superior das rampas de acesso2 a partir dos BL's 5 e 6.



FOTO 010

Vista superior das rampas de acesso2 a partir dos BL's 7 e 8.



FOTO 011

Vista inferior das rampas de acesso1 a partir da lateral Sul.



FOTO 012

Vista inferior das rampas de acesso2 a partir da lateral Norte.



FOTO 013

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P1, rampa 6.



FOTO 014

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P1, rampa 6.



FOTO 015

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P1, rampa 7.



FOTO 016

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P1, rampa 7.



FOTO 017

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P3, rampa 1.



FOTO 018

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P3, rampa 1.



FOTO 019

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P3, rampa 8.



FOTO 020

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P3, rampa 8.



FOTO 021

Vista do aparelho de apoio AA da VL1 no pilar P3, trecho de travessia.



FOTO 022

Vista do aparelho de apoio AA da VL2 no pilar P3, trecho de travessia.



FOTO 023

Vista do aparelho de apoio AA da VL3 no pilar P3, trecho de travessia.



FOTO 024

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P5, rampa 2.



FOTO 025

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P5, rampa 2.



FOTO 026

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P5, rampa 3.



FOTO 027

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P5, rampa 3.



FOTO 028

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P6, rampa 10.



FOTO 029

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P6, rampa 10.



FOTO 030

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P6, rampa 11.



FOTO 031

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P6, rampa 11.



FOTO 032

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P8, rampa 16.



FOTO 033

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P8 rampa 16.



FOTO 034

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P8, rampa 9.



FOTO 035

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P8, rampa 9.



FOTO 036

Vista do aparelho de apoio AA da VL1 no pilar P8, trecho de travessia.



FOTO 037

Vista do aparelho de apoio AA da VL2 no pilar P8, trecho de travessia.



FOTO 038

Vista do aparelho de apoio AA da VL3 no pilar P8, trecho de travessia.



FOTO 039

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P10, rampa 14.



FOTO 040

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P10, rampa 14.



FOTO 041

Vista do aparelho de apoio AA da NV1 no pilar P10, rampa 15.



FOTO 042

Vista do aparelho de apoio AA da NV2 no pilar P10, rampa 15.



FOTO 043

Vista telamento da travessia,lateral Norte a partir do acesso2.



FOTO 044

Vista telamento da travessia,lateral Sul a partir do acesso2.



FOTO 045

Vista telamento superior da travessia a partir do acesso2.



FOTO 046

Vista do pilar P1, face Norte.



FOTO 047
Vista do pilar P2, face Norte.



FOTO 048
Vista do pilar P3, face Norte.



FOTO 049
Vista do pilar P4, face Norte.



FOTO 050
Vista do pilar P5, face Norte.



FOTO 051
Vista do pilar P6, face Norte.



FOTO 052
Vista do pilar P7, face Norte.



FOTO 053
Vista do pilar P8, face Norte.



FOTO 054
Vista do pilar P9, face Norte.



FOTO 055
Vista do pilar P10, face Norte.



FOTO 056
Vista do encontro ENC1, acesso1.



FOTO 057
Vista do encontro ENC2, acesso2.



FOTO 058
Vista do muro lateral Oeste, acesso1.



FOTO 059

Vista do muro lateral Leste, acesso1.



FOTO 060

Vista do muro lateral Leste, acesso2.



FOTO 061
Vista da junta do ENC1.

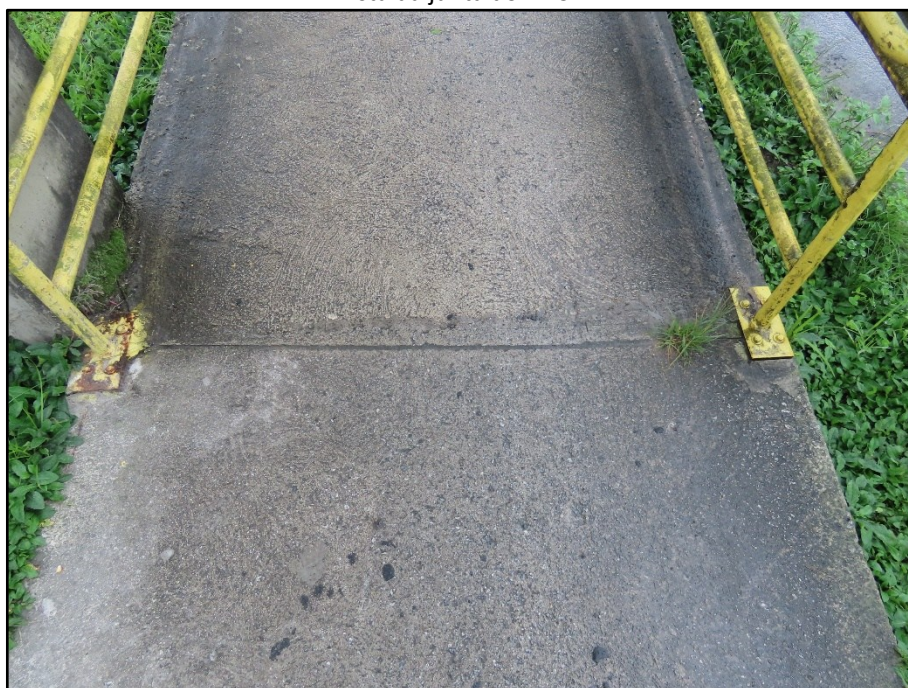


FOTO 062
Vista da junta do ENC2.



FOTO 063
Vista da JD1.



FOTO 064
Vista da JD2.



FOTO 065
Vista da JD3.



FOTO 066
Vista da JD4.



FOTO 067
Vista da JD5.



FOTO 068
Vista da JD6.



FOTO 069
Vista da JD7.



FOTO 070
Vista da JD9.



FOTO 071
Vista da JD10.



FOTO 072
Vista da JD11.



FOTO 073
Vista da JD12.



FOTO 074
Vista da JD13.

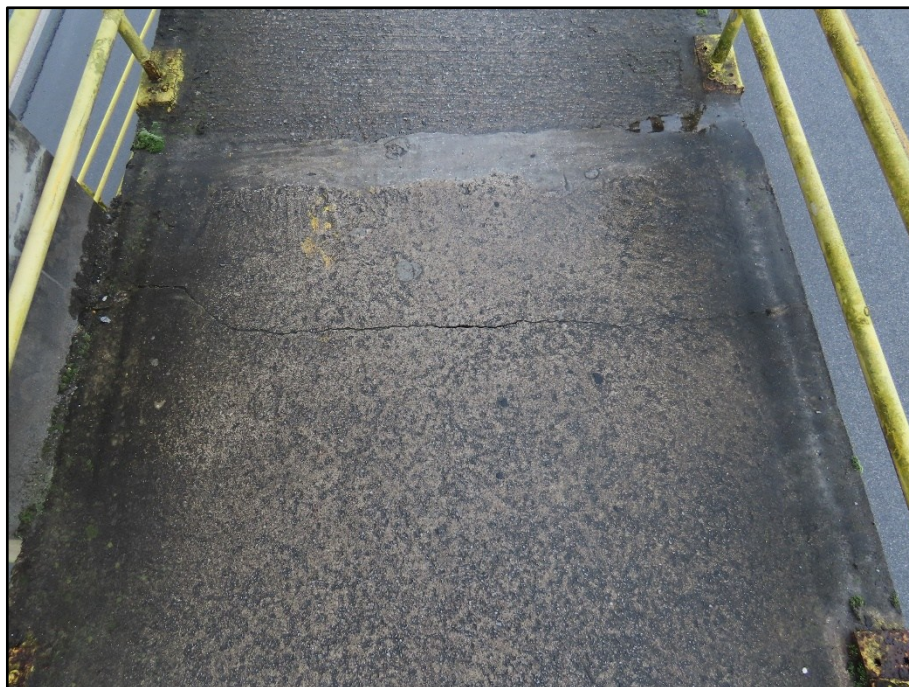


FOTO 075
Vista da JD14.



FOTO 076
Vista da JD15.



FOTO 077
Vista da JD16.



FOTO 078
Vista da JD17.



FOTO 079
Vista da JD18.



FOTO 080
Vista do guarda-corpo GC1 a partir do acesso2.



FOTO 081

Vista do guarda-corpo GC2 a partir do acesso2.



FOTO 082

Vista do gabarito vertical



FOTO 083

Vista de elementos complementares (tubulação de utilidades iluminação etc.)



FOTO 084

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 2, na região da JD2, face inferior



FOTO 085

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 2, na região da JD2, face inferior



FOTO 086

Fissura de configuração horizontal na nervura 2 da rampa 3, próxima do pilar P5, face Oeste



FOTO 087

Fissura de configuração horizontal na nervura 2 da rampa 3, próxima do pilar P5, face Oeste



FOTO 088

Fissura superficial na transição entre a laje e a nervura 2 do BL2, face Oeste



FOTO 089

Fissura superficial na transição entre a laje e a nervura 2 do BL2, face Oeste



FOTO 090

Fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, face Oeste



FOTO 091

Fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, face Oeste



FOTO 092

Concreto disgregado com armadura exposta corroída na nervura 2 da rampa 6, face Leste



FOTO 093

Concreto disgregado com armadura exposta corroída na nervura 2 da rampa 6, face Leste



FOTO 094

Fissuras horizontais na base da nervura 2 da rampa 7, face Oeste



FOTO 095

Fissuras horizontais na base da nervura 2 da rampa 7, face Oeste



FOTO 096

Fissuras horizontais na base da nervura 2 da rampa 7, face Oeste



FOTO 097

Fissuras na rampa 8, na região próxima da JD9, face Inferior



FOTO 098

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2, próximo do ENC1, rampa 1, face Oeste



FOTO 099

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2, próximo do ENC1, rampa 1, face Oeste



FOTO 100
Concreto disgregado na nervura 2 da rampa 4, face Leste



FOTO 101
Concreto disgregado na nervura 2 da rampa 4, face Leste



FOTO 102
Fissura transversal na rampa 10, face Inferior

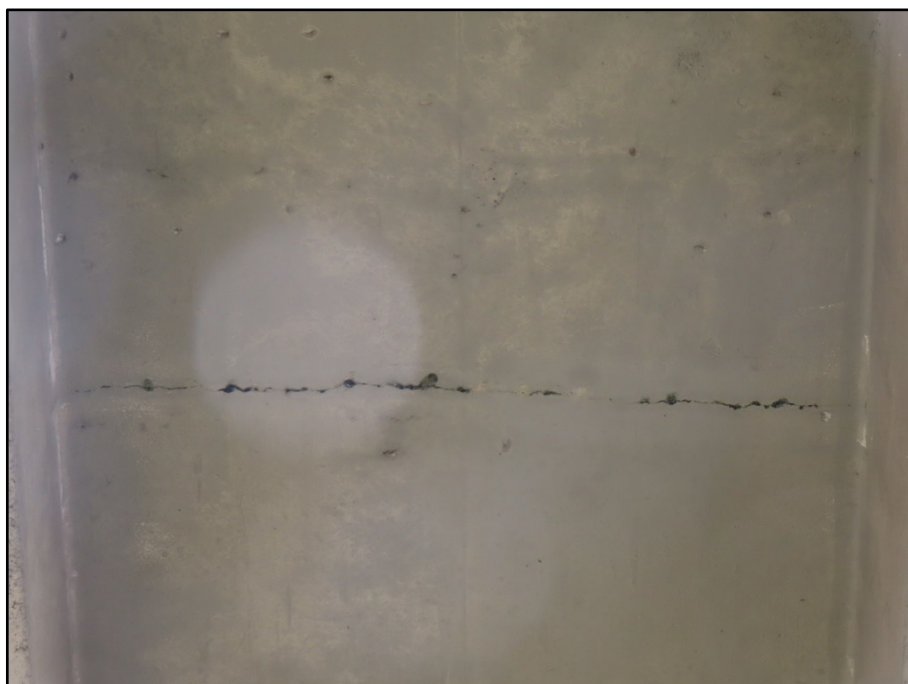


FOTO 103
Fissura transversal na rampa 10, face Inferior



FOTO 104

Fissuras na rampa 10, próximo do pilar P6, face Inferior



FOTO 105

Fissuras na rampa 10, próximo do pilar P6, face Inferior



FOTO 106

Fissura transversal na rampa 11, próximo da JD13, face Inferior



FOTO 107

Fissuras na rampa 13 na lateral Leste, próximo do pilar P8, face Inferior



FOTO 108

Fissuras na rampa 13 na lateral Leste, próximo do pilar P8, face Inferior



FOTO 109

Fissuras na rampa 16, face Inferior



FOTO 110

Fissuras na rampa 16, face Inferior



FOTO 111

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 12, face Inferior



FOTO 112

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 12, face Inferior



FOTO 113

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 15, na região da nervura 2 próximo do pilar P10, face Inferior



FOTO 114

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 15, na região da nervura 2 próximo do pilar P10, face Inferior



FOTO 115

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16, na região da nervura 2 próximo do pilar P8, face Inferior



FOTO 116

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16, na região da nervura 2 próximo do pilar P8, face Inferior

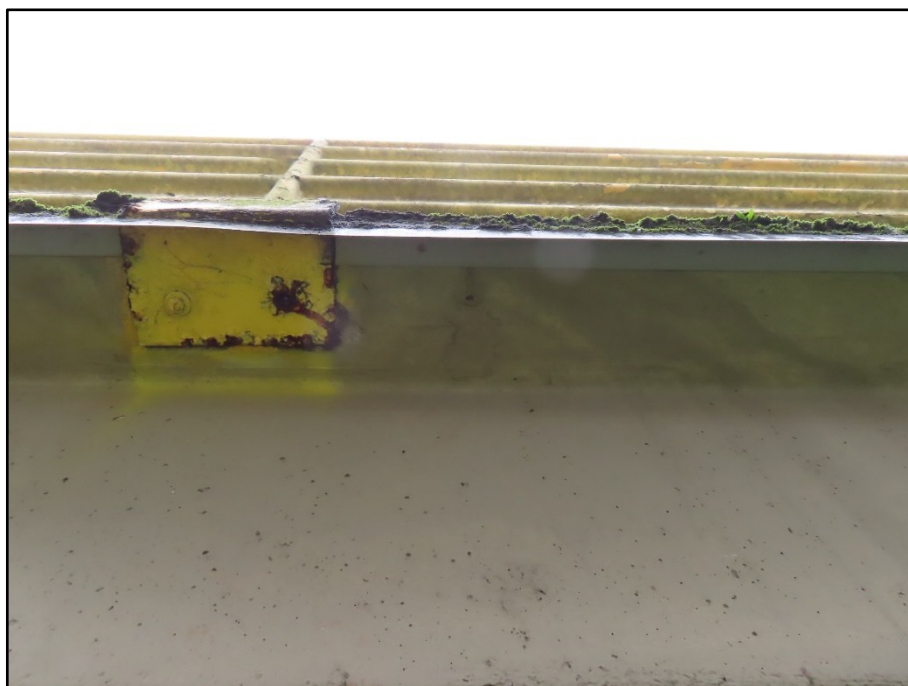


FOTO 117

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16 na lateral Leste, face Inferior



FOTO 118

Concreto disgregado e armadura exposta na rampa 16 na lateral Leste, face Inferior



FOTO 119

Manchas de umidade na rampa 12 na lateral Oeste, próximo do pilar P7, face Inferior



FOTO 120

Manchas de umidade na rampa 12 na lateral Oeste, próximo do pilar P7, face Inferior



FOTO 121

Antigo reparo deteriorado na rampa 10, próximo da JD11, face Inferior



FOTO 122

Antigo reparo deteriorado na rampa 10, próximo da JD11, face Inferior



FOTO 123

Fissuras e concreto disgregado com armadura exposta corroída na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6



FOTO 124

Fissuras na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6



FOTO 125

Fissuras na nervura 2 da rampa 12, face Oeste



FOTO 126
Fissuras na nervura 2 da rampa 12, face Oeste



FOTO 127
Fissuras na nervura 1 da rampa 14, face Leste, próximo do pilar P10



FOTO 128

Fissuras na nervura 1 da rampa 14, face Leste, próximo do pilar P10



FOTO 129

Fissuras na nervura 2 da rampa 15, face Leste, próximo do pilar P9



FOTO 130

Fissuras na nervura 2 da rampa 15, face Leste, próximo do pilar P9



FOTO 131

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6



FOTO 132

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 1 da rampa 16, face Leste, próximo da JD18



FOTO 133

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 1 da rampa 16, face Leste, próximo da JD18



FOTO 134
Concreto segregado na nervura 1 na BL6, face Oeste



FOTO 135
Concreto segregado na nervura 1 na BL6, face Oeste



FOTO 136
Manchas de umidade na nervura 1 na BL1, face Leste



FOTO 137
Manchas de umidade na nervura 1 na BL2, face Oeste



FOTO 138

Manchas de umidade na nervura 1 na BL3, face Oeste



FOTO 139

Manchas de umidade na nervura 1 na BL3, face Oeste



FOTO 140

Manchas de umidade na nervura 1 na BL4, face Leste



FOTO 141

Manchas de umidade na VL1 do trecho de travessia, face Norte



FOTO 142

Manchas de umidade na VL1 do trecho de travessia, face Norte



FOTO 143

Manchas de umidade na nervura 1 na BL5, face Oeste



FOTO 144

Manchas de umidade na nervura 1 na BL6, face Leste



FOTO 145

Manchas de umidade na nervura 1 na BL7, face Leste



FOTO 146

Manchas de umidade na nervura 1 na BL8, face Oeste



FOTO 147

Fissuras na VT próxima da JD16, face Norte da BL7



FOTO 148
Fissuras na VT próxima da JD16, face Norte da BL7



FOTO 149
Fissuras na VT próxima da JD16, face Norte da BL7



FOTO 150

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Oeste da travessia na região da VL3, face Oeste



FOTO 151

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Oeste da travessia na região da VL3, face Oeste



FOTO 152

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL2, face Leste



FOTO 153

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL2, face Leste



FOTO 154

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL3, face Leste



FOTO 155

Fissuras aleatórias de pequena abertura, na VT na extremidade Leste da travessia na região da VL3, face Leste



FOTO 156

Concreto disgregado e armadura exposta na base da VL3 do trecho de travessia, face inferior



FOTO 157

Concreto disgregado e armadura exposta na base da VL3 do trecho de travessia, face inferior



FOTO 158
AA's das NV1 e NV2, no pilar P1, rampa 6



FOTO 159
AA da NV1 no pilar P1, rampa 6



FOTO 160
AA da NV2 no pilar P1, rampa 6



FOTO 161
AA's das NV1 e NV2, no pilar P1, rampa 7



FOTO 162
AA da NV1 no pilar P1, rampa 7



FOTO 163
AA da NV2 no pilar P1, rampa 7



FOTO 164

AA da VL3 no pilar P3, trecho de travessia



FOTO 165

AA's das NV1 e NV2, no pilar P5, rampa 2



FOTO 166
AA da NV1 no pilar P5, rampa 2



FOTO 167
AA da NV2 no pilar P5, rampa 2



FOTO 168
AA's das NV1 e NV2, no pilar P5, rampa 3



FOTO 169
AA da NV1 no pilar P5, rampa 3



FOTO 170
AA da NV2 no pilar P5, rampa 3



FOTO 171
AA's das NV1 e NV2, no pilar P6, rampa 10



FOTO 172
AA da NV1 no pilar P6, rampa 10



FOTO 173
AA da NV2 no pilar P6, rampa 10



FOTO 174
AA's das NV1 e NV2, no pilar P6, rampa 11



FOTO 175
AA da NV1 no pilar P6, rampa 11



FOTO 176
AA da NV2 no pilar P6, rampa 11



FOTO 177
AA's das NV1 e NV2, no pilar P3, rampa 1



FOTO 178
AA da NV1 no pilar P3, rampa 1



FOTO 179
AA da NV2 no pilar P3, rampa 1



FOTO 180
AA's da NV1 e NV2, no pilar P3, rampa 8



FOTO 181
AA da NV1 no pilar P3, rampa 8



FOTO 182
AA da NV2 no pilar P3, rampa 8



FOTO 183
AA's das NV1 e NV2, no pilar P8, rampa 9



FOTO 184
AA da NV1 no pilar P8, rampa 9



FOTO 185
AA da NV2 no pilar P8, rampa 9



FOTO 186
Concreto disgregado no pilar P1, face Leste



FOTO 187
Concreto disgregado no pilar P1, face Leste



FOTO 188
Manchas de umidade no pilar P1



FOTO 189
Manchas de umidade no pilar P2



FOTO 190
Manchas de umidade no pilar P5



FOTO 191
Manchas de umidade no pilar P6



FOTO 192
Manchas de umidade no pilar P9



FOTO 193
Fissuras com eflorescências na VAP21 do pilar P9, face Norte



FOTO 194

Fissuras na VAP23 do pilar P10, face Leste e manchas de umidade na VAP23 do pilar P10, face Leste.



FOTO 195

Fissuras na VAP23 do pilar P10, face Leste e manchas de umidade na VAP23 do pilar P10, face Leste



FOTO 196
Manchas de umidade na VAP1 do pilar P1, face Sul



FOTO 197
Manchas de umidade na VAP3 do pilar P2, face Norte



FOTO 198

Manchas de umidade na VAP6 do pilar P3, faces Norte, Sul e Oeste



FOTO 199

Manchas de umidade na VAP6 do pilar P3, faces Norte, Sul e Oeste



FOTO 200

Manchas de umidade na VAP6 do pilar P3, faces Norte, Sul e Oeste



FOTO 201

Manchas de umidade na VAP13 do pilar P6, face Norte



FOTO 202

Manchas de umidade na VAP13 do pilar P6, face Norte



FOTO 203

Manchas de umidade na VAP13 do pilar P6, face Leste



FOTO 204

Manchas de umidade na VAP13 do pilar P6, face Leste



FOTO 205

Manchas de umidade na VAP14 do pilar P6, face Oeste



FOTO 206
Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, face Norte



FOTO 207
Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, face Norte



FOTO 208
Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, face Sul



FOTO 209
Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, face Sul



FOTO 210
Manchas de umidade na VAP15 do pilar P7, face Leste



FOTO 211
Manchas de umidade na VAP17 do pilar P8, face Sul



FOTO 212

Manchas de umidade na VAP21 do pilar P9, face Leste



FOTO 213

Manchas de umidade na VAP22 do pilar P9, face Norte



FOTO 214
Manchas de umidade nas VAP24



FOTO 215
Fissura na transição entre o bloco de apoio x laje, com eflorescências, bloco de apoio da nervura 2 na VAP3 do pilar P2, face Norte



FOTO 216

Fissura na transição entre o bloco de apoio x laje, com eflorescências, bloco de apoio da nervura 2 na VAP3 do pilar P2, face Norte



FOTO 217

Fissura com eflorescências na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 e a VAP9 do pilar P4, face Sul



FOTO 218

Fissura com eflorescências na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 e a VAP9 do pilar P4, face Sul



FOTO 219

Fissura vertical com eflorescência na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 na VAP9 e o pilar P4, face Norte



FOTO 220

Fissura vertical com eflorescência na transição entre o bloco de apoio da nervura 2 na VAP9 e o pilar P4, face Norte



FOTO 221

Fissura com eflorescências no bloco de apoio da nervura 2 na VAP18 do pilar P8, face Sul



FOTO 222

Fissura com eflorescências no bloco de apoio da nervura 2 na VAP18 do pilar P8, face Sul



FOTO 223

Fissuras com eflorescências no bloco de apoio da nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Norte



FOTO 224

Fissuras com eflorescências no bloco de apoio da nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Norte



FOTO 225

Fissuras no bloco de apoio da nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Sul



FOTO 226

Fissuras no bloco de apoio da nervura 2 na VAP21 do pilar P9, face Sul



FOTO 227

Concreto disgregado e armadura exposta no bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4, face Oeste



FOTO 228

Concreto disgregado e armadura exposta no bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4, face Oeste



FOTO 229

Concreto disgregado no bloco de apoio da nervura 2 no pilar P4, face Sul



FOTO 230

Concreto disgregado no bloco de apoio da nervura 2 no pilar P4, face Sul



FOTO 231

Fissura de curto comprimento, de pequena abertura na estrutura de ENC1, face Superior



FOTO 232

Fissura transversal, com posicionamento aleatório na estrutura de ENC1, face Superior



FOTO 233

Fissura e empoçamento localizado na região próxima da junta de concretagem J1, face Superior



FOTO 234

Fissura e empoçamento localizado na região próxima da junta de concretagem J1, face Superior



FOTO 235

Fissuras mapeadas na rampa 2, na região da BL1, face Superior



FOTO 236
Fissuras mapeadas na rampa 3, na região da BL2, face Superior



FOTO 237
Fissura transversal e concreto disgregado (desplacamento do piso) na rampa 4, na região próxima à junta de concretagem J4, face Superior



FOTO 238

Fissuras aleatórias de pequena abertura no piso do trecho de travessia, face Superior



FOTO 239

Fissura de pequeno comprimento em região próxima à junta de concretagem J13, face Superior



FOTO 240

Fissura de pequeno comprimento em região próxima à junta de concretagem J13, face Superior



FOTO 241

Fissuras transversais aleatórias, de pequena abertura, na região próxima da junta de concretagem J15, face Superior



FOTO 242
Fissuras na rampa 14, próximo do pilar P10, face Inferior

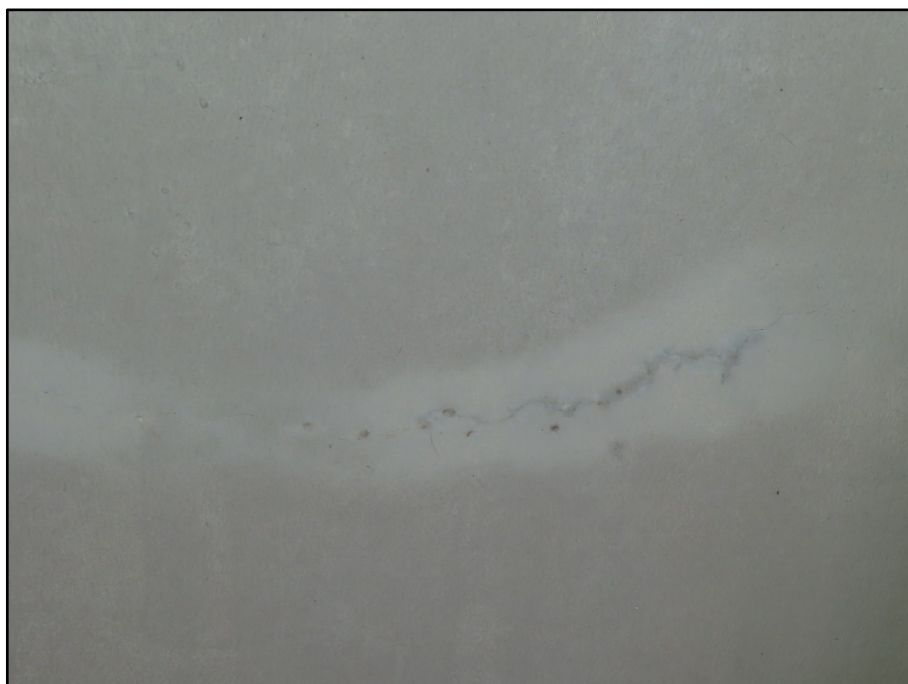


FOTO 243
Fissuras na rampa 14, próximo do pilar P10, face Inferior



FOTO 244

Fissura transversal no piso da estrutura de ENC2, de pequena abertura, face Superior



FOTO 245

Concreto disgregado e/ou deslocamento do piso, rampa 4, face Superior



FOTO 246

Desplacamento da camada do piso, rampa 5, na região da junta de concretagem J5, face Superior



FOTO 247

Manchas de umidade na parede PA4 da estrutura de ENC2, face Oeste



FOTO 248

Manchas de umidade na parede PA5 da estrutura de ENC2, face Leste



FOTO 249

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J2, face Superior



FOTO 250

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J2, face inferior



FOTO 251

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J2, face inferior



FOTO 252

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J6, rampa 6, face Superior



FOTO 253

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J6, rampa 6, face Inferior

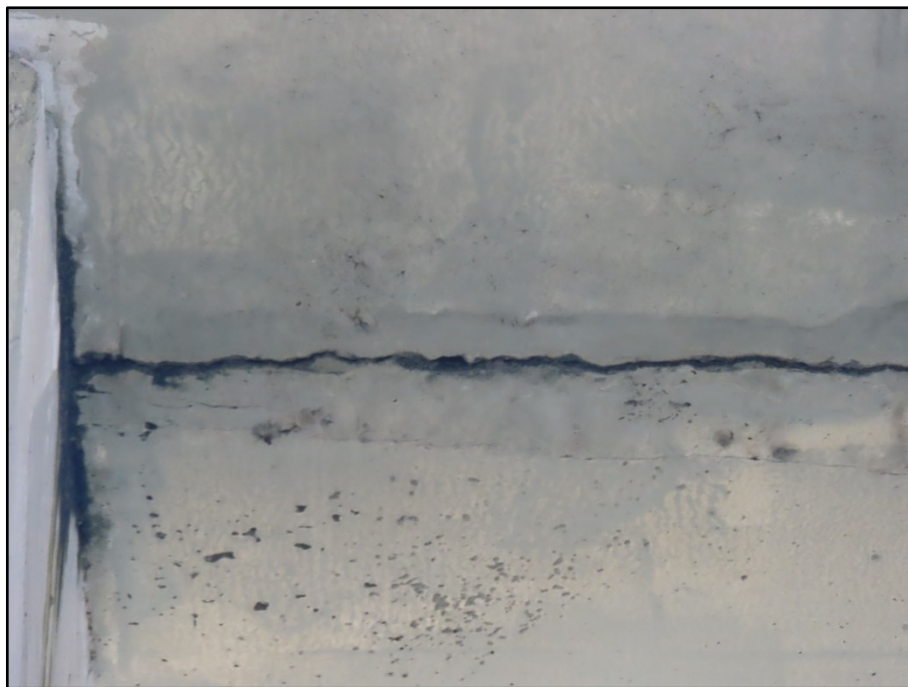


FOTO 254

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J6, rampa 6, face Inferior



FOTO 255

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J6, rampa 6, face Inferior



FOTO 256

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J8, face Superior



FOTO 257

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J8, face Inferior



FOTO 258

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J8, face Inferior



FOTO 259

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J8, face Inferior



FOTO 260

Fissuras transversais na rampa 9, na projeção da junta de concretagem J11, face Inferior



FOTO 261

Fissuras transversais na rampa 9, na projeção da junta de concretagem J11, face Inferior



FOTO 262

Fissuras transversais na rampa 9, na projeção da junta de concretagem J11, face Inferior



FOTO 263

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J14, face Superior



FOTO 264

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J14, face Superior



FOTO 265

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J14, face Inferior



FOTO 266

Fissura com infiltração na projeção da junta de concretagem J15, rampa 13, face Inferior



FOTO 267

Fissura com infiltração na projeção da junta de concretagem J17, rampa 16, face Inferior



FOTO 268

Fissura transversal na projeção da junta de concretagem J17, rampa 16, face Superior



FOTO 269

Fissura transversal na estrutura de ENC2, na projeção da junta de encontro J18, face Superior



FOTO 270
Junta de dilatação JD3 com vedação deficiente, face Superior



FOTO 271
Junta de dilatação JD7 com vedação, face Superior



FOTO 272

Infiltração de águas pluviais na projeção da junta de dilatação JD9, rampa 8, face inferior



FOTO 273

Infiltração de águas pluviais na projeção da junta de dilatação JD9, rampa 8, face inferior



FOTO 274

Junta de dilatação JD12 com vedação, face Superior



FOTO 275

Junta de dilatação JD12 com vedação, face Superior



FOTO 276
Junta de dilatação JD16 com vedação, face Superior



FOTO 277
Concreto disgregado e armadura exposta na JD3, face Superior



FOTO 278

Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9, face Oeste



FOTO 279

Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9, face Oeste

ANEXO VII – SÍNTESE DO RELATÓRIO I – PATOLOGIA

INSPEÇÃO ESPECIAL**OAE: Passarela de Pedestres****CONCESSIONÁRIA: ECOVIA****Data: 19/10/2024****SÍNTESE DO RELATÓRIO I - PATOLOGIA****1- Localização**

Rodovia: PR-407	Sentido: Transversal
Obra: Passarela de Pedestres	km: 002+650

2- Descrição da Obra

Vãos: 17	Comprimento total: 211,60m
Pilares: 10	Vigas: 19 (16 duplo T + 3 T)
Largura do tabuleiro: 1,70m	Juntas de dilatação: 6
Classe: Passarelas da NBR 7188:2013	Vãos Tipo: isostático
Observações: OAE em concreto protendido	

3- Vistoria

Data da última vistoria: 05/07/2019 (Rotineira)
Recursos de aproximação empregados: escada telescópica.

Descrição das anomalias:

Laje:
Concreto disgregado e armadura exposta em ponto localizado na rampa 2.

Nervuras da Rampa de acesso Oeste
Fissuras na nervura 2 das rampas 3, 5, 6, 7 e BL2.
Fissuras na rampa 8.
Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 das rampas 1 e 4.

Rampa de acesso Leste
Fissuras nas rampas 10, 11, 13 e 16
Concreto disgregado e armadura exposta nas rampas 12, 15, 16
Manchas de umidade localizada na rampa 12
Antigo reparo deteriorado na rampa 10

Nervuras da Rampa de acesso Leste
Fissuras na nervura 2 das rampas 10, 12, 14 e 15.
Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 da rampa 10 e na nervura 1 da rampa 16
Concreto segregado na nervura 1 da BL5, BL6, BL7 e BL8
Manchas de umidade na nervura 1 na BL1, BL3 e BL4

Vigas transversinas
Fissura horizontal, com abertura superior a 0,7mm, na VT próxima da JD16
Fissuras aleatórias de pequena abertura nas VT's de extremidade das VL2 e VL3

Vigas longarinas – Trecho de travessia
Vigas longarinas VL1, VL2 e VL3 com deslocamentos verticais no meio do vão

Aparelho de apoio
Aparelhos de apoio fora de posição sob as: NV1 e NV2, pilar P1, rampa 6; NV1 e NV2, pilar P1, rampa 7; VL3, pilar P3, trecho de travessia; NV1 e NV2, pilar P5, rampa 2; NV1 e NV2, pilar P5, rampa 3; NV1 e NV2, pilar P5, rampa 3; NV1 e NV2, pilar P6, rampa 10; NV1 e NV2, pilar P6, rampa 11.
Aparelhos de apoio com dimensões superiores à base das nervuras, sob as: NV1 e NV2, pilar P3, rampa 1; AA da NV1 e NV2, pilar P3, rampa 8; AA da NV1 e NV2, pilar P8, rampa 9

Pilares

Concreto disgregado no pilar P1

Manchas de umidade nos pilares P1, P2, P5, P6, P9 e P10

Vigas de apoio

Fissuras com e sem eflorescências na VAP21 do pilar P9 e VAP23 do pilar P10

Manchas de umidade na VAP1 do pilar P1, VAP3 do pilar P2, VAP6 do pilar P3, VAP10 do pilar P4, VAP11 do pilar P4, VAP13 do pilar P6, VAP14 do pilar P6, VAP15 do pilar P7, VAP17 do pilar P8, VAP21 do pilar P9, VAP22 do pilar P9, VAP23 do pilar P10, VAP24.

Blocos de apoio

Fissuras com e sem eflorescências nos blocos de apoio da nervura 2 na VAP3 do pilar P2, VAP9 do pilar P4, VAP18 do pilar P8 e VAP21 do pilar P9 e, da nervura 1 na VAP21 do pilar P9.

Concreto disgregado e armadura exposta no bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4 e da nervura 2 no pilar P4.

Piso

Fissuras de pequena abertura e aleatórias na estrutura de ENC1, rampa 2, rampa 3, rampa 4, travessia, rampa 12, rampa 13, rampa 14 e encontro ENC2.

Concreto disgregado e/ou deslocamento do piso das rampas 4 e 5

Manchas de umidade nas paredes PA4 e PA5 da estrutura de ENC2.

Juntas de concretagem

Fissura transversal na projeção das juntas de concretagem J2, J6, J8, J11, J14, J15, J17 e J18

Juntas de dilatação

Juntas de dilatação JD3 e JD9 com vedação deficiente

Concreto disgregado e armadura exposta na JD3, face Superior

Guarda-corpos

Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9.

.

4- Ensaios

-



Código:

-

Rev.

00

Emissão:

08/04/2025

Folha:

1 de 65

Emitente:



Resp. Técnico:

Engº Antranig Muradian

Antranig Muradian Engenharia Ltda.

CREA 0600142533

Responsável Técnico - Concessionária.

Lote:

06

Rodovia:

PR-407

DE-DER

Trecho:

Passarela de pedestres
km 002+650 – Transversal

Verificado DER

Objeto:

Inspeção Especial de OAE
Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos

Aprovado DER

Documentos de Referência:

- Ficha da inspeção rotineira datada de 05/07/2019, elaborada pela Beltrame Engenharia.
- Relatório de Inspeção Especial – Relatório I – Patologia - 13/01/2021 – ANTRANIG ENGENHARIA LTDA.
- Relatório de Inspeção Especial – Relatório I – Patologia - 08/04/2025 – ANTRANIG ENGENHARIA LTDA.

Documentos Resultantes:

Observação:

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA
CONSULTORIA E PROJETOS



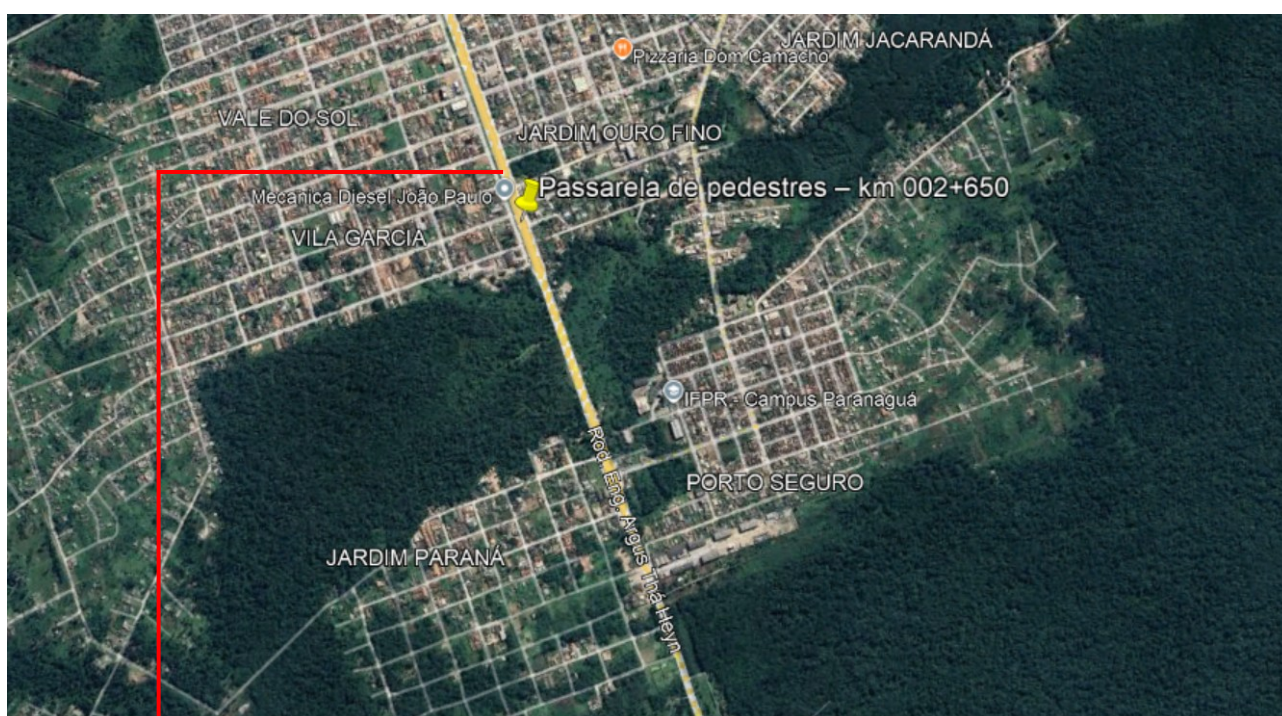
00	08/04/2025	Engº Antranig Muradian				
Ver.	Data	Resp.Téc/Proj	Resp. Téc/Conces.	DE-DER-PR	Ver. DER-PR	Aprovado – DER-PR

1. INTRODUÇÃO

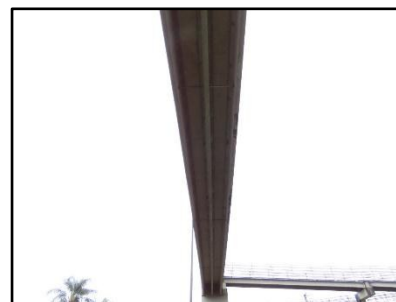
O presente relatório tem por objetivo apresentar a inspeção técnica realizada em Obra de Arte Especial rodoviária, localizada no km 002+650, transversal à PR-407, município de Paranaguá, Estado do Paraná.

A inspeção mencionada compreendeu o levantamento cadastral geométrico e registro das falhas de desempenho estrutural e de durabilidade da obra, apresentadas. Com as informações de campo, foram definidos os trabalhos de recuperação necessários, descritos neste caderno: Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos.

LOCALIZAÇÃO



PR-407 – TRECHO PARANAGUÁ – PONTAL DO PARANÁ
Passarela de pedestres – km 002+650 – Transversal



2. DADOS GERAIS

Identificação:

Nome da Obra: Passarela de pedestres km 002+650

Localização:

Rodovia: PR-407 km 002+650

Município: Paranaguá - PR

Pistas: Transversal (Norte e Sul)

Obstáculo: Rodovia PR-407

Data da vistoria: 19 de outubro de 2024

Composição da equipe técnica:

Engenheiros civis: Antranig Muradian

Equipamentos utilizados: escadas telescópicas, equipamentos de medição à laser, trenas de fita, marretas, ponteiros, etc.

3. CONVENÇÕES UTILIZADAS EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS

As peças da super e mesoestrutura foram numeradas considerando-se como referência a extremidade de menor quilometragem:

- Lado inicial da obra (Li): sendo considerada a rampa de acesso mais próxima da lateral Oeste;
- Lado final da obra (Lf): sendo considerada a rampa de acesso mais próxima da lateral Leste;
- Rampas: numeradas a partir do acesso mais próximo da lateral Oeste, no sentido Leste;
- Nervuras: numeradas no sentido Norte x Sul, sempre de esquerda para direita;
- Vigas longarinas: numeradas a partir da viga localizada mais próxima da extremidade Norte, menor quilometragem;
- Pilares: numerados a partir da lateral Leste, no sentido Oeste;
- Juntas de dilatação: numerados a partir da lateral Oeste, no sentido Leste;

Sentido crescente da quilometragem da rodovia: a partir da extremidade de Norte (Paranaguá) x Sul (Pontal do Paraná).

Convenção nos desenhos

- BL = Balanço longitudinal;
- GC = Guarda-corpo;
- DM = Defesa metálica;
- BR = Barreira rígida;
- VAP = Viga de apoio;
- L = Laje;
- LB = Laje lateral em balanço;
- AA = Aparelho de apoio;
- P = Pilar;
- Li / Lf = Lado Inicial / Lado Final.

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A rodovia PR-407 possui uma extensão de 18,8km e faz a ligação entre a BR-277 e a PR-412. É denominada Rodovia Argus Thá Heyn. No perímetro urbano da cidade de Paranaguá a rodovia é em pista dupla, e o restante em pista simples.

A Obra de Arte Especial (OAE) objeto desta vistoria é uma passarela de pedestres localizada no km 002+650 da PR-407 e transpõe as pistas Norte e Sul. Nesse trecho a rodovia possui pista dupla com duas faixas de rolamento em cada sentido. O projeto original da OAE é do ano de 2016.

Trata-se de uma OAE com alinhamento retilíneo em relação ao obstáculo, com comprimento total aproximado de 211,60m, sendo 26,40m na travessia principal e 99,60m em cada rampa. A largura é constante e igual a 1,70m.

O sistema estrutural é composto por 01 (um) vão na travessia principal, 16 (dezesesseis) vãos nas rampas e 08 (oito) balanços longitudinais.

A travessia principal é composta por 03 (três) vigas T isostáticas, simplesmente apoiadas nas travessas dos pilares, e em nível.

Nas rampas, cada vão é constituído por uma laje duplo T. O piso é a face superior da laje em concreto.

A ligação entre a superestrutura e a mesoestrutura é feita através de aparelhos de apoio em elastômero não fretado nos apoios dos pilares P5, P1, P6, P10 e nos pilares P3 e P8 (nos acessos ao trecho de travessia).

A mesoestrutura é constituída por 10 (dez) pilares pré-fabricados em concreto armado e por vigas e blocos de apoio que recebem as cargas das rampas e do trecho da travessia principal.

A infraestrutura encontra-se parcialmente aterrada, contudo, foi possível identificar que é constituída por sapatas.

As estruturas de encontro dos acessos são feitas através de piso em concreto sobre solo compactado, denominados rampa em solo. O solo compactado das rampas é contido lateralmente por uma estrutura em blocos de concreto, sendo nomeadas como paredes (PA).

Na travessia principal o guarda-corpo é constituído por uma estrutura metálica que também serve de suporte para o telamento e para o corrimão em barra dupla. Nas rampas o guarda-corpo e o corrimão em barra dupla são constituídos por perfis metálicos tubulares fixados em montantes metálicos.

Em relação ao sistema de drenagem não foram verificados dispositivos específicos, na laje, para a drenagem de águas pluviais, permitindo o escoamento pelas faces laterais dos elementos inferiores. A drenagem é feita pela inclinação das rampas, sem indícios de empoçamento de água.

A iluminação é feita através de luminárias localizadas no topo de postes posicionados nas extremidades Oeste e Leste da OAE.

Em relação às juntas de dilatação, foram identificadas 04 (quatro), localizadas nos balanços longitudinais (patamares) onde há mudança de direção. Nos demais patamares, onde a rampa mantém a mesma direção, se identificam juntas de concretagem.

Para proteção dos pilares verificou-se a presença de defensas metálicas em ambas as laterais da OAE. Entre as pistas da rodovia com sentidos opostos, existe tela antiofusante fixada sobre as barreiras rígidas.

Como sinalização vertical há placas indicando gabarito vertical máximo em 6,0m fixadas na estrutura da passarela em ambos os sentidos.

5. DIAGNÓSTICO

5.1. Causas prováveis

- Os deslocamentos verticais identificados nas vigas longarinas se encontram acima do valor limite admissível para aceitabilidade sensorial visual (Tabela 13.3 – Limite para deslocamentos da norma da ABNT NBR 6118:2023); recomenda-se avaliação junto ao projetista;
- Fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, face Oeste, provavelmente, *decorrente de falta de armadura de suspensão, recomenda-se avaliação junto ao projetista* (Fotos: 090/091);
- Fissura horizontal na VT próxima da JD16, com abertura superior a 0,7mm, face Norte da BL7, provavelmente, *decorrente de algum tipo de esforço estrutural não previsto, recomenda-se avaliação junto ao projetista* (Fotos: 147/148/149);
- Fissuras, com e sem eflorescências, identificadas nos blocos de apoio listados abaixo:
 - VAP21 do pilar P9, face Norte (Fotos: 193);
 - nervura 2 na VAP3 do pilar P2, face Norte (Fotos: 215/216);
 - transição entre o bloco de apoio da nervura 2 e a VAP9 do pilar P4, face Sul (Fotos: 217/218);
 - transição entre o bloco de apoio da nervura 2 na VAP9 e o pilar P4, face Norte (Fotos: 219/220);
 - nervura 2 na VAP18 do pilar P8, face Sul (Fotos: 221/222);
 - nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Norte (Fotos: 223/224);
 - nervura 1 na VAP21 do pilar P9, face Sul (Fotos: 225);
 - nervura 2 na VAP21 do pilar P9, face Sul (Fotos: 226);
 - Concreto disgregado no bloco de apoio da nervura 2 no pilar P4, face Sul (Fotos: 229/230);

Provavelmente decorrentes de tensões de tração localizadas; recomenda-se avaliação junto ao projetista.

- Aparelhos de apoio excêntricos e com dimensões superiores à base das nervuras listados abaixo:
 - AA da NV1 no pilar P1, rampa 6 (excêntrico) (Fotos: 158/159);
 - AA da NV2 no pilar P1, rampa 6 (excêntrico) (Fotos: 158/160);
 - AA da NV1 no pilar P1, rampa 7 (excêntrico) (Fotos: 161/162);
 - AA da NV2 no pilar P1, rampa 7 (excêntrico) (Fotos: 161/163);
 - AA da VL3 no pilar P3, trecho de travessia (excêntrico) (Fotos: 164);
 - AA da NV1 no pilar P5, rampa 2 (excêntrico) (Fotos: 165/166);
 - AA da NV2 no pilar P5, rampa 2 (excêntrico) (Fotos: 165/167);

- AA da NV1 no pilar P5, rampa 3 (excêntrico) (Fotos: 168/169);
- AA da NV2 no pilar P5, rampa 3 (excêntrico) (Fotos: 168/170);
- AA da NV1 no pilar P6, rampa 10 (excêntrico) (Fotos: 171/172);
- AA da NV2 no pilar P6, rampa 10 (excêntrico) (Fotos: 171/173);
- AA da NV1 no pilar P6, rampa 11 (excêntrico) (Fotos: 174/175);
- AA da NV2 no pilar P6, rampa 11 (excêntrico) (Fotos: 174/176);
- AA da NV1 no pilar P3, rampa 1 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 177/178);
- AA da NV2 no pilar P3, rampa 1 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 177/179);
- AA da NV1 no pilar P3, rampa 8 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 180/181);
- AA da NV2 no pilar P3, rampa 8 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 180/182);
- AA da NV1 no pilar P8, rampa 9 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 183/184);
- AA da NV2 no pilar P8, rampa 9 (dimensão superior à base da nervura) (Fotos: 183/185);

Provavelmente, decorrentes de falhas na etapa de montagem e / ou erros de detalhamento no projeto; recomenda-se análise junto ao projetista;

- Fissuras aleatórias, de pequena abertura, identificadas nos locais listados abaixo:
 - estrutura de ENC1, face Superior;
 - estrutura de ENC1, face Superior;
 - região próxima da junta de concretagem J1, face Superior;
 - rampa 2, na região da BL1, face Superior;
 - rampa 3, na região da BL2, face Superior;
 - rampa 4, na região próxima à junta de concretagem J4, face Superior;
 - piso do trecho de travessia, face Superior;
 - região próxima à junta de concretagem J13, face Superior;
 - região próxima da junta de concretagem J15, face Superior;
 - piso da estrutura de ENC2, de pequena abertura, face Superior;
 - rampa 14, próximo do pilar P10, face Inferior;
 - nervura 2 da rampa 15, face Leste, próximo do pilar P9, decorrente da retração hidráulica ou térmica do concreto;
 - VT na extremidade Oeste da travessia na região da VL3, face Oeste;
 - VT na extremidade Leste da travessia na região da VL2, face Leste;
 - VT na extremidade Leste da travessia na região da VL3, face Leste;

São decorrentes da retração hidráulica ou térmica do concreto;

- Concreto disgregado e/ou deslocamentos identificados no piso da passarela nos locais listados abaixo:

- rampa 4, face Superior;
- rampa 5, na região da junta de concretagem J5, face Superior;

Provavelmente originados de falhas construtivas e reparos mal executados, associados a ação do tráfego constante de pedestres;

- Concreto disgregado com armaduras expostas e fissuras nos elementos listados abaixo:
 - rampa 2, na região da JD2, face Inferior;
 - fissura de configuração horizontal na nervura 2 da rampa 3, próxima do pilar P5, face Oeste;
 - fissura superficial na transição entre a laje e a nervura 2 do BL2, face Oeste;
 - nervura 2 da rampa 6, face Leste;
 - fissuras horizontais na base da nervura 2 da rampa 7, face Oeste;
 - nervura 2, próximo do ENC1, rampa 1, face Oeste;
 - nervura 2 da rampa 4, face Leste;
 - fissuras na rampa 16, face Inferior;
 - rampa 12, face Inferior;
 - rampa 15, na região da nervura 2 próximo do pilar P10, face Inferior;
 - rampa 16, na região da nervura 2 próximo do pilar P8, face Inferior;
 - rampa 16 na lateral Leste, face Inferior;
 - reparo deteriorado na rampa 10, próximo da JD11, face Inferior;
 - fissuras na nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6;
 - fissuras na nervura 2 da rampa 12, face Oeste;
 - fissuras na nervura 1 da rampa 14, face Leste, próximo do pilar P10;
 - nervura 2 da rampa 10, face Leste, próximo do pilar P6;
 - nervura 1 da rampa 16, face Leste, próximo da JD18;
 - nervura 1 na BL6, face Oeste;
 - base da VL3 do trecho de travessia, face Inferior;
 - pilar P1, face Leste;
 - fissuras na VAP23 do pilar P10, face Leste;
 - bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4, face Oeste;

São decorrentes de falhas originadas da execução da obra, por conta da utilização incorreta de espaçadores durante a concretagem destes elementos e/ou baixa espessura de cobertura do concreto, assim como, de falhas no adensamento e reparos deficientes;

- Fissuras identificadas nos locais seguintes:
 - na rampa 8, na região próxima da JD9, face Inferior;
 - na rampa 11, próximo da JD13, face Inferior;
 - Fissuras na rampa 13 na lateral Leste, próximo do pilar P8, face Inferior;

Provavelmente, decorrentes de choque eventual na montagem ou de falha executiva;

- Fissuras transversais identificadas na rampa 10, face Inferior, provavelmente decorrentes da execução inadequada de juntas de concretagem, destaca-se que não foram identificadas fissuras na face superior, assim como manchas de infiltração na face inferior;
- Fissuras identificadas na projeção das juntas de concretagem:
 - J2, face Superior (Fotos: 249) e, na face inferior com infiltração de águas pluviais, rampa 1, face Inferior (Fotos: 269);
 - J6, rampa 6, face Superior (Fotos: 252) e, na face inferior (Fotos: 253/254/255);
 - J8, face Superior (Fotos: 298) e, na face Inferior (Fotos: 257/258/259);
 - J11, face Inferior (Fotos: 260/261/262);
 - J14, face Superior (Fotos: 263, 264) e, manchas de infiltração na face Inferior (Fotos: 265);
 - J15, rampa 13, face Inferior (Fotos: 266);
 - J17, rampa 16, face Inferior (Fotos: 267, 268);
 - J18, estrutura de ENC2, face Superior (Fotos: 269);

São decorrentes de deficiências na execução das juntas de concretagem somadas a eventuais movimentações;

- Manchas de umidade na projeção das juntas de dilatação JD3 e JD9 são *decorrentes da ausência ou deficiência da vedação das mesmas;*
- Manchas de umidade nos elementos citados abaixo:
 - nervura 1 na BL1, face Leste;
 - nervura 1 na BL2, face Oeste;
 - nervura 1 na BL3, face Oeste;
 - nervura 1 na BL4, face Leste;
 - VL1 do trecho de travessia, face Norte;
 - nervura 1 na BL5, face Oeste;
 - nervura 1 na BL6, face Leste;
 - nervura 1 na BL7, face Leste;
 - nervura 1 na BL8, face Oeste;
 - pilar P1;
 - pilar P2;
 - pilar P5;
 - pilar P6;
 - pilar P9;
 - pilar P10;

- VAP1 do pilar P1, face Sul;
- VAP3 do pilar P2, face Norte;
- VAP6 do pilar P3, faces Norte, Sul e Oeste;
- VAP10 do pilar P4;
- VAP11 do pilar P4;
- VAP13 do pilar P6, faces Norte e Leste;
- VAP14 do pilar P6, face Oeste;
- VAP15 do pilar P7, faces Norte, Sul e Leste;
- VAP17 do pilar P8, face Sul;
- VAP21 do pilar P9, face Leste;
- VAP22 do pilar P9, face Norte;
- VAP23 do pilar P10, face Leste;
- VAP24;

São decorrentes do escoamento de águas pluviais, inexistência de muretas ou de dispositivos para direcionar as águas de chuva; fuligem atmosférica proveniente da decomposição de matérias combustíveis, assim como da falta de manutenção periódica;

- Manchas de umidade e de fuligem atmosférica nas paredes laterais:
 - parede PA4 da estrutura de ENC2, face Oeste;
 - parede PA5 da estrutura de ENC2, face Leste;

São decorrentes do escoamento de águas pluviais, inexistência de muretas ou de dispositivos para direcionar as águas de chuva; fuligem atmosférica proveniente da decomposição de matérias combustíveis, assim como da falta de manutenção periódica.

- Mancha de umidade localizada na rampa 12 na lateral Oeste, próximo do pilar P7, face Inferior, decorrente da passagem de águas pluviais através furo realizado para a instalação do guarda-corpos metálico;
- Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9, face Oeste, é decorrente da falta de manutenção.

6. GABARITOS VERTICAL E HORIZONTAL

Gabarito horizontal de 1,40m na passarela, considerado adequado.

Gabarito vertical de 6,17m nas pistas Norte e Sul, considerados adequados.

Placa indicativa de gabarito vertical máximo em 6,0m.

7. CLASSIFICAÇÃO DA OAE CONFORME A NBR 9452:2023

Parâmetros	ELEMENTO						
	Super estrutura	Meso estrutura	Infra estrutura	Elementos complementares		Pista	NOTA FINAL
				Estrutura	Encontro		
Estrutura	2	3	5	5	3	NA	2
Funcional	3	NA	NA	5	5	4	3
Durabilidade	3	4	NA	3	3	4	3

Estrutural:

- Há danos comprometendo segurança estrutural da OAE sem aparente risco de colapso. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. Deformação vertical nas vigas longarinas do trecho de travessia superior ao parâmetro admitido pela norma NBR6118.

Funcional:

- A OAE apresenta desconforto visual ao usuário. Deformação vertical nas vigas longarinas do trecho de travessia superior ao parâmetro admitido pela norma NBR6118.

Durabilidade:

- Fissuras com aberturas superiores aos valores admissíveis pela norma NBR6118 em elementos secundários.

8. CLASSIFICAÇÃO DA OAE CONFORME INSTRUÇÕES PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS DE AVALIAÇÃO - DNIT

Nota: 2

Justificativa:

- Obra problemática, há danos gerando significativa insuficiência estrutural na passarela, porém, não há ainda, aparentemente, um risco de colapso estrutural. Deformação vertical nas vigas longarinas do trecho de travessia superior ao parâmetro admitido pela norma NBR6118.

9. RELAÇÃO DAS TERAPIAS PROPOSTAS

A seguir, apresentamos tabela de anomalias e metodologias aplicadas para a terapia de reparo, contemplando o conjunto de metodologias necessárias para sua execução.

Tipos de anomalias	Tratamentos recomendados	Locais
CD+AEC ; FIA ; FIS	A1/A2 - METODOLOGIA PARA REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA DE REPARO	VAP15; VL1; NV2; RAMPA 1; RAMPA2 ; RAMPA 6 ; NV1; VAP4; P5; VL2;
FIS	B6 - TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SECAS OU ÚMIDAS E COM ABERTURA MAIOR QUE 0,3MM	RAMPA 2; NV2; RAMPA 3; RAMPA 6; RAMPA 8; RAMPA 11; RAMPA 13; RAMPA 14
FIS; DJT	C3 – RECONSTITUIÇÃO DA SELAGEM DE JUNTAS DE DILATAÇÃO COM MÁSTIQUE	JD9; JD10; JD12; JD1; JD2; JD4; JD5; JD13; JD14; JD17; JD6; JD8; JD15; JD18
FIS	M.51.-TRATAMENTO DE FISSURAS COM ADESIVO ESTRUTURAL FLUIDO A BASE DE RESINA EPOXI	RAMPA 14, ENC1, RAMPA 4, RAMPA 12
UM; AD	K.1.-TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – METODOLOGIA PARA REMOÇÃO DE DETRITOS	PA5, PA4
-	K.5.- TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO	ELEMENTOS DA SUPER E MESOESTRUTURA
DF	M.48.- SUBSTITUIÇÃO DOS TRECHOS DAS BARRAS METÁLICAS DANIFICADAS (GUARDA-CORPOS)	GC1 (RAMPA 3)
-	M.49.-METODOLOGIA DE REPARO EM ÁREAS DO PASSEIO QUE APRESENTAM IRREGULARIDADES	EMPOÇAMENTO PISO DA PASSARELA
-	L.1.- METODOLOGIA AUXILIAR – LIMPEZA E PREPARO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS	GUARDA-CORPOS GC1 e GC2
-	L.2.- TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES EM AÇO CARBONO	GUARDA-CORPOS GC1 e GC2

10. CONCLUSÕES

De modo geral, a obra apresenta sinais que comprometem a segurança estrutural.

O quadro patológico encontrado na OAE pode estar associado a falhas de projeto ou construtivas, as quais podem ter influenciado direta ou indiretamente no comportamento estrutural das vigas longarinas do trecho de travessia.

A principal anomalia identificada na OAE é o deslocamento vertical (superior a 10,76cm, nas três vigas longarinas do trecho de travessia). Esta anomalia pode estar associada à insuficiência de armaduras, portanto, recomenda-se a consulta a um especialista experiente em cálculo e projeto de pontes que possa realizar uma análise das repercussões dos problemas apontados no diagnóstico deste relatório, em relação à segurança estrutural.

Dentre outras anomalias identificadas no aspecto estrutural, citam-se: a fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, fissura horizontal na VT próxima da JD16, fissuras identificadas nos blocos de apoio das nervuras NV1 e NV2, estas anomalias podem estar associadas a erros de execução; recomenda-se realizar a injeção das fissuras com poliuretano, conforme metodologia B.6.

Em relação aos aparelhos de apoio, apesar de não apresentarem reflexos anômalos na super e na mesoestrutura, recomenda-se realizar o seu reposicionamento, assim como, a remoção de detritos e de vegetação identificados nos locais próximos a estes.

No desempenho funcional a deformação identificada no trecho de travessia pode causar desconforto aos usuários. Dentre outras anomalias identificadas citam-se a ausência de dispositivos de drenagem para o direcionamento das águas pluviais sobre a OAE, provocando o escoamento constante nos elementos inferiores, portanto, recomenda-se o tratamento superficial do concreto dos elementos da super e mesoestrutura (metodologia K.5.) e/ou a execução de muretas nas laterais das rampas, diminuindo a carga de água para os elementos inferiores. Em relação às barras danificadas do guarda-corpos, realizar a reposição com tubos metálicos que tenha as mesmas características daquele que está no local (metodologia M.48), assim como também, recomenda-se o tratamento superficial dos guarda-corpos de forma geral (metodologias L.1. e L.2.). Crescimento de vegetação identificado na obra deverá ser removido. Nos locais com empoçamento de água no piso da passarela, recomenda-se realizar a sua regularização (metodologia M.49.)

O projeto das sapatas da passarela apresenta uma falha de detalhamento das armaduras do cálice para receber o pilar pré-moldado.

Este fato resultou em trincas generalizadas nas sapatas que comprometem a segurança da obra.

Na vistoria esta verificação se deu apenas nas sapatas aflorantes.

Como todas as sapatas da passarela utilizaram o mesmo projeto estrutural, também devem apresentar as mesmas patologias, pondo em risco a segurança da obra.

Solicitamos que seja feita a exumação de todas as sapatas e limpeza para verificação.

No quesito de durabilidade, foram identificados locais com concreto disgregado, com e sem armaduras expostas corroídas ao longo do comprimento da OAE. As fissuras identificadas na projeção das juntas de concretagem, assim como, a falta de estanqueidade das juntas de dilatação deverão ser colmatadas conforme metodologia C.3.. As fissuras estruturais identificadas nos elementos da superestrutura (nervuras, vigas longarinas do trecho de travessia, blocos de apoio) deverão ser tratadas conforme metodologia B.6.). As fissuras identificadas no piso da passarela deverão ser colmatadas com adesivo estrutural fluido a base de resina epóxi.

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA.

Engº Antranig Muradian

ANEXO I – FICHA RESUMO – SÍNTESE DO RELATÓRIO

INSPEÇÃO ESPECIAL

OAE: Passarela de Pedestres

CONCESSIONÁRIA: ECOVIA

Data: 19/10/2024

SÍNTESE DO RELATÓRIO I - PATOLOGIA

1- Localização

Rodovia: PR-407

Sentido: Transversal

Obra: Passarela de Pedestres

km: 002+650

2- Descrição da Obra

Vãos: 17

Comprimento total: 211,60m

Pilares: 10

Vigas: 19 (16 duplo T + 3 T)

Largura do tabuleiro: 1,70m

Juntas de dilatação: 6 (JD3, JD7, JD9, JD10, JD12 e JD16)

Classe: Passarelas da NBR 7188:2013

Vãos Tipo: isostático

Observações: OAE em concreto protendido

3- Vistoria

Data da última vistoria: 04/07/2019 (Rotineira)

Recursos de aproximação empregados: escada telescópica.

Descrição das anomalias:

Laje:

Concreto disgregado e armadura exposta em ponto localizado na rampa 2.

Nervuras da Rampa de acesso Oeste

Fissuras na nervura 2 das rampas 3, 5, 6, 7 e BL2.

Fissuras na rampa 8.

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 das rampas 1 e 4.

Rampa de acesso Leste

Fissuras nas rampas 10, 11, 13 e 16

Concreto disgregado e armadura exposta nas rampas 12, 15, 16

Manchas de umidade localizada na rampa 12

Antigo reparo deteriorado na rampa 10

Nervuras da Rampa de acesso Leste

Fissuras na nervura 2 das rampas 10, 12, 14 e 15.

Concreto disgregado e armadura exposta na nervura 2 da rampa 10 e na nervura 1 da rampa 16

Concreto segregado na nervura 1 da BL5, BL6, BL7 e BL8

Manchas de umidade na nervura 1 na BL1, BL3 e BL4

Vigas transversinas

Fissura horizontal, com abertura superior a 0,7mm, na VT próxima da JD16

Fissuras aleatórias de pequena abertura nas VT's de extremidade das VL2 e VL3

Vigas longarinas – Trecho de travessia

Vigas longarinas VL1, VL2 e VL3 com deslocamentos verticais no meio do vão

Aparelho de apoio

Aparelhos de apoio fora de posição sob as: NV1 e NV2, pilar P1, rampa 6; NV1 e NV2, pilar P1, rampa 7; VL3, pilar P3, trecho de travessia; NV1 e NV2, pilar P5, rampa 2; NV1 e NV2, pilar P5, rampa 3; NV1 e NV2, pilar P6, rampa 10; NV1 e NV2, pilar P6, rampa 11.

Aparelhos de apoio com dimensões superiores à base das nervuras, sob as: NV1 e NV2, pilar P3, rampa 1; AA da NV1 e NV2, pilar P3, rampa 8; AA da NV1 e NV2, pilar P8, rampa 9

Pilares

Concreto disgregado no pilar P1

Manchas de umidade nos pilares P1, P2, P5, P6, P9 e P10

Vigas de apoio

Fissuras com e sem eflorescências na VAP21 do pilar P9 e VAP23 do pilar P10

Manchas de umidade na VAP1 do pilar P1, VAP3 do pilar P2, VAP6 do pilar P3, VAP10 do pilar P4, VAP11 do pilar P4, VAP13 do pilar P6, VAP14 do pilar P6, VAP15 do pilar P7, VAP17 do pilar P8, VAP21 do pilar P9, VAP22 do pilar P9, VAP23 do pilar P10, VAP24.

Blocos de apoio

Fissuras com e sem eflorescências nos blocos de apoio da nervura 2 na VAP3 do pilar P2, VAP9 do pilar P4, VAP18 do pilar P8 e VAP21 do pilar P9 e, da nervura 1 na VAP21 do pilar P9.

Concreto disgregado e armadura exposta no bloco de apoio da nervura 1 no pilar P4 e da nervura 2 no pilar P4.

Piso

Fissuras de pequena abertura e aleatórias na estrutura de ENC1, rampa 2, rampa 3, rampa 4, travessia, rampa 12, rampa 13, rampa 14 e encontro ENC2.

Concreto disgregado e/ou deslocamento do piso das rampas 4 e 5

Manchas de umidade nas paredes PA4 e PA5 da estrutura de ENC2.

Juntas de concretagem

Fissura transversal na projeção das juntas de concretagem J2, J6, J8, J11, J14, J15, J17 e J18

Juntas de dilatação

Juntas de dilatação JD3 e JD9 com vedação deficiente

Concreto disgregado e armadura exposta na JD3, face Superior

Guarda-corpos

Corrosão e perda de seção no GC1 na região da JD9.

4- Ensaios

-

PARTE II – Síntese do relatório de terapia

1 – Parecer técnico

De modo geral, a obra apresenta sinais que comprometem a segurança estrutural.

O quadro patológico encontrado na OAE pode estar associado a falhas de projeto ou construtivas, as quais podem ter influenciado direta ou indiretamente no comportamento estrutural das vigas longarinas do trecho de travessia.

A principal anomalia identificada na OAE é o deslocamento vertical (superior a 10,76cm, nas três vigas longarinas do trecho de travessia). Esta anomalia pode estar associada à insuficiência de armaduras, portanto, recomenda-se a consulta a um especialista experiente em cálculo e projeto de pontes que possa realizar uma análise das repercussões dos problemas apontados no diagnóstico deste relatório, em relação à segurança estrutural.

Dentre outras anomalias identificadas no aspecto estrutural, citam-se: a fissura na transição entre a laje e a nervura 2 da rampa 5, fissura horizontal na VT próxima da JD16, fissuras identificadas nos blocos de apoio das nervuras NV1 e NV2, estas anomalias podem estar associadas a erros de execução; recomenda-se realizar a injeção das fissuras com poliuretano, conforme metodologia B.6.

Em relação aos aparelhos de apoio, apesar de não apresentarem reflexos anômalos na super nem na mesoestrutura, recomenda-se realizar o seu reposicionamento, assim como, a remoção de detritos e de vegetação identificados nos locais próximos a estes.

No desempenho funcional a deformação identificada no trecho de travessia pode causar desconforto aos usuários. Dentre outras anomalias identificadas citam-se a ausência de dispositivos de drenagem para o direcionamento das águas pluviais sobre a OAE, provocando o escoamento constante nos elementos inferiores, portanto, recomenda-se o tratamento superficial do concreto dos elementos da super e mesoestrutura (metodologia K.5.) e/ou a execução de muretas nas laterais das rampas, diminuindo a carga de água para os elementos inferiores. Em relação às barras danificadas do guarda-corpos, realizar a reposição com tubos metálicos que tenha as mesmas características daquele que está no local (metodologia M.48), assim como também, recomenda-se o tratamento superficial dos guarda-corpos de forma geral (metodologias L.1. e L.2.). Crescimento de vegetação identificado na obra deverá ser removido. Nos locais com empoçamento de água no piso da passarela, recomenda-se realizar a sua regularização (metodologia M.49.) No quesito de durabilidade, foram identificados locais com concreto disgregado, com e sem armaduras expostas corroídas ao longo do comprimento da OAE. As fissuras identificadas na projeção das juntas de concretagem, assim como, a falta de estanqueidade das juntas de dilatação deverão ser colmatadas conforme metodologia C.3.. As fissuras estruturais identificadas nos elementos da superestrutura (nervuras, vigas longarinas do trecho de travessia, blocos de apoio) deverão ser tratadas conforme metodologia B.6.). As fissuras identificadas no piso da passarela deverão ser colmatadas com adesivo estrutural fluido a base de resina epóxi.

2 – Resumo da análise estrutural (caso necessário)

-

3 – Proposição de restauração e/ou reforço

-

ANEXO II – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA RECUPERAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

III.A.1 – RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO

A. RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

A.1. PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO (NOVO)

Esta metodologia deverá ser aplicada em todas as regiões onde se observa concreto disgregado ou segregado, com e sem armaduras corridas, como etapa de preparo da superfície antes da recomposição da seção.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

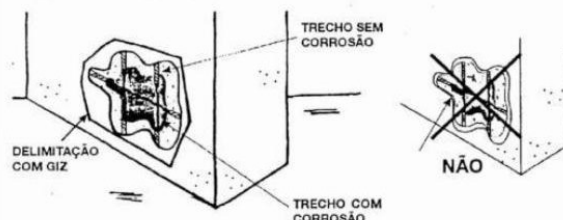
EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	PRIMER PARA PROTEÇÃO DA ARMADURA	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
GERADOR	ANÓDO DE SACRIFÍCIO (OPCIONAL)	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE		ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
ASPIRADOR DE AR INDUSTRIAL (OPCIONAL)		ESCOVAS OU VASSOURÕES

2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.

- A superfície de concreto a ser tratada deve estar limpa e livre de pasta de cimento, resíduo de solo ou outro material que prejudique a visualização da região a ser tratada.
- Aplicar jato de água de alta pressão (com ou sem auxílio de ar comprimido) ou lixamento mecânico em toda a superfície do concreto, caso necessário.

3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.

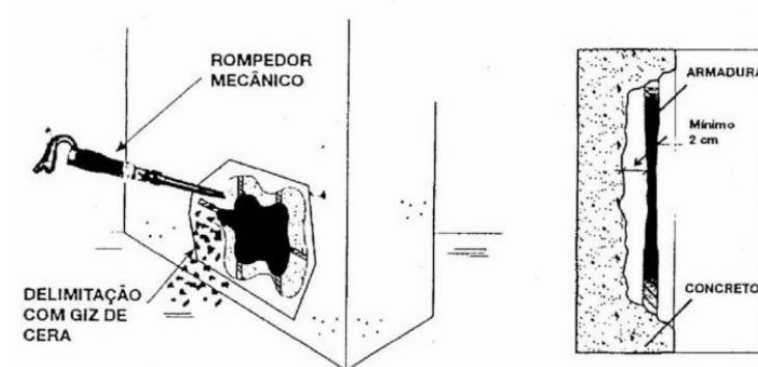
- Identificar com giz de cera ou lápis estaca as regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas retas (quadradas ou retangulares) que envolvam com folga estas áreas. Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas (vide imagem a seguir).



- Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.



- Apicoamento do concreto na superfície, dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves preferencialmente) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves de até 6 Kg ou marteletes elétricos), evitando-se o rompimento das bordas do friso.



4. ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.

- Remover do concreto deteriorado escarificando com ponteiro e marreta, de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam lascas as arestas e áreas adjacentes. Em áreas grandes (maiores que 1 m²) pode-se empregar rebarbador elétrico ou pneumático.



- Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível.

5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.

- Este procedimento é recomendado para trabalhos em grandes áreas a serem tratadas, cuidados e medidas preventivas podem ser necessárias para trabalhos em estruturas delgadas e pilares esbeltos.
- Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível. Esta remoção pode ser realizada com martelinhos elétricos ou pneumáticos de até 6kg, sendo proibido o uso de picões.
- O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade. O corte deverá ser executado de acordo com o projeto, caso existente, ou até uma profundidade que não cause danos à estrutura.
- Pode ser necessário o escoramento da estrutura para profundidades acima de 10,0cm.

6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE

- Após a remoção do concreto deteriorado, executar a limpeza da área apicoada através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido. A superfície deve ficar isenta de partículas e de óleo.
- Para ambientes fechados, pode-se utilizar a aspiração dos resíduos através de aspiradores industriais de grande potência, porém a superfície deverá primeiramente receber escovamento, com escovas ou vassourões, para retirar as partículas mais aderidas na superfície.

7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO

- Realizar a limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).
- Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2014.
- Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.
- Realizar nova limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).

8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

8.1 PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO

- Aplicar proteção através de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso), devendo ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:
 - ✓ NITOPRIMER ZN - ANCHORTEC
 - ✓ MASTERSEAL ZINCO PRIMER - BASF
 - ✓ DENVERPRIMER ZINCO - DENVER GLOBAL.
 - ✓ MSET ADESIVO EP ZN - MSET/BAUTECH
 - ✓ VIAPLUS FERROPROTEC - VIAPOL.
- Antes da aplicação da camada protetora, não devem existir pontos de ferrugem ou óxido aderente nas barras de aço.
- Após a aplicação da pintura, não poderão existir pontos sem perfeita cobertura pela tinta anticorrosiva;

8.1 PROTEÇÃO ATRAVÉS DE ANODO DE SACRIFÍCIO

- Imediatamente após a limpeza das armaduras; fixar os ânodos de sacrifício utilizando seus arames de fixação. O ânodo deve ser fixado na barra de aço limpa com o auxílio de ferramenta adequada para torção dos arames a fim de se garantir o contato elétrico e a restrição ao movimento.
- A continuidade elétrica entre as armaduras da área exposta deve ser verificada com multímetro e, caso necessário, esta deve ser providenciada com arames de aço.
- O anodo a ser implantado deverá ter pastilha no seu interior formada por 100% de zinco e recoberta por argamassa especial que permita a ação do anodo. Deveá ser utilizado o material abaixo conforme instruções do fabricante:
 - ✓ GALVASHIELD XPT / XP / XP2 / XP4 - ANCHORTEC.

Product Name	Anode Class	Anode Dimension (nominal)	Zinc Mass (g)
Galvashield XPT	Type AP	25mm x 125mm x 25mm	60
Galvashield XP	Type AP	65mm (dia.) x 30mm	60
Galvashield XP2	Type AC	65mm x 80mm x 30mm	100
Galvashield XP4	Type AC	65mm x 120mm x 30mm	160



- A localização e o espaçamento das unidades variam em função da taxa de armadura e devem ser verificados junto ao fabricante. O ânodo deve ser fixado, preferencialmente, na lateral da barra exposta, certificando-se que há espaço suficiente para encapsular a pastilha no reparo. O cobrimento mínimo do ânodo deve ser de 20 mm.

- A posição deve ser preferencialmente perpendicular à superfície da peça de concreto. Constatando-se a necessidade, um trabalho adicional de escarificação deve ser executado durante o posicionamento da unidade. Deve ser evitada a fixação inteiramente por trás ou à frente da armadura
- Recomenda-se considerar uma limitação máxima da distância entre as pastilhas, que deve ser de 750 mm para elementos com grande área plana, como lajes, paredes diafragma, pilares-parede, dentre outros, e de 600 mm para elementos como vigas, pilares e pilaretes. É importante observar que as pastilhas devem ser instaladas a partir das extremidades do reparo, pois o objetivo é proteger não somente a área reparada como também as áreas adjacentes e evitar o efeito de inversão da pilha de corrosão nestas regiões.

ATENÇÃO: Deve ser prevista a instalação dos ânodos de sacrifício em todas as áreas de reparo, principalmente nas juntas entre o concreto novo/antigo, a fim de se evitar o efeito "Halo". Quando executamos um reparo, na área recuperada passa a existir a camada passiva, protegendo o aço do reparo contra a corrosão. Porém nas regiões adjacentes, o concreto continuará contaminado e a armadura desprotegida ocorrendo, com o tempo, a inversão da pilha. Ou seja, a armadura das regiões adjacentes ao reparo é que passa a corroer. Este processo é conhecido como "Efeito Halo".

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
16.35.001	FDE	DEMARCAÇÃO DA ÁREA	m
10-04-00	SIURB	CORTE SUPERFICIAL DE CONCRETO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE	m ²
27.01.03	DER-SP	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m ³
27.02.01	DER-SP	APICOAMENTO MANUAL C/ ELIMINAÇÃO DE SUP. LISAS	m ²
27.02.08	DER-SP	LIMPEZA MANUAL COM ESCOVA DE ACO P/ ACO	m
16.35.019	DER-SP	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m ²
27.04.08	DER-SP	FURO DE CONCRETO D=1/2" PROFUND DE 15CM	unid
27.06.02	DER-SP	BARRA DE AÇO CA-50 PARA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	Kg
27.06.17	DER-SP	CHUMBAMENTO BARRAS C/ RESINA EPOX INJ.	kg
27.01.40	DER-SP	TRATAMENTO DE ARMADURA COM PRIMER RICO EM ZINCO	m ²
-	-	PROTEÇÃO DAS ARMADURAS COM ANÓDO DE SACRIFÍCIO	m ²
27.01.04	DER-SP	REMOCAO,CARGA E TRANSP.ENTULHO EM GERAL	txkm

III.A.2 – TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA

A.2. TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA (PROC 15).

Esta metodologia deverá ser aplicada em todas as regiões onde se observa concreto disgregado ou segregado, com e sem armaduras corrídas, após o preparo completo da superfície conforme metodologia A1, onde a profundidade máxima do reparo seja de 5,0cm.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (WAP)	ÁGUA	COLHER DE PEDREIRO E DESEMPENADEIRA
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	CIMENTO	PONTEIRO
COMPRESSOR COM FILTRO	EMULSÃO ACRÍLICA	PINCEL OU BROCHA
GERADOR	ARGAMASSA POLIMÉRICA	BALDES / VASILHAS
		ARGAMASSADEIRA

2. PONTE DE ADERÊNCIA.

- Condição do substrato:
 - ✓ O substrato deve estar limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes.
 - ✓ O substrato deve possuir uma resistência ao arranque superior a 1,5 MPa.
 - ✓ O substrato deve estar rugoso para a aplicação.
 - ✓ Para aplicação do material o substrato deve apresentar a condição superfície saturada seca, ou seja, não apresentar água escorrendo ou empoçada; condição obtida, por aspersão de água potável, 30 minutos antes do início da aplicação da argamassa.
 - ✓ A ponte de aderência deve ser aplicada sobre o substrato já preparado. A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).
- Preparo da calda / argamassa para ponte de aderência:
 - ✓ As proporções da mistura devem obedecer as especificações do fabricante com relação à diluição recomendada e o traço sugerido: 1 parte de emulsão acrílica e 3 partes de cimento (em volume).
 - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, com um tempo de mistura de dois minutos.
 - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
 - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água até atingir a consistência desejada

e misturar durante cinco minutos;

- ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
- ✓ Para reparos com pequenas dimensões ($a < 0,01m^2$), pode-se optar pela aplicação apenas da emulsão acrílica, sem a necessidade do uso da pasta de cimento.
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:
 - ✓ ANCHORBOND AR - ANCHORTEC.
 - ✓ MASTERFIX C - BASF.
 - ✓ DENVERFIX ACRÍLICO - DENVER GLOBAL.
 - ✓ MSET ACRÍLICO - MSET/BAUTECH.
 - ✓ ZENTRIFIX KMH - MC-BAUCHEMIE.
 - ✓ KZ Acrílico - VIAPOL
- Aplicação da ponte de aderência
 - ✓ Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de "saturada superfície seca" (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
 - ✓ Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada sobre toda a superfície, inclusive as bordas.

3. RECOMPOSIÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA

- Condição do substrato:
 - ✓ A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).
 - ✓ Caso ocorra a secagem da ponte de aderência, deve-se saturar a superfície e aplicar nova camada da ponte.
- Preparo da argamassa – OPÇÃO 1 : ARGAMASSA MONOCOMPONENTE
 - ✓ A argamassa monocomponente é fornecida pré-dosada em sacos e necessita apenas de adição de água na sua composição.
 - ✓ É recomendada primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, com um tempo de mistura de dois minutos.
 - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
 - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar) e misturar durante três minutos;
 - ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
 - ✓ Adição de água gelada permite um maior tempo de trabalhabilidade;

- Preparo da argamassa – OPÇÃO 2: ARGAMASSA BICOMPONENTE
 - ✓ A argamassa bicomponente é fornecida pré-dosada em duas partes: componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó). NÃO deve ser adicionada água em sua composição.
 - ✓ As embalagens não devem ser fracionadas.
 - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 do componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó), sempre com o misturador em movimento, até se obter uma argamassa homogênea.
 - ✓ Deve-se utilizar misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação;
 - ✓ Adicionar o restante do componente 'A', dando continuidade à mistura e ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar).
 - ✓ O tempo de mistura ideal é de 5 minutos.
- Características das argamassas:
As características mínimas exigidas para as argamassas a serem aplicadas são:
 - ✓ Resistência à compressão - NBR 12041:
 - após 1 dia ≥ 8 MPa;
 - após 28 dias ≥ 25 MPa.
 - após 28 dias > resistência do concreto da estrutura.
 - ✓ Resistência ao arrancamento aos 28 dias:
 - aderência (pull off) $\geq 1,5$ MPa.
 - ✓ Módulo de Elasticidade aos 28 dias:
 - $E_c \geq 15$ GPa.
 - ✓ espessuras de aplicação:
 - mínima por camada ≥ 5 mm;
 - máxima por camada ≥ 25 mm ;
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:

Nome fantasia do produto	Tipo de Material	Fabricante	Resistência mínima à compressão Axial (MPa)			Características e restrições
			1 dia	7 dias	28 dias	
Zentrifix GM2	Argamss. Polim. Monocomponente	Mc Bauchemie	24	40	44	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 50 mm em camadas de 5 mm a 25 mm
Zentrifix CR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	21	43	49	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm; em camadas de 6 mm a 50 mm não necessita ponte de aderência não necessita protetor contra corrosão
Zentrifix KM250	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	25	45	50	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm em camadas de 5 mm a 50 mm
Trafix S88	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Bautech	24	50	60	Trabalhabilidade: 50 min espessuras até 100 mm; não necessita protetor contra corrosão
Sika Monotop 622 BR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Sika	17	25	40	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 10 a 25 mm
Renderoc ER	Argamss. Polim. bicomponente	Anchortec	10	23	28	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 20 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Denvertec 700	Argamss. Polim. bicomponente	Denver	20	30	40	Trabalhabilidade: 20 a 30 min espessuras até 70 mm em camadas de 15 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 250	Argamassa polimérica bicomponente	Otto Baumgart	15	30	36	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 5 a 25 mm

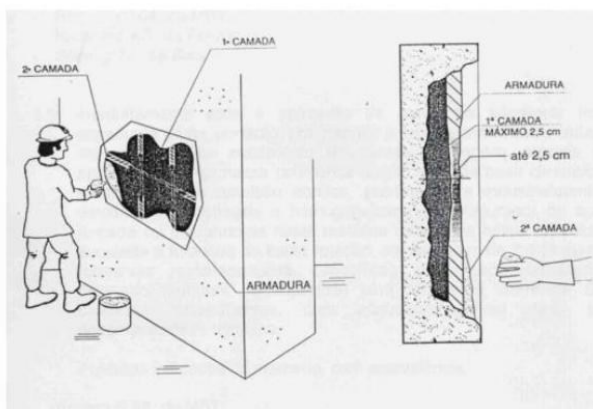
ET-ECS.000.000-OAE/01 Rev.00

MT-EPR.000.000-OAE.01.R00

Anchormassa S2	Argamassa polimérica bicomponente	Anchortec	15	25	30	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 25 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Viaplus ST	Argamassa polimérica bicomponente	Viapol	20	41	47	Trabalhabilidade: 120 min espessuras até 100 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Sikatop 122 Plus	Argamassa Polim. bicomponente, reforç. com fibras	Sika	20	40	50	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 5 a 25 mm
MasterSet 45	Argamassa de ação química	Basf	41	45	48	espessura máxima de 25 mm acima de 25 mm com adição de brita 0 em 1h > 13MPa / em 3 h > 32 MPa Trabalhabilidade: < 30 min não necessita de ponte de aderência; dispensa cura
Viaplus ST Tix	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Viapol	10	41	43	Trabalhabilidade: 40 min espessuras até 120 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 240	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Otto Baumgart	21	50	68	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 30 a 70 mm isenta de retração
Anchormassa Shim	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Anchortec	20	35	40	Trabalhabilidade: 40 min camadas de 20 a 100 mm isenta de retração

• Aplicação da argamassa

- ✓ A argamassa deve ser aplicada em camadas sucessivas, em média variando de 15 a 25 mm de espessura, dependendo do produto aplicado, deve-se pressionar muito bem o material para evitar a formação de vazios e permitir o preenchimento total do interior da cavidade, de modo a atingir, inclusive, a parte atrás das armaduras.



- ✓ a argamassa depois de misturada deve ser integralmente utilizada no tempo máximo indicado pelo fabricante (normalmente variando de 20 a 40 min).
 - ✓ a argamassa que não tiver sido empregada dentro do período definido pelo fabricante, após sua preparação, deve ser rejeitada. Esse prazo pode ser modificado em função da temperatura ambiente.
 - ✓ o material vem racionalmente dosado, deve-se evitar seu fracionamento, ou seja, a condição ideal é de preparar uma área de reparo capaz de consumir volumes múltiplos de um saco a cada operação.
 - ✓ O acabamento superficial deve ser dado com desempenadeira de madeira ou de aço, conforme o desejado;
- Para reparos mais profundos, na faixa dos 6,0 cm de espessura, pode-se aplicar o sistema "dry Pack", que consiste da aplicação de uma argamassa seca até a

recomposição parcial da seção, com diferença de 1,0 cm para o preenchimento total. Esta argamassa de reparo, do tipo Anchormassa Shim - ANCHORTEC ou VIAPOL ST TIX – VIAPOL ou similar, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da Anchormassa Shim, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.

- Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
 - **Aderência ao substrato:** como referência a resistência deve ser $\geq 1,0$ MPa. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.
 - **Resistência à compressão:** como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

4. CURA

- Recomenda-se que seja úmida, obtida por molhagem constante durante sete dias, ou por aplicação de membrana de cura com pulverizador antes do início da pega, ou com trincha ou rolo após a pega.
- Nas primeiras 36 horas evitar a radiação solar direta através do uso de anteparos.

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
16.35.019	DER-SP	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m ²
-	-	PONTE DE ADERENCIA ACRÍLICA	m ²
-	-	RECOMPOSIÇÃO DA SEÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA INDUSTRIALIZADA ESP ATÉ 5,0CM	m ²

III.A.5 – TRATAMENTO DE JUNTAS DE CONCRETAGEM

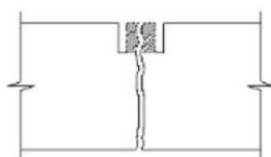
Esta metodologia deverá ser aplicada em juntas de concretagem onde não são observados processos de passagem de água com corrosão de armaduras.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
GERADOR	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	PONTE DE ADERÊNCIA	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
ARGAMASSA POLIMÉRICA		

2. PREPARO DA ÁREA A SER REAPRADA.

- Hidrojateamento com pressão 10 MPa, de modo a remover toda a fuligem aderida na superfície.
- Demarcação da área de corte sobre a junta existente com giz estaca.
- Abertura de sulco sobre e ao longo da fissura com seção retangulares sendo 30,0mm de espessura e 20,0mm de profundidade, com utilização de disco de corte e ferramenta manual dotada de ponta de vídia. Neste caso deve-se fazer dois cortes com o disco de corte, um de cada lado da junta há 15,0mm e com 5,0mm de profundidade.



- Jateamento de ar comprimido para eliminação do pó proveniente do corte.

2. PONTE DE ADERÊNCIA.

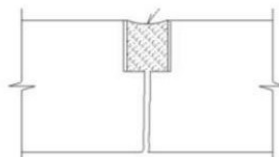
- Condição do substrato:
 - ✓ O substrato deve estar limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes.
 - ✓ O substrato deve estar rugoso para a aplicação.
 - ✓ Para aplicação do material o substrato deve apresentar a condição superfície saturada seca, ou seja, não apresentar água escorrendo ou empoçada; condição obtida, por aspersão de água potável, 30 minutos antes do início da aplicação da argamassa.
 - ✓ A ponte de aderência deve ser aplicada sobre o substrato já preparado. A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).

- Preparo da calda / argamassa para ponte de aderência:
 - ✓ As proporções da mistura devem obedecer as especificações do fabricante com relação à diluição recomendada e o traço sugerido: 1 parte de emulsão acrílica e 3 partes de cimento (em volume).
 - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, com um tempo de mistura de dois minutos.
 - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
 - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água até atingir a consistência desejada e misturar durante cinco minutos;
 - ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
 - ✓ Para reparos com pequenas dimensões ($a < 0,01m^2$), pode-se optar pela aplicação apenas da emulsão acrílica, sem a necessidade do uso da pasta de cimento.
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:
 - ✓ ANCHORBOND AR - ANCHORTEC.
 - ✓ MASTERFIX C - BASF.
 - ✓ DENVERFIX ACRÍLICO - DENVER GLOBAL.
 - ✓ MSET ACRÍLICO - MSET/BAUTECH.
 - ✓ KZ Acrílico - VIAPOL
- Aplicação da ponte de aderência
 - ✓ Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de "saturada superfície seca" (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
 - ✓ Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada sobre toda a superfície, inclusive as bordas.

3. CALAFETAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA

- Condição do substrato:
 - ✓ A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).
 - ✓ Caso ocorra a secagem da ponte de aderência, deve-se saturar a superfície e aplicar nova camada da ponte.
- Preparo da argamassa – ARGAMASSA BICOMPONENTE
 - ✓ A argamassa bicomponente é fornecida pré-dosada em duas partes: componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó). NÃO deve ser adicionada água em sua composição.
 - ✓ As embalagens não devem ser fracionadas.
 - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 do componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó), sempre com o misturador em movimento, até se obter uma argamassa homogênea.

- ✓ Deve-se utilizar misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação;
- ✓ Adicionar o restante do componente 'A', dando continuidade à mistura e ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar).
- ✓ O tempo de mistura ideal é de 5 minutos.
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:
 - ✓ ANCHORMASSA S2 - ANCHORTEC.
 - ✓ EMACO S168 - BASF.
 - ✓ SIKATOP 122 - SIKA.
 - ✓ DENVERTEC 700 - DENVER GLOBAL.
 - ✓ TRAFIX S2 - MSET/BAUTECH
 - ✓ VIAPOLUS ST - VIAPOL.
- Aplicação da argamassa
 - ✓ A argamassa deve ser aplicada em camadas sucessivas, pressionando muito bem o material para evitar a formação de vazios e permitir o preenchimento total do interior da cavidade.



- ✓ a argamassa depois de misturada deve ser integralmente utilizada no tempo máximo indicado pelo fabricante (normalmente variando de 20 a 40 min).
- ✓ a argamassa que não tiver sido empregada dentro do período definido pelo fabricante, após sua preparação, deve ser rejeitada. Esse prazo pode ser modificado em função da temperatura ambiente.
- ✓ o material vem racionalmente dosado, deve-se evitar seu fracionamento, ou seja, a condição ideal é de preparar uma área de reparo capaz de consumir volumes múltiplos de um saco a cada operação.

4. CURA

- Recomenda-se que seja úmida, obtida por molhagem constante durante sete dias, ou por aplicação de membrana de cura com pulverizador antes do início da pega, ou com trincha ou rolo após a pega.
- Nas primeiras 36 horas evitar a radiação solar direta através do uso de anteparos.

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
16.35.001	FDE	DEMARCAÇÃO DA ÁREA	m
16.35.019	DER-SP	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m ²
-	-	COLMATAÇÃO DE FISSURAS COM FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA	m

III.B.6 – TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SECAS OU ÚMIDAS

São denominadas Fissuras Ativas ou Vivas, aquelas que apresentam movimentos, especialmente os de variações de abertura e comprimento. Neste grupo se incluem as fissuras que, ao longo de sua vida na estrutura danificada, terão sempre movimentos, sem que isso represente, após ser tratada, um perigo de ruptura para a estrutura.

Os procedimentos abaixo apresentados não tem a função de recompor a integridade estrutural do elemento e assim a função de impermeabilizar a estrutura na região fissurada, assim sua aplicação deverá ser avaliada pelo projetista responsável.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
HIDROJATEADORA (WAP)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	LIXA Nº 100
LIXADEIRA ELÉTRICA	BROCA VÍDEA (Ø 12,7 mm)	
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	BICOS INJETORES	ESPÁTULA DE AÇO
COMPRESSOR COM FILTRO	ARGAMASSA DE CALAFETAÇÃO	ARGAMASSADEIRA
GERADOR	RESINA DE INJEÇÃO	
BOMBA DE INJEÇÃO.		

2. PREPARO DA SUPERFÍCIE.

- Limpeza da fissura através de raspagem superficial com espátula e escovação enérgica de faixa lateral à fissura, com aproximadamente 5,0 cm para cada lado (**não sobre a fissura**), utilizando uma escova de aço;
- Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- Fixação dos bicos de injeção conforme opções apresentadas a seguir:
- Limpeza da fissura e dos furos através de jateamento com ar comprimido, eliminando-se óleo, graxa, sujeira ou pequenas partículas de concreto que possam prejudicar a penetração e aderência do selante, bem como entupir os furos. Em fissuras verticais o jateamento deve ser executado da parte superior para a inferior;
- Caso a fissura esteja úmida, aplicar o jato de ar durante o tempo necessário para secá-la, este procedimento é útil para verificar e garantir perfeita comunicação entre os bicos; caso não seja verificada, os serviços devem ser necessariamente refeitos.

	Bicos de Adesão	Bico de adesão para injeção	Para injeção de trincas secas em elementos de concreto com espessura menor que 10cm. Pressão Máx: 60 bar
	Bicos de Perfuração	Bico de perfuração para injeção	Para injeção em trincas úmidas e com a presença de água. Pressão Máx: 200 bar
	Bicos de Plástico	Bico de plástico para injeção de microcimento	Para injeção de produtos de base mineral. Pressão Máx: 30 bar

Fonte: MC-Bauchemie

- Após a distribuição e fixação dos bicos injetores; calafetar superficialmente as fissuras entre os bicos com resinas epóxi ou poliéster, aplicadas com espátula;

As resinas a serem utilizadas na fixação dos bicos e também para a posterior colmatação superficial das fissuras (nos trechos entre bicos), poderão variar em função da necessidade de uma cura mais rápida do material, permitindo a injeção em menor tempo; resinas de base poliéster permitem uma liberação mais rápida dos serviços de injeção (mínimo de 4 horas), enquanto que resinas de base epóxi exigem um tempo mínimo de 12 horas;

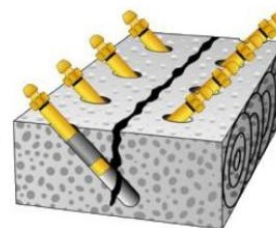
Aplicar um dos seguintes produtos para fixação dos bicos e calafetação superficial das fissuras, preparado conforme instruções do fabricante:

- ✓ XYPEX PATCH'N PLUG (argamassa hidráulica) - MC-BAUCHEMIE.
 - ✓ MC-DUR 1300 TX (resina epóxi) - MC-BAUCHEMIE.
 - ✓ ANCHORBOND TIX - ANCHORTEC.
 - ✓ SIKADUR 31 SVL NEW - SIKA.
- Em fissuras passantes em vigas (que atravessam totalmente a peça), a distribuição dos bicos de injeção nas duas faces opostas será feita a espaços alternados, ou seja, o 1º bico da face posterior da viga deverá ser fixado à meia distância entre o 1º e o 2º bico da face anterior da viga, garantindo-se, assim, um melhor controle da injeção e um melhor preenchimento da fissura;

2.1 PREPARO PARA INJEÇÃO COM BICOS DE PERFURAÇÃO OU DE PLÁSTICO

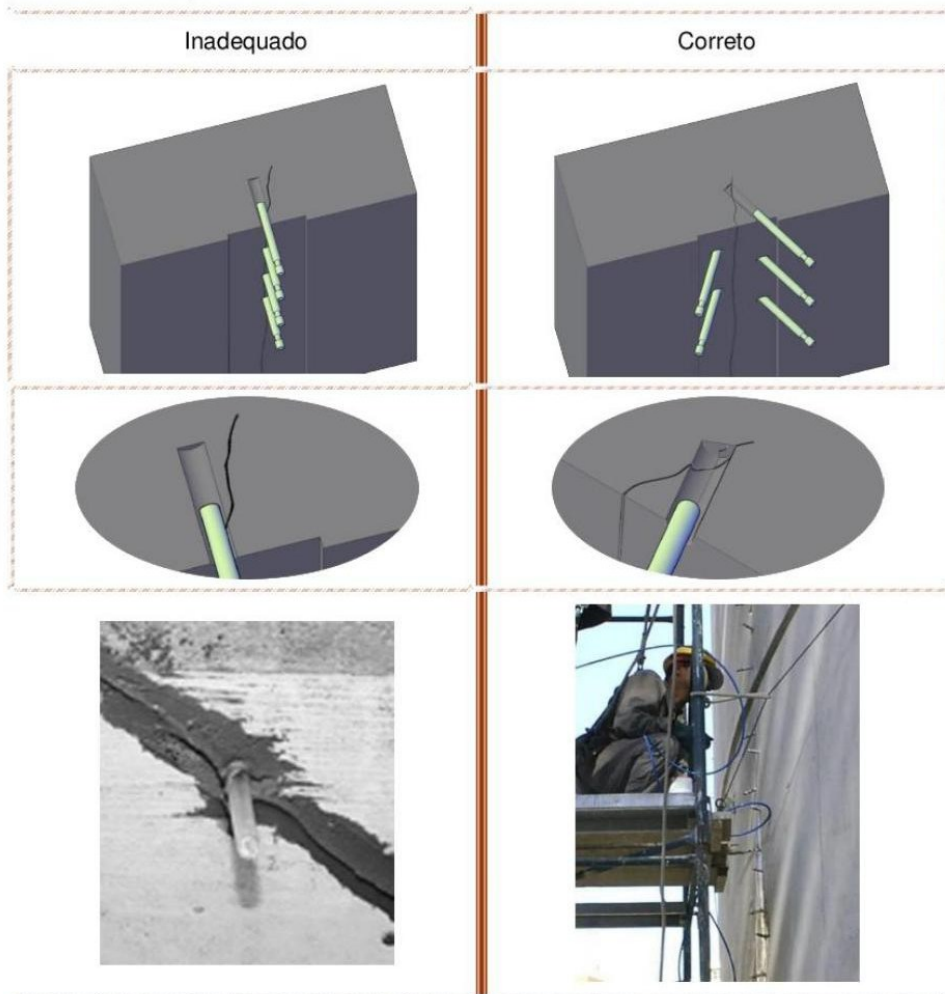
- Execução de furos, visando a introdução de tubos plásticos (pressão até 3 Mpa) ou de alumínio (pressão até 20 MPa) para injeção, com diâmetro, espaçamento e profundidade conforme discriminado abaixo:

- ✓ furação deve ser feita com brocas apropriadas para evitar a micro-fissuração nas regiões circunvizinhas; recomenda-se que os furos sejam executados a partir de pré-furos com broca mais fina e, sucessivamente, amplia-se o furo até o diâmetro desejado.



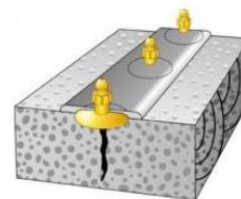
- ✓ Os furos devem ser alternados em cada lado da fissura em um ângulo de 45° cruzando a fissura à meia profundidade.

- ✓ O espaçamento entre os bicos (medido ao longo do comprimento da fissura) deve ser normalmente a metade da espessura da estrutura a ser injetada, respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm;
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm;
- Para fixar os bicos e transferir o produto para dentro da fissura, são necessários furos com brocas de 12,5 de diâmetro, compatíveis com o diâmetro dos bicos de injeção;
- A técnica de furação a 45° tem a finalidade de assegurar que, mesmo com a mudança de direção da fissura no interior da peça, o furo realizado mantenha a intersecção com a fissura (v. detalhe abaixo).



2.2 PREPARO PARA INJEÇÃO COM BICOS DE ADESÃO

- Colar os bicos sobre a fissura com adesivo estrutural à base de epóxi, conforme apresentado em 2.1, com espaçamento igual à espessura da peça estrutural (medido ao longo do comprimento da fissura), respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm;
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm;
- Selar a fissura com o mesmo adesivo, entre os bicos.



3. INJEÇÃO DAS FISSURAS

- Uma vez curada a resina de calafetação da fissura, realizar teste de intercomunicabilidade entre bicos injetores, utilizando-se ar comprimido filtrado (pressões inferiores a $2,00 \text{ kgf/cm}^2$). Injeta-se ar comprimido em um dos bicos, verificando-se a saída do ar no bico adjacente no trecho da fissura ensaiado, vedando-se os outros bicos fixados. Caso não esteja ocorrendo à comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário;
- Realização da injeção com adesivo à base da resina apropriada para injeção após o teste e quando o adesivo suportar as pressões de serviços, respeitando-se:
 - ✓ No caso de fissuras verticais, injeção deve ser iniciada pelos tubos inferiores de modo que o produto penetre no sentido ascendente. Assim que for verificada a saída de resina pelo tubo imediatamente acima do que está sendo injetado, este deve ser tamponado, prosseguindo-se a operação pelo seguinte e assim sucessivamente;
 - ✓ Para as superfícies horizontais o processo deverá ser mantido, sendo que a injeção deverá ser iniciada por qualquer uma das extremidades;
 - ✓ Nas fissuras que seccionam a seção transversal da peça estrutural, a injeção deverá ser realizada alternadamente em cada um dos lados do elemento, de modo a garantir o melhor preenchimento da fissura;
 - ✓ Somente deverá ser permitido o emprego de resinas que não tenham atingido o seu "pot-life" (tempo após a mistura dos componentes em que a resina pode ser usada);
 - ✓ A operação de injeção de resina não deve ser efetivada quando a temperatura ambiente estiver acima de 30°C ou inferior a 8°C ;
 - ✓ A manutenção de pressão constante: a pressão depende da viscosidade do material e da abertura da fissura; como orientação preliminar $1,0 \text{ MPa}$ atende à maioria dos casos; fissuras mais abertas pedem menos pressão: $0,6 \text{ MPa}$ a $0,8 \text{ MPa}$;
 - ✓ A fissura poderá ser considerada como injetada quando for possível manter a pressão de aplicação da resina. Caso isso não ocorra, é sinal que a resina ainda está penetrando na fissura ou saindo para outro local.
 - ✓ Após a injeção, em cada furo deverá ser mantida uma pressão em torno de $0,6 \text{ MPa}$, visando garantir a penetração de resina pelas porosidades e capilaridades do concreto. Deve-se tomar cuidado para que a pressão aplicada não provoque danos à peça, decorrente da ação hidráulica do fluido.
- Após o término da injeção, do endurecimento da resina e da cura final (tempo indicado pelo fornecedor do produto e da ordem de 24 horas à temperatura ambiente de 20°C), proceder-se-á ao corte dos tubos e acabamento da superfície, preenchendo-se o rebaixo de 10 mm com argamassa polimérica.

3.1 INJEÇÃO DE SISTEMA POLIURETANO FLEXÍVEL

- Selamento preliminar das fissuras, principalmente nos pontos com percolação constante de água, com injeção de sistema de resina à base de espuma de poliuretano hidroativado, pré-formulada. Aguardar até a suspensão completa do fluxo de água.

Nome fantasia do produto	Fabricante	Tipo	Viscosidade (cP)	Características e restrições
MC Injekt 2033	MC Bauchemie	Espuma de poliuretano hidroativada	400	penetração em fissuras e trincas > 0,2 mm trabalhabilidade sem contato com água: 6 a 8 hs tempo de reação em contato com água: 30 a 60 seg Expansão: até 40 vezes utilizado provisoriamente para estancar fluxo de água antes da injeção definitiva
Gel XPTO	RogerTec	Gel de Poliuretano	80	penetração em fissuras e trincas > 0,1 mm trabalhabilidade: 60 min alongamento até 120 %

- Injeção de sistema de resina à base de gel de poliuretano, bi componente, **pré-formulada**, de baixa viscosidade, com pressão máxima de 8,0 (oito) atm;

Nome fantasia do produto	Fabricante	Tipo	Viscosidade (cP)	Características e restrições
MC Injekt 2300 NV	MC Bauchemie	Gel de Poliuretano	100	penetração em fissuras e trincas > 0,1 mm trabalhabilidade: 100 min alongamento até 100 % Expansão: até 20% na presença de água
MC Injekt 2300 NV Plus	MC Bauchemie	Gel de Poliuretano	90	penetração em fissuras e trincas > 0,1 mm trabalhabilidade: 35 min alongamento >145 % Expansão: até 20% na presença de água
Gel XPTO	RogerTec	Gel de Poliuretano	80	penetração em fissuras e trincas > 0,1 mm trabalhabilidade: 60 min alongamento até 120 %

3.2 INJEÇÃO DE GEL ACRÍLICO – PARA GRANDE FLUXO DE ÁGUA

- O produto é composto de dois componentes que devem ser misturados no bico de injeção, por este motivo deve ser utilizada bomba específica para injeção bi-componente.
- O componente 'A' é formado por três sub-componentes líquidos 'A1', 'A2' e 'A3', o componente 'B' é formado por dois sub-componentes 'B1', na forma de pó e 'B2' na forma líquida.
- O tempo de reação é ajustável em uma relação direta com a dissolução do componente 'B1' em 'B2'. Para a correta determinação das quantidades de B1 em B2, deve ser consultado o catálogo técnico do fabricante; em linhas gerais uma dissolução de 4% acarreta um tempo de reação de 20 segundos e uma dissolução de 0,2% leva a um tempo de reação de aproximadamente 180 segundos, com valores intermediários em variação não linear.
- O tempo de reação deve ser testado antes da aplicação, misturando-se o produto em copos plásticos.

Nome fantasia do produto	Fabricante	Tipo	Viscosidade (cP)	Características e restrições
MC Injekt GL 95 TX	MC Bauchemie	Resina acrílica	30	penetração em trincas de qualquer abertura alta flexibilidade tempo de reação 37 a 180s

5. SERVIÇOS FINAIS

- Após 24 h, retirar os bicos de injeção e a resina de colmatção, utilizando-se politriz dotada

de disco rígido; dar acabamento com estuque de base cimentícia aditivado com polímero acrílico;

- Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
- ✓ Resistência à compressão (da resina): como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.
- ✓ Verificação de vazios de injeção por método NÃO-destrutivo conforme norma ABNT NBR 8802:2013 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica.
- ✓ Verificação de vazios de injeção por método destrutivo realizado através da extração de corpos de prova sobre a fissura tratada, tomando-se o cuidado de localizar as armaduras antes da perfuração, evitando seccioná-las. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 7680-1:2015 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
16.35.001	FDE	DEMARCAÇÃO DA ÁREA	m
10-10-00	SIURB	BICOS DE INJEÇÃO PARA RESINAS - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E POSTERIOR CORTE	un
-	-	TRATAMENTO DE TRINCAS ATIVAS COM PRESENÇA DE UMIDADE	litro

III.C.3 – RECONSTITUIÇÃO DA SELAGEM DE JUNTAS DE DILATAÇÃO COM MÁSTIQUE

Esta metodologia deverá ser aplicada em juntas de dilatação em passarelas ou elementos onde ocorra apenas o trânsito de pedestres.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)		PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)		MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO		MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
GERADOR		PINCEL
		ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
		ISOPOR OU FORMAS DE MADEIRA

2. REMOÇÃO DE JUNTA EXISTENTE

- Remoção da junta existente e eventuais obstruções por concreto por equipamento manual ou mecânico;
- Limpeza geral da superfície com escovação enérgica com escovas com cerdas de aço e remoção final com jato de ar.
- Caso se observe bordas esborcinadas, estas deverão ser recuperadas conforme metodologia para tratamento de concreto disgregado.

3. CALAFETAÇÃO DA JUNTA COM MÁSTIQUE

- Aplicação de material de fundo de junta para delimitar a profundidade de aplicação do selante. O fator de forma do material de vedação deverá atender as especificações do fabricante.



- Vedar a junta com mástique autonivelante, devendo ser utilizado um dos seguintes materiais conforme orientações do fabricante:

- ✓ DOW 902 RCS - DOW CORNING.
- ✓ SIKAFLEX PRO-3 – SIKA
- ✓ ANCHORTEC PU EX / ANCHORTEC

4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.01.02	DER-SP	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES	m ³
16.35.019	DER-SP	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m ²
27.02.09	DER-SP	LIMPEZA MANUAL C/ESCOVA ACO P/CONCRETO	m2
-	-	CALAFETAÇÃO DE JUNTA COM MÁSTIQUE ABERT. < 2,0CM	m
27.01.04	DER-SP	REMOCAO,CARGA E TRANSP.ENTULHO EM GERAL	txkm

III.G.2 – INSTALAÇÃO DE PINGADEIRA – CANTONEIRA EM PVC

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

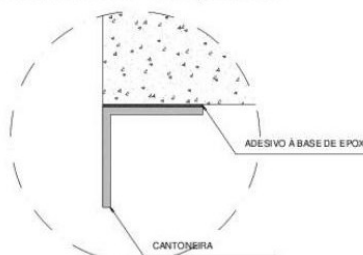
EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
MATELETE LEVE (elétrico)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	ADESIVOS À BASE DE RESINA EPÓXI	MARTELO OU MARRETA
GERADOR	PERFIL	ESPÁTULA
	CHUMBADORES (Ø 6,3 mm)	LIXA

2. PREPARO DA SUPERFÍCIE

- Apicoar e limpar o fundo da laje com o emprego de martelete elétrico e/ou ponteiro e marreta, a fim de remover os resíduos e conseguir uma melhor aderência entre o concreto velho e o adesivo a base de epóxi.
- Remover todos os detritos e resíduos das formas existentes na superfície onde vai ser aplicado.
- Jatear ou lixar o concreto, nas áreas de adesão do perfil para remover a nata de cimento, partes soltas ou contaminadas. Deixar as superfícies rugosas para aumentar a superfície de aderência.
- A limpeza deverá se estender por uma faixa de mais ou menos 5,0cm ao longo da borda da estrutura.
- Limpar as superfícies preparadas com ar comprimido ou estopa com álcool.
- Trincas em quaisquer direções próximas à junta podem ser potenciais pontos de vazamentos. Verificar com atenção as superfícies e reparar apropriadamente as trincas existentes.

3. INSTALAÇÃO DO PERFIL - PINGADEIRA EM PVC

- Aplicação do adesivo a base de epóxi de pega rápida tipo RAPID GEL da BASF ou equivalente no fundo de laje e no perfil tipo cantoneira.
- Colar o perfil tipo “cantoneira” de PVC com abas iguais de 1” na posição desejada, mantendo-o na pressionado sobre a superfície



- Caso necessário, poderão ser utilizados parafusos/chumbadores no auxílio da fixação das cantoneiras.
- Remover o excesso de adesivo epóxi com auxílio de uma espátula.

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.02.01	DER-SP	APICOAMENTO MANUAL C/ ELIMINAÇÃO DE SUP. LISAS	m ²
27.02.03	DER-SP	LIXAMENTO MANUAL DA SUPERFÍCIE DE CONCR.	m ²
16.35.019	DER-SP	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m ²
-	-	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PINGADEIRA EM PERFIL DE PVC	m

III.K.1 – TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – REMOÇÃO DE DETRITOS

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
GERADOR	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE		MARTELO OU MARRETA
		ESCOVAS OU VASSOURÕES
		PÁ / ENXADA

2. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

- Remoção manual de todo material particulado das superfícies, tais como solo, restos de formas e outros materiais, mediante ferramentas manuais como espátulas, vassouras, enxadas e pás.
- Realizar a montagem e conexões das mangueiras e dispositivos do equipamento de hidrojato.
- Realizar a limpeza destas superfícies com hidrojateamento de média pressão com bico em leque com pressão mínima de 10,0 MPa.
- O jateamento deve ser realizado com água limpa, isenta de contaminações.

3. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.01.02	DER-SP	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES	m ³
27.02.05	DER-SP	JATEAMENTO EM ESTR.CONCRETO COM AGUA	m ²
27.01.04	DER-SP	REMOCAO,CARGA E TRANSP.ENTULHO EM GERAL	txkm

III.K.2 – LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA

O hidrojateamento deve ser utilizado para remover sujeira e material solto, contaminações solúveis em água na superfície e nas cavidades superficiais, assim como para remover substâncias impregnadas bem como traços de fuligem, devido à ação química da poluição atmosférica.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (WAP)	ÁGUA	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
COMPRESSOR COM FILTRO	AGENTE DE LIMPEZA (DETERGENTE NEUTRO)	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
GERADOR		VASSOURAS E ESCOVAS DE LIMPEZA

2. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

- Em regiões com manchas de óleo ou graxa, realizar a limpeza da superfície com detergente neutro ou detergente específico para limpeza de superfícies de concreto.
- Aplicar jato de água potável sob pressão, com abertura do jato em leque, varrendo toda a superfície do concreto até o completo desprendimento de toda a sujeira, fungos, pintura ou verniz utilizado anteriormente para proteção da estrutura;
- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas procurando manter uma pressão adequada para remoção de partículas soltas;
- Executar de preferência movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;
- Jateamento com água a temperatura entre 40 e 50 °C se mostra bastante eficaz na remoção de incrustações decorrentes da corrosão do aço, mesmo com pressões inferiores às que seriam necessárias com água fria.
- Caso, em determinadas áreas, permaneçam gotas de água não absorvidas pelo substrato é indicação da presença de graxa ou substâncias oleosas.

3. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.02.05	DER-SP	JATEAMENTO EM ESTR.CONCRETO COM AGUA	m ²

III.K.3 – ESTUCAMENTO DE SUPERFÍCIES DE CONCRETO

O estucamento da superfície de concreto tem a finalidade de tamponar os poros, capilares, furos, vazios, bolhas ou microfissuras, sem que haja formação de película sobre o concreto, pretendendo uma maior durabilidade da estrutura; tem também a finalidade de regularizar a superfície e equalizar a coloração da superfície original com a superfície recém tratada para, eventualmente, receber a aplicação de pintura hidrofugante e verniz de proteção.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA	ÁGUA	ESCOVAS
LIXADORA	CIMENTO CP-II-E-40	VASSOURAS
	CIMENTO BRANCO	LIXA
	RESINA ACRÍLICA	ESPÁTULA / DESEMPENADEIRA
	MANTA TIPO BIDIM OU CURAFLEX	PULVERIZADOR MANUAL DE ÁGUA

2. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

- Retirada das partículas soltas e pulverulentas da superfície de concreto, através de hidrojateamento com pressão até 10MPa e bico tipo leque.
- Lixamento mecânico preliminar, executado com lixadeira elétrica equipada com discos de lixa de carbureto de silício com 24 a 36 grãos/cm² (lixa grossa).
- A lixa deve ser mantida paralela à superfície em tratamento, procurando-se fazer movimentos circulares, uniformizando ao máximo a superfície, substituindo-se a lixa sempre que necessário, evitando-se a ocorrência de manchas e “queima” superficial do concreto.
- Fazer uma nova lavagem para eliminação do pó proveniente do lixamento com hidrojateamento de alta pressão com bico em leque. Anteriormente à lavagem, o material pulverulento pode ser removido com vassouras ou brochas de pelo macio.
- Após a limpeza das superfícies, promover a saturação do concreto, até início de escoamento superficial da água lançada, indicando a saturação do concreto.
- Aplicação de pasta de estucamento em toda a superfície de concreto (já na condição de saturada e seca), tamponando-se os poros e regularizando a superfície do concreto, de modo que somente os poros e pequenas irregularidades sejam preenchidos e não haja formação de camada ou película sobre a superfície (estruque raspado); a aplicação poderá ser feita com espátula, desempenadeira metálica, betumadeira ou espuma;
- Após 4 a 8 minutos, concluir a aplicação com espátula de aço pressionando-se a mesma fortemente, de modo a evitar a formação de uma camada, com bolhas de ar aprisionadas, sobre o concreto, ou seja, a argamassa de estucamento deverá ter

ET-ECS.000.000-OAE/01 Rev.00

uma consistência tal que permita preencher furos, cavidades, vazios, bolhas ou microfissuras, sem que haja formação de película sobre o concreto.

- O acabamento deverá ser dado com desempenadeira de aço, ou feltrada (espuma) dependendo do acabamento que se queira conferir à superfície.
- O estuque poderá ser dosado em canteiro (pasta de cimento aditivada com emulsão acrílica) ou ser pré-formulado (produtos encontrados no mercado), o estuque deve ser formulado na cor do concreto aparente com utilização de cimento Portland mais cimento branco.
- Para preparação da pasta de estuque, misturar manualmente e diretamente num caixote, cimento Portland (CP II 32 ou CP III 32), cimento branco estrutural, resina acrílica e água no traço 2:1:1:1 em volume. Se necessário para melhorar a eficiência do processo de mistura, utilizar um misturador.
- A proporção relativa entre o cimento Portland e cimento branco, poderá ser alterada para obtenção de colorações mais claras ou mais escuras de modo a obter uma tonalidade similar a da estrutura original, deverão ser realizadas amostras para definição da coloração a ser adotada, com traços variando entre 1:1, 1.5:1 e 2:1. Após definido o traço, adicionar 1 parte de adesivo à base de resina acrílica para concretos e argamassas para 1 parte de água, em volume, ou no traço recomendado pelo fabricante.
- Decorridas cerca de 2 (duas) horas, deverá ser iniciado o processo de cura do estuque, através de aplicação de borrifos de água sobre a superfície, utilizando-se pulverizador manual de água, mantendo-se a superfície úmida pelo menos por 3 (três) dias.
- Nestas primeiras 36 horas, deverá ser evitada a radiação solar direta através do uso de anteparos.
- Após a cura do estuque, retirar os excessos (camadas superficiais) através de lixamento manual com lixa no 100, deixando apenas o material depositado nos poros e pequenas cavidades;
- Após o lixamento superficial, limpar as superfícies através de hidrojateamento de alta pressão com bico em leque, retirando todo o material pulverulento. Anteriormente à lavagem, o material pulverulento pode ser removido com vassouras ou brochas de pelo macio.

3. ARGAMASSA DE “MAKE UP”

- Em algumas situações extremas, quando o estucamento convencional não é suficiente para a regularização da superfície, principalmente com relação à uniformidade de coloração, pode-se optar pela aplicação de argamassa de “Make up” de modo a se obter uma superfície homogênea e regularizada.
- A sequência de operação é a mesma descrita nos item 3 com a diferença que se aplica a argamassa de modo a manter uma película de no máximo 2 mm sobre a superfície tratada.
- Neste caso deverá ser utilizada argamassa preparada industrialmente, não sendo permitida sua preparação no canteiro.

- Especial atenção deverá ser dada à cura da película de argamassa, para evitar-se a fissuração por retração. A superfície deverá ser mantida úmida, com molhagem intermitente por sete dias e nas primeiras 36 horas deverá ser evitada a radiação solar direta através do uso de anteparos.

4. PRODUTOS

- Emulsão acrílica:
 - ✓ RHEOMIX 104 - BASF - traço recomendado (adesivo:água) - (1:1);
 - ✓ DENVERFIX ACRÍLICO - Denver Global - traço recomendado (adesivo:água) - (1:2);
 - ✓ CHAPIX AR - ANCHORTEC - traço recomendado (adesivo:água) - (1:2);
 - ✓ MURAFAN 39 - MC BAUCHEMIE - traço recomendado (adesivo:água) - (1:1);
 - ✓ SIKA SUPERFIX - SIKA - traço recomendado (adesivo:água) - (1:2);
- Produtos formulados para estucamento:
 - ✓ EMACO R300 - BASF;
 - ✓ ANCHORMASSA FC 2 - ANCHORTEC.
 - ✓ DENVERTEC 600 - DENVERGLOBAL
 - ✓ MC- QUICKTOP - MC BAUCHEMIE - disponível em 4 tons de cinza
 - ✓ ZENTRIFIX KM 110 - MC BAUCHEMIE
 - ✓ SIKATOP 120 BR - SIKA
- Produtos formulados para "Make Up":
 - ✓ EMACO R300 - BASF - aderência 28 dias / 2 MPa
 - ✓ DENVERTEC 600 - DENVERGLOBAL - aderência 28 dias / 2 MPa
 - ✓ SIKAMONOTOP 622 BR – SIKA - aderência 28 dias / 1 MPa
 - ✓ ZENTRIFIX KM 110 - MC BAUCHEMIE - aderência 28 dias / 2 MPa
 - ✓ MC-QUICKTOP - MC BAUCHEMIE - disponível em 2 tons de cinza
 - ✓ VIAPLUS STUC - VIAPOL - aditivado com fibras sintéticas

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.02.05	DER-SP	JATEAMENTO EM ESTR.CONCRETO COM AGUA	m ²
27.16.01	DER-SP	ESTUCAMENTO DE SUPERFÍCIES DE CONCRETO	m ²

III.K.5 – TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – PINTURA BASE LATÉX ACRÍLICO

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
COMPRESSOR COM FILTRO	ÁGUA	PINCEL, BROCHA, ROLO DE PINTURA
GERADOR	SOLVENTE	BANDEJA PARA TINTA
	TINTA LATÉX ACRÍLICA	PULVERIZADOR OU PISTOLA AIRLESS

2. SERVIÇOS INICIAIS

- As superfícies do concreto deverão ser limpas através de hidrojetamento conforme metodologia LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA.
- Todos os poros, fissuras e demais irregularidades deverão ser tratados através de estucamento da superfície realizado conforme metodologia ESTUCAMENTO DE SUPERFÍCIES DE CONCRETO.

3. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

- Após a cura e polimento do estucamento, com a superfície limpa e seca, aplicar a 1ª demão de tinta uniformemente mediante a utilização de rolo de lã ou pincel ou pistola airless.
- Aplicar a 1ª demão de tinta mediante a utilização de rolo de lã ou pincel ou pistola airless.
- Para obras já pintadas na cor cinza “concreto”, a cor da nova pintura deve atender a tonalidade já existente no caso de aplicação parcial.

4. PRODUTOS

Utilizar tinta látex acrílica que atenda aos requisitos da norma ABNT NBR 11702:2011 – Tintas para edificações não industriais, sendo indicado o uso das abaixo apresentadas:

- ✓ ACRÍLICA LÁTEX KEN TONE - SHERWIN WILLIAMS;
- ✓ SUVINIL ACRÍLICO PREMIUM FOSCO - SUVINIL
- ✓ DECORA NEUTRO FOSCO - CORAL
- ✓ FLEXACRIL TINTA ACRÍLICA - INTERNATIONAL
- ✓ FUSECRIL LATEX - VIAPOL.

5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
27.14.04	DER-SP	PINTURA ACRILICA - 2DEMAOS	m ²

III.L.1 – LIMPEZA E PREPARO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (mínimo de 1.700 bar / 25.000 psi de pressão)	ÁGUA	PINCEL,
LIXADORA ELÉTRICA	LIXA	TALHADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	REMOVEDOR	MARRETA
GERADOR		ESCOVA COM CERDAS DE AÇO
MARTELETE		ESPÁTULA

2. ASPECTOS GERAIS

A superfície deverá estar íntegra e em condições perfeitas. A remoção da pintura existente deverá ser realizada através dos seguintes preparos ou a combinação destes, seguindo os padrões indicados.

Caso se constate perdas de seção do aço após sua limpeza, o projetista deverá ser consultado caso não seja previsto reforço da seção / elemento em questão.

3. PADRÕES DE PREPARO MÍNIMO

TIPO DE PREPARO	NORMA BRASILEIRA	PADRÃO DA SUPERFÍCIE APÓS TRATAMENTO
LIMPEZA MANUAL	ABNT NBR 15.329:2014 – Tratamento de superfícies de aço com ferramentas manuais e mecânicas	Padrão St2 da Norma Sueca SIS 05 59 00 e ISO 8.501-1
LIMPEZA COM FERRAMENTAS MECÂNICAS MANUAIS	ABNT NBR 15.329:2014 – Tratamento de superfícies de aço com ferramentas manuais e mecânicas	Padrão St3 da Norma Sueca SIS 05 59 00 e ISO 8.501-1
LIMPEZA POR HIDROJATEAMENTO	ABNT NBR 7348:2017 – Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jato abrasivo e hidrojateamento	Padrão WJ-1 - Superfície livre de todo o óxido, tinta e corpos estranhos com acabamento no metal com ou sem manchas. O seu aspecto pode ser semelhante ao metal branco S3 ou metal quase branco Sa 2 ½ em locais com forte ferrugem ou cinza claro até cinza escuro conforme grau de óxido ferrítico.

3. CUIDADOS IMPORTANTES

- Em locais com manchas de óleo, graxa ou gordura, realizar a limpeza com solvente. Estas substâncias gordurosas, se não forem removidas, prejudicarão a aderência da película da tinta.
- No caso de uso de removedores tensoativos (detergentes), deve-se realizar um lavagem com água de forma intensa na superfície, pois resíduos podem prejudicar a aderência da tinta.
- Nos locais onde haja defeitos superficiais, deve-se proceder a remoção por esmerilhamento.
- Realizar inspeção de toda a superfície após o término da limpeza, verificando se o padrão de limpeza atende os padrões requeridos.
- **A superfície metálica deverá ser revestida com a primeira demão de primer antes que ocorra qualquer início de oxidação. O tempo máximo decorrido entre a limpeza e a aplicação da 1ª demão não deverá ultrapassar 4 horas, sendo conveniente abreviá-lo o mais rápido possível.**
- **Não pintar ou preparar a superfície do aço com umidade relativa do ar acima de 85%.**
- **Evitar qualquer contaminação da superfície tratada ou mesmo entre as demãos com suor através de contato das mãos ou outras partes do corpo. Esta contaminação pode gerar bolhas no sistema de pintura e acelerar a corrosão da superfície.**

4. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE POR PROCESSO MANUAL

- Remover a ferrugem estratificada (escama de ferrugem) manualmente com auxílio de martelos, talhadeiras ou outras ferramentas manuais de impacto, manta não tecida de fibras sintéticas impregnadas com abrasivos ou a combinação das mesmas.
- Para remover a ferrugem ou carepas soltas ou não aderentes, utilizar escovas de arame de aço, lixas, raspadores ou combinação dos mesmos.
- Nos trechos de solda com escória impregnadas na superfície ou salpicos de soldagem, estes deverão ser removidos por meio de raspagem manual ou emprego de ferramentas manuais de impacto e área ser limpa em sequência com escovas de aço.
- Limpar toda a superfície com jato de ar filtrado, de maneira a remover eventuais resíduos ou poeira.

5. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE POR MÉTODO MECÂNICO

- Remover a ferrugem estratificada (escama de ferrugem) com o auxílio de marteletes, escovas rotativas, lixadeiras, etc ou a combinação das mesmas.
- Em cantos, frestas ou pontos de difícil acesso, a limpeza deverá ser complementada através de processos manuais.
- Limpar toda a superfície com jato de ar filtrado, de maneira a remover eventuais resíduos ou poeira.
- Caso a superfície fique com aspecto polido após o tratamento, melhorar a rugosidade da superfície através de lixamento.

6. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE POR HIDROJATEAMENTO

- Remover a carepa de laminação, ferrugem, tinta ou outros materiais contaminantes através de jato de água de alta pressão.
- Utilizar no processo água limpa, isenta de contaminações ou sais, bem como o bico de aplicação deve ser do tipo "leque" ou "pé de pato".
- A faixa de operação das pressões no hidrojateamento deverá ser à ultra-alta pressão (UHPH) acima de 25.000 psi (acima de 1700 bar).
- A pressão a ser utilizada deverá ser regulada no início nos serviços, de modo que esta retire as oxidações e a pintura deteriorada, porém sem danificar a estrutura metálica ou modificar o perfil de rugosidade da superfície.
- Limpar toda a superfície com jato de ar filtrado, de maneira a remover eventuais resíduos ou poeira.

7. DEFEITOS OBSERVADOS NA SUPERFÍCIE

Embora não sejam considerados estritamente como contaminantes, os defeitos na superfície contribuem para o aparecimento de falhas no revestimento e precisam ser retificadas como parte do processo de preparação.

LAMINAÇÕES DA SUPERFÍCIE

Esses defeitos provavelmente ficarão expostos após o jateamento, quando eles tendem a se projetar acima da superfície. Estes devem ser removidas por esmerilhamento ou lixamento rotativo.

RACHADURAS E FISSURAS PROFUNDAS

Esse tipo de defeito pode conter umidade, a qual cria células de corrosão. Esses defeitos devem ser esmerilhados, a menos que sejam muito profundos, caso em que devem ser preenchidos com solda e depois suavizados.

INCLUSÕES

Todas as inclusões nas superfícies das chapas de aço, inclusive as carepas de laminação não removidas na cabine automática de jateamento, devem ser removidas por descascamento e esmerilhamento. Depois, a superfície pode ser preenchida com solda e suavizada se necessário.

BORDAS AFIADAS OU CANTO VIVO

Todas as bordas afiadas devem ser esmerilhadas, inclusive as bordas cortadas a maçarico. As bordas afiadas sejam suavizadas a um raio de 2-3mm.

CORDÕES DE SOLDA IRREGULARES

Os cordões de solda automáticos são geralmente lisos e não apresentam problemas de revestimento, mas as soldas manuais podem ter bordas afiadas ou irregulares que podem causar a ruptura do revestimento. As irregularidades devem ser removidas por esmerilhamento.

8. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
16.48.001	FDE	LIXAMENTO MANUAL	M2
16.48.002	FDE	LIXAMENTO GROSSO OU FINO COM LIXADEIRA ELÉTRICA	M2
27.02.05	DER-SP	JATEAMENTO EM ESTR.CONCRETO COM AGUA	M2

III.L.2 – TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES EM AÇO CARBONO

A projetista deverá ajustar o sistema de pintura conforme o macroclima em que a obra está inserida.

1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
COMPRESSOR COM FILTRO	ÁGUA	PINCEL, BROCHA, ROLO DE PINTURA
GERADOR	LIXA Nº100	BANDEJA PARA TINTA
	RESINAS DE PROTEÇÃO	PULVERIZADOR OU PISTOLA AIRLESS
	SOLVENTE	HÉLICE MISTURADORA

2. CUIDADOS IMPORTANTES

- Os serviços de pintura deverão seguir as orientações da norma ABNT NBR 14847:2002 – Inspeção de serviços de pintura em Superfícies Metálicas - Procedimento.
- Utilizar padrão visual de cores existente ou conforme orientações da Concessionária.
- A empresa executante deve-a apresentar um procedimento de aplicação contendo as seguintes informações:
 - Preparo de superfície e esquema de pintura a ser usado;
 - Recebimento e armazenamento;
 - Processo de aplicação das tintas;
 - Retoques no esquema de pintura;
 - Plano de controle de qualidade e relatórios de acompanhamento e liberação.

3. SISTEMAS DE PROTEÇÃO

O sistema de proteção a ser aplicado deverá conforme classes de agressividade abaixo:

Categoria de corrosividade (ISO 12944-2)	Descrição	Sistema de pintura	Espessura final do filme seco (micras)
C3 (média)	Atmosferas urbanas e industriais com poluição moderada por dióxido de enxofre	Primer Epóxi (PE) + Intermediária Epoxi (E) + Final Poliuretano (P)	80 (PE) + 120 (E) + 200 (P)

C4 (Alta)	Áreas industriais e costeiras com salinidade moderada	Primer Epóxi (PE) + Intermediária Epoxi (E) + Final Poliuretano (P)	80 (PE) + 200 (E) + 280 (P)
C5-I (muito alta industrial)	Áreas industriais com alta unidade e atmosfera agressiva	Primer Epóxi com zinco (PEzn) + Intermediária Epoxi (E) + Final Poliuretano (P)	80 (PEzn) + 200 (E) + 280 (P)
C5I-M (Muito alta marinha)	Áreas costeiras e offshore com alta salinidade	Primer Epóxi com zinco (PEzn) + Intermediária Epoxi (E) + Final Poliuretano (P)	80 (PEzn) + 240 (E) + 320 (P)

TINTA PRIMER OU INTERMEDIÁRIA - EPOXI

Tinta de fundo (primer) base epóxi, bicomponente, sem solvente, com o auxílio de rolo, pincel ou "air less". Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- MACROPOXI HS BS de fabricação da SUMARÉ / SHERWIN WILLIAMS
- OXIBAR DTS 535 de fabricação da TINTAS RENNER
- FOSPOX P125 de fabricação da ANCHORTEC

TINTA PRIMER OU INTERMEDIÁRIA – EPOXI COM ZINCO

Tinta de fundo (primer) base epóxi com zinco, bicomponente, que atenda à Norma Petrobrás N-2630, sem solvente, com o auxílio de rolo, pincel ou "air less". Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- MACROPOXI HS BS de fabricação da SUMARÉ / SHERWIN WILLIAMS
- REVRAN PHZ 528 de fabricação da TINTAS RENNER
- FOSPOX P125 de fabricação da ANCHORTEC
- LACKPOXI N 2630 de fabricação da WEG

TINTA DE ACABAMENTO / FINAL - POLIURETANO

Tinta base poliuretano acrílico alifático, bicomponente, que atenda à Norma Petrobrás N-2677, com o auxílio de pincel ou sistema "air less". Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- SUMATANE HS BRILHANTE de fabricação da SUMARÉ
- RETHANE FLV 653 de fabricação da TINTAS RENNER
- FOSTHANE P274 de fabricação da ANCHORTEC.
- LACKTHANE N 2677 de fabricação da WEG

3. APLICAÇÃO DA PINTURA

- Após o preparo da superfície conforme metodologia específica, o processo de

ET-ECS.000.000-OAE/01 Rev.00

aplicação da pintura dever ser iniciado imediatamente.

- A superfície metálica deverá ser revestida com a primeira demão de primer antes que ocorra qualquer início de oxidação. O tempo máximo decorrido entre a limpeza e a aplicação da 1ª demão não deverá ultrapassar 4 horas, sendo conveniente abreviá-lo o mais rápido possível.
- **Não pintar ou preparar a superfície do aço com umidade relativa do ar acima de 85%, em dias chuvosos, excessivamente quentes ou frios ($t < 10^{\circ}\text{C}$), bem como, com ventos intensos.**
- O primer deverá ser aplicado com rolo de lã ou trincha, atendendo ao consumo especificado. A camada de primer deverá ser protegida de insolação direta durante a aplicação. Caso haja dúvidas quanto à perfeita selagem da superfície deverá ser aplicada uma nova demão.
- A primeira demão da tinta deverá ser diluída em solvente apropriado, indicado na embalagem. A tinta preparada poderá ser utilizada em até 4 hs após o preparo, as embalagens trazem as instruções específicas de cada fabricante em função da temperatura ambiente.
- A segunda demão deve ser aplicada entre 6 a 8 hs após a primeira, diluindo-se a mistura como indicado pelo fabricante. A terceira e última demão deverá ser aplicada pura respeitando-se o intervalo de 6 a 8 hs.
- Se o tempo limite máximo de aplicação da demão subsequente for ultrapassado, será necessário lixar a superfície ou aplicar o fundo preparador recomendado pelo fabricante, para garantir aderência satisfatória entre camadas.
- **O executor dos serviços deverá acompanhar a qualidade do sistema de pintura aplicado através dos seguintes ensaios:**
 - Acompanhamento da pintura com utilização de pente úmido;
 - **Espessura da película de tinta seca:** realizada por amostragem após cura por cada demão aplicada, utilizando aparelho portátil magnético unipolar, utilizando como referencia a Norma SSPC - PA nº 2.
 - **Aderência da película de tinta seca:** realizado conforme norma ABNT NBR 11003:2010 - Tintas - Determinação da aderência, com padrão de aceitação X_0 ou Y_0 a X_1 ou Y_1 .

Nos pontos de realização dos ensaios, deverá ser realizada a limpeza da superfície e aplicado novamente o sistema de proteção.

4. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
COMP L.2.1	COMPOSIÇÃO	APLICAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO SUPERFICIAL EM ESTRUTURAS METÁLICAS, INCLUINDO TRATAMENTO E LIMPEZA DA SUPERFÍCIE E APLICAÇÃO DE PRIMER, TINTA INTERMEDIÁRIA E TINTA DE ACABAMENTO	M2

III.M.48 – METODOLOGIA PARA REMOÇÃO, ADEQUAÇÃO E REINSTALAÇÃO DE GUARDA-CORPOS METÁLICO

ÁREA A SER REPARADA:

Região em que os guarda-corpos encontram-se avariados e necessitam ser substituídos.

EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS:

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GRAUTE	TALHADEIRA
MAÇARICO	AGENTE DE CURA	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO		RESERVATÓRIO DE ÁGUA
GERADOR		COLHER DE PEDREIRO / DESEMPENADEIR. ESPATULA
		TRENA OU RÉGUA
		CAÇAMBA

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

ETAPA 1 – Adequação das fixações

Adequação das novas fixações do guarda corpo, de acordo como o projeto original.

ETAPA 2 – Instalação dos guarda corpos

Reinstalar os módulos do guarda-corpo conforme projeto original, garantindo que as chapas de fixação fiquem sobre o concreto reconstituído (aparentes) e não embutidas. Esse serviço deve ser executado juntamente com a reconstituição da borda de concreto conforme a metodologia - Metodologia para Reparos Profundos com Graute, graute - fornecimento, preparo e aplicação.

III.M.49 – METODOLOGIA DE REPARO EM ÁREAS DO PASSEIO QUE APRESENTEM IRREGULARIDADES

ÁREA A SER REPARADA:

Trecho em que o passeio se encontra irregular.

EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS:

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	CONCRETO	TALHADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	AGENTE DE CURA	MARTELO OU MARRETA
GERADOR		RESERVATÓRIO DE ÁGUA
		COLHER DE PEDREIRO / DESEMPENADEIRA ESPATULA
		TRENA OU RÉGUA
		CAÇAMBA

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

ETAPA 1 – Demolição

Demolir o contrapiso existente até a profundidade de 5cm.

Expor o substrato de concreto, deixando-o levemente rugoso (com exposição do agregado graúdo).

ETAPA 2 – Limpeza

Após a remoção do concreto deteriorado, executar a limpeza da área apicoada através de ar comprimido. A superfície deve ficar isenta de partículas e de óleo limpeza de superfície com jato de ar.

ETAPA 3 – Preparação

Após a limpeza deverá ser colocado a tela de aço, tela de aço soldada nervurada, ca-60, q-283 (4,48 kg/m²), diâmetro do fio = 6,0 mm, espaçamento da malha = 10 x 10 cm. Proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto).

ETAPA 4 – Execução

Lançar concreto fck 30,0MPa / brita 0 / slump 80 ± 10cm, concreto usinado, fck = 30 MPa.

ETAPA 5 – Cura

Após a concretagem realizar a cura química.

Substituir 30% da água de amassamento por emulsão acrílica (exceto PVA), visando a melhorar aderência e impermeabilidade.

ETAPA 6 – Acabamento

Executar acabamento superficial sarrafeado e execução de revestimento conforme concepção arquitetônica original da estrutura.

III.M.51 – TRATAMENTO DE FISSURAS COM ADESIVO ESTRUTURAL FLUIDO A BASE DE RESINA EPOXI

QUALIDADE DO SUBSTRATO

O substrato deve estar seco, limpo, livre de impurezas, pinturas, poeira, óleo, graxa, desmoldante, nata de cimento, ferrugem, etc.

MÉTODO DE APLICAÇÃO

A aplicação deve ser efetuada utilizando uma espátula, pincel, trincha ou outros meios equivalentes, tendo cuidado para preencher bem todas as cavidades. Uma camada entre 1 e 2 mm de espessura é o suficiente para promover aderência. O produto não deve ser diluído.

4.0 - ESTRUTURAS



Nº do Projetista

-

Rev

.

01

Emissão:

19/05/2025

Folha:

1/22



Resp. Técnico/Projetista:

Engº Antranig Muradian

Antranig Muradian Engenharia Ltda.

CREA 0600142533

Responsável Técnico - Concessionária.

Lote:

-

Rodovia:

PR-407

Nº ANTT

EPR-407PR-002+650-OAE-ANT-RT-C4-001

Trecho:

km 02+040 ao km 03+380

Verificado:

Objeto:

Passarela km 2+650

Memória de Cálculo – Verificação da travessia

Aprovado:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Projetista:

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA
CONSULTORIA E PROJETOS

00	19/05/25	Antranig Muradian				
V	Data	Resp.Téc/Proj	Resp.	D	Re	Aprovado – ANTT

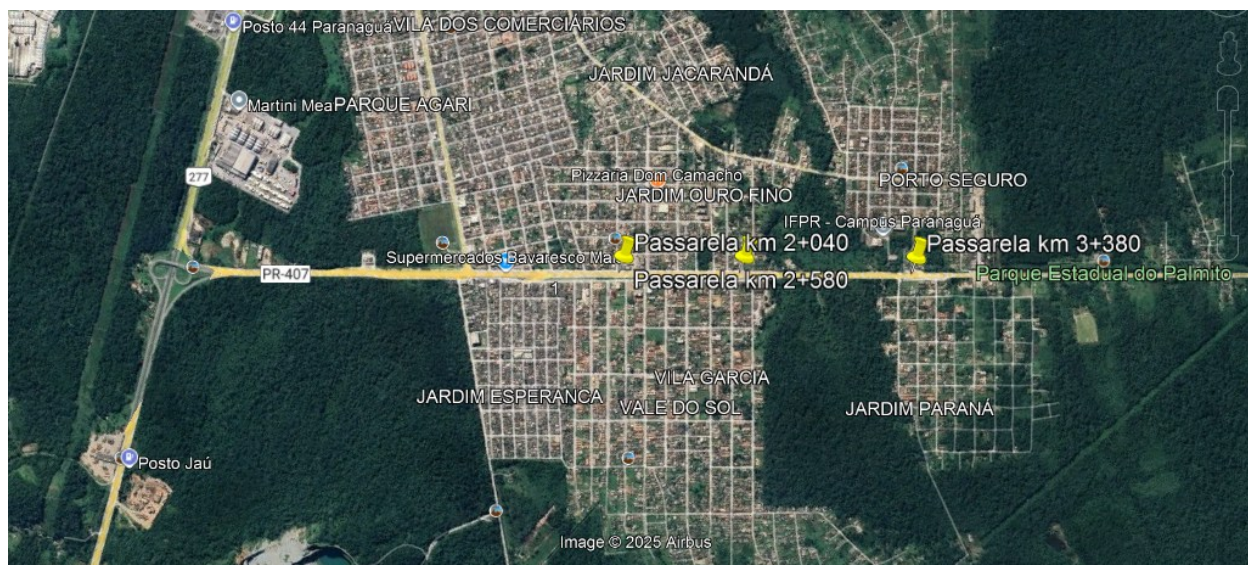
SUMÁRIO

1. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRAFIAS.....	3
2. MATERIAIS	4
2.1. CONCRETO	4
2.2. AÇOS.....	4
3. DESENHOS ESQUEMÁTICOS.....	4
3.1. Implantação	4
3.2. Vista- Viga da Travessia	5
3.3. Detalhes das Longarinas.....	6
4. MODELOS ESTRUTURAIS	8
4.1. MODELO - PASSARELA	8
4.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO MODELO	10
5. Carregamentos.....	11
5.1. Peso próprio da estrutura	11
5.2. Peso do Pavimento	11
5.3. Peso da estrutura metálica de proteção e guarda-corpo	11
5.4. Retração e Variação de Temperatura	11
5.5. Vento	12
5.6. Cargas móveis devido à passagem de pedestres	12
5.7. Carga horizontal excepcional	12
6. Verificação das Longarinas da travessia.....	12
6.1. Esforços Solicitantes.....	13
7. V1 (Longarina externa)	15
7.1. Verificações para ELS – $V1=V3$ (Longarinas externas)	15
7.2. Verificações para ELU – $V1=v3$ (Longarinas externas)	16
7.3. Verificações para Cisalhamento – $V1=v3$ (Longarinas externas)	
17	
8. V2 (Longarina interna)	18
8.1. Verificações para ELS – $V2$ (Longarina interna)	18
8.2. Verificações para ELU – $V2$ (Longarina interna)	19
8.3. Verificações para Cisalhamento – $V2$ (Longarina interna)	20
9. Deformações	21
10. Conclusões.....	22

INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar a verificação estrutural das vigas longarinas que compõe a passarela de pedestres existente no km 2+650 da Rodovia PR-407 – Rodovia Eng. Argus Thá Heyn, ligando Paranaguá a Pontal do Paraná.

Figura 1 – Localização das Passarelas no km 2+650 da Rodovia PR-407



Fonte: Google Earth

1. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRAFIAS

Para elaboração do projeto estrutural, foram utilizados os seguintes documentos:

- **Fusco** – Técnica de Armar as Estruturas de Concreto, 1995;
- **Montoya, Meseguer & Moran** – Hórmigon Armado – TOMO II, 1973;
- **NBR 6118** – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, 2023;
- **NBR 6122** – Projeto e Execução de Fundações, 2019;
- **NBR 7188** – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre – 2024;
- **NBR 8681** – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento, 2003.

2. MATERIAIS

Classe de agressividade ambiental (CAA-II)

2.1. CONCRETO

Vigas da travessia

$f_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$

2.2. AÇOS

Para a armadura passiva

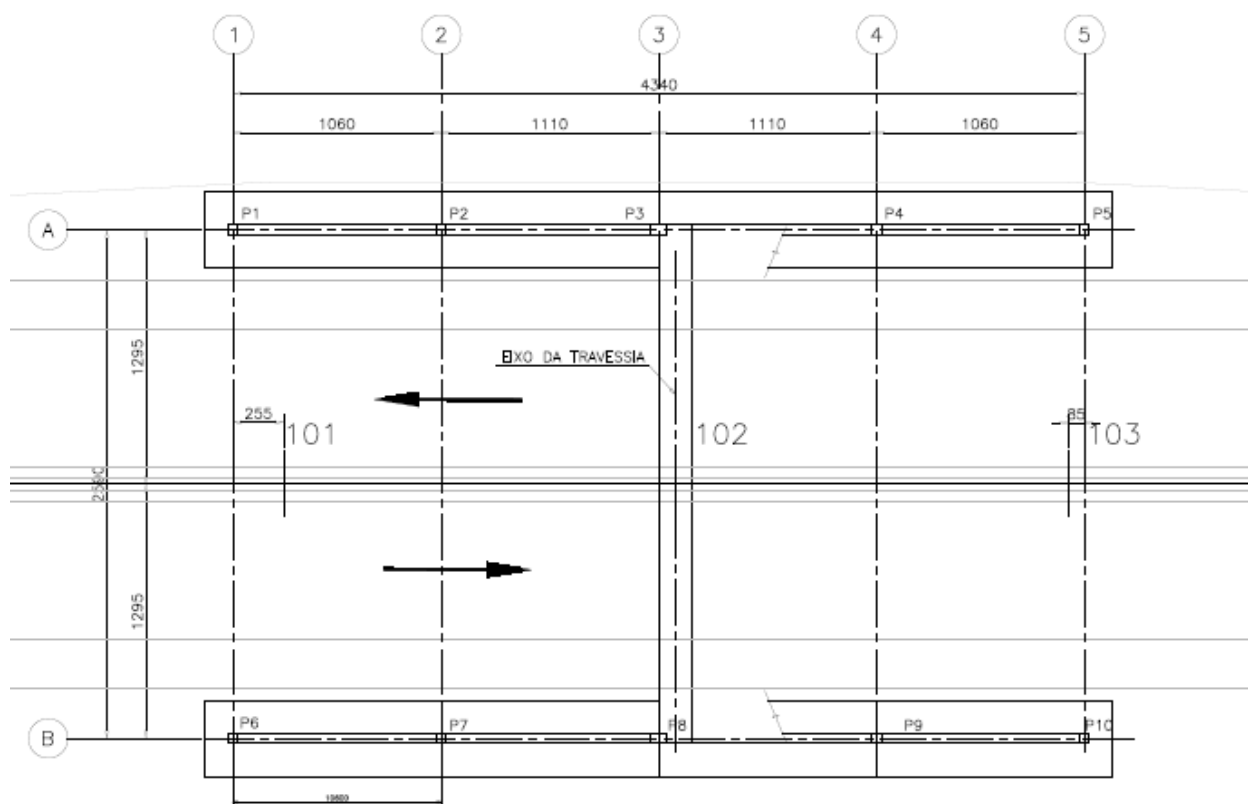
CA-50.

Para a armadura protendida

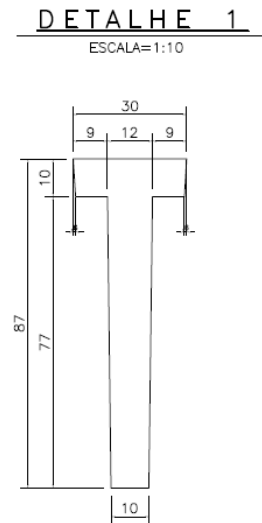
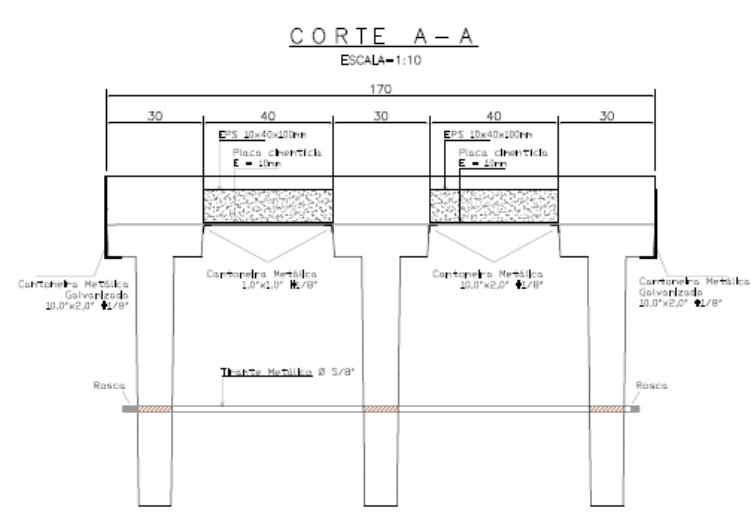
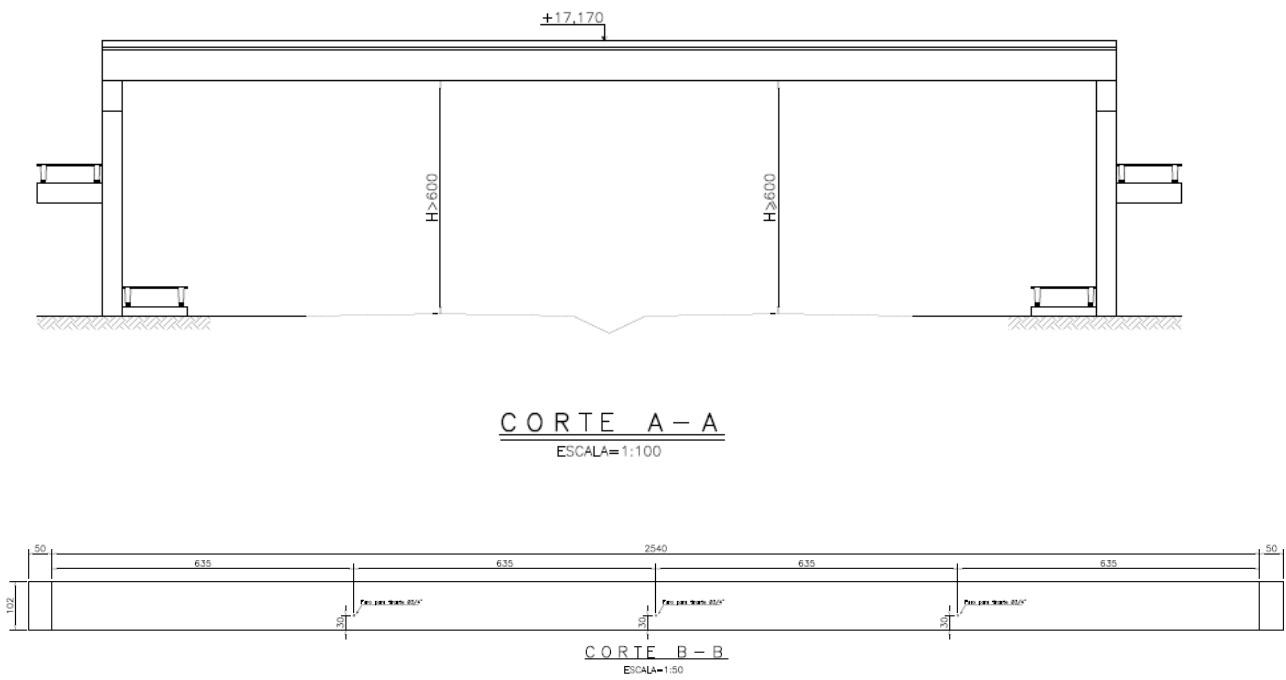
CP-190 RB

3. DESENHOS ESQUEMÁTICOS

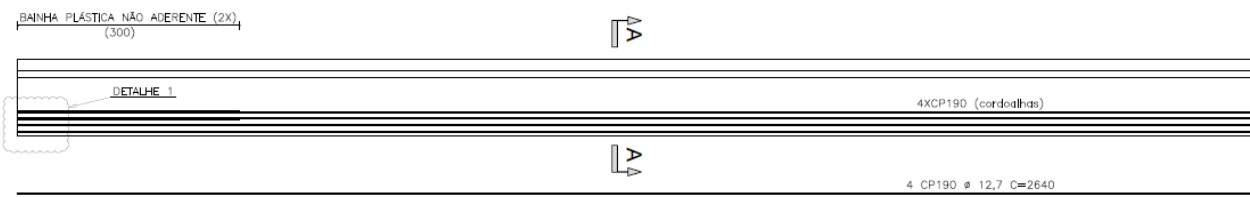
3.1. IMPLANTAÇÃO



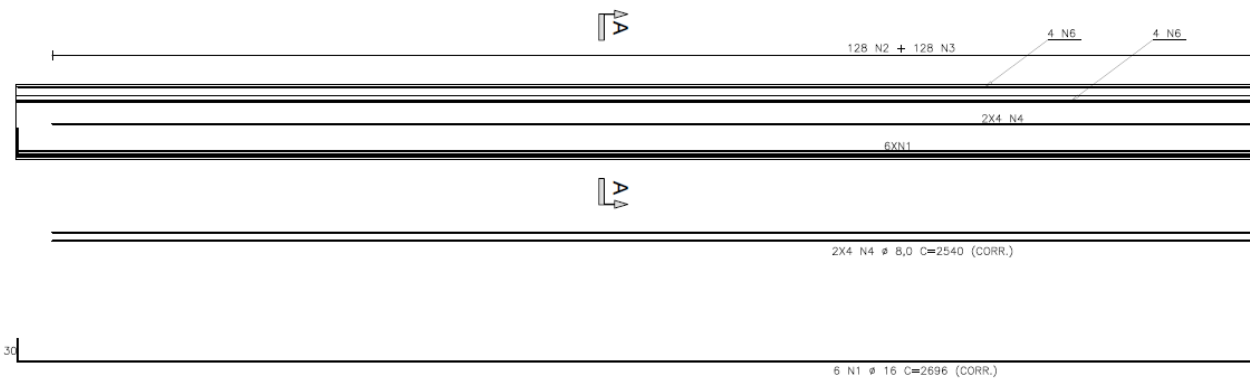
3.2. VISTA- VIGA DA TRAVESSIA



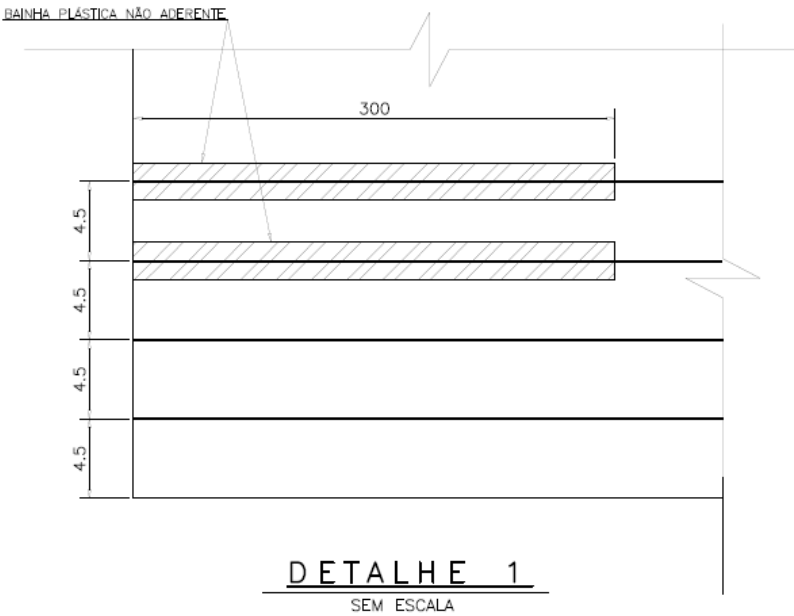
3.3. DETALHES DAS LONGARINAS

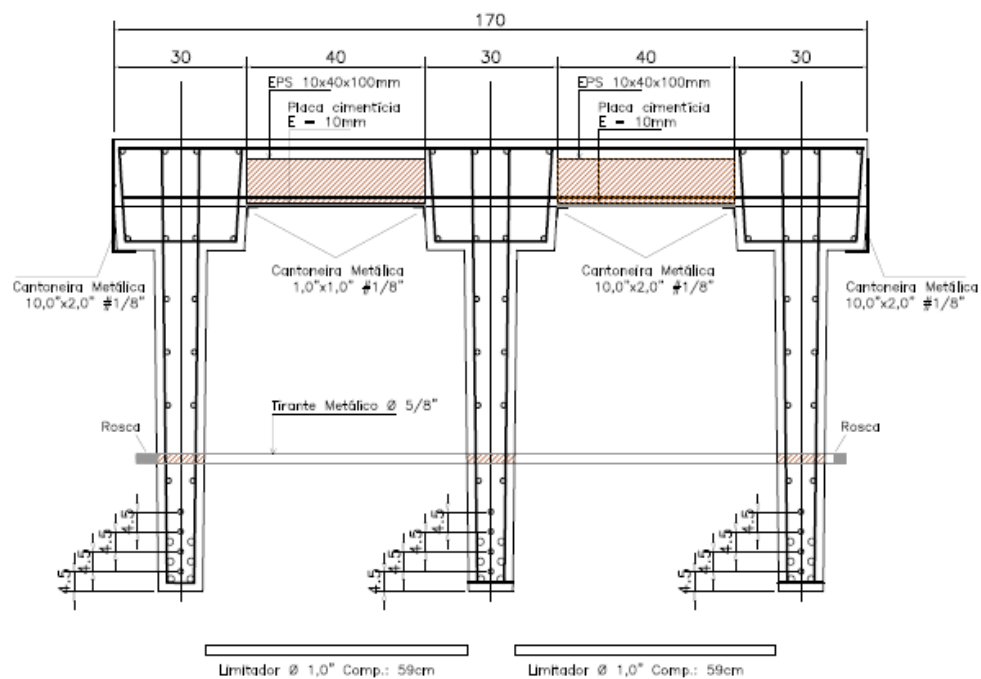


ELEVAÇÃO CABO
PROTENDIDO (3X)
ESCALA=1:50

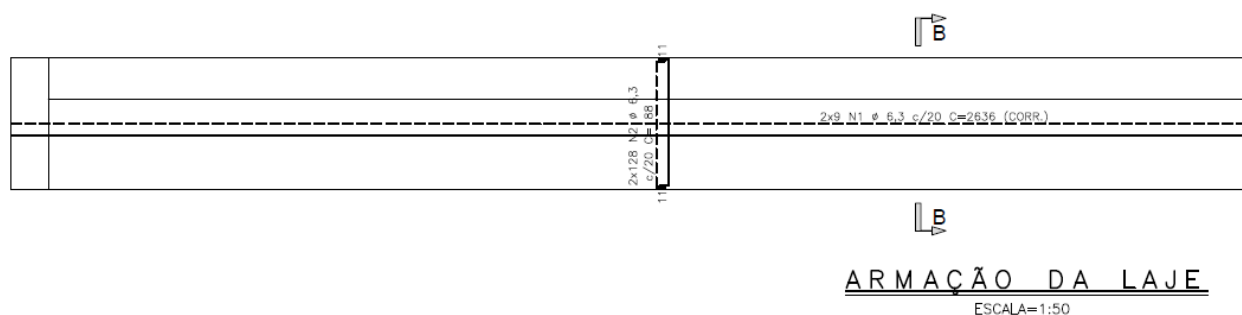


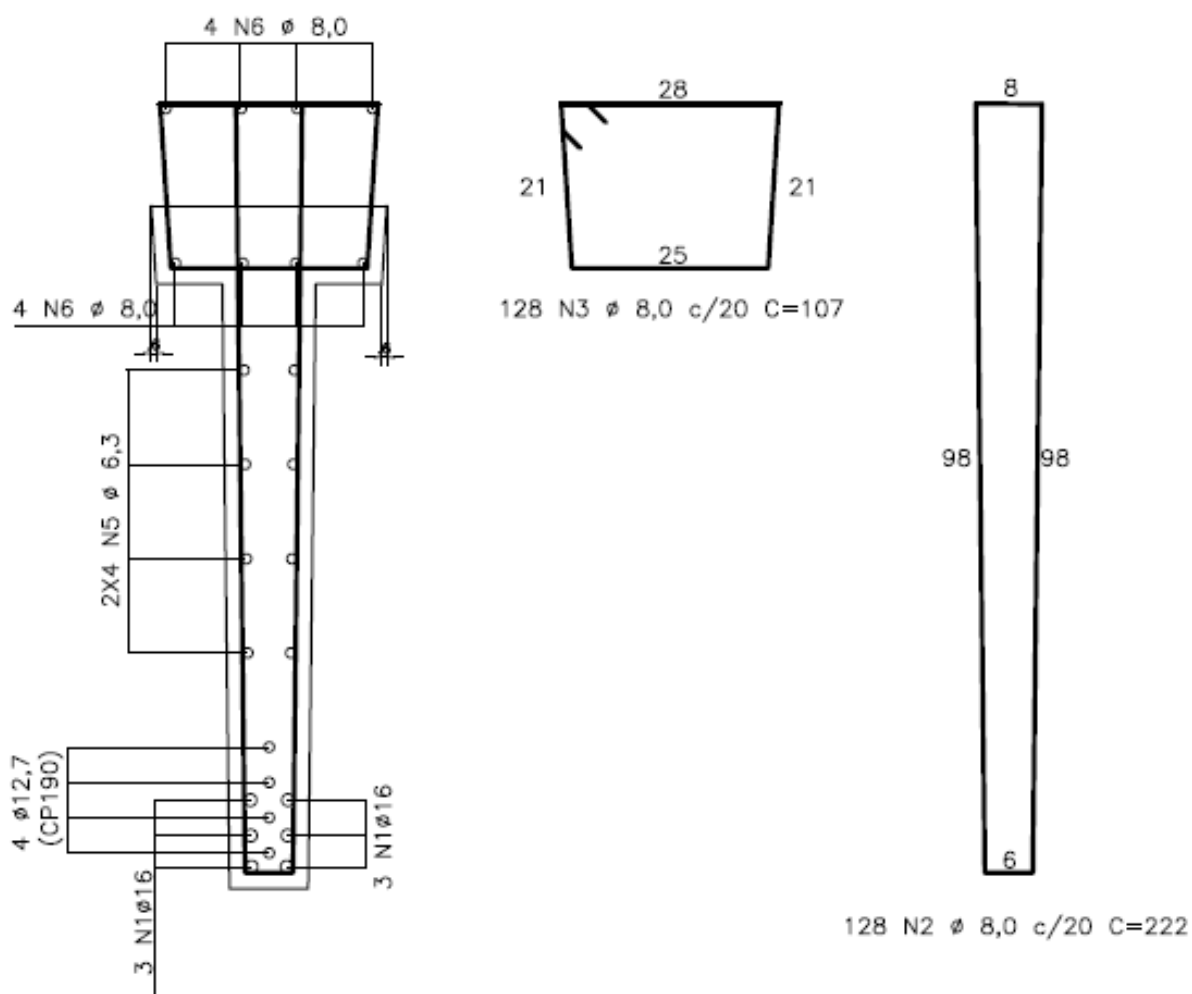
CORTE LONGITUDINAL
DAS VIGAS (3X)
ESCALA=1:50





Obs.: De acordo com a vistoria, a laje não foi executada com uso de EPS e Placa cimentícia, e sim laje maciça moldada "in loco". Além da vistoria, o desenho de armação da laje reforça essa constatação.



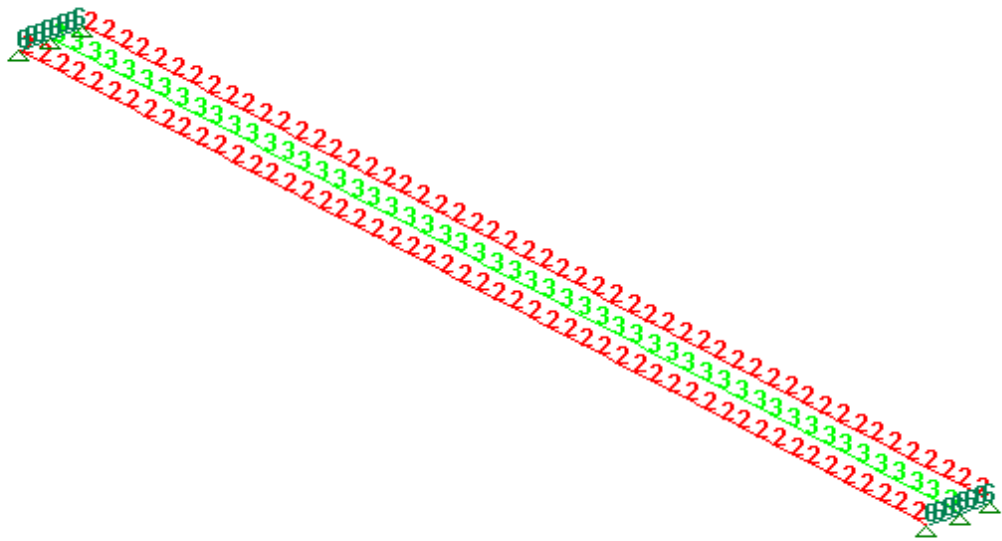
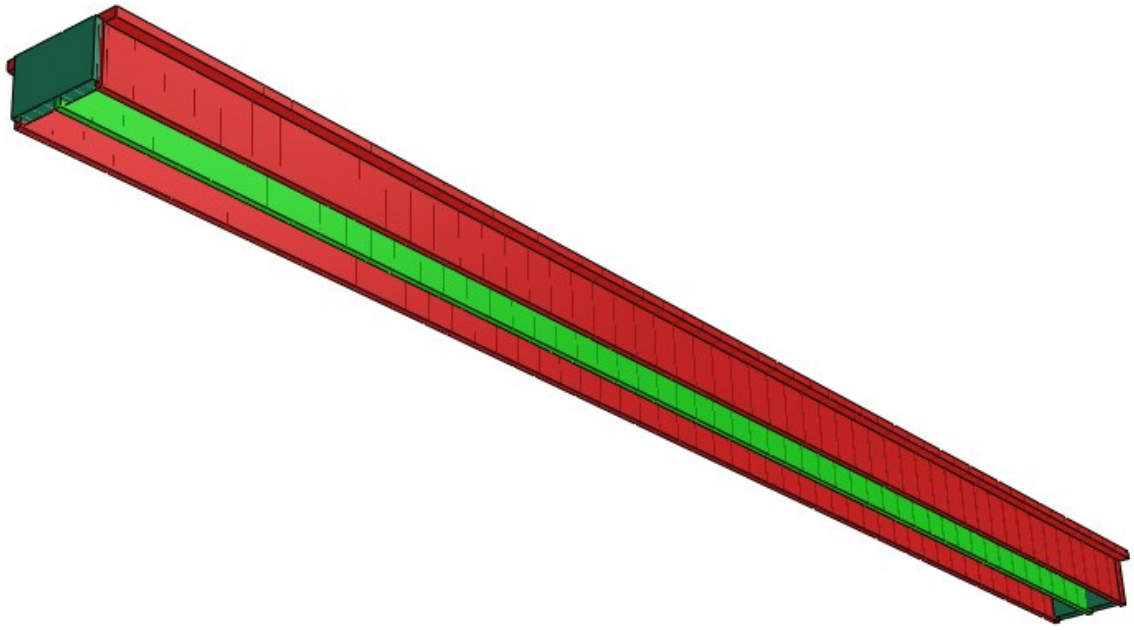


4. MODELOS ESTRUTURAIS

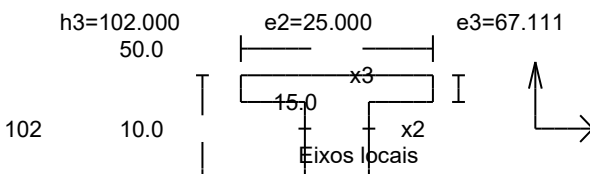
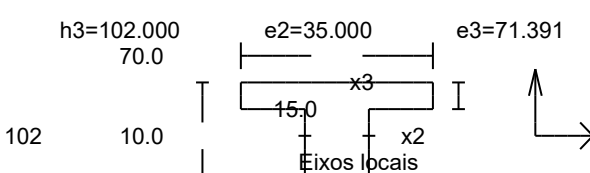
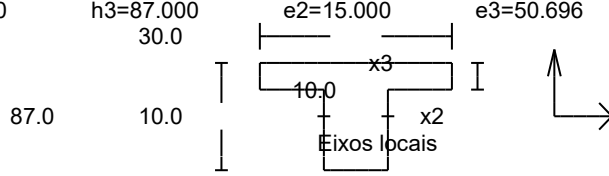
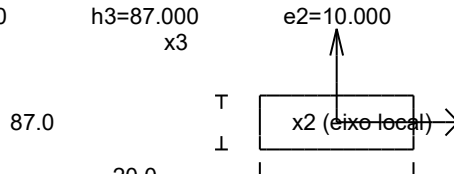
4.1. MODELO - PASSARELA

O modelo estrutural da travessia da passarela foi desenvolvido utilizando o programa de elementos finitos – STRAP. Para simular o comportamento das vigas, foram empregados elementos de barras e para a laje elementos de placa.

Na concepção do modelo foram consideradas todas as peças que constituem a superestrutura da travessia da passarela, e seus respectivos pesos próprios, pavimento e guarda corpos para a determinação do carregamento permanente. Considerou-se também os carregamentos de vento, pedestres sobre a passarela, temperatura e retração de concreto.



4.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO MODELO

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIIDADE N.1 -					
Espessura = Material = 2 - C35		15.000			
PROPRIIDADE N.2 - longarina borda					
A=0.1620E+04 *0.69 Material = 2 - C35 h2=50.000	I2=0.1610E+07 h3=102.000 50.0	I3=0.1635E+06 e2=25.000	J=0.8129E+05 e3=67.111	SF2=0.500 SF3=0.500	
PROPRIIDADE N.3 - longarina interna					
A=0.1920E+04 *0.6 Material = 2 - C35 h2=70.000	I2=0.1806E+07 h3=102.000 70.0	I3=0.4360E+06 e2=35.000	J=0.1038E+06 e3=71.391	SF2=0.500 SF3=0.500	
PROPRIIDADE N.4 - Longarina simples					
A=0.1070E+04 Material = 2 - C35 h2=30.000	I2=0.7915E+06 h3=87.000 30.0	I3=0.2892E+05 e2=15.000	J=0.3618E+05 e3=50.696	SF2=0.500 SF3=0.500	
PROPRIIDADE N.5 - P5					
Espessura = Material = 2 - C35		0.500			
PROPRIIDADE N.6 - transversina					
A=0.1740E+04 Material = 2 - C35 h2=20.000	I2=0.1098E+07 h3=87.000 x3	I3=0.5800E+05 e2=10.000	J=0.1984E+06 *0.1 e3=43.500	SF2=0.850 SF3=0.850	

5. CARREGAMENTOS

5.1. PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA

Determinado com base nas áreas das seções transversais e peso específico do concreto ($\gamma = 2.50 \text{ tf/m}^3$). O peso próprio da superestrutura é composto pelos seguintes carregamentos:

g1: peso próprio das vigas

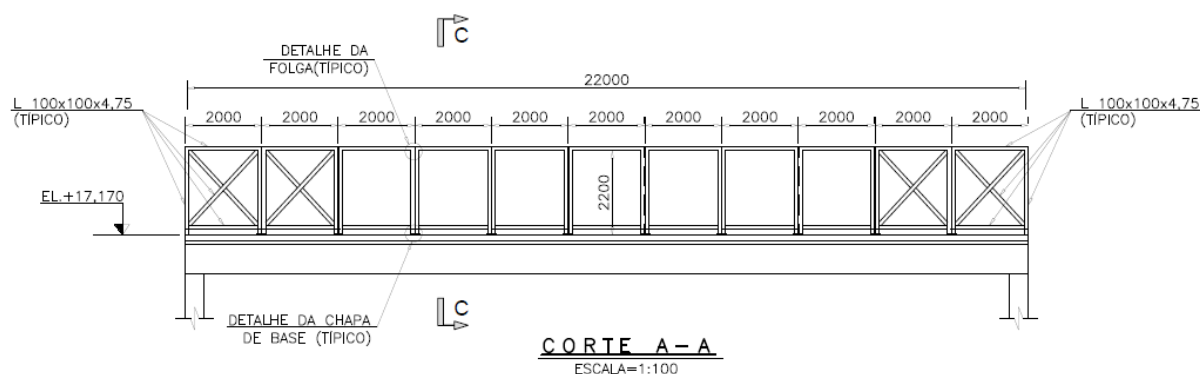
g2: peso próprio da laje

5.2. PESO DO PAVIMENTO

Não há pavimento sobre as lajes da passarela.

5.3. PESO DA ESTRUTURA METÁLICA DE PROTEÇÃO E GUARDA-CORPO

Determinado com base nas áreas das seções transversais e peso específico do aço ($\gamma = 7.85 \text{ tf/m}^3$)



g3: peso próprio da estrutura metálica de proteção e guarda-corpo

5.4. RETRAÇÃO E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

Retração + Variação de temperatura (Δt)

a) variação de temperatura	-15	°C
b) retração do concreto	-20	°C
c) def. do concreto, devido a protensão	-15	°C
Total	-50	°C

5.5. VENTO

$$V_0 = \boxed{43} \text{ m/s}$$

$$S_1 = \boxed{1.0} -$$

$$S_2 = \boxed{0.83} -$$

$$S_3 = \boxed{1.1} -$$

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$V_k = \boxed{39.45} \text{ m/s}$$

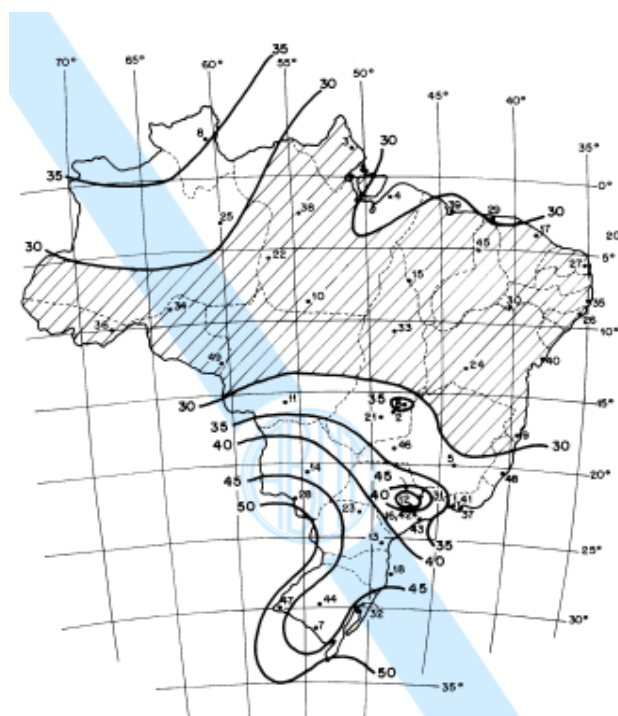
$$q = 0,613 \cdot (V_k)^2$$

$$q = \boxed{95.4} \text{ kgf/m}^2$$

$$Ca = \boxed{2} -$$

$$F = Ca \cdot q \cdot Ae$$

$$F = 0.191 \cdot Ae \text{ tf}$$



5.6. CARGAS MÓVEIS DEVIDO À PASSAGEM DE PEDESTRES

Carregamento considerado sobre a laje da travessia com intensidade igual a 0,50 tf/m².

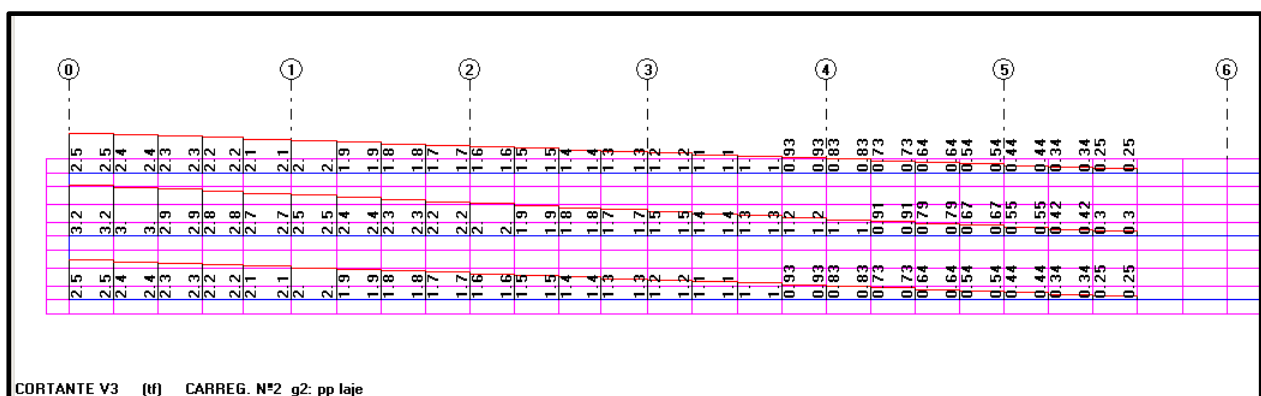
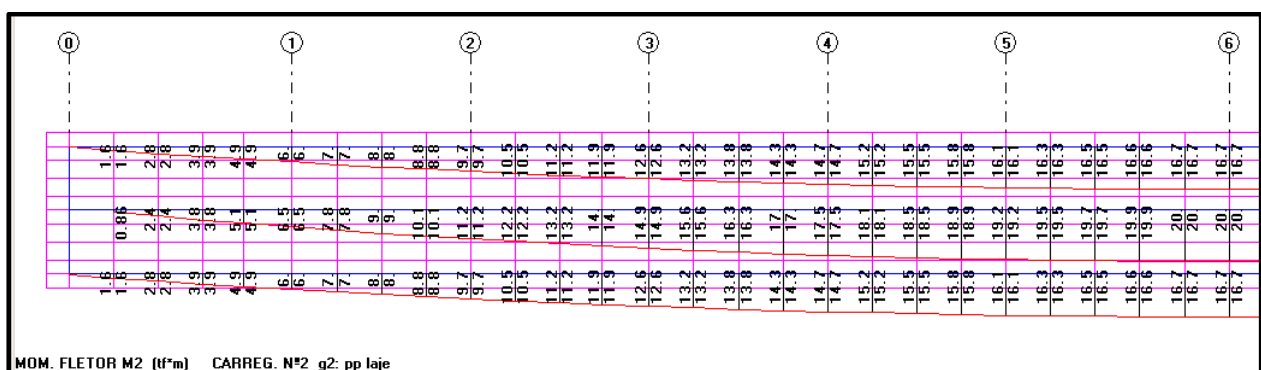
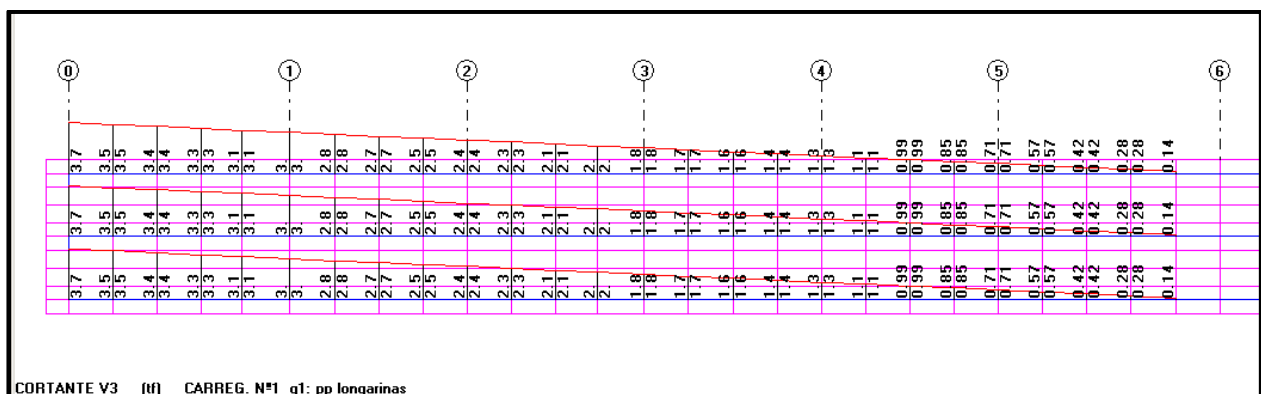
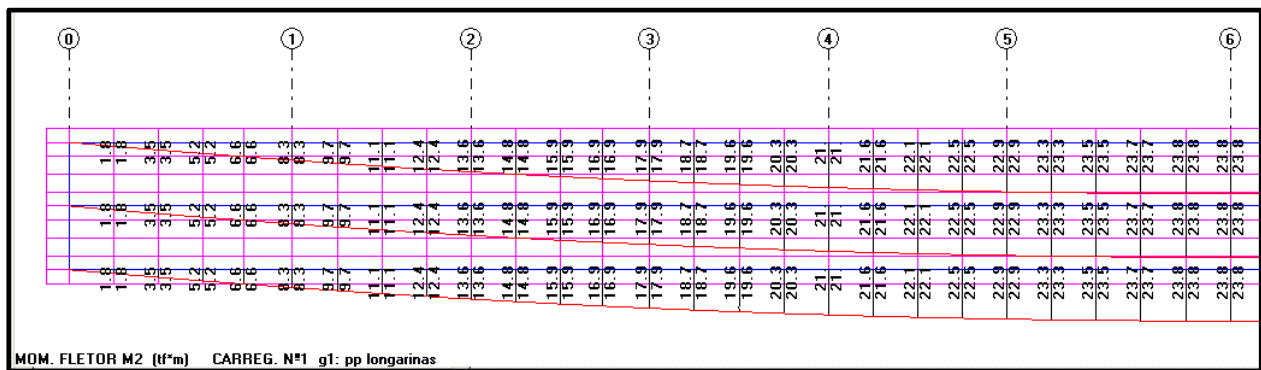
5.7. CARGA HORIZONTAL EXCEPCIONAL

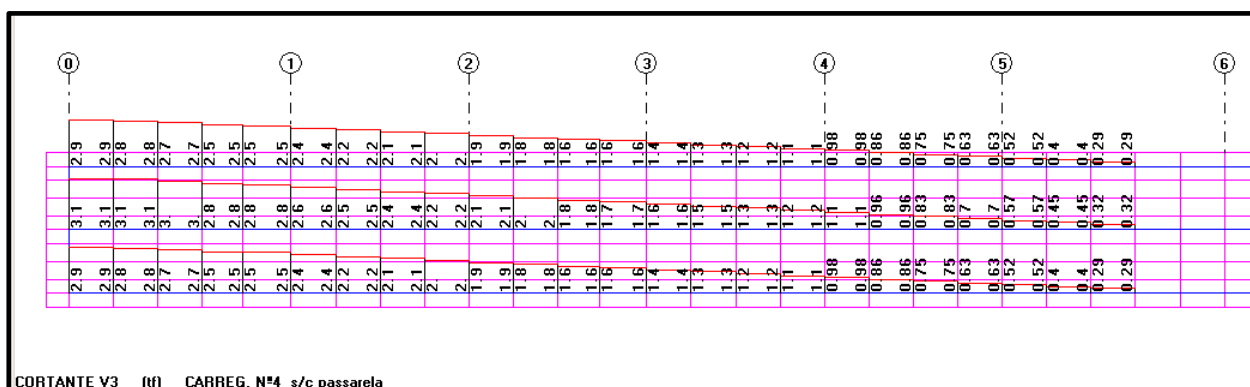
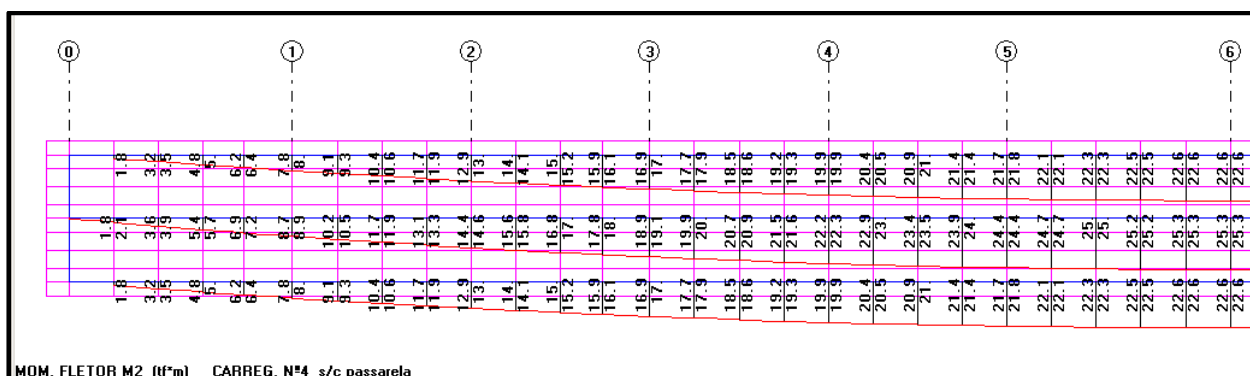
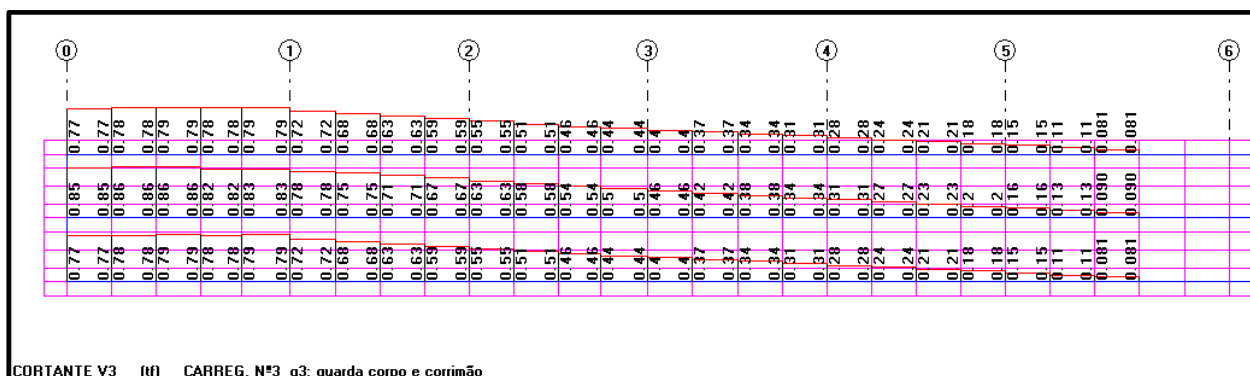
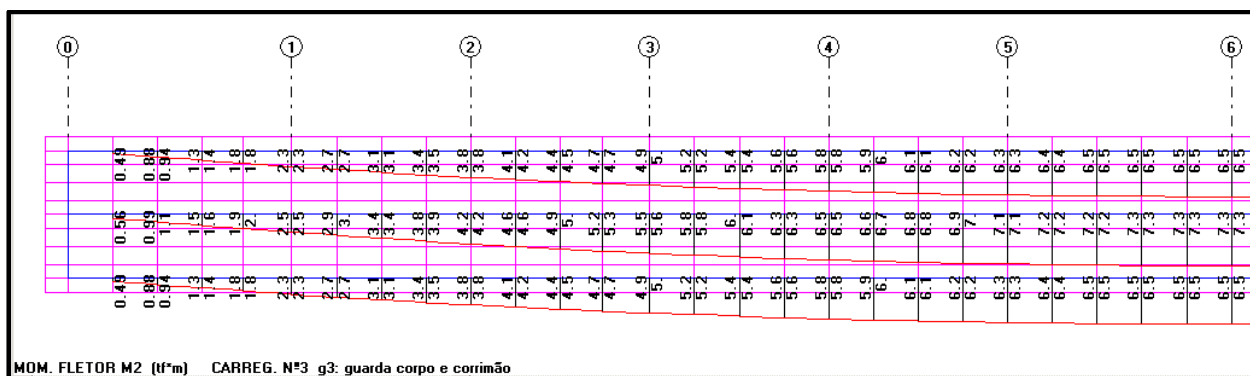
Não foi considerada carga de impacto exigida pela NBR 7188/13 (item 6.2) Carga de 10 tf pontual no ponto mais desfavorável da estrutura da passarela no sentido do tráfego sob a passarela.

6. VERIFICAÇÃO DAS LONGARINAS DA TRAVESSIA

①	②	③	④	⑤	⑥
V1					
V2					
V3					

6.1. ESFORÇOS SOLICITANTES





7. V1 (LONGARINA EXTERNA)

7.1. VERIFICAÇÕES PARA ELS – V1=V3 (LONGARINAS EXTERNAS)

Seções	Características Geométricas - (Viga)							Características Geométricas - (Viga+Laje) Homogeneizada						
	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)
0 x=0,00m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
1 x=2,492m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
2 x=4,484m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
3 x=6,475m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
4 x=8,468m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
5 x=10,46m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
6 x=12,95m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038

Seções	Esforços Solicitantes								Cablagem	
	Mq1 (tf.m) s/ Coef Impacto	Mq1 (tf.m)	Mq2 (tf.m)	Mq total (tf.m)	Mg1' (tf.m)	Mg1'' (tf.m)	Mg2 (tf.m)	Mg total (tf.m)	Mp (tf.m)	Np (tf)
0 x=0,00m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	-11.5	-26.1
1 x=2,492m	8.0	8.0	0.0	8.0	8.3	6.0	2.3	16.60	-11.5	-26.1
2 x=4,484m	13.0	13.0	0.0	13.0	13.6	9.7	3.8	27.10	-20.6	-52.3
3 x=6,475m	17.0	17.0	0.0	17.0	17.9	12.6	5.0	35.50	-20.6	-52.3
4 x=8,468m	19.9	19.9	0.0	19.9	21.0	14.7	5.8	41.50	-20.6	-52.3
5 x=10,46m	21.8	21.8	0.0	21.8	22.9	16.1	6.3	45.30	-20.6	-52.3
6 x=12,95m	22.6	22.6	0.0	22.6	23.8	16.7	6.5	47.00	-20.6	-52.3

Tensões nas fibras superiores e inferiores										Ψ ₁	Ψ ₂			
Seções		σ _{pi} (tf/m²)	σ _{p∞} (tf/m²)	σ _{g1'} (tf/m²)	σ _{g1''} (tf/m²)	σ _{g2} (tf/m²)	σ _{g total} (tf/m²)	σ _{q1} (tf/m²)	σ _{q2} (tf/m²)	σ _{q1+q2} (tf/m²)	Comb. Frequente (tf/m²)	Comb. Quase-Permanente (tf/m²)		
0 x=0,00m	sup	134	124	0	0	0	0	0	0	0	124	124		
	inf	-881	-816	0	0	0	0	0	0	0	-816	-816		
1 x=2,492m	sup	134	124	-271	-196	-38	-504	-131	0	-131	-147	-433		
	inf	-881	-816	518	375	61	893	211	0	211	-298	288		
2 x=4,484m	sup	196	182	-444	-317	-62	-823	-213	0	-213	-262	-853		
	inf	-1625	-1506	849	606	100	1556	343	0	343	-656	393		
3 x=6,475m	sup	196	182	-584	-411	-82	-1077	-278	0	-278	-402	-1173		
	inf	-1625	-1506	1118	787	132	2037	449	0	449	-388	980		
4 x=8,468m	sup	196	182	-686	-480	-95	-1260	-325	0	-325	-504	-1403		
	inf	-1625	-1506	1312	918	153	2383	526	0	526	-194	1403		
5 x=10,46m	sup	196	182	-748	-526	-103	-1376	-356	0	-356	-566	-1550		
	inf	-1625	-1506	1430	1006	166	2602	576	0	576	-75	1672		
6 x=12,95m	sup	196	182	-777	-545	-106	-1428	-369	0	-369	-595	-1616		
	inf	-1625	-1506	1487	1043	172	2701	597	0	597	-19	1792		
											Comb. σ _{p∞} +σ _{g1} (tf/m²)	Comb. Rara (tf/m²)	Comb. Frequente (tf/m²)	Comb. Quase-Permanente (tf/m²)
											124	124	124	124
											-816	-816	-816	-816
											-147	-511	-433	-419
											-298	288	161	140
											-262	-853	-726	-704
											-656	393	187	153
											-402	-1173	-1007	-979
											-388	980	711	666
											-504	-1403	-1208	-1176
											-194	1403	1087	1035
											-566	-1550	-1337	-1301
											-75	1672	1327	1269
											-595	-1616	-1394	-1357
											-19	1792	1434	1375

A viga não atende aos limites de tensões de serviço especificados na NBR-7197 para protensão limitada.

7.2. VERIFICAÇÕES PARA ELU – V1=V3 (LONGARINAS EXTERNAS)

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas Passarelas EPR Longarina de 26m (Externa)-V1

Seção S6

$$\gamma_{f(g)} = 1.3$$

$$\gamma_{f(q)} = 1.5$$

a) Momentos atuantes :

$$Mg1' = 23.80 \text{ tf.m}$$

$$Mg1'' = 16.70 \text{ tf.m}$$

$$Mg2 = 6.50 \text{ tf.m}$$

$$Mg3 = 0.00 \text{ tf.m}$$

$$Mq = 22.62 \text{ tf.m}$$

Momento solicitante de cálculo :

$$Msd = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$Msd = 95.03 \text{ tfm}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$Cg \text{ da armadura (m)} : 0.1125$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP -
fck (MPa) 35

190 RB

c) Geometria da seção transversal

$$h \text{ (m)} = 1.02$$

$$b \text{ (m)} = 0.5$$

$$d \text{ (m)} = 0.91$$

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = 2125$$

$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 14.87$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{Msd} = 9.208$$

$$k_y = 0.116$$

$$k_z = 0.942$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = 0.1049$$

$$A_p \text{ necess.} = \frac{Msd}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = 7.47 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_p \text{ existente} = 3.95 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{pR}/A_{pN} = 0.528$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = 3.53 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_s \text{ complementar} = 12.06 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$A_s \text{ existente} = 12.07 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)} \quad \text{Ok!}$$

A viga atende aos critérios de segurança para o ELU.

8. V2 (LONGARINA INTERNA)

8.1. VERIFICAÇÕES PARA ELS – V2 (LONGARINA INTERNA)

Seções	Características Geométricas - (Viga)							Características Geométricas - (Viga+Laje) Homogeneizada						
	Área (m ²)	Inércia (m ⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m ³)	W inf (m ³)	Área (m ²)	Inércia (m ⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m ³)	W inf (m ³)
0 x=0,00m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
1 x=2,492m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
2 x=4,484m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
3 x=6,475m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
4 x=8,468m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
5 x=10,46m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
6 x=12,95m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040

Seções	Esforços Solicitantes								Cablagem	
	Mq1 (tf.m) s/ Coef Impacto	Mq1 (tf.m)	Mq2 (tf.m)	Mq total (tf.m)	Mg1' (tf.m)	Mg1'' (tf.m)	Mg2 (tf.m)	Mg total (tf.m)	Mp (tf.m)	Np (tf)
0 x=0,00m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	-11.5	-26.1
1 x=2,492m	8.9	8.9	0.0	8.9	8.3	6.5	2.5	17.30	-11.5	-26.1
2 x=4,484m	14.6	14.6	0.0	14.6	13.6	11.2	4.2	29.00	-20.6	-52.3
3 x=6,475m	19.1	19.1	0.0	19.1	17.9	14.9	5.6	38.40	-20.6	-52.3
4 x=8,468m	22.3	22.3	0.0	22.3	21.0	17.5	6.5	45.00	-20.6	-52.3
5 x=10,46m	24.4	24.4	0.0	24.4	22.9	19.2	7.1	49.20	-20.6	-52.3
6 x=12,95m	25.3	25.3	0.0	25.3	23.8	20.0	7.3	51.10	-20.6	-52.3

Tensões nas fibras superiores e inferiores												Ψ ₁	Ψ ₂		
Seções		σ _{pi} (tf/m ²)	σ _{p∞} (tf/m ²)	σ _{g1'} (tf/m ²)	σ _{g1''} (tf/m ²)	σ _{g2} (tf/m ²)	σ _{g3} (tf/m ²)	σ _{g total} (tf/m ²)	σ _{q1} (tf/m ²)	σ _{q2} (tf/m ²)	σ _{q1+q2} (tf/m ²)	Comb. σ _{p∞} +σ _{q1} (tf/m ²)	Comb. Rara (tf/m ²)	Comb. Frequente (tf/m ²)	Comb. Quase- Permanente (tf/m ²)
0 x=0,00m	sup	134	124	0	0	0	0	0	0	0	0	124	124	124	124
	inf	-881	-816	0	0	0	0	0	0	0	0	-816	-816	-816	-816
1 x=2,492m	sup	134	124	-271	-212	-33	0	-516	-118	0	-118	-147	-510	-439	-427
	inf	-881	-816	518	406	63	0	924	224	0	224	-298	332	198	175
2 x=4,484m	sup	196	182	-444	-366	-56	0	-865	-194	0	-194	-262	-877	-761	-741
	inf	-1625	-1506	849	700	106	0	1655	368	0	368	-656	517	296	259
3 x=6,475m	sup	196	182	-584	-486	-74	0	-1145	-253	0	-253	-402	-1216	-1064	-1039
	inf	-1625	-1506	1118	931	141	0	2190	481	0	481	-388	1165	876	828
4 x=8,468m	sup	196	182	-686	-571	-86	0	-1343	-296	0	-296	-504	-1457	-1279	-1250
	inf	-1625	-1506	1312	1093	164	0	2568	562	0	562	-194	1625	1287	1231
5 x=10,46m	sup	196	182	-748	-627	-94	0	-1468	-323	0	-323	-566	-1610	-1416	-1383
	inf	-1625	-1506	1430	1199	179	0	2808	615	0	615	-75	1917	1549	1487
6 x=12,95m	sup	196	182	-777	-653	-97	0	-1527	-335	0	-335	-595	-1680	-1479	-1445
	inf	-1625	-1506	1487	1249	184	0	2920	637	0	637	-19	2051	1669	1605

A viga não atende aos limites de tensões de serviço especificados na NBR-7197 para protensão limitada.

8.2. VERIFICAÇÕES PARA ELU – V2 (LONGARINA INTERNA)

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas	Passarelas EPR Longarina de 26m (Interna)-V2		
Seção	S6	$\gamma_{f(g)} =$	1.3
		$\gamma_{f(q)} =$	1.5

a) Momentos atuantes :

Mg1'	23.80 tf.m
Mg1"	20.00 tf.m
Mg2	7.30 tf.m
Mg3	0.00 tf.m
Mq	25.32 tf.m

Momento solicitante de cálculo :

$$M_{sd} = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$M_{sd} = 104.41 \text{ tfm}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$C_g \text{ da armadura (m)} : 0.1125$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP - 190 RB
fck (MPa) 35

c) Geometria da seção transversal

$$\begin{aligned} h \text{ (m)} &= 1.02 \\ b \text{ (m)} &= 0.7 \\ d \text{ (m)} &= 0.91 \end{aligned}$$

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = 2125$$

$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 14.87$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{M_{sd}} = 11.733$$

$$k_y = 0.090$$

$$k_z = 0.955$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = 0.0816$$

$$A_p \text{ necess.} = \frac{M_{sd}}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = 8.10 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_p \text{ existente} = 3.95 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{pR}/A_{pN} = 0.487$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = 4.15 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_s \text{ complementar} = 14.21 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$A_s \text{ existente} = 12.07 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = 2.14 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

A viga NÃO atende aos critérios de segurança para o ELU.

Cálculo do Cisalhamento para as Vigas:

Passarelas EPR Longarina de 26m (Internal)-V2

L = 25.9 m

$\gamma_c = 1.40$

$\gamma_{f(g)} = 1.3$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_{f(e)} = 1.5$

ou

$\gamma_{f(e)} = 0.9$

$\gamma_{f(e)} = 1.1$

Estado limite último de fadiga

										$\psi_1 =$	0.5	$\Delta f_{sd}, f_a$	85	MPa	Armadura adotada									
															ϕ	mm	Espaçamento	Espaçm. Máx.	Espaçm. Adotado	Asw/s Adotado (cm/m)				
Seções	Vg1'	Vg1''	Vg2	Vg3	Vg4	Vq	Vp $^{\infty}$	Vsd	fck	fyk	bw	Bainha	bwr	d	Vc	Vco	VRd2	Asw/s nec.	As mín.	$\sigma_{smáx.}$ MPa	$\sigma_{smin.}$ MPa	$\Delta \sigma_s$ MPa	k	Asw/s (cm2/m)
0	3.7	3.2	0.9	-	-	3.1	0.0	14.7	35	500	0.10	0	0.100	0.953	10.5	9.2	55.3	1.12	1.28	419	257	161	1.90	2.13
1	3.0	2.7	0.8	-	-	2.8	0.0	12.7	35	500	0.10	0	0.100	0.953	10.5	9.2	55.3	0.58	1.28	539	255	284	3.34	1.92
2	2.4	2.2	0.7	-	-	2.2	0.0	10.2	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28	0	0	0	1.00	1.28
3	1.8	1.7	0.5	-	-	1.7	0.0	7.8	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28	0	0	0	1.00	1.28
4	1.3	1.2	0.3	-	-	1.2	0.0	5.5	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28	0	0	0	1.00	1.28
5	0.7	0.7	0.2	-	-	0.7	0.0	3.1	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28	0	0	0	1.00	1.28
6	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28	0	0	0	1.00	1.28

A viga resiste aos esforços de cisalhamento

8.3. VERIFICAÇÕES PARA CISALHAMENTO – V2 (LONGARINA INTERNA)

9. DEFORMAÇÕES

As vigas longarinas da travessia apresentam flechas significativas, como pode ser constatado na imagem e na tabela abaixo.



	Viga VL1	Viga VL2	Viga VL3
Deflexão vertical (m)	0,1310	0,1295	0,1076
Deflexão horizontal (m)	0,0248	0,0689	0,0862

Obs.: Medidas em metros

Segundo a NBR6118, item 13.3, a deformação total para as longarinas de passarela, considerando carregamento permanente e acidentais, é dada pela seguinte relação:

$$\text{deformação.limite} < \ell / 250$$

$$\ell / 250 = 25,90 / 250 = 0,104$$

Com isso, as deformações medidas nas longarinas (0,1310, 0,1295 e ,01076) estão em desacordo com o permitido por norma. Além disso, destaca-se que as deformações foram medidas somente com a ação da carga permanente, isso é, sem carregamento de pessoas.

10. CONCLUSÕES

Após análise e verificação, concluímos que o projeto estrutural das passarelas não atende aos critérios de segurança e durabilidade.

Em relação à segurança, foi verificado que a viga interna da travessia apresenta armadura de flexão insuficiente para o Estado Limite Ultimo (ELU). Acrescenta-se ainda, que a armadura de protensão das três longarinas da travessia é insuficiente para garantir o limite exigido por norma para tensões de tração, resultando em peças tracionadas ao longo de praticamente todas as seções, diminuindo também a vida útil da passarela.

Por conta da falta de armadura de protensão, outro aspecto relevante diz respeito a durabilidade. Como os cabos estão sujeitos a elevadas tensões, acima das comumente consideradas, a suscetibilidade a corrosão fica aumentada pondo em risco a estrutura.

Para mitigar a segurança estrutural da passarela, deve-se reforçar a longarina interna para restabelecer os critérios de segurança.

A passarela, após esse reforço, deve ser substituída o mais brevemente possível, pois sua recuperação com foco na durabilidade é inviável dada as características geométricas da obra e a baixa armadura de protensão adotada.

Durante o planejamento para substituição das passarelas, deverão ser feitos monitoramentos mensais das flechas. Caso seja constatada evolução das deformações a obra deverá ser interditada e escorada.



Nº do Projetista

-

Rev

.

01

Emissão:

22/05/2025

Folha:

1/26



Resp. Técnico/Projetista:

Engº Antranig Muradian

Antranig Muradian Engenharia Ltda.

CREA 0600142533

Responsável Técnico - Concessionária.

Lote:

-

Rodovia:

PR-407

Nº ANTT

EPR-407PR-002+650-OAE-ANT-RT-C4-002

Trecho:

km 02+040 ao km 03+380

Verificado:

Objeto:

Passarela km 2+650

Memória de Cálculo – Reforço da longarina V2

Aprovado:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Projetista:

ANTRANIG MURADIAN ENGENHARIA LTDA
CONSULTORIA E PROJETOS

01	30/05/25	Antranig Muradian				
00	22/05/25	Antranig Muradian				
V	Data	Resp.Téc/Proj	Resp.	D	Re	Aprovado – ANTT

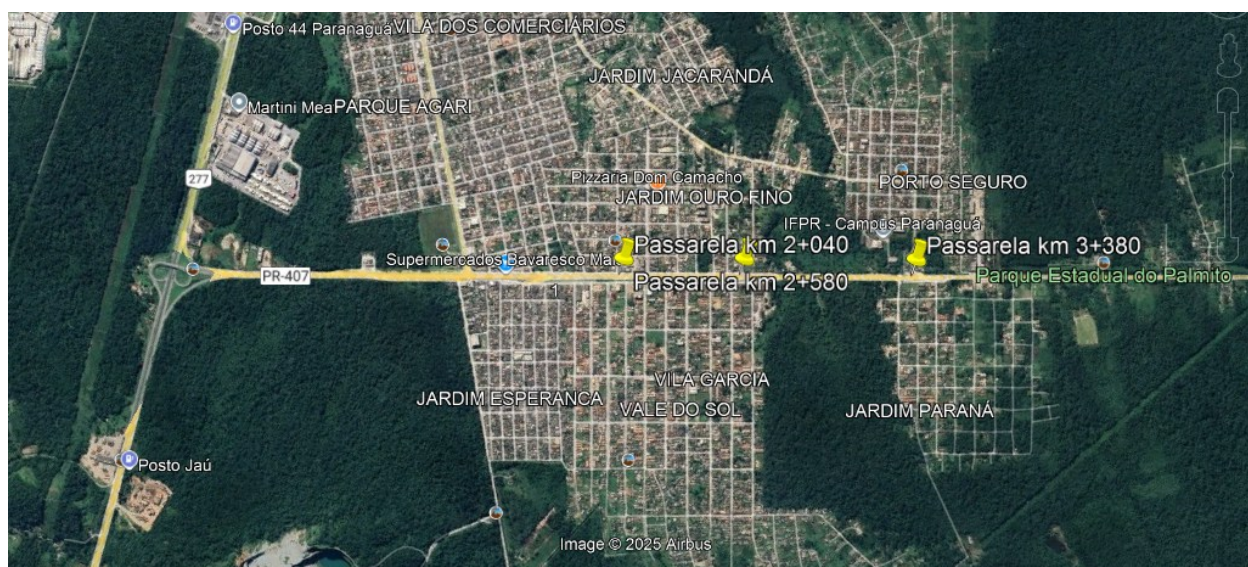
SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRAFIAS.....	3
3. MATERIAIS	4
3.1. CONCRETO	4
3.2. AÇOS.....	4
3.3. Tecido de Fibra de Carbono.....	4
4. DESENHOS ESQUEMÁTICOS	4
4.1. Implantação	4
4.2. Vista- Viga da Travessia	5
4.3. Detalhes das Longarinas.....	6
5. MODELOS ESTRUTURAIS	8
5.1. MODELO - PASSARELA	8
5.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO MODELO.....	9
6. Carregamentos.....	11
6.1. Peso próprio da estrutura	11
6.2. Peso do Pavimento	11
6.3. Peso da estrutura metálica de proteção e guarda-corpo	11
6.4. Retração e Variação de Temperatura	11
6.5. Vento	12
6.6. Cargas móveis devido à passagem de pedestres	12
6.7. Carga horizontal excepcional	12
7. Verificação das Longarinas da travessia.....	12
7.1. Esforços Solicitantes.....	13
8. V1 (Longarina externa)	15
8.1. Verificações para ELS – $V1=V3$ (Longarinas externas)	15
8.2. Verificações para ELU – $V1=v3$ (Longarinas externas)	16
8.3. Verificações para Cisalhamento – $V1=v3$ (Longarinas externas)	
17	
9. V2 (Longarina interna)	18
9.1. Verificações para ELS – V2 (Longarina interna)	18
9.2. Verificações para ELU – V2 (Longarina interna)	19
9.3. Verificações para Cisalhamento – V2 (Longarina interna)	24
10. Deformações	25
11. Conclusões.....	26

1.INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar o dimensionamento do reforço provisório da longarina V2 que compõe a passarela de pedestres existente no km 2+650 da Rodovia PR-407 – Rodovia Eng. Argus Thá Heyn, ligando Paranaguá a Pontal do Paraná.

Figura 1 – Localização das Passarela no km 2+650 da Rodovia PR-407



Fonte: Google Earth

2.REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRAFIAS

Para elaboração do projeto estrutural, foram utilizados os seguintes documentos:

- **Fusco** – Técnica de Armar as Estruturas de Concreto, 1995;
- **Montoya, Meseguer & Moran** – Hórmigon Armado – TOMO II, 1973;
- **NBR 6118** – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, 2023;
- **NBR 6122** – Projeto e Execução de Fundações, 2019;
- **NBR 7188** – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre – 2024;
- **NBR 8681** – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento, 2003.

3.MATERIAIS

Classe de agressividade ambiental (CAA-II)

3.1. CONCRETO

Vigas da travessia

$f_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$

3.2. AÇOS

Para a armadura passiva

CA-50.

Para a armadura protendida

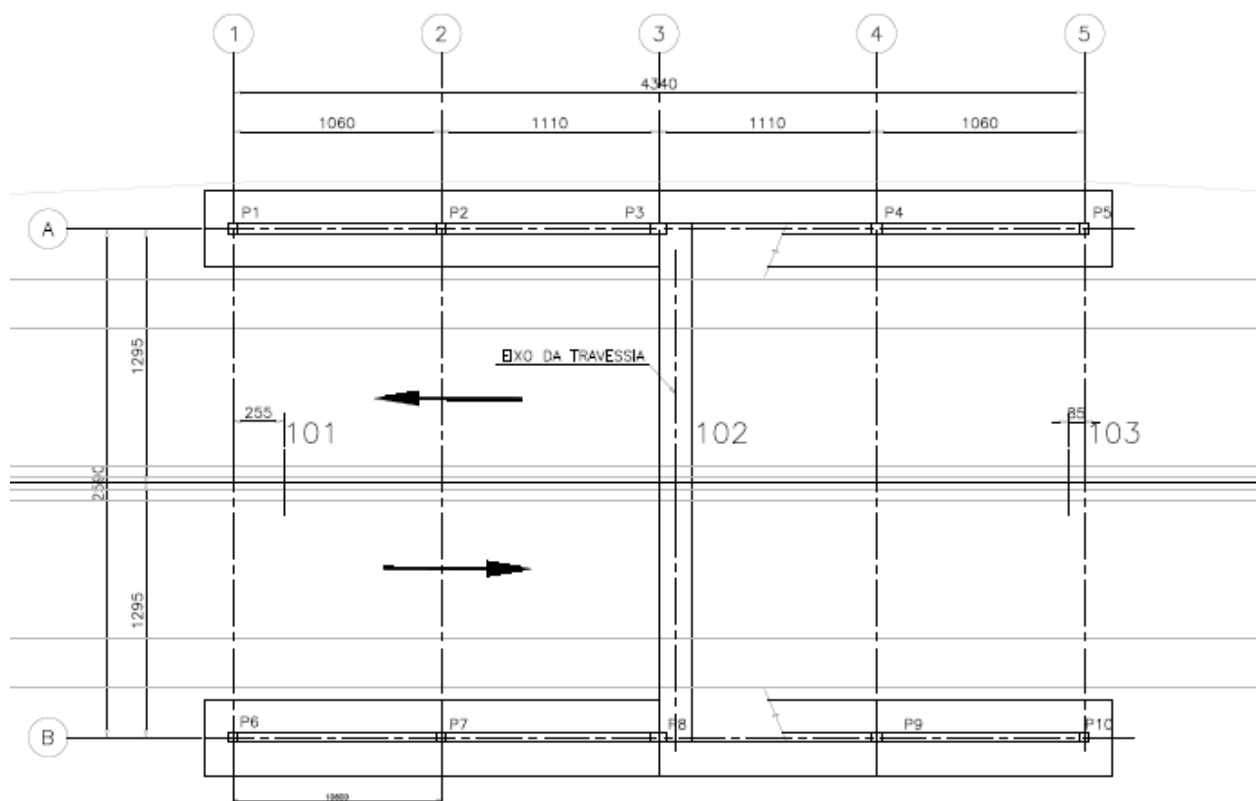
CP-190 RB

3.3. TECIDO DE FIBRA DE CARBONO

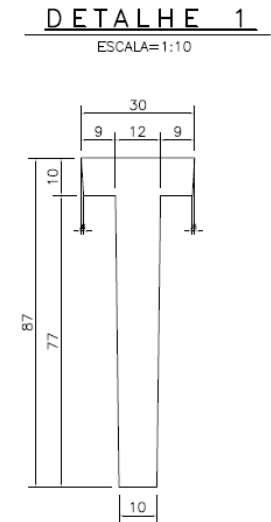
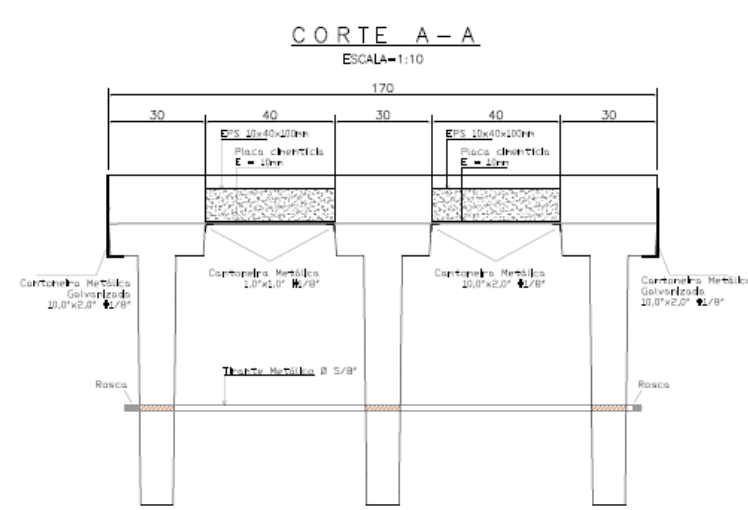
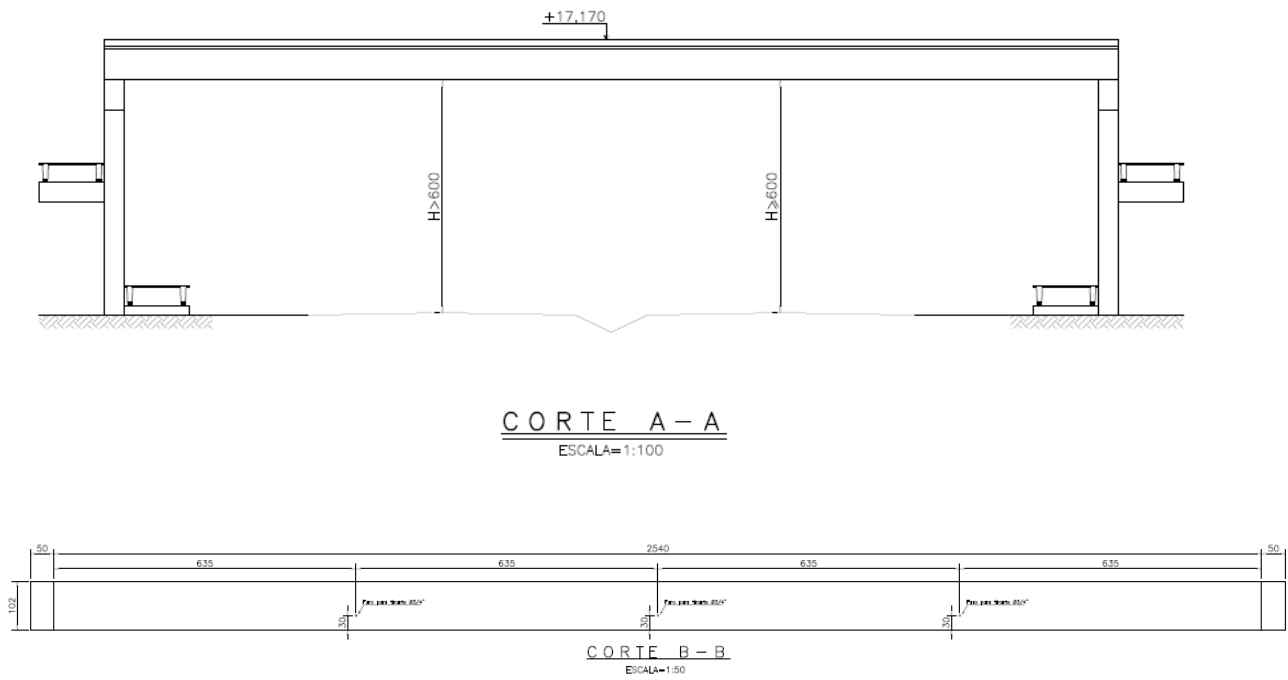
Para Tecido de fibra de carbono (TFC)..... $f_{tk} = 3500 \text{ MPa}$,
 $E_{tfc} = 266 \text{ GPa}$

4.DESENHOS ESQUEMÁTICOS

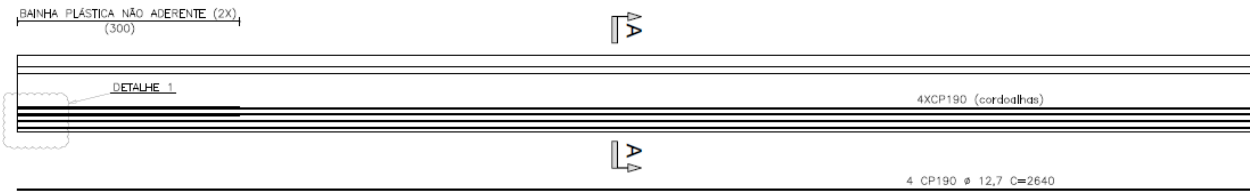
4.1. IMPLANTAÇÃO



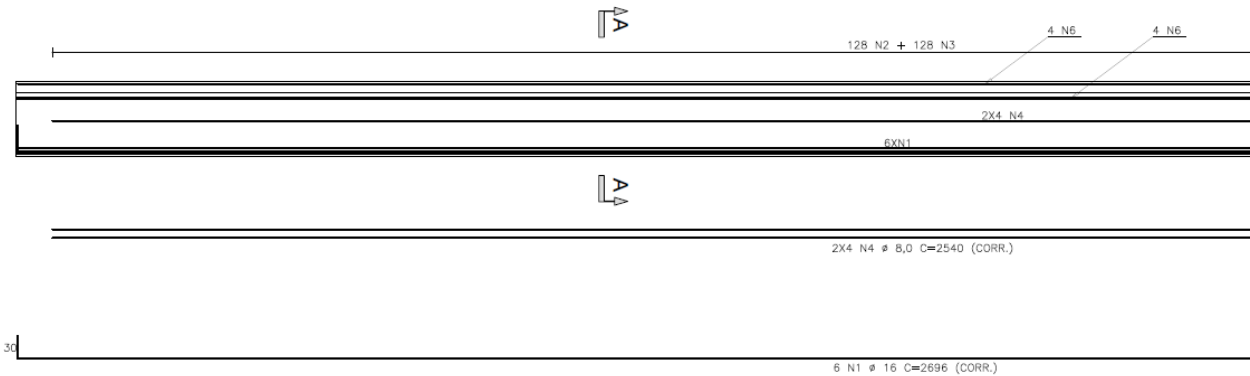
4.2. VISTA- VIGA DA TRAVESSIA



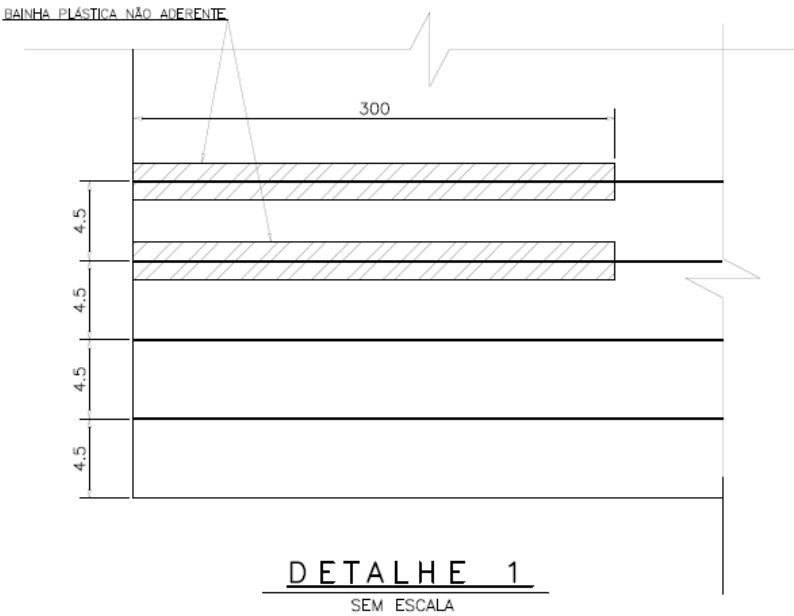
4.3. DETALHES DAS LONGARINAS



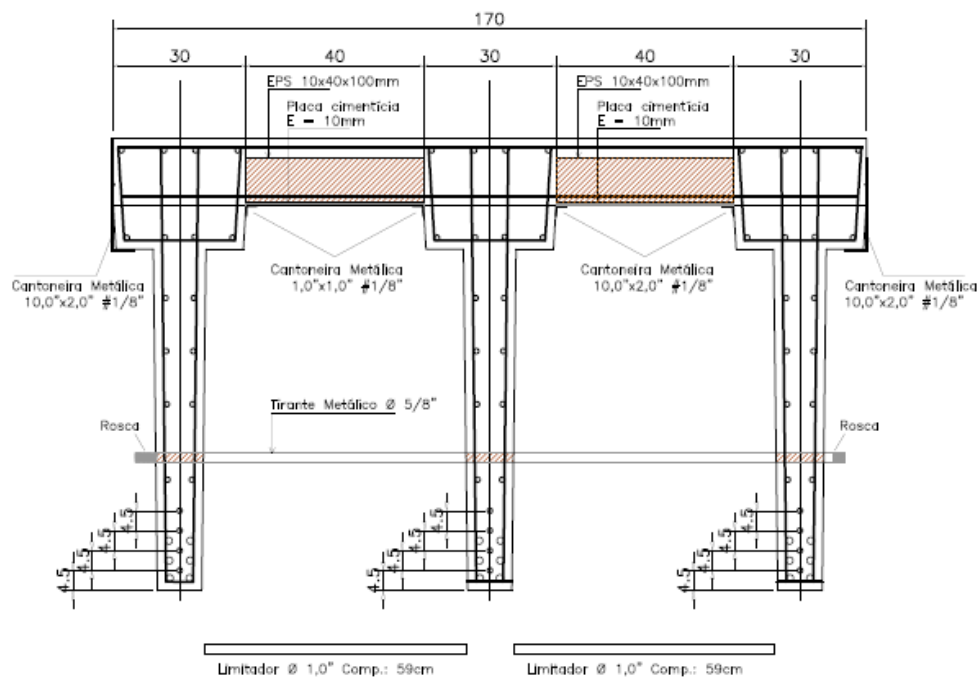
ELEVAÇÃO CABO
PROTENDIDO (3X)
ESCALA= 1:50



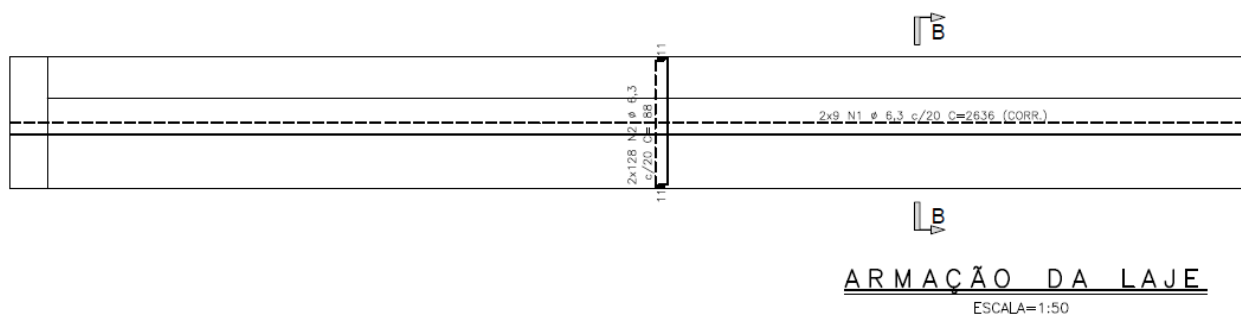
CORTE LONGITUDINAL
DAS VIGAS (3X)
ESCALA= 1:50

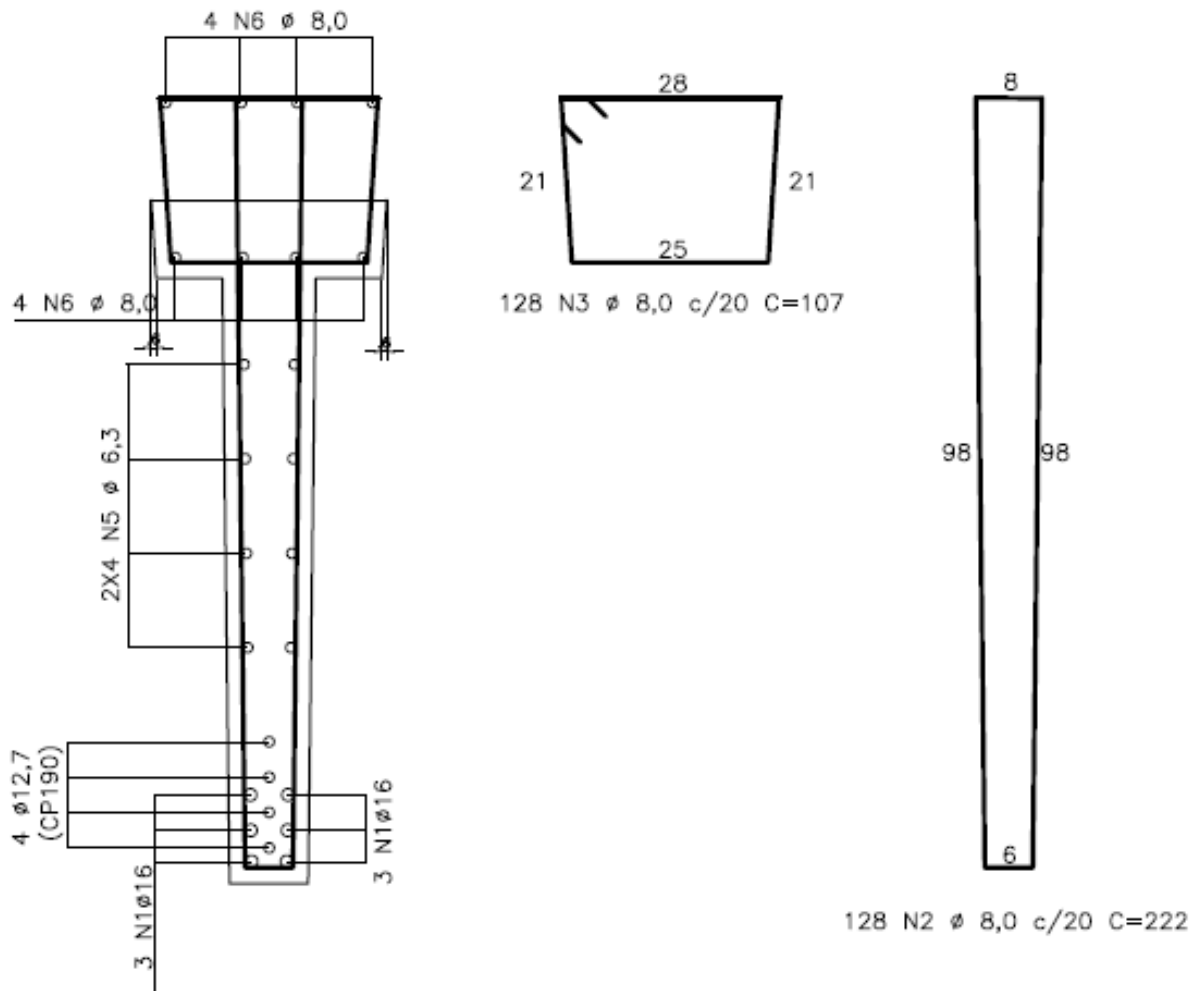


DETALHE 1
SEM ESCALA



Obs.: De acordo com a vistoria, a laje não foi executada com uso de EPS e Placa cimentícia, e sim laje maciça moldada "in loco". Além da vistoria, o desenho de armação da laje reforça essa constatação.



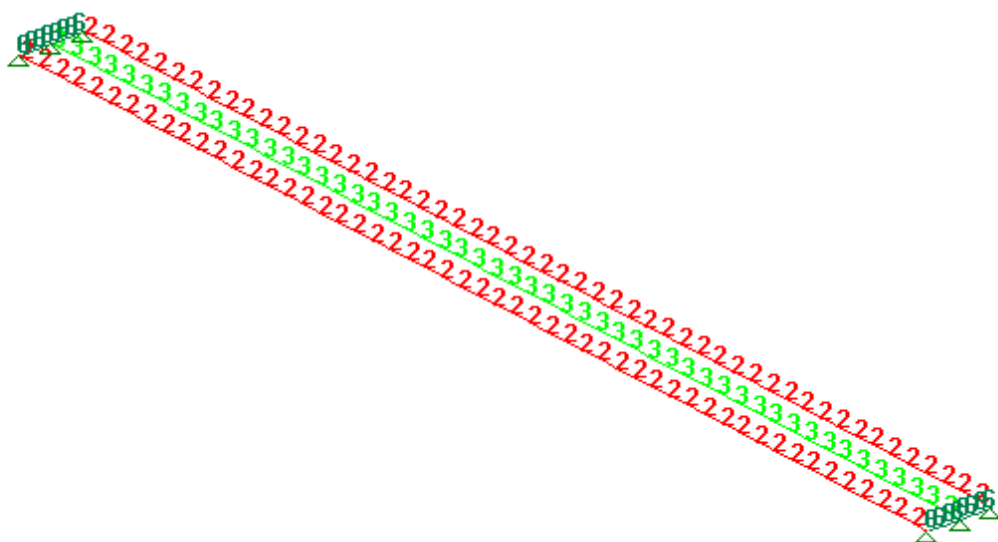
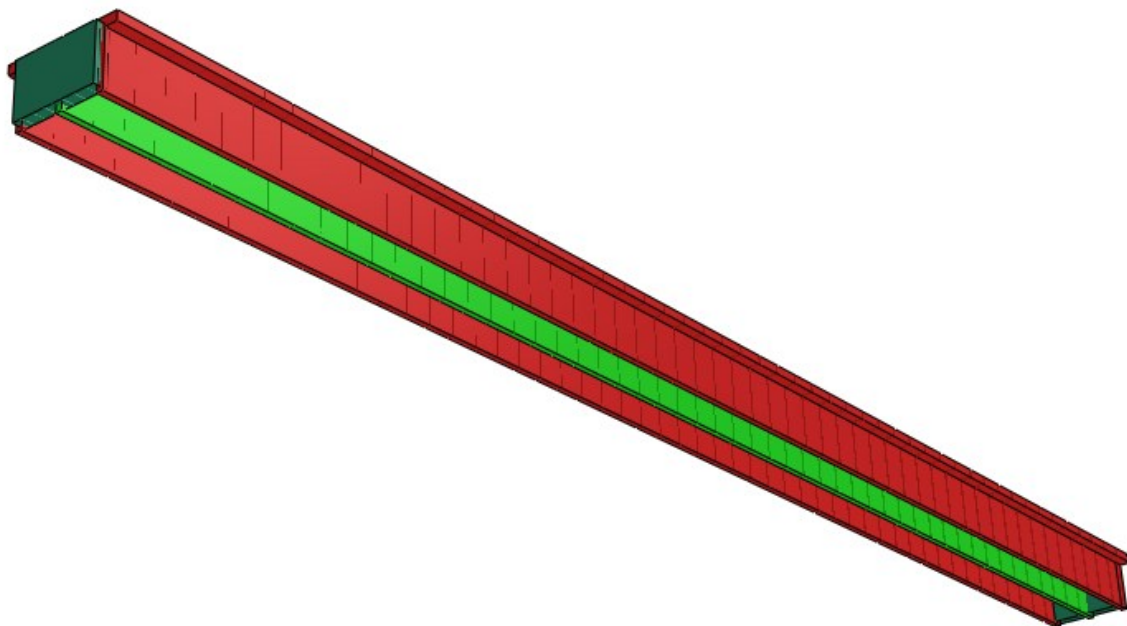


5.MODELOS ESTRUTURAIS

5.1. MODELO - PASSARELA

O modelo estrutural da travessia da passarela foi desenvolvido utilizando o programa de elementos finitos – STRAP. Para simular o comportamento das vigas, foram empregados elementos de barras e para a laje elementos de placa.

Na concepção do modelo foram consideradas todas as peças que constituem a superestrutura da travessia da passarela, e seus respectivos pesos próprios, pavimento e guarda corpos para a determinação do carregamento permanente. Considerou-se também os carregamentos de vento, pedestres sobre a passarela, temperatura e retração de concreto.



5.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO MODELO

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.1 -					
Espeçura = 15.000 Material = 2 - C35					
PROPRIEDADE N.2 - longarina borda					
$A=0.1620E+04$ $I_2=0.1610E+07$ $I_3=0.1635E+06$ $J=0.8129E+05$ $SF2=0.500$ Material = 2 - C35 $SF3=0.500$ $h_2=50.000$ $h_3=102.000$					
PROPRIEDADE N.3 - longarina interna					
$A=0.1920E+04$ $I_2=0.1806E+07$ $I_3=0.4360E+06$ $J=0.1038E+06$ $SF2=0.500$ Material = 2 - C35 $SF3=0.500$ $h_2=70.000$ $h_3=102.000$					
PROPRIEDADE N.4 - Longarina simples					
$A=0.1070E+04$ $I_2=0.7915E+06$ $I_3=0.2892E+05$ $J=0.3618E+05$ $SF2=0.500$ Material = 2 - C35 $SF3=0.500$ $h_2=30.000$ $h_3=87.000$					
PROPRIEDADE N.5 - P5					
Espeçura = 0.500 Material = 2 - C35					
PROPRIEDADE N.6 - transversina					
$A=0.1740E+04$ $I_2=0.1098E+07$ $I_3=0.5800E+05$ $J=0.1984E+06$ $SF2=0.850$ Material = 2 - C35 $SF3=0.850$ $h_2=20.000$ $h_3=87.000$					

6. CARREGAMENTOS

6.1. PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA

Determinado com base nas áreas das seções transversais e peso específico do concreto ($\gamma = 2.50 \text{ tf/m}^3$). O peso próprio da superestrutura é composto pelos seguintes carregamentos:

g1: peso próprio das vigas

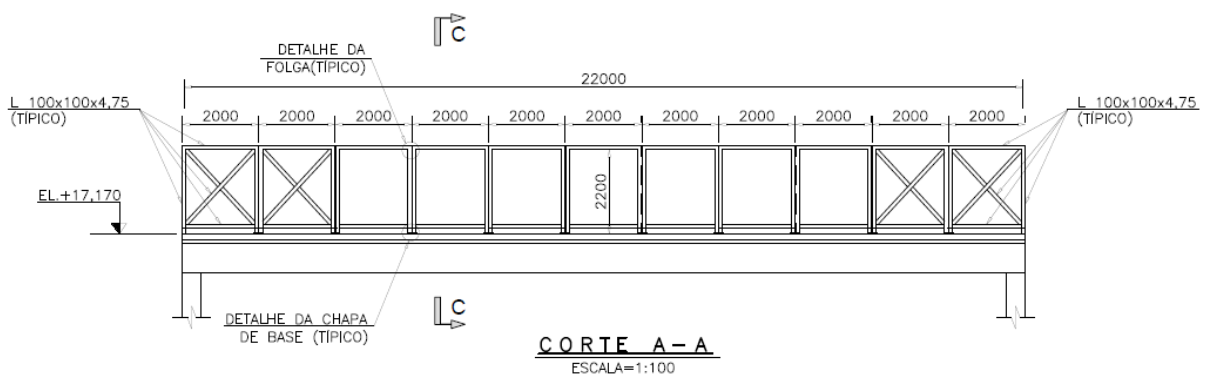
g2: peso próprio da laje

6.2. PESO DO PAVIMENTO

Não há pavimento sobre as lajes da passarela.

6.3. PESO DA ESTRUTURA METÁLICA DE PROTEÇÃO E GUARDA-CORPO

Determinado com base nas áreas das seções transversais e peso específico do aço ($\gamma = 7.85 \text{ tf/m}^3$)



g3: peso próprio da estrutura metálica de proteção e guarda-corpo

6.4. RETRAÇÃO E VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

Retração + Variação de temperatura (Δt)

a) variação de temperatura	-15	°C
b) retração do concreto	-20	°C
c) def. do concreto, devido a protensão	-15	°C
Total	-50	°C

6.5. VENTO

$$V_0 = \boxed{43} \text{ m/s}$$

$$S_1 = \boxed{1.0} -$$

$$S_2 = \boxed{0.83} -$$

$$S_3 = \boxed{1.1} -$$

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$V_k = \boxed{39.45} \text{ m/s}$$

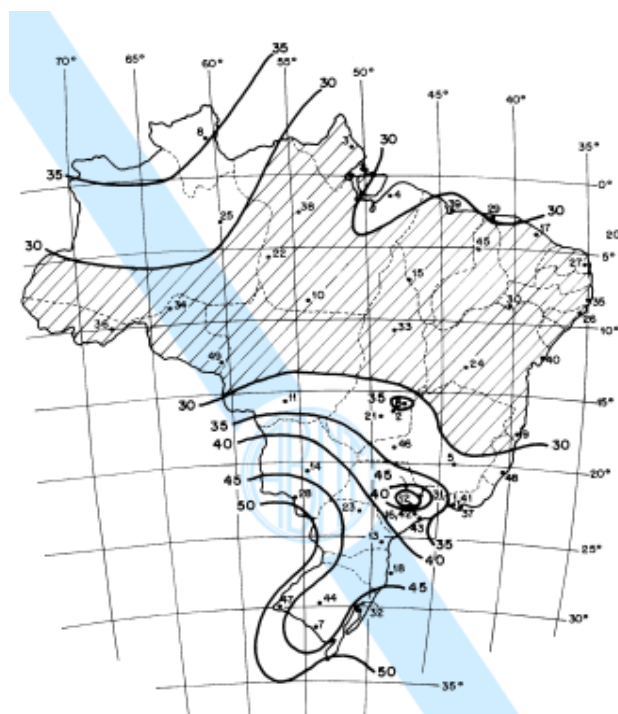
$$q = 0,613 \cdot (V_k)^2$$

$$q = \boxed{95.4} \text{ kgf/m}^2$$

$$Ca = \boxed{2} -$$

$$F = Ca \cdot q \cdot Ae$$

$$F = 0.191 \cdot Ae \text{ tf}$$



6.6. CARGAS MÓVEIS DEVIDO À PASSAGEM DE PEDESTRES

Carregamento considerado sobre a laje da travessia com intensidade igual a 0,50 tf/m².

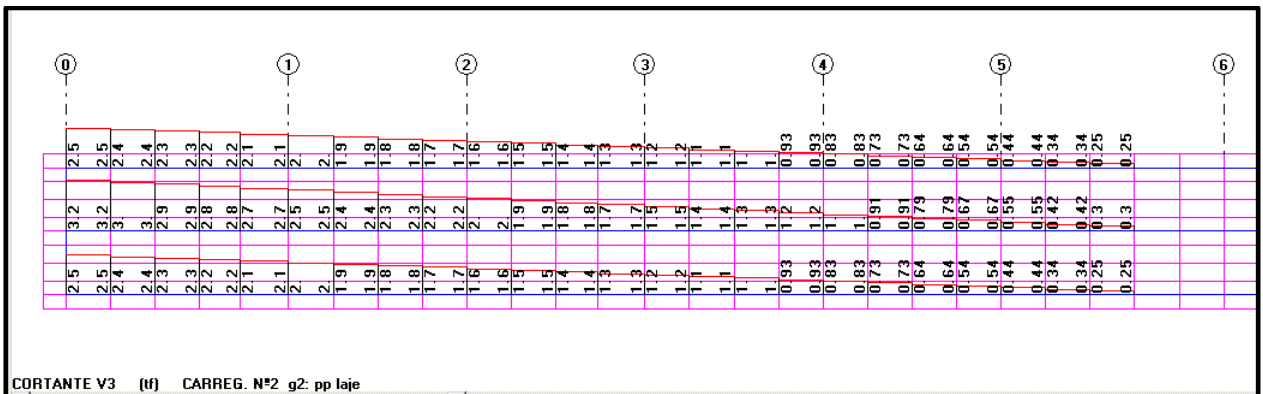
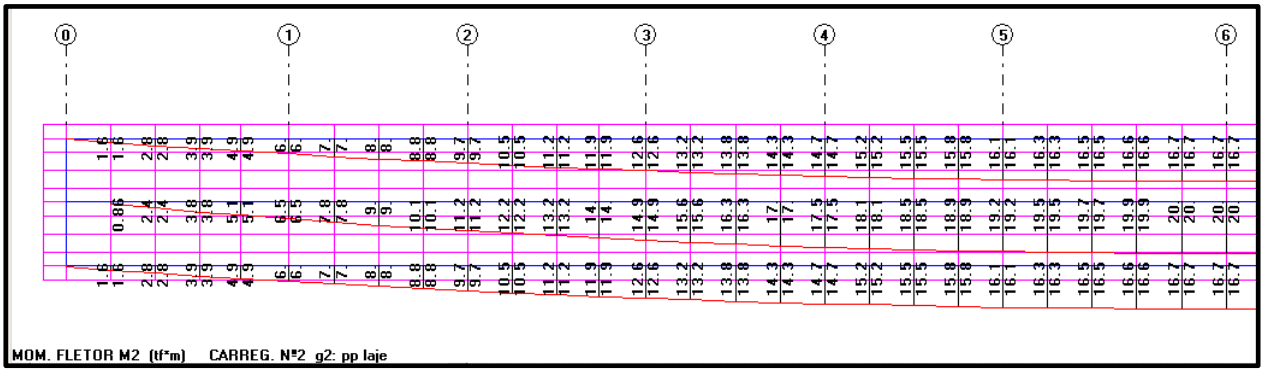
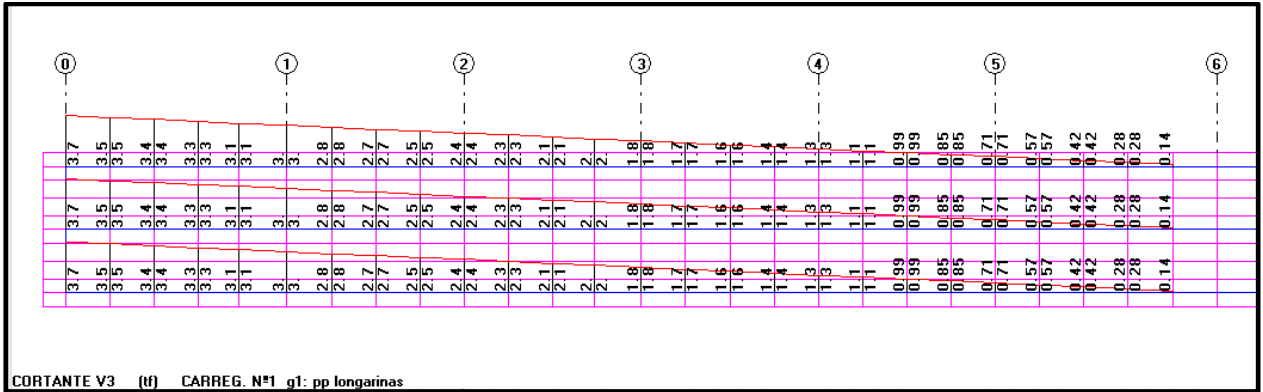
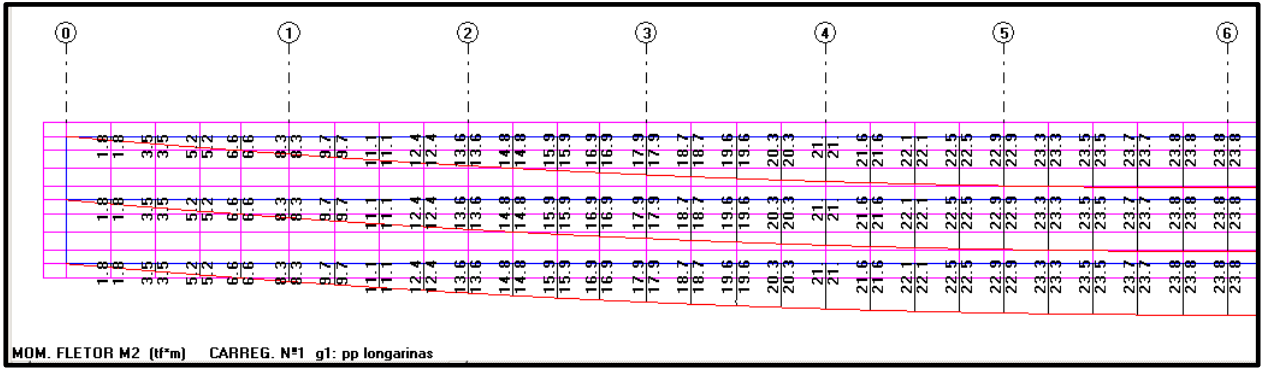
6.7. CARGA HORIZONTAL EXCEPCIONAL

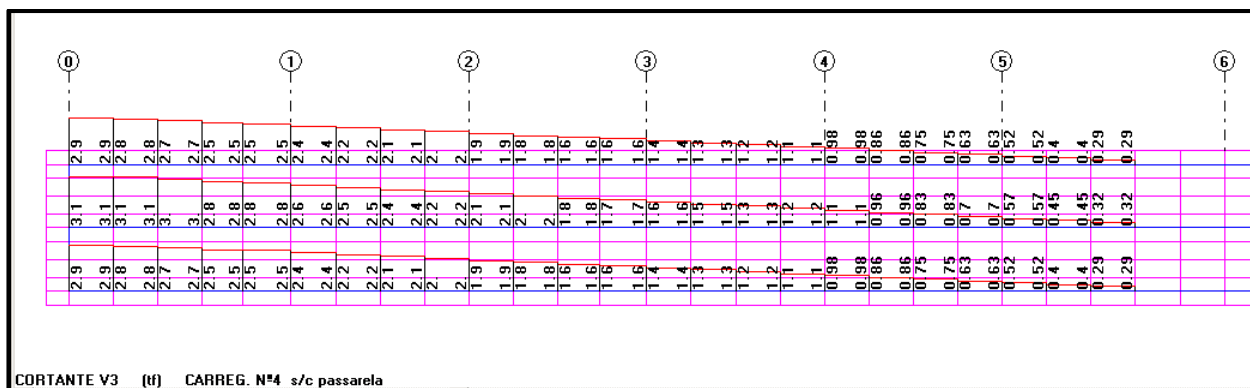
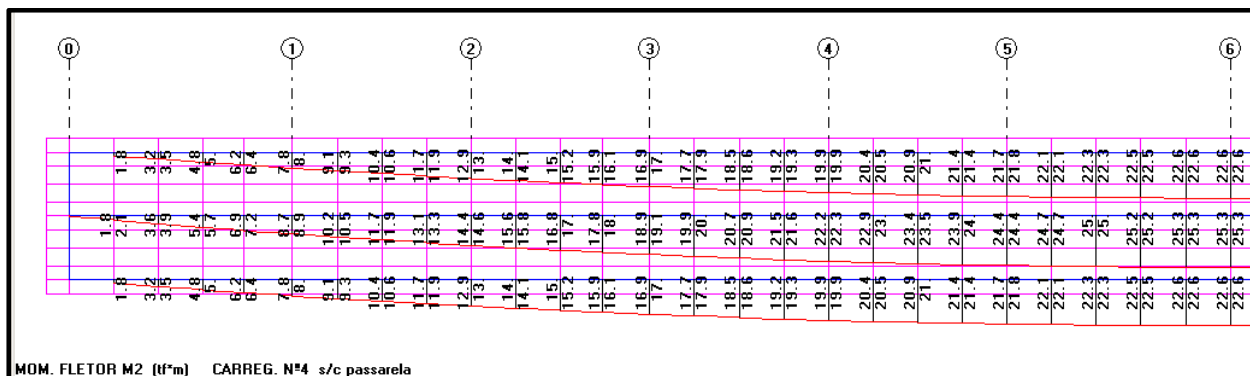
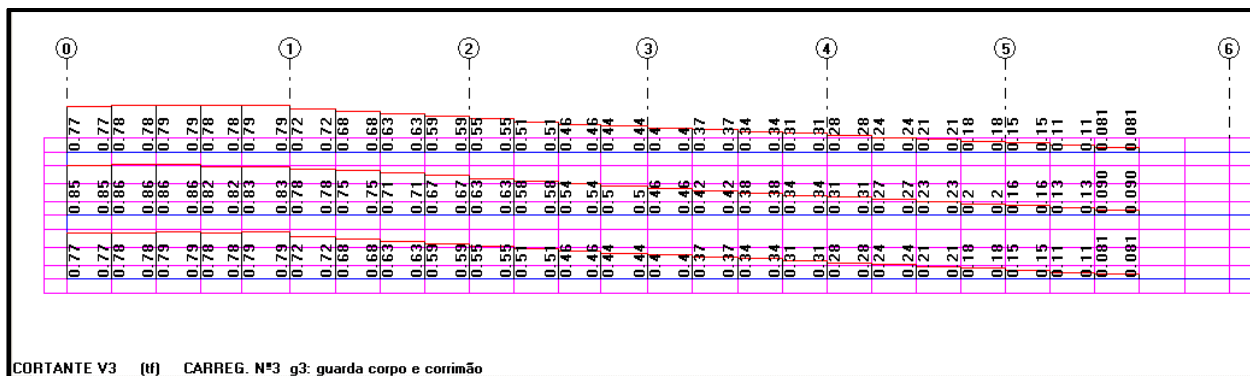
Não foi considerada carga de impacto exigida pela NBR 7188/13 (item 6.2) Carga de 10 tf pontual no ponto mais desfavorável da estrutura da passarela no sentido do tráfego sob a passarela.

7. VERIFICAÇÃO DAS LONGARINAS DA TRAVESSIA

①	②	③	④	⑤	⑥
V1					
V2					
V3					

7.1. ESFORÇOS SOLICITANTES





8.V1 (LONGARINA EXTERNA)

8.1. VERIFICAÇÕES PARA ELS – V1=V3 (LONGARINAS EXTERNAS)

Seções	Características Geométricas - (Viga)							Características Geométricas - (Viga+Laje) Homogeneizada						
	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)
0 x=0,00m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
1 x=2,492m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
2 x=4,484m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
3 x=6,475m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
4 x=8,468m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
5 x=10,46m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038
6 x=12,95m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.216	0.024	1.020	0.390	0.630	0.061	0.038

Seções	Esforços Solicitantes								Cablagem	
	Mq1 (tf.m) s/ Coef Impacto	Mq1 (tf.m)	Mq2 (tf.m)	Mq total (tf.m)	Mg1' (tf.m)	Mg1'' (tf.m)	Mg2 (tf.m)	Mg total (tf.m)	Mp (tf.m)	Np (tf)
0 x=0,00m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	-11.5	-26.1
1 x=2,492m	8.0	8.0	0.0	8.0	8.3	6.0	2.3	16.60	-11.5	-26.1
2 x=4,484m	13.0	13.0	0.0	13.0	13.6	9.7	3.8	27.10	-20.6	-52.3
3 x=6,475m	17.0	17.0	0.0	17.0	17.9	12.6	5.0	35.50	-20.6	-52.3
4 x=8,468m	19.9	19.9	0.0	19.9	21.0	14.7	5.8	41.50	-20.6	-52.3
5 x=10,46m	21.8	21.8	0.0	21.8	22.9	16.1	6.3	45.30	-20.6	-52.3
6 x=12,95m	22.6	22.6	0.0	22.6	23.8	16.7	6.5	47.00	-20.6	-52.3

Tensões nas fibras superiores e inferiores										
Seções		σ_{pi} (tf/m²)	$\sigma_{p\infty}$ (tf/m²)	$\sigma_{g1'}$ (tf/m²)	$\sigma_{g1''}$ (tf/m²)	σ_{g2} (tf/m²)	$\sigma_{g\text{ total}}$ (tf/m²)	σ_{q1} (tf/m²)	σ_{q2} (tf/m²)	σ_{q1+q2} (tf/m²)
0 x=0,00m	sup	134	124	0	0	0	0	0	0	0
	inf	-881	-816	0	0	0	0	0	0	0
1 x=2,492m	sup	134	124	-271	-196	-38	-504	-131	0	-131
	inf	-881	-816	518	375	61	893	211	0	211
2 x=4,484m	sup	196	182	-444	-317	-62	-823	-213	0	-213
	inf	-1625	-1506	849	606	100	1556	343	0	343
3 x=6,475m	sup	196	182	-584	-411	-82	-1077	-278	0	-278
	inf	-1625	-1506	1118	787	132	2037	449	0	449
4 x=8,468m	sup	196	182	-686	-480	-95	-1260	-325	0	-325
	inf	-1625	-1506	1312	918	153	2383	526	0	526
5 x=10,46m	sup	196	182	-748	-526	-103	-1376	-356	0	-356
	inf	-1625	-1506	1430	1006	166	2602	576	0	576
6 x=12,95m	sup	196	182	-777	-545	-106	-1428	-369	0	-369
	inf	-1625	-1506	1487	1043	172	2701	597	0	597

		Ψ_1	Ψ_2
		0.4	0.3
Comb. $\sigma_{p\infty}+\sigma_{g1}$ (tf/m²)	Comb. Rara (tf/m²)	Comb. Frequente (tf/m²)	Comb. Quase-Permanente (tf/m²)
124	124	124	124
-816	-816	-816	-816
-147	-511	-433	-419
-298	288	161	140
-262	-853	-726	-704
-656	393	187	153
-402	-1173	-1007	-979
-388	980	711	666
-504	-1403	-1208	-1176
-194	1403	1087	1035
-566	-1550	-1337	-1301
-75	1672	1327	1269
-595	-1616	-1394	-1357
-19	1792	1434	1375

A viga não atende aos limites de tensões de serviço especificados na NBR-7197 para protensão limitada.

8.2. VERIFICAÇÕES PARA ELU – V1=V3 (LONGARINAS EXTERNAS)

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas Passarelas EPR Longarina de 26m (Externa)-V1

Seção S6 $\gamma_{f(g)} = 1.3$

$\gamma_{f(q)} = 1.5$

a) Momentos atuantes :

Mg1' 23.80 tf.m

Mg1" 16.70 tf.m

Mg2 6.50 tf.m

Mg3 0.00 tf.m

Mq 22.62 tf.m

Momento solicitante de cálculo :

$$Msd = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$Msd = 95.03 \text{ tfm}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$Cg \text{ da armadura (m)} : 0.1125$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP - 190 RB
fck (MPa) 35

c) Geometria da seção transversal

h (m) = 1.02

b (m) = 0.5

d (m) = 0.91

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = 2125$$

$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 14.87$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{Msd} = 9.208$$

$$k_y = 0.116$$

$$k_z = 0.942$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = 0.1049$$

$$A_{p \text{ necess.}} = \frac{Msd}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = 7.47 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{p \text{ existente}} = 3.95 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{pR}/A_{pN} = 0.528$$

$$\Delta A_{p \text{ nec.}} = 3.53 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{s \text{ complementar}} = 12.06 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$A_{s \text{ existente}} = 12.07 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)} \quad \text{Ok!}$$

A viga atende aos critérios de segurança para o ELU.

9.V2 (LONGARINA INTERNA)

9.1. VERIFICAÇÕES PARA ELS – V2 (LONGARINA INTERNA)

Seções	Características Geométricas - (Viga)							Características Geométricas - (Viga+Laje) Homogeneizada						
	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)	Área (m²)	Inércia (m⁴)	h (m)	y sup (m)	y inf (m)	W sup (m³)	W inf (m³)
0 x=0,00m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
1 x=2,492m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
2 x=4,484m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
3 x=6,475m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
4 x=8,468m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
5 x=10,46m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040
6 x=12,95m	0.114	0.008	0.770	0.264	0.506	0.031	0.016	0.246	0.027	1.020	0.352	0.668	0.076	0.040

Seções	Esforços Solicitantes								Cablagem	
	Mq1 (tf.m) s/ Coef Impacto	Mq1 (tf.m)	Mq2 (tf.m)	Mq total (tf.m)	Mg1' (tf.m)	Mg1'' (tf.m)	Mg2 (tf.m)	Mg total (tf.m)	Mp (tf.m)	Np (tf)
0 x=0,00m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	-11.5	-26.1
1 x=2,492m	8.9	8.9	0.0	8.9	8.3	6.5	2.5	17.30	-11.5	-26.1
2 x=4,484m	14.6	14.6	0.0	14.6	13.6	11.2	4.2	29.00	-20.6	-52.3
3 x=6,475m	19.1	19.1	0.0	19.1	17.9	14.9	5.6	38.40	-20.6	-52.3
4 x=8,468m	22.3	22.3	0.0	22.3	21.0	17.5	6.5	45.00	-20.6	-52.3
5 x=10,46m	24.4	24.4	0.0	24.4	22.9	19.2	7.1	49.20	-20.6	-52.3
6 x=12,95m	25.3	25.3	0.0	25.3	23.8	20.0	7.3	51.10	-20.6	-52.3

Tensões nas fibras superiores e inferiores												Ψ ₁	Ψ ₂		
Seções		σ _{pi} (tf/m ²)	σ _{p∞} (tf/m ²)	σ _{g1'} (tf/m ²)	σ _{g1''} (tf/m ²)	σ _{g2} (tf/m ²)	σ _{g3} (tf/m ²)	σ _{g total} (tf/m ²)	σ _{q1} (tf/m ²)	σ _{q2} (tf/m ²)	σ _{q1+q2} (tf/m ²)	Comb. σ _{p∞+σg1} (tf/m ²)	Comb. Rara (tf/m ²)	Comb. Frequente (tf/m ²)	Comb. Quase- Permanente (tf/m ²)
		0.4	0.3												
0 x=0,00m	sup	134	124	0	0	0	0	0	0	0	0	124	124	124	124
	inf	-881	-816	0	0	0	0	0	0	0	0	-816	-816	-816	-816
1 x=2,492m	sup	134	124	-271	-212	-33	0	-516	-118	0	-118	-147	-510	-439	-427
	inf	-881	-816	518	406	63	0	924	224	0	224	-298	332	198	175
2 x=4,484m	sup	196	182	-444	-366	-56	0	-865	-194	0	-194	-262	-877	-761	-741
	inf	-1625	-1506	849	700	106	0	1655	368	0	368	-656	517	296	259
3 x=6,475m	sup	196	182	-584	-486	-74	0	-1145	-253	0	-253	-402	-1216	-1064	-1039
	inf	-1625	-1506	1118	931	141	0	2190	481	0	481	-388	1165	876	828
4 x=8,468m	sup	196	182	-686	-571	-86	0	-1343	-296	0	-296	-504	-1457	-1279	-1250
	inf	-1625	-1506	1312	1093	164	0	2568	562	0	562	-194	1625	1287	1231
5 x=10,46m	sup	196	182	-748	-627	-94	0	-1468	-323	0	-323	-566	-1610	-1416	-1383
	inf	-1625	-1506	1430	1199	179	0	2808	615	0	615	-75	1917	1549	1487
6 x=12,95m	sup	196	182	-777	-653	-97	0	-1527	-335	0	-335	-595	-1680	-1479	-1445
	inf	-1625	-1506	1487	1249	184	0	2920	637	0	637	-19	2051	1669	1605

A viga não atende aos limites de tensões de serviço especificados na NBR-7197 para protensão limitada.

9.2. VERIFICAÇÕES PARA ELU – V2 (LONGARINA INTERNA)

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas Passarelas EPR Longarina de 26m (Interna)-V2

Seção S6 $\gamma_{f(g)} = 1.3$
 $\gamma_{f(q)} = 1.5$

a) Momentos atuantes :

Mg1' 23.80 tf.m
 Mg1'' 20.00 tf.m
 Mg2 7.30 tf.m
 Mg3 0.00 tf.m
 Mq 25.32 tf.m

Momento solicitante de cálculo :

$$Msd = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$\underline{Msd = 104.41 \text{ tfm}}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$\underline{Cg \text{ da armadura (m) : } 0.1125}$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP - 190 RB
 fck (MPa) 35

c) Geometria da seção transversal

h (m) = 1.02
 b (m) = 0.7
 d (m) = 0.91

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = \underline{2125}$$

$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = \underline{14.87}$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{Msd} = \underline{11.733}$$

$$k_y = \underline{0.090}$$

$$k_z = \underline{0.955}$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = \underline{0.0816}$$

$$A_p \text{ necess.} = \frac{Msd}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = \underline{8.10} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_p \text{ existente} = \underline{3.95} \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{pR}/A_{pN} = 0.487$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = \underline{4.15} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_s \text{ complementar} = \underline{14.21} \text{ (cm}^2\text{) (CA-50)}$$

$$A_s \text{ existente} = \underline{12.07} \text{ (cm}^2\text{) (CA-50)}$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = \underline{2.14} \text{ (cm}^2\text{) (CA-50)}$$

A Seção 6 da viga NÃO atende aos critérios de segurança para o ELU. Para complemento da armadura sem acréscimo de carga na viga será empregado reforço com tecido de fibra de carbono.

Seção 6			
Consideramos para o reforço a diferença entre a Armadura mínima necessária e a armadura Adotada			
As complementar =	2.14	cm ² /m	
Fd=	9302	kgf/cm ²	
Espessura do Compósito=	0.38	mm	
Módulo de Elasticidade do Compósito=	125	GPa	
Tensão última no compósito para deformação 9,8 por mil =	1225	MPa	
$\gamma f(TFC)=$	1.4		
Nº de camadas	3		
Largura TFC=	10	cm	
Fd TFC=	9975	kgf/cm ²	Ok!

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas Passarelas EPR Longarina de 26m (Interna)-V2
Seção S5

$$\gamma_{f(g)} = 1.3$$

$$\gamma_{f(q)} = 1.5$$

a) Momentos atuantes :

$$Mg1' = 22.90 \text{ tf.m}$$

$$Mg1'' = 19.20 \text{ tf.m}$$

$$Mg2 = 7.10 \text{ tf.m}$$

$$Mg3 = 0.00 \text{ tf.m}$$

$$Mq = 24.42 \text{ tf.m}$$

Momento solicitante de cálculo :

$$Msd = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$Msd = 100.59 \text{ tfm}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$Cg \text{ da armadura (m)} = 0.1125$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP - 190 RB
fck (MPa) 35

c) Geometria da seção transversal

$$h \text{ (m)} = 1.02$$

$$b \text{ (m)} = 0.7$$

$$d \text{ (m)} = 0.91$$

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = 2125$$

$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 14.87$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{Msd} = 12.178$$

$$k_y = 0.086$$

$$k_z = 0.957$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = 0.0981$$

$$A_p \text{ necess.} = \frac{Msd}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = 7.79 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_p \text{ existente} = 3.95 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{pR}/A_{pN} = 0.507$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = 3.84 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_s \text{ complementar} = 13.14 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$A_s \text{ existente} = 12.07 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = 1.08 \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (CA-50)}$$

A Seção 5 da viga NÃO atende aos critérios de segurança para o ELU. Para complemento da armadura sem acréscimo de carga na viga será empregado reforço com tecido de fibra de carbono.

Seção 5

Consideramos para o reforço a diferença entre a Armadura mínima necessária e a armadura Adotada

As complementar =	1.08	cm ² /m	
Fd=	4685	kgf/cm ²	
Espessura do Compósito=	0.38	mm	
Módulo de Elasticidade do Compósito=	125	GPa	
σ _{ult} no compósito para deformação 9,8 por mil =	1225	MPa	
γ _f (TFC)=	1.4		
Nº de camadas	2		
Largura TFC=	10	cm	
Fd TFC=	6650	kgf/cm ²	Ok!

Verificação do Estado Limite Último de ruptura

Vigas Passarelas EPR Longarina de 26m (Interna)-V2

Seção **S4** $\gamma_{f(g)} = 1.3$
 $\gamma_{f(q)} = 1.5$

a) Momentos atuantes :

Mg1' 21.00 tf.m
Mg1" 17.50 tf.m
Mg2 6.50 tf.m
Mg3 0.00 tf.m

Mq 22.32 tf.m

Momento solicitante de cálculo :

$$Msd = \gamma_{f(g)} \times \Sigma Mg + \gamma_{f(q)} \times \Sigma Mq$$

$$\underline{Msd = 91.98 \text{ tfm}}$$

b) Ordenadas dos Cabos (em relação ao fundo da viga)

	y inf (m)	Nº Cordoalhas
Cabo 4	0.18	1
Cabo 3	0.135	1
Cabo 2	0.09	1
Cabo 1	0.045	1

$$\underline{Cg \text{ da armadura (m) : } 0.1125}$$

c) Materiais :

Aço de Protensão : CP - 190 RB
fck (MPa) 35

c) Geometria da seção transversal

h (m) = 1.02
b (m) = 0.7
d (m) = 0.91

d) Verificação

$$\sigma_{cd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 0.85 \times f_{cd} = \underline{2125}$$
$$\sigma_{sd} \text{ (tf/m}^2\text{)} = \underline{14.87}$$

$$k_6 = \frac{b \times d^2 \times \sigma_{cd}}{Msd} = \underline{13.319}$$

$$k_y = \underline{0.079}$$
$$k_z = \underline{0.961}$$

$$y \text{ (m)} = k_y \times d = \underline{0.0894}$$

$$A_p \text{ necess.} = \frac{Msd}{k_z \times d \times \sigma_{sd}} = \underline{7.10} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_p \text{ existente} = \underline{3.95} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{pR}/A_{pN} = 0.556$$

$$\Delta A_p \text{ nec.} = \underline{3.15} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_s \text{ complementar} = \underline{10.77} \text{ (cm}^2\text{) (CA-50)}$$

$$A_s \text{ existente} = \underline{12.07} \text{ (cm}^2\text{) (CA-50)} \quad \text{Ok!}$$

A seção 4 viga atende aos critérios de segurança para o ELU.

9.3. VERIFICAÇÕES PARA CISALHAMENTO – V2 (LONGARINA INTERNA)

Cálculo do Cisalhamento para as Vigas: Passarelas EPR Longarina de 26m (Interna)-V2

L = 25.9 m

$\gamma_c = 1.40$

$\gamma_s = 1.15$

$\gamma_{f(q)} = 1.3$

$\gamma_{f(q)} = 1.5$

ou

$\gamma_{f(p)} = 0.9$

$\gamma_{f(p)} = 1.1$

Estado limite último de fadiga

										$\psi_1 =$	0.5	$\Delta f_{sd,fa}$	85	MPa	Armadura adotada																					
															$\sigma_{sm\acute{a}x.}$ MPa	$\sigma_{smin.}$ MPa	$\Delta \sigma_s$ MPa	k	Asw/s (cm2/m)	Asw/s (cm2/m)	ϕ mm	Espaçamento	Espaçam. Máx.	Espaçam. Adotado	Asw/s Adotado (cm/m)											
Seções	Vg1'	Vg1''	Vg2	Vg3	Vg4	Vq	Vp ∞	Vsd	fck	fyk	bw	Bainha	bwr	d	Vc	Vco	VRd2	Asw/s nec.	As mín.																	
0	3.7	3.2	0.9	-	-	3.1	0.0	14.7	35	500	0.10	0	0.100	0.953	10.5	9.2	55.3	1.12	1.28						419	257	161	1.90	2.13	2	8	47	30	20	5.00	
1	3.0	2.7	0.8	-	-	2.8	0.0	12.7	35	500	0.10	0	0.100	0.953	10.5	9.2	55.3	0.58	1.28						539	255	284	3.34	1.92	2	8	52	30	20	5.00	
2	2.4	2.2	0.7	-	-	2.2	0.0	10.2	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28						0	0	0	0	1.00	1.28	2	8	78	30	20	5.00
3	1.8	1.7	0.5	-	-	1.7	0.0	7.8	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28						0	0	0	0	1.00	1.28	2	8	78	30	20	5.00
4	1.3	1.2	0.3	-	-	1.2	0.0	5.5	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28						0	0	0	0	1.00	1.28	2	8	78	30	20	5.00
5	0.7	0.7	0.2	-	-	0.7	0.0	3.1	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28						0	0	0	0	1.00	1.28	2	8	78	30	20	5.00
6	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0	35	500	0.10	0	0.100	0.908	11.2	8.7	52.7	0.00	1.28						0	0	0	0	1.00	1.28	2	8	78	30	20	5.00

A viga resiste aos esforços de cisalhamento

10.DEFORMAÇÕES

As vigas longarinas da travessia apresentam flechas significativas, como pode ser constatado na imagem e na tabela abaixo.



	Viga VL1	Viga VL2	Viga VL3
Deflexão vertical (m)	0,1310	0,1295	0,1076
Deflexão horizontal (m)	0,0248	0,0689	0,0862

Obs.: Medidas em metros

Segundo a NBR6118, item 13.3, a deformação total para as longarinas de passarela, considerando carregamento permanente e acidentais, é dada pela seguinte relação:

$$\text{deformação.limite} < \ell / 250$$

$$\ell / 250 = 25,90 / 250 = 0,104$$

Com isso, as deformações medidas nas longarinas (0,1310, 0,1295 e ,01076) estão em desacordo com o permitido por norma. Além disso, destaca-se que as deformações foram medidas somente com a ação da carga permanente, isso é, sem carregamento de pessoas.

11. CONCLUSÕES

Após análise e verificação, concluímos que o projeto estrutural das passarelas não atende aos critérios de segurança e durabilidade.

Em relação à segurança, foi verificado que a viga interna da travessia apresenta armadura de flexão insuficiente para o Estado Limite Ultimo (ELU). Acrescenta-se ainda, que a armadura de protensão das três longarinas da travessia é insuficiente para garantir o limite exigido por norma para tensões de tração, resultando em peças tracionadas ao longo de praticamente todas as seções, diminuindo também a vida útil da passarela.

Por conta da falta de armadura de protensão, outro aspecto relevante diz respeito a durabilidade. Como os cabos estão sujeitos a elevadas tensões, acima das comumente consideradas, a suscetibilidade a corrosão fica aumentada pondo em risco a estrutura.

Para mitigar a segurança estrutural da passarela, deve-se reforçar a longarina interna com tecido de fibra de carbono para restabelecer os critérios de segurança.

Após esse reforço, a substituição da passarela deve ser analisada e planejada, pois a sua adequação as Normas vigentes e consequente recuperação com foco na durabilidade é inexecutável, dada as características geométricas da obra e a baixa armadura de protensão adotada.

Sendo assim, deverão ser feitos monitoramentos semestrais das flechas e um planejamento para substituição das passarelas. Caso seja constatada evolução das deformações a obra deverá ser interditada e escorada

5.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO

TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente “Volume 1 - Relatório Técnico” do projeto executivo para reforço da passarela de pedestres (OAE) no Km 002+650 da Rodovia PR-407 em Paranaguá/PR.



Eng. Antranig Muradian

Responsável Técnico - CREA/SP 0.600.142.533

Antranig Muradian Engenharia e Consultoria