

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

Rodovia: BR-116/RS

PROJETO DE MANUTENÇÃO DA OAE
PONTE SOBRE ARROIO PARAPÓ – km 581+739 – NORTE / SUL

VOLUME I - RELATÓRIO DE PROJETO
(ECS-116RS-581+739-OAE-OUT-RT-V1-001)

Mai/2022

	Cód. ECS-116RS-581+739-OAE-OUT-RT-V1-001-R02	
	Cód. ANTT	Data de Emissão 04/05/2022
Emitente FRANCHETTI & MEROLA ENGENHARIA LTDA		Projetista Engº Paolo Franchetti
Rodovia BR 116		CONCESSIONÁRIA ECOSUL
Trecho PONTE SOBRE O ARROIO PARAPÓ KM 581 + 739	Lote	
Objeto: RELATÓRIO DE PROJETO – VOLUME I		
Documento de Referência NBR 9452/2019 – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto DNIT 010/2004 – PRO IPR 774 – Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários Inspeção cadastral e rotineira de OAE's		
Documentos Resultantes ECS-116RS-581+739-OAE-OUT-RT-V2-002		
		
 <p>FRANCHETTI BRIDGE DIAGNOSTICS AND PREDICTIVE MAINTENANCE</p>		

03	02/12/2022	Eng. Paolo Franchetti	
02	04/05/2022	Eng. Paolo Franchetti	
01	18/01/2022	Eng. Paolo Franchetti	
00	19/05/2021	Eng. Paolo Franchetti	
Rev.	Data	Projetista	ECOSUL

Firma Projetista: Franchetti & Merola Engenharia

Nº Interno: 217-19_P_ST_RE_PONTE_ARROIO_PARAPO_BR116_km 581 + 739_R02

VOLUME I

PONTE SOBRE O ARROIO PARAPÓ – BR-116 - Km 581 + 739

SUMÁRIO

I.	APRESENTAÇÃO	9
II.	CONSIDERAÇÕES GERAIS DA OBRA	10
1	Localização da Obra	10
2	Características da OAE:.....	12
3	Características de implantação	13
III.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	14
1	Superestrutura	16
2	Transição Superestrutura/Mesoestrutura.....	17
3	Mesoestrutura/encontros	17
4	Infraestrutura.....	18
5	Aproximação e saída da obra	19
6	Pista sobre a obra	20
7	Circulação de Pedestres.....	20
IV.	CONVENÇÃO UTILIZADA EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS	21
V.	INSPEÇÃO ESPECIAL PATOLOGIAS	22
1.	Equipe técnica de inspeção / data de inspeção:	22
2.	Metodologia da inspeção	22
3.	Anomalias constatadas e causas prováveis	22
4.	Ensaios	38
VI.	SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS DE APOIO	39
VII.	MEMÓRIA DE CÁLCULO E ESTUDOS ESTRUTURAIS	40
1	Aparelhos de Apoio.....	40
2	Dimensionamento dos Aparelhos de Apoio – TB36tf.....	40
3	Dimensionamento dos Aparelhos de Apoio – TB45tf.....	45
4	Sequência Executiva da Substituição de Aparelhos de Apoio	48
VIII.	SITUAÇÃO ATUAL	49
IX.	TERAPIAS: AÇÕES RESTAURADORAS DA INTEGRIDADE DA OBRA	51
1-	RESUMO DAS ANOMALIAS	51

2 - METODOLOGIA PARA SERVIÇOS DE REPARO ESTRUTURAL	54
3 - METODOLOGIA PARA REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA DE REPARO.....	60
4 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (ESTÉTICO) 65	
5 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS PASSIVAS, COM PRESENÇA DE UMIDADE, E ABERTURA $W > 0,2\text{MM}$	69
6 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (BAIXO COBRIMENTO).....	75
7 - METODOLOGIA PARA INSTALAÇÃO DE BUZINOTES	79
8 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SEM PRESENÇA DE ÁGUA E ABERTURA $W > 0,2\text{MM}$	82
9 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (CARBONATAÇÃO).....	87
10 - METODOLOGIA PARA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS DE APOIO.....	92
X. FICHA RESUMO - INSPEÇÃO ESPECIAL.....	95
ANEXO I – REGISTRO GRÁFICO DE ANOMALIAS	101
ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	106
ANEXO III – LOCALIZAÇÃO DE FOTOS.....	142
ANEXO IV – CADASTRO GEOMÉTRICO.....	147
ANEXO V – ENSAIOS	153
ANEXO VI – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA (2019).....	161

SUMÁRIO DE FOTOS

Foto 1: Sistema estrutural da ponte.....	16
Foto 2: Aparelho de apoio do tipo elastomérico – Apoio central.....	17
Foto 3: Aparelho de apoio do tipo elastomérico - Encontro.....	17
Foto 4: Apoio central – Vista Sul/Norte.....	17
<i>Foto 5: Encontro 1 – Vista Sul/Norte.</i>	<i>17</i>
Foto 6: Tubulão – Apoio 2 - Pilar Leste.	18
Foto 7: Aproximação norte - vista Pelotas.....	19
Foto 8: Aproximação sul - vista Jaguarão.	19
Foto 9: Laje entre VL 1 e VL2 – VT1 e VT2 – Formação de estalactite.....	23
Foto 10: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul – Armadura exposta oxidada.	23
Foto 11: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul – Armadura exposta oxidada.	23
Foto 12: Balanço Oeste – Mancha de Infiltração e eflorescência.....	23
Foto 13: Balanço Oeste – Apoio 2 – Infiltração na Junta entre vigas longarinas.....	23
Foto 14: Balanço Oeste – Infiltração pela junta de elástica.....	23
Foto 15: Tabuleiro 1 - Fissuras com eflorescência e formação de estalactites.	24
Foto 16: Tabuleiro 1 - Fissuras com eflorescência e formação de estalactites	24
Foto 17: Viga Longarina 2 – Fissura horizontal – face inferior.....	24
Foto 18: Viga longarina 4 – Apoio 1.	24
<i>Foto 19: Viga longarina 3 - Eflorescência.....</i>	<i>25</i>
Foto 20: Viga longarina 3 - Eflorescência.....	25
Foto 21: VL 4 e VL3 - Manchas de umidade e concreto desagregado com armadura exposta.....	25
Foto 22: Viga Longarina 4 – Armadura exposta e oxidada.....	25
Foto 23: VL1 - Face inferior - Mancha de umidade.	25
<i>Foto 24: Viga Longarina 2 - Fissura com eflorescência – Face inferior.....</i>	<i>25</i>
<i>Foto 25: Transversina 3 - Eflorescência.....</i>	<i>26</i>
Foto 26: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL4 - Comprometido.....	27
Foto 27: Detalhe: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL4 - Comprometido.....	27
Foto 28: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL1.....	27
Foto 29: Detalhe: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL1.	27

Foto 30: Aparelho de apoio – VL2 – Apoio 2 – face norte – Deslizamento entre perfis...	28
<i>Foto 31: Aparelho de apoio comprometido - VL 8 - Encontro 2 - Apoio 3.</i>	28
Foto 32: Aparelho de apoio – VL5 – Apoio 3 – Fissuras e deslizamento entre perfis.....	28
Foto 33: Aparelho de apoio apresentando fissuras e deformações excessivas.	28
<i>Foto 34: Apoio 2 – Pilar 1.</i>	29
Foto 35: Apoio 2 - Pilar 2.....	29
<i>Foto 36: Cortina - Encontro 1 - Mancha de umidade e eflorescência.</i>	29
<i>Foto 37: Aparelho da VL 8 - Encontro 2 - Apoio 3 – Fissura vertical no consolo da cortina 2.</i>	29
Foto 38: Cortina - Encontro 2 - Infiltração.....	30
Foto 39: Cortina - Encontro 2 – Manchas de umidade e eflorescência.	30
<i>Foto 40: Encontro 2 - Muro de ala Leste - Manchas de umidade e eflorescência.</i>	30
<i>Foto 41: Encontro 2 - Muro de ala Oeste - Manchas de umidade e eflorescência.</i>	30
<i>Foto 42: Apoio 2 - face sul - Viga travessa com armadura exposta oxidada e pilar 2 leste.</i>	31
<i>Foto 43: Aparelho de apoio – VL6 – Apoio 2 – Viga travessa com armadura exposta e oxidada.</i>	31
<i>Foto 44: Apoio 2 – Viga travessa face sul – Concreto desagregado e Cobrimento insuficiente.</i>	31
<i>Foto 45: Apoio 2 – Viga travessa face sul – Armadura exposta oxidada.</i>	31
<i>Foto 46: Apoio 2 – Face norte.</i>	31
<i>Foto 47: Apoio 2 – Face norte.</i>	31
Foto 48: Tubulão - Apoio 2 leste.....	32
Foto 49: Tubulões – Apoio 2.....	32
Foto 50: Talude lateral Oeste – Encontro 1.....	33
Foto 51: Talude lateral Leste – Encontro 1.....	33
<i>Foto 52: Talude lateral Leste – Encontro 2.</i>	33
<i>Foto 53: Talude lateral Oeste – Encontro 2.</i>	33
Foto 54: Passeios laterais.	34
Foto 55: Sinalização vertical.....	34
Foto 56: Pista de rolamento – Sentido Jaguarão.....	34
Foto 57: Pista de rolamento –Sentido Pelotas.....	34

<i>Foto 58: Junta de dilatação 1 - Vista Oeste/Leste.....</i>	<i>35</i>
<i>Foto 59: Junta de dilatação 1 – Vista Leste/Oeste.</i>	<i>35</i>
<i>Foto 60: Junta de dilatação 2 - Vista Oeste/Leste.....</i>	<i>35</i>
<i>Foto 61: Junta de dilatação 2 - Vista Leste/Oeste.....</i>	<i>35</i>
<i>Foto 62: Junta de dilatação 3 - Vista Oeste/Leste.....</i>	<i>36</i>
<i>Foto 63: Junta de dilatação 3 - Vista Leste/Oeste.....</i>	<i>36</i>
<i>Foto 64: Guarda corpo leste – Sul/Norte.....</i>	<i>36</i>
<i>Foto 65: Guarda corpo oeste – Norte/Sul.....</i>	<i>36</i>
<i>Foto 66: Buzinote – Bordo Leste.....</i>	<i>37</i>
<i>Foto 67: Buzinote - Bordo Oeste.....</i>	<i>37</i>
<i>Foto 68: Balanço Oeste – Mancha de Infiltração.....</i>	<i>37</i>
<i>Foto 69: Balanço Oeste – Manchas de umidade e eflorescência.....</i>	<i>37</i>

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1: Vista Superior da OAE - Pista.	14
Figura 2: Vista longitudinal da OAE - Face Oeste.	14
Figura 3: Vista longitudinal da OAE - Face Leste.	14
Figura 4: vista inferior da OAE - Tabuleiro.....	14
Figura 5: Seção Transversal.....	15
Figura 6: Aproximação e saída da obra. Fonte: Google Earth.....	19

I. APRESENTAÇÃO

A BR-116 é uma importante rodovia brasileira. Tem início no município de Fortaleza, no estado do Ceará e termina em Jaguarão, no Rio Grande do Sul, fronteira com o Uruguai. Passando por dez estados, integra o chamado corredor de exportação entre a capital gaúcha e o porto de Rio Grande.

A Concessionária de Rodovias do Sul S.A. – ECOSUL administra o trecho da Rodovia BR-116/RS, Pelotas – Camaquã, numa extensão de 124 km, Rodovia BR-116/RS, Trecho Pelotas – Jaguarão, numa extensão de 70,5 km.

O presente relatório tem por objetivo apresentar o projeto de manutenção realizado na obra-de-arte especial rodoviária, denominada “Ponte sobre o Arroio Parapó – km 581 + 739”, situada nas coordenadas geográficas 32° 2' 41.58" S, 52° 51' 24.71" O, localizada na BR116, município de Pelotas – RS. A inspeção mencionada compreendeu a identificação e registro das anomalias para avaliação do desempenho estrutural, funcional e de durabilidade da obra. A partir das informações coletadas em campo, definiram-se os principais trabalhos de recuperação necessários, descritos no caderno “Relatório de Terapia”.

II. CONSIDERAÇÕES GERAIS DA OBRA

1 Localização da Obra

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

PONTE SOBRE O ARROIO PARAPÓ – BR 116 km 581 + 739





Identificação:

Nome da obra	Ponte sobre o Arroio Parapó
Rodovia:	BR-116 / RS.
Km da rodovia	km 581 + 739
Município:	Pelotas.
Estado:	Rio Grande do Sul.
Classe Ambiental	I – Fraca (ABNT NBR 6118:2014)

2 Características da OAE:

A Obra de Arte Especial, objeto desta vistoria, encontra-se discriminada no km 581 + 739 da rodovia BR-116. Está situada nas coordenadas geográficas 32° 2' 41.58" S, 52° 51' 24.71" O. A rodovia federal, neste trecho apresenta pista única com duas faixas de rolamento em sentidos opostos. Este tramo apresenta orografia relativamente plana.

A estrutura vistoriada apresenta geometria longitudinal retilínea. Transversalmente, a OAE apresenta caimento para ambos os bordos da pista de rolamento, de acordo com sentido do tráfego. O gabarito horizontal é de 7,8 m, largura útil e gabarito vertical é de 6 m.

Apesar da placa da obra informar 65,0m de comprimento, foi medido 66,0m e 9,6m de largura. A estrutura de concreto armado é isostática, formada por 2 (dois) vãos bi apoiados. A superestrutura é composta por tabuleiro moldado "in loco" suportado por grelha de 4 (quatro) vigas longarinas por vão, contraventadas por vigas transversinas. A mesoestrutura é constituída por um apoio central, formado por dois pilares paralelos, contraventados por uma viga travessa e 2 (dois) encontros formados por cortina e muros de ala.

A inspeção mencionada compreendeu a identificação e registro das anomalias para avaliação dos desempenhos estrutural, funcional e de durabilidade da obra

3 Características de implantação

3.1. Traçado horizontal

Obra com traçado transversal com caimentos para os bordos.

3.2. Traçado vertical

A estrutura apresenta perfil longitudinal retilínea.

Aspectos Topográficos: Orografia plana.

Trem tipo: 36 tf

3.3. Dimensões principais da obra-de-arte:

A estrutura é composta por dois vãos de 25,0 m e dois encontros com 8 metros cada, perfazendo um total de 66,0m.

- Comprimento da obra: 66,00 m
- Largura do tabuleiro: 9,60 m
- Área do tabuleiro: **633,60 m²**

III. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

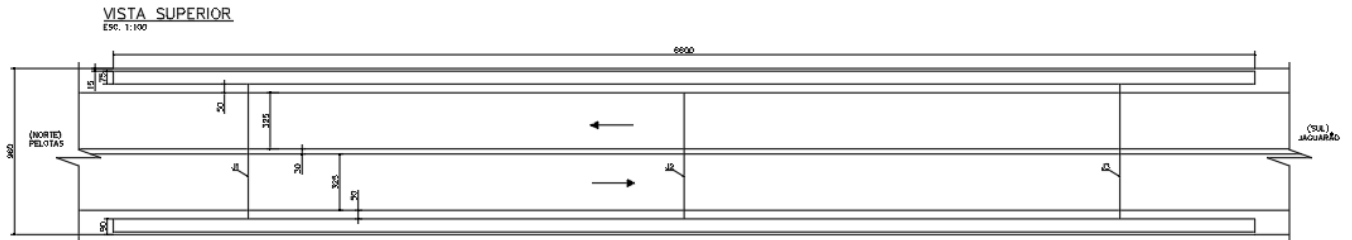


Figura 1: Vista Superior da OAE - Pista.

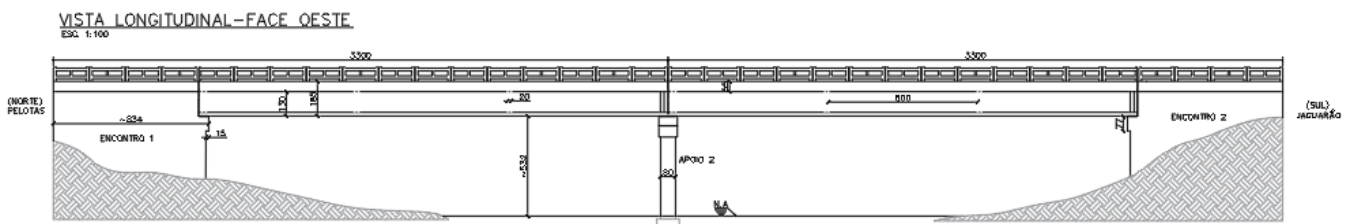


Figura 2: Vista longitudinal da OAE - Face Oeste.

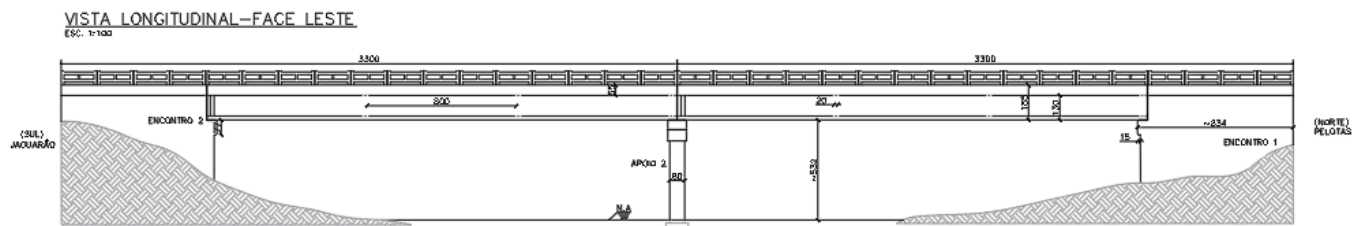


Figura 3: Vista longitudinal da OAE - Face Leste.

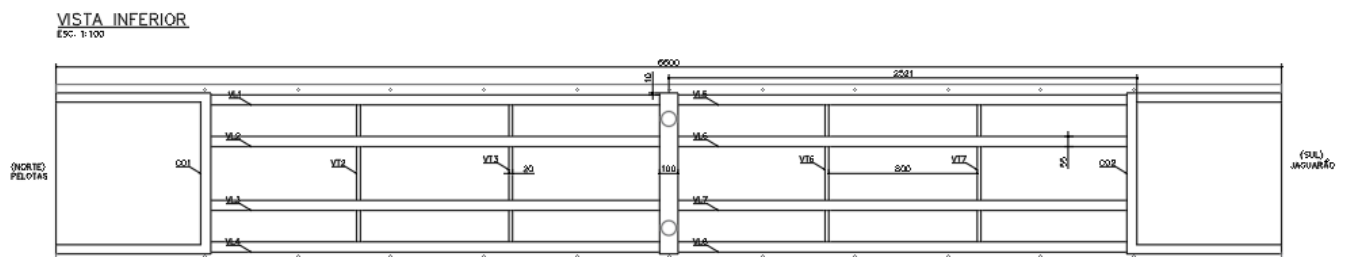


Figura 4: vista inferior da OAE - Tabuleiro.

SEÇÃO TRANSVERSAL

ESC. 1:50

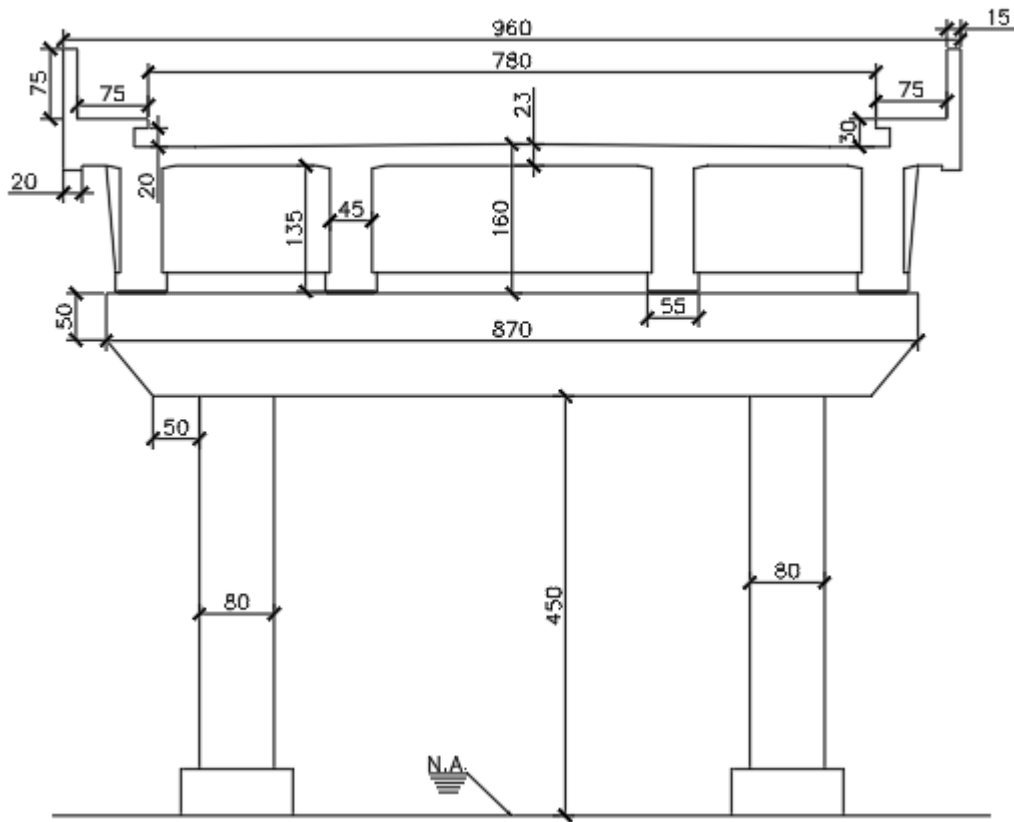


Figura 5: Seção Transversal.

1 Superestrutura

O sistema estrutural da Ponte é composto por 2 (dois) tabuleiros em concreto armado moldado “*in loco*”, grelha de 4 (quatro) vigas longarinas bi apoiadas em cada vão, contraventadas por vigas transversinas.



Foto 1: Sistema estrutural da ponte.

::

2 Transição Superestrutura/Mesoestrutura

A transferência dos esforços verticais e horizontais da superestrutura para os apoios é feita através de aparelhos de apoio elastoméricos do tipo Neoprene Fretado.



Foto 2: Aparelho de apoio do tipo elastomérico – Apoio central.



Foto 3: Aparelho de apoio do tipo elastomérico - Encontro.

3 Mesoestrutura/encontros

A mesoestrutura é constituída por dois encontros formados por cortina e muros de ala e um apoio central composto por dois pilares paralelos, contraventados no topo por uma viga travessa.



Foto 4: Apoio central – Vista Sul/Norte.



Foto 5: Encontro 1 – Vista Sul/Norte.

4 Infraestrutura

A infraestrutura é composta por tubulões de diâmetro igual a 120 cm, parcialmente aparentes.



Foto 6: Tubulão – Apoio 2 - Pilar Leste.

5 Aproximação e saída da obra



Figura 6: Aproximação e saída da obra. Fonte: Google Earth

A aproximação e saída da obra apresenta orografia plana, pavimento asfáltico apresentando reparos e trincas sobre as juntas de dilatação, encontram-se totalmente recobertas pelo pavimento. O passeio e guarda corpo apresentam bom estado de conservação.



Foto 7: Aproximação norte - vista Pelotas.



Foto 8: Aproximação sul - vista Jaguarão.

6 Pista sobre a obra



- **Pista:** Simples.
- **Faixas de rolamento:** 2 (duas) faixas;
- **Faixa lateral de segurança:** Inexistente.
- **Acostamento:** Inexistente.
- **Sinalização horizontal:** Existente (Necessitando pintura).
- **Sinalização vertical:** Existente e em bom estado.
- **Pavimentação:** Pavimento existente flexível apresentando reparos e trincas.
- **Iluminação:** Inexistente.
- **Barreiras rígidas de concreto, sobre a obra:** Inexistente.
- **Defensas metálicas:** Existentes na entrada e saída da obra.

7 Circulação de Pedestres

- **Passeios laterais:** Existente ($L=0,75\text{m}$).
- **Guarda-corpos:** Existente com altura insuficiente ($h=0,75\text{m}$).

IV. CONVENÇÃO UTILIZADA EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS

Os elementos da estrutura foram numerados de acordo com a NBR 9452:2019. Neste caso, no sentido crescente da rodovia (Norte para Sul) e de leste para oeste respectivamente.

Convenção nos desenhos

- AA = Aparelho de Apoio;
- AL = Muro de Ala;
- BL = Balanço Longitudinal;
- BLC = Bloco de fundação;
- BR = Barreira Rígida;
- CO= Cortina
- GC = Guarda Corpo
- TUB = Tubulão;
- ENC = Encontro;
- JD = Junta de dilatação;
- P = Pilar;
- VL = Viga Longarina;
- VT = Viga Transversina;
- VTR = Viga-travessa;
- VTRAV = Viga de travamento;

V. INSPEÇÃO ESPECIAL PATOLOGIAS

1. Equipe técnica de inspeção / data de inspeção:

A inspeção especial foi realizada no dia 05 de dezembro de 2019 e esteve a cargo da seguinte equipe técnica:

Mário Bolite: Engenheiro civil sênior.

Pedro Muzy: Engenheiro civil sênior.

Kauã Vasconcellos: Engenheiro civil.

Lucas Carvalho: Engenheiro civil.

2. Metodologia da inspeção

Na inspeção de campo realizada, foi utilizada máquina fotográfica para o registro das anomalias. Utilizado trilha de acesso, trena de fita, trena eletrônica e fissurômetro para elaboração do desenho de cadastro geométrico e quantificação das anomalias.

3. Anomalias constatadas e causas prováveis

A fim de detectar, caracterizar e registrar as anomalias da Obra de Arte Especial de acordo com as normas DNIT 010/2004-PRO e ABNT NBR 9452:2019, procedeu-se a inspeção técnica visual, constatando-se:

3.1. Superestrutura

3.1.1 Laje superior e Laje em Balanço

- Manchas de infiltração e eflorescência na laje superior e ambos os balanços;
- Formação de estalactite na laje superior (tabuleiro) entre vigas longarinas;
- Concreto desagregado com armadura exposta em ambos os balanços;
- Baixo cobrimento na face inferior de ambos os balanços;



*Foto 9: Laje entre VL 1 e VL2 – VT1 e VT2 –
Formação de estalactite.*



*Foto 10: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul –
Armadura exposta oxidada.*



*Foto 11: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul –
Armadura exposta oxidada.*



*Foto 12: Balanço Oeste – Mancha de Infiltração e
eflorescência.*



*Foto 13: Balanço Oeste – Apoio 2 – Infiltração na
Junta entre vigas longarinas.*



*Foto 14: Balanço Oeste – Infiltração pela junta de
elástica.*



Foto 15: Tabuleiro 1 - Fissuras com eflorescência e formação de estalactites.



Foto 16: Tabuleiro 1 - Fissuras com eflorescência e formação de estalactites

3.1.2 Vigas Longarinas

- Fissuras horizontais nas faces inferiores das vigas longarinas;
- Concreto desagregado com armadura exposta – VL 4 – Face inferior;
- Cunha de ruptura no apoio 1 da VL4 devido esmagamento do aparelho de apoio;



Foto 17: Viga Longarina 2 – Fissura horizontal – face inferior.



Foto 18: Viga longarina 4 – Apoio 1.



Foto 19: Viga longarina 3 - Eflorescência.



Foto 20: Viga longarina 3 - Eflorescência.



Foto 21: VL 4 e VL3 - Manchas de umidade e concreto desagregado com armadura exposta.



Foto 22: Viga Longarina 4 – Armadura exposta e oxidada.



Foto 23: VL1 - Face inferior - Mancha de umidade.



Foto 24: Viga Longarina 2 - Fissura com eflorescência – Face inferior.

3.1.3 Vigas Transversinas

- Apresentam manchas de umidade e eflorescência devido infiltração pela laje superior (tabuleiro);



Foto 25: Transversina 3 - Eflorescência.

3.2. Mesoestrutura

3.2.1. Aparelhos de Apoio

- Apresentam deformações excessivas;
- Ocorrência de fissuras e fraturas;
- Acúmulo de detritos;
- Achatamento excessivo dos perfis elastoméricos;



Foto 26: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL4 - Comprometido.



Foto 27: Detalhe: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL4 - Comprometido.



Foto 28: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL1.



Foto 29: Detalhe: Encontro 1 – Aparelho de apoio VL1.



Foto 30: Aparelho de apoio – VL2 – Apoio 2 – face norte – Deslizamento entre perfis.



Foto 31: Aparelho de apoio comprometido - VL 8 - Encontro 2 - Apoio 3.



Foto 32: Aparelho de apoio – VL5 – Apoio 3 – Fissuras e deslizamento entre perfis.



Foto 33: Aparelho de apoio apresentando fissuras e deformações excessivas.

3.2.2. Pilares

- Apresentam manchas de umidade;
- Os pilares 1 e 2 sofreram processo de lixiviação na base;



Foto 34: Apoio 2 – Pilar 1.



Foto 35: Apoio 2 - Pilar 2.

3.2.1. Cortinas/Muros de Ala

- Apresentam manchas de umidade, eflorescência e infiltração;
- Há ocorrência de fissura no consolo de apoio da viga longitudinal 8 – Encontro 2;
- Muros de Ala apresentando manchas de infiltração e eflorescência;



Foto 36: Cortina - Encontro 1 - Mancha de umidade e eflorescência.



Foto 37: Aparelho da VL 8 - Encontro 2 - Apoio 3 – Fissura vertical no consolo da cortina 2.



Foto 38: Cortina - Encontro 2 - Infiltração.



Foto 39: Cortina - Encontro 2 – Manchas de umidade e eflorescência.



*Foto 40: Encontro 2 - Muro de ala Leste -
Manchas de umidade e eflorescência.*



*Foto 41: Encontro 2 - Muro de ala Oeste -
Manchas de umidade e eflorescência.*

3.2.2. Viga Travessa

- Viga Travessa apresenta baixa espessura de cobrimento de concreto;
- Há ocorrência de manchas de umidade em toda a travessa;
- Ocorrência de armadura exposta em processo de corrosão na face sul;



Foto 42: Apoio 2 - face sul - Viga travessa com armadura exposta oxidada e pilar 2 leste.



Foto 43: Aparelho de apoio - VL6 - Apoio 2 - Viga travessa com armadura exposta e oxidada.



Foto 44: Apoio 2 - Viga travessa face sul - Concreto desagregado e Cobrimento insuficiente.



Foto 45: Apoio 2 - Viga travessa face sul - Armadura exposta oxidada.



Foto 46: Apoio 2 - Face norte.



Foto 47: Apoio 2 - Face norte.

3.3. Infraestrutura

- Os elementos estão parcialmente aparentes e encontram –se em bom estado.



Foto 48: Tubulão - Apoio 2 leste.



Foto 49: Tubulões – Apoio 2.

3.4. Taludes

- Encontro 1 (Norte): Taludes laterais com proteção natural (Vegetação) sem indícios de instabilidade;
- Encontro 2 (Sul): Taludes laterais com proteção natural (Vegetação) sem indícios de instabilidade;
- Há ocorrência de alta densidade de vegetação, sendo necessário limpeza e capina;

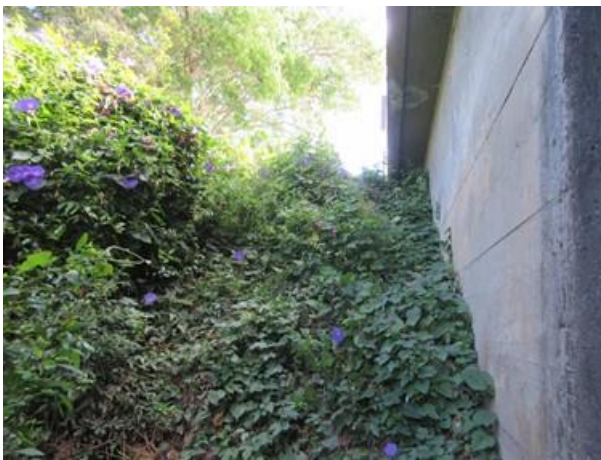


Foto 50: Talude lateral Oeste – Encontro 1.



Foto 51: Talude lateral Leste – Encontro 1.



Foto 52: Talude lateral Leste – Encontro 2.



Foto 53: Talude lateral Oeste – Encontro 2.

3.5. Elementos complementares

3.5.1. Pavimento, passeio e sinalização:

- Passeios apresentam bom estado;
- Pavimento asfáltico – Trincas sobre as juntas;
- Sinalização Horizontal apresenta desgaste;
- Sinalização Vertical em bom estado;



Foto 54: Passeios laterais.



Foto 55: Sinalização vertical.



Foto 56: Pista de rolamento – Sentido Jaguarão.



Foto 57: Pista de rolamento – Sentido Pelotas.

3.5.2. Junta de dilatação:

- Encontram-se totalmente recobertas pelo pavimento asfáltico;
- Apresentam trincas e fissuras sobre o pavimento, permitindo a percolação de água para os elementos estruturais;



Foto 58: Junta de dilatação 1 - Vista Oeste/Leste.



Foto 59: Junta de dilatação 1 - Vista Leste/Oeste.



Foto 60: Junta de dilatação 2 - Vista Oeste/Leste.



Foto 61: Junta de dilatação 2 - Vista Leste/Oeste.



Foto 62: Junta de dilatação 3 - Vista Oeste/Leste.



Foto 63: Junta de dilatação 3 - Vista Leste/Oeste.

3.5.3. Guarda Corpo:

- Guarda Corpo de ambos os bordos em bom estado;
- Apresentam altura insuficiente ($h=0,75\text{cm}$)



Foto 64: Guarda corpo leste - Sul/Norte.



Foto 65: Guarda corpo oeste - Norte/Sul.

3.5.4. Defesa metálica:

- Defesa metálica em ambas as aproximações em bom estado.

3.5.5. Drenagem

- Buzinotes apresentando falha na vedação;
- Ausência de prolongamento;
- Buzinote diâmetro insuficiente ($d=50\text{mm}$);
- Ausência de elementos de drenagem sobre o talude;



Foto 66: Buzinote – Bordo Leste.



Foto 67: Buzinote - Bordo Oeste.



Foto 68: Balanço Oeste – Mancha de Infiltração.



Foto 69: Balanço Oeste – Manchas de umidade e eflorescência.

4. Ensaaios

Os ensaios realizados nos elementos da OAE, são de extrema importância para o controle da capacidade portante da estrutura.

No anexo V, verifica -se com mais detalhes o resultado de cada ensaio realizado nesta estrutura.

4.1. Avaliação de profundidade de carbonatação

Com objetivo de analisar se a profundidade de carbonatação nos elementos da estrutura estão atingindo a armadura, foi realizado em diversos pontos aberturas de janela na superfície de concreto com auxílio da serra corta mármore do tipo Makita e posteriormente o apicoamento com a ponteira metálica para remoção de uma porção do concreto.

A verificação da profundidade de carbonatação consiste na visualização da alteração do pH no concreto de cobrimento da armadura, através da aspensão de um indicador de pH (solução alcoólica de fenolftaleína a 1,0 por cento). Esta solução apresenta cor vermelho carmim quando em contato com concreto não carbonatado, o ponto de mudança de cor ocorre em uma faixa de pH de 8,3 a 10.

Os pontos de verificação da profundidade de carbonatação estão representados na tabela a seguir.

Ponto	Local	Espessura carbonatada (mm)	Cobrimento do concreto Armadura principal (mm)	Cobrimento do concreto Estribo (mm)
1	Cortina 2 – Apoio 3	2	33	17
2	Cortina 1 – Apoio 1	15	29	9
3	Pilar 2 – Leste – Apoio 2	2	27	5

Com base nos resultados acima, salienta –se que em nenhum ponto ensaiado a frente de carbonatação atingiu as armaduras principais. Entretanto, deve – se atentar com os pontos 2 e 3, visto que o processo de carbonatação é evolutivo e já atingiu os estribos nesses locais. É importante destacar, que esse processo pode ser influenciado pelas condições locais, pelo tipo e consumo de cimento da dosagem do concreto, pela

porosidade do concreto e outros fatores que podem colmatar os poros nas camadas mais internas do concreto, reduzindo a velocidade de carbonatação e até mesmo criando uma barreira de proteção antes desta chegar às armaduras.

4.2. Furo de prospecção na laje de aproximação

A fim de verificar a base sob as lajes de aproximação foram realizados dois furos de prospecção nestes elementos com auxílio de serra copo diamantada com diâmetro nominal de 100 mm e cortados além da laje de concreto.

Encontro 1:

No furo realizado foi possível observar uma camada de aproximadamente 4 cm de CBUQ sobre a laje de concreto de cimento Portland que apresentava aproximadamente 22 cm de espessura. Ao final destas camadas não foi encontrado qualquer tipo de base, sendo possível inserir a trena metálica até a profundidade de aproximadamente de 3,80 m.

Encontro 2:

O furo realizado no encontro 2 apresentou comportamento semelhante ao do encontro 1, onde foi possível observar uma camada de aproximadamente 4 cm de CBUQ sobre uma laje de concreto com aproximadamente 23 cm de espessura. Ao final destas camadas não foi encontrado qualquer tipo de base, sendo possível inserir a trena metálica até a profundidade de aproximadamente de 3,40 m.

VI. SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS DE APOIO

De acordo com a inspeção de campo realizada, observamos que os aparelhos de apoio se encontram danificados e comprometidos, sendo necessário a substituição imediata para que possam cumprir a sua função de transmissão de esforços entre super e mesoestrutura. A presença de aparelhos danificados pode ocasionar a distribuição inadequada dos esforços solicitantes ao longo da sua vida útil, gerando tensões não previstas nos elementos estruturais da mesoestrutura que recebem estas cargas.

VII. MEMÓRIA DE CÁLCULO E ESTUDOS ESTRUTURAIS

Neste item apresentamos o procedimento de macaqueamento para a troca dos aparelhos de apoio, bem como o dimensionamento dos novos aparelhos a serem substituídos.

1 Aparelhos de Apoio

De acordo com os dados obtidos através da inspeção e a placa de identificação da obra presente no local, a estrutura apresenta classe 36tf (carga móvel de projeto TB36tf), portanto, o dimensionamento e verificação dos novos aparelhos de apoio a serem substituídos foi realizado levando em consideração o trem-tipo de projeto, e todas as cargas permanentes e acidentais que podem atuar na obra ao longo da sua vida útil, calculadas de acordo com as normas técnicas vigentes.

Adicionalmente, vislumbrando uma possível alteração de classe da rodovia, dimensionamos também os novos aparelhos para a carga móvel rodoviária padrão TB45tf, preconizada pela ABNT NBR 7188:2013 (Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas).

O dimensionamento e verificação dos novos aparelhos de apoio foi realizado de acordo com as prescrições do SETRA.

2 Dimensionamento dos Aparelhos de Apoio – TB36tf

Dimensões do aparelho

$$a \text{ (m)} = 0,300$$

$$b \text{ (m)} = 0,300$$

Esforços atuantes

$$N_{g1} \text{ (tf)} = 31,9$$

$$N_{g2} \text{ (tf)} = 0,0$$

$$N_{g3} \text{ (tf)} = 10,3$$

$$N_{SC,PASSEIO} \text{ (tf)} = 1,6$$

$$N_{CM_max} \text{ (tf)} = 49,0$$

$$N_{CM_min} \text{ (tf)} = -0,2$$

Tensão normal máxima

$$\sigma_{max} = N_{max} / (a * b)$$

$$N_{max} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{SC,PASSEIO} + N_{CM_max} \quad N_{max} \text{ (tf)} = 92,7$$

$$\sigma_{max} \text{ (tf/m}^2 \text{)} = 1029,5 \leq 1500 \text{ tf/m}^2$$

Tensão normal mínima

$$\sigma_{\min} = N_{\min} / (a * b)$$

$$N_{\min} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM_min}$$

$$N_{\min} (tf) = 42,0$$

$$\sigma_{\min} (tf/m^2) = 466,3 \geq 200 tf/m^2$$

Verificação do Aparelho de Apoio de Neoprente segundo as Prescrições do SETRA

1 - Esforços Solicitantes

- Aplicação Lenta

- Aplicação rápida

$$N_{g1} (tf) = 31,87$$

$$N_{CM \text{ máx}}(tf) = 48,96$$

$$N_{g2} (tf) = 0,00$$

$$N_{CM \text{ mín}}(tf) = -0,16$$

$$N_{g3} (tf) = 10,26$$

$$H_{L \text{ fren}} (tf) = 2,25$$

$$H_{L \text{ temp}} (tf) = 1,69$$

$$H_{T \text{ vento}} (tf) = 1,15$$

2 - Rotações

- Aplicação Lenta

- Aplicação rápida

$$\alpha_{g1} (rad) = 2,67E-03$$

$$\alpha_{CM} (rad) = 2,80E-03$$

$$\alpha_{g2} (rad) = 0,00E+00$$

$$\alpha_{g3} (rad) = 1,11E-03$$

Geometria do aparelho de apoio

t (mm) = 10 - espessura das camadas de elastômero
 n = 4 - número das camadas de elastômero

$$T = n * t$$

T (mm) = 40 G (tf/m²) = 100

a (cm) = 30

b (cm) = 30

A (cm²) = 900

3 - Cálculo dos deslocamentos devido as forças horizontais

- Para cargas de aplicação lenta: $u = H * T / (G * A)$
- Para cargas de aplicação rápida: $u = H * T / (2 * G * A)$

u_L (cm) = 1,25

u_T (cm) = 0,26

4 - Cálculo da pressão máxima

$$\sigma_{M \text{ máx}} = (N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM \text{ máx}}) / A'$$

$$A' = (a - uL) * (b - uT)$$

$$A' \text{ (cm}^2\text{)} = 855$$

$$\sigma_{M \text{ máx}} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 1065 \quad \text{OK!}$$

5 - Verificação das condições de não escorregamento

$$5.1 - \sigma_{M \text{ mín}} = (N_{g1} + N_{g2} + N_{g3}) / A' \geq 2 \text{ Mpa} = 200 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{M \text{ mín}} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 493 \quad \text{OK!}$$

$$5.2 - H < f \times N_{\text{mín}}$$

$$f = 0,1 + 60 / \sigma_{M \text{ mín}}$$

$$f = 0,22$$

$$N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM}$$

$$N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = 91,09$$

$$f \times N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = 20,20 > 3,94 \quad \text{OK!}$$

6 - Verificação das tensões cisalhantes

6.1 - Tensões cisalhantes devido aos esforços horizontais

$$T_{H1} = H_1 / (a * b) < 0,5 * G \quad , \text{onde } H_1 = \text{HL de carga permanente}$$

$$T_{H1} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 18,80 < 50,00 \quad \text{OK!}$$

$$T_{H \text{ Total}} = H_{\text{Total}} / (a * b) < 0,7 * G \quad , \text{onde } H_{\text{total}} = \text{HL de carga permanente} + 1/2 \text{ de HL de carga Acidental}$$

$$T_{H \text{ total}} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 31 < 70 \quad \text{OK!}$$

6.2 - Tensão cisalhante devido ao esforço normal

$$\tau_N = 1,5 * \sigma_{M_{\max}} / \beta$$

$$\beta = a * b / (2 * t * (a + b))$$

$$\beta = 7,50$$

$$\tau_N \text{ (tf/m}^2\text{)} = 202$$

6.3 Tensão cisalhante devido a rotação do aparelho

$$\tau_\alpha = (G/2) * (a/t)^2 * \alpha_t$$

$$\alpha_t = \Sigma\alpha/n$$

$$\tau_\alpha \text{ (tf/m}^2\text{)} = 187$$

$$\tau_N + \tau_H + \tau_\alpha < 5 * G$$

$$\tau_N + \tau_H + \tau_\alpha = 420 < 500 \quad \text{OK!}$$

7 - Verificação da Flambagem do aparelho

$$n * t \leq a / 5$$

$$n * t \text{ (mm)} = 40 < 60 \quad \text{OK!}$$

8 - Verificação do soerguimento

$$\alpha_t \leq (3/\beta) * (t/a)^2 * \sigma_{M_{\max}} / G$$

$$\alpha_t = 4,15E-03 < 4,50E-03 \quad \text{OK!}$$

9 - Dimensionamento das chapas de fretagem

$$t_s \geq (a/\beta) * (\sigma_{M_{\max}}/f_{yd}) * 1,4$$

$$t_s \text{ (mm)} \geq 2,6$$

3 Dimensionamento dos Aparelhos de Apoio – TB45tf

Dimensões do aparelho

$$a \text{ (m)} = 0,300$$

$$b \text{ (m)} = 0,300$$

Esforços atuantes

$$N_{g1} \text{ (tf)} = 31,9$$

$$N_{g2} \text{ (tf)} = 0,0$$

$$N_{g3} \text{ (tf)} = 10,3$$

$$N_{SC,PASSEIO} \text{ (tf)} = 1,6$$

$$N_{CM_max} \text{ (tf)} = 58,0$$

$$N_{CM_min} \text{ (tf)} = -0,2$$

Tensão normal máxima

$$\sigma_{max} = N_{max} / (a * b)$$

$$N_{max} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{SC,PASSEIO} + N_{CM_max} \quad N_{max} \text{ (tf)} = 101,7$$

$$\sigma_{max} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 1130,5 \leq 1500 \text{ tf/m}^2$$

Tensão normal mínima

$$\sigma_{min} = N_{min} / (a * b)$$

$$N_{min} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM_min} \quad N_{min} \text{ (tf)} = 41,9$$

$$\sigma_{min} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 465,8 \geq 200 \text{ tf/m}^2$$

Verificação do Aparelho de Apoio de Neoprente segundo as Prescrições do SETRA

1 - Esforços Solicitantes

- Aplicação Lenta

- Aplicação rápida

$$N_{g1} \text{ (tf)} = 31,87$$

$$N_{CM_m\acute{a}x} \text{ (tf)} = 58,05$$

$$N_{g2} \text{ (tf)} = 0,00$$

$$N_{CM_m\acute{i}n} \text{ (tf)} = -0,20$$

$$N_{g3} \text{ (tf)} = 10,26$$

$$H_{L \text{ fren}} \text{ (tf)} = 2,25$$

$$H_{L \text{ temp}} \text{ (tf)} = 1,69$$

$$H_{r \text{ vento}} \text{ (tf)} = 1,15$$

2 - Rotações

- Aplicação Lenta

- Aplicação rápida

$$\alpha_{g1} \text{ (rad)} = 2,67E-03$$

$$\alpha_{CM} \text{ (rad)} = 3,16E-03$$

$$\alpha_{g2} \text{ (rad)} = 0,00E+00$$

$$\alpha_{g3} \text{ (rad)} = 1,11E-03$$

Geometria do aparelho de apoio

t (mm) = 10 - espessura das camadas de elastômero
 n = 4 - número das camadas de elastômero

$$T = n * t$$

T (mm) = 40 G (tf/m²) = 100

a (cm) = 30

b (cm) = 30

A (cm²) = 900

3 - Cálculo dos deslocamentos devido as forças horizontais

- Para cargas de aplicação lenta: $u = H * T / (G * A)$
- Para cargas de aplicação rápida: $u = H * T / (2 * G * A)$

$$u_L \text{ (cm)} = 1,25$$

$$u_T \text{ (cm)} = 0,26$$

4 - Cálculo da pressão máxima

$$\sigma_{M \text{ máx}} = (N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM \text{ máx}}) / A'$$

$$A' = (a - u_L) * (b - u_T)$$

$$A' \text{ (cm}^2\text{)} = 855$$

$$\sigma_{M \text{ máx}} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 1171 \quad \text{OK!}$$

5 - Verificação das condições de não escorregamento

$$5.1 - \sigma_{M \text{ mín}} = (N_{g1} + N_{g2} + N_{g3}) / A' \geq 2 \text{ Mpa} = 200 \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{M \text{ mín}} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 493 \quad \text{OK!}$$

$$5.2 - H < f * N_{\text{mín}}$$

$$f = 0,1 + 60 / \sigma_{M \text{ mín}}$$

$$f = 0,22$$

$$N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + N_{CM}$$

$$N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = 100,17$$

$$f * N_{\text{mín}} \text{ (tf)} = 22,22 > 3,94 \quad \text{OK!}$$

6 - Verificação das tensões cisalhantes

6.1 - Tensões cisalhantes devido aos esforços horizontais

$$\tau_{H1} = H_1 / (a * b) < 0,5 * G \quad , \text{onde } H_1 = \text{HL de carga permanente}$$

$$\tau_{H1} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 18,80 < 50,00 \quad \text{OK!}$$

$$\tau_{HTotal} = H_{Total} / (a * b) < 0,7 * G \quad , \text{onde } H_{total} = \text{HL de carga permanente} + 1/2 \text{ de HL de carga Acidental}$$

$$\tau_{HTotal} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 31 < 70 \quad \text{OK!}$$

6.2 - Tensão cisalhante devido ao esforço normal

$$\tau_N = 1,5 * \sigma_{M_{\max}} / \beta$$

$$\beta = a * b / (2 * t * (a + b))$$

$$\beta = 7,50$$

$$\tau_N \text{ (tf/m}^2\text{)} = 223$$

6.3 Tensão cisalhante devido a rotação do aparelho

$$\tau_{\alpha} = (G/2) * (a/t)^2 * \alpha_t$$

$$\alpha_t = \sum \alpha / n$$

$$\tau_{\alpha} \text{ (tf/m}^2\text{)} = 191$$

$$\tau_N + \tau_H + \tau_{\alpha} < 5 * G$$

$$\tau_N + \tau_H + \tau_{\alpha} = 445 < 500 \quad \text{OK!}$$

7 - Verificação da Flambagem do aparelho

$$n * t \leq a / 5$$

$$n * t \text{ (mm)} = 40 < 60 \quad \text{OK!}$$

8 - Verificação do soerguimento

$$\alpha_t \leq (3/\beta) * (t/a)^2 * \sigma_{M_{\max}} / G$$

$$\alpha_t = 4,24E-03 < 4,95E-03 \quad \text{OK!}$$

9 - Dimensionamento das chapas de fretagem

$$t_s \geq (a/\beta) * (\sigma_{M_{\max}} / f_{yd}) * 1,4$$

$$t_s \text{ (mm)} \geq 2,9$$

4 Sequência Executiva da Substituição de Aparelhos de Apoio

Este item apresenta a sequência executiva da operação de macaqueamento da superestrutura e substituição dos aparelhos de apoio.

- **Vão 1**

- I. Posicionamento dos macacos hidráulicos de 60tf ou mais sobre a travessa central e encontro (entre longarinas) nos apoios pertencentes ao vão 1:
 - Encontro 1 – 7 unidades;
 - Apoio Central – 7 unidades;
- II. Macaqueamento do tabuleiro do vão 1;
- III. Troca dos aparelhos de apoio:
 - Encontro 1 – 4 A.A;
 - Apoio Central – 4 A.A;
- IV. Reposicionamento do tabuleiro do vão 1;
- V. Retirada dos macacos hidráulicos;

- **Vão 2**

- VI. Posicionamento dos macacos hidráulicos de 60tf ou mais sobre a travessa central e encontro (entre longarinas) nos apoios pertencentes ao vão 2:
 - Apoio Central – 7 unidades;
 - Encontro 2 – 7 unidades;
- VII. Macaqueamento do tabuleiro do vão 2;
- VIII. Troca dos aparelhos de apoio:
 - Apoio Central – 4 A.A;
 - Encontro 2 – 4 A.A;
- IX. Reposicionamento do tabuleiro do vão 2;
- X. Retirada dos macacos hidráulicos;

Ressaltamos que a operação de macaqueamento e troca de aparelhos de apoio para o vão 2 deve ser realizada após o término da operação para o vão 1.

VIII. SITUAÇÃO ATUAL

Há danos que comprometem a segurança estrutural, sua evolução pode levar ao colapso estrutural da OAE.

Tabuleiro: Apresenta área considerável com manchas de umidade, eflorescência com formação de estalactites (Anexo II fotos: 14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24).

Balanço Leste e Oeste: É possível observar manchas de umidade, eflorescências e infiltrações pelas juntas de dilatação e junta elástica. (Anexo II fotos:28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39).

Vigas longarinas: A viga longarina 2 apresenta fissuras na face inferior no sentido longitudinal. Viga longarina 3 apresenta eflorescência na face leste devido infiltração proveniente do tabuleiro. Há formação de cunha de ruptura no apoio 1 da viga longarina 4 devido ao aparelho de apoio comprometido. (Anexo II fotos:25;26;27;40;41;42;43;44;64;65;66).

Os aparelhos de apoio se encontram danificados e comprometidos, sendo necessário a substituição imediata para que possam cumprir a sua função de transmissão de esforços, sem gerar tensões não previstas nos elementos estruturais. (Anexo II fotos:48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60).

Pilares: Os pilares do apoio dois apresentam manchas de umidade. (Anexo II fotos:68).

Nos taludes laterais e sob a obra há proteção natural (Vegetação). Foi observado através de furo de prospecção, ausência de material sob as lajes de aproximação. Recomendamos o preenchimento de vazio sob as lajes de transição. (Anexo VI).

Pavimentação asfáltica apresentando trincas sobre as juntas e sinalização horizontal com desgaste. Foi identificado acúmulo de detritos nos bordos, obstruindo os buzinos. (Anexo II fotos: 3;4;5;6;7;8;69;70).

As juntas de dilatação se encontram totalmente recobertas pelo pavimento. Apresentam trincas e fissuras sobre o pavimento, permitindo a percolação de água para os elementos estruturais. (Anexo II fotos:9;10;11).

Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:

COMPONENTES			AVALIAÇÃO SEGUNDO NORMA DNIT 010/2004 – PRO – ANEXO C
Infraestrutura	Mesoestrutura	Superestrutura	
4	2	2	2

Avaliação 2: Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural

Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:

Parâmetro	ELEMENTOS						Nota final
	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista	
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	2	2	4	4	4	4	2
Funcional	4	-	-	3	-	3	3
Durabilidade	2	2	4	4	4	3	2

Estrutural 2:

- Aparelhos de apoios danificados e comprometidos
- Concreto desagregado com armadura exposta na Viga Longarina.

Funcional 3:

- Altura insuficiente do guarda corpo (0,75m)
- Juntas de dilatação com trincas, gerando infiltração na superestrutura e mesoestrutura.

Durabilidade 2:

- Grande área de Mancha de umidade e eflorescência.

IX. TERAPIAS: AÇÕES RESTAURADORAS DA INTEGRIDADE DA OBRA

1- RESUMO DAS ANOMALIAS

ANOMALIAS														
LOCALIZAÇÃO	Concreto desagregado	Fissura	Armadura exposta	Manchas de infiltração	Eflorescência	Estalactite	Redução de cobertura	Carbonatação	Lixiviação	Fissura e Fratura	Deformação Excessiva	Esmagamento	Fissuras e trincas sobre a juntas	Buzinotes obstruídos e/ou falta de prolongamento
Tabuleiro/Laje														
Balanços														
Vigas longarinas														
Vigas Transversinas														
Cortina														
Consolo														
Pilares														
Travessa														
Aparelhos de apoio														
Pavimento														

Legendas

	Anomalia leve
	Anomalia moderada
	Anomalia grave

As ações restauradoras dos elementos estruturais ou complementos da obra de arte especial estão associadas a ações localizadas com objetivo de restabelecer as características originais da obra em questão.

Os procedimentos reparadores estão explicitados neste relatório e referem-se de forma geral às seguintes anomalias:

- Concreto desagregado;
- Armadura exposta;
- Manchas de Infiltração / Umidade;
- Eflorescência;
- Estalactite;
- Fissura;
- Lixiviação;
- Carbonatação;
- Baixo cobrimento;
- Deterioração do perfil elastomérico

Toda a metodologia e logística de execução devem ser concebidas atendendo a todas as recomendações e especificações dos fabricantes dos diversos produtos a serem utilizados, bem como o respeito às normas vigentes que tratam do assunto em questão. A execução dos serviços relacionados nesse relatório, necessários à recuperação das anomalias desta obra, bem como a adequação funcional necessária, deverão ser executados, observando os anexos apresentados.

Qualquer alteração dos produtos ou metodologias especificadas neste relatório, somente deverá ser realizada após anuência e aprovação da fiscalização através do seu engenheiro responsável.

Finalizando, recomendamos que os serviços concernentes às providências sugeridas, sejam executados, fiscalizados ou assessorados por empresa especializada

2 - METODOLOGIA PARA SERVIÇOS DE REPARO ESTRUTURAL

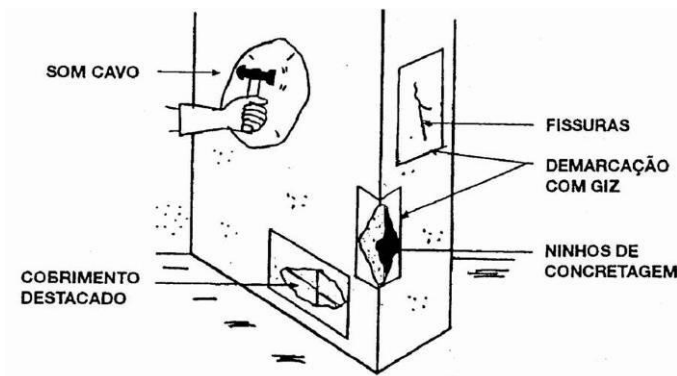
ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I deste relatório, páginas 92, 93 e 94. Trata-se das áreas com armadura exposta e concreto desagregado.

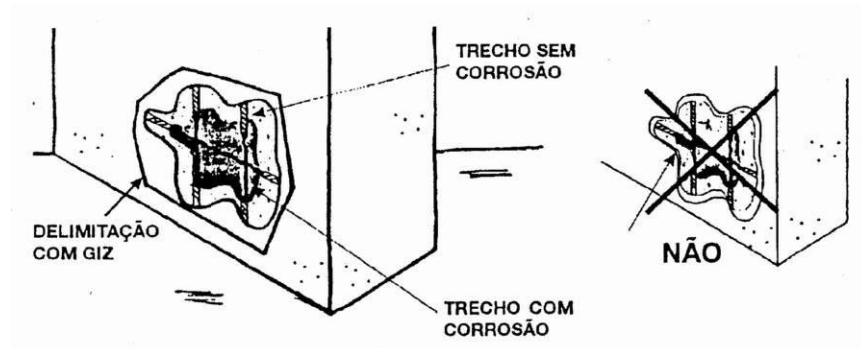
SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

Esta metodologia trata dos serviços de localização, identificação, avaliação da extensão dos reparos e de preparo do substrato de concreto e aço.

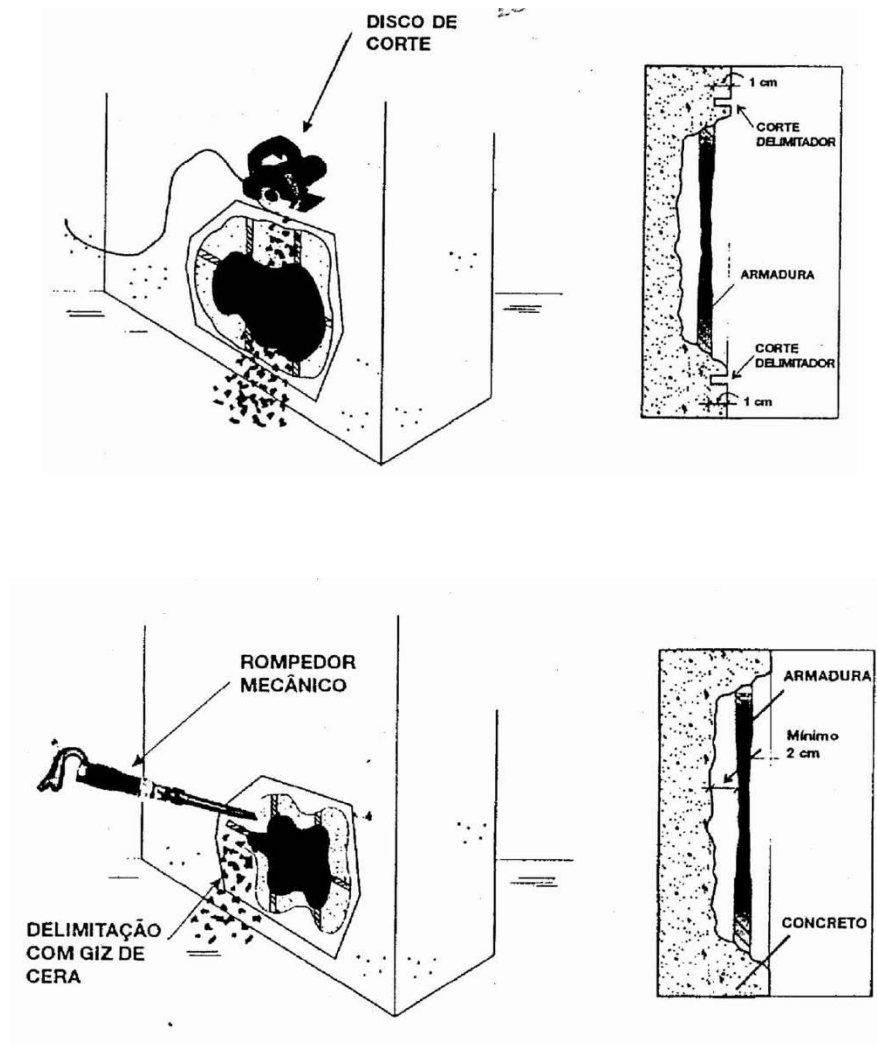
1. Localizar e identificar as regiões da estrutura que estejam apresentando as manifestações patológicas apresentadas no relatório de patologia, através de exame visual.



2. Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90º) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas.



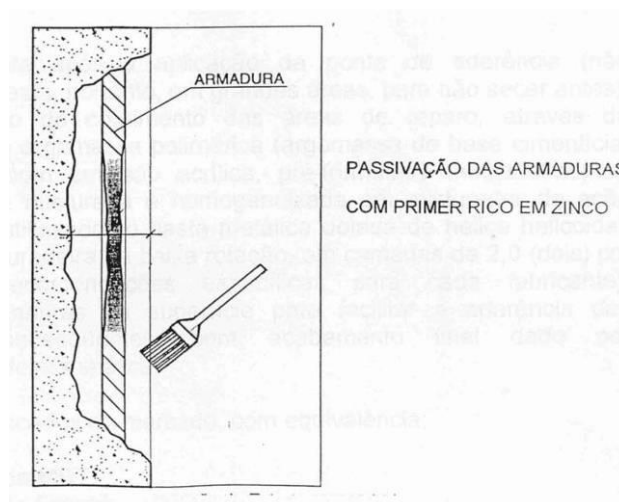
3. Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou martelotes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima de 10,0 cm de armadura sã (sem corrosão), em cada extremidade do trecho corroído da barra, liberando-a do concreto, em toda a sua superfície (distância mínima ao concreto de 2,0 cm).
4. 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 0,5cm.
5. Remoção do concreto deteriorado (e parte do são), dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (preferencialmente) ou mecânico, evitando-se o rompimento das bordas do friso.



6. 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).
7. 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 a 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 6118:2007.

Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

8. Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
9. Aplicação 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, preparado conforme instruções do fabricante:
 - NITOPRIMER ZN de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
 - MASTERSEAL ZINCO PRIMER de fabricação da BASF.
 - DENVERPRIMER ZINCO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
 - BAUTECH EP ZN de fabricação da BAUTECH.
 - VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL.



10. Recompôr a seção dos elementos conforme metodologia apresentada a seguir, de acordo com a profundidade do reparo.

3 - METODOLOGIA PARA REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA DE REPARO

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I deste relatório, páginas 92, 93 e 94. Trata-se das áreas com armadura exposta e concreto desagregado.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

O preparo de toda a superfície deverá ser realizado conforme metodologia PARA SERVIÇOS INICIAIS DE REPARO ESTRUTURAL.

1. 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).
2. Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada com polímero (emulsão) acrílico, na proporção de 1 parte de água, 1 parte de emulsão acrílica e 3 partes de cimento (em volume).

Nesse caso, utilizar a proporção indicada pelo fabricante do produto.

Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORBOND AR de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
- REOMIX 104 de fabricação da BASF.
- DENVERFIX ACRÍLICO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- TRAFIX ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH.
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
- KZ Acrílico de fabricação da VIAPOL.

Para reparos com pequenas dimensões ($a < 0,01\text{m}^2$), pode-se optar pela aplicação apenas da emulsão acrílica, sem a necessidade do uso da pasta de cimento.

A ponte de aderência deverá ser aplicada somente nas áreas que receberão a aplicação da argamassa imediatamente em seguida, ou seja, deverá ser evitada a aplicação em grandes áreas.

3. Imediatamente após a aplicação da ponte de aderência, executar a reconstituição da seção transversal do elemento estrutural nas áreas de reparo previamente preparadas, com a aplicação de argamassa polimérica (argamassa de base cimentícia modificada por polímeros, pré-formulada industrialmente), devidamente misturada e homogeneizada em misturador de ação forçada ou utilizando-se de uma haste metálica dotada de hélice helicoidal acoplada a uma furadeira de baixa rotação.

Aplicar a argamassa de reparo em camadas de no máximo 2,0 cm de espessura (observar recomendações específicas para cada fabricante), deixando ranhuras na superfície para facilitar a aderência das camadas subseqüentes, com acabamento final dado por desempenadeira metálica.

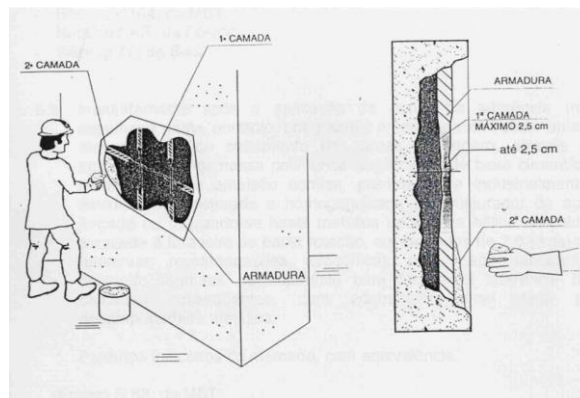
Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORMASSA S2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
Observação: Esta argamassa pode também ser aplicada por projeção.
- EMACO S168 de fabricação da BASF.
- SIKATOP 122 de fabricação da SIKA.
- ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUMGART/VEDACIT.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.

- ZENTRIFIX GM 2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE.

Observação: Esta argamassa pode também ser aplicada por projeção.

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 de fabricação da ANCHORTEC ou VIAGRAUTE TIX de fabricação da VIAPOL, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento do 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.



4. Imediatamente após a reconstituição das áreas de reparo com a argamassa de reparo, promover a cura úmida com água limpa por um período mínimo de 03 (três) dias.
5. 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 5739:2007 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

4 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (ESTÉTICO)

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I deste relatório páginas 92, 93 e 94. Trata-se das áreas com manchas de infiltração, eflorescência e estalactite.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Limpeza de toda a superfície da OAE com a utilização de hidrojateamento de alta pressão com bico em leque com pressão mínima de 10,0 MPa.
2. Para remoção de áreas com manchas de eflorescências, respingos e saliências, realizar lixamento mecânico preliminar, executado com lixadeira elétrica equipada com discos de lixa de carbureto de silício com 24 a 36 grãos/cm² (lixa grossa). Procurar manter a lixadeira paralela a superfície em tratamento, executando movimentos circulares e homogêneos, sem concentração de esforços.
3. Realizar nova limpeza destas superfícies com hidrojateamento de alta pressão com bico em leque.
4. Nas áreas com furos, cavidades, esquirolas, vazios, bolhas e/ou microfissuras, aplicar pasta de estucamento sobre a superfície com desempenadeira de aço ou broxa, sem que haja formação de película sobre o concreto. 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.

Para preparação da pasta de estuque, misturar manualmente e diretamente num caixote, cimento Portland (CP II - E – 32 ou CP V - ARI), 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 os componentes cimento poderá ser alterada para obtenção de colorações mais claras ou mais escuras de modo a obter uma tonalidade similar a da estrutura original.

Para a resina acrílica deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORBOND AR de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
- REOMIX 104 de fabricação da BASF.
- DENVERFIX ACRÍLICO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH.
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
- KZ ACRÍLICO de fabricação da VIAPOL.

5. Aplicação de pintura na superfície tratada, com a aplicação de pintura látex acrílica que atendam aos requisitos da norma ABNT NBR 11702:2010 – Tintas para edificações não industriais, em duas demãos, devendo ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- METALATEX CLIMA & TEMPO, de fabricação da SHERWIN WILLIAMS.
- ACRIFLEX D-55 de fabricação da PLASTOFLEX
- SUVINIL ACRÍLICO PREMIUM FOSCO de fabricação da SUVINIL.
- DECORA NEUTROS FOSCO de fabricação da CORAL.
- FLEXACRIL TINTA ACRÍLICA de fabricação da INTERNATIONAL
- FUSECRIL LATEX de fabricação da VIAPOL.

A cor a ser aplicada é o cinza claro tipo Pantone Cool Gray 4C:



Cool Gray 4C

IMPORTANTE: Para obras já pintadas na cor cinza “concreto”, a cor da nova pintura deve atender a tonalidade já existente no caso de aplicação parcial.

5. Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
- Poder de cobertura de tinta seca: a película de tinta deve apresentar poder de cobertura de no mínimo 4,0 m²/l. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 14942:2003 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação do poder de cobertura de tinta seca.
 - Poder de cobertura de tinta úmida: A película deve apresentar a razão de contraste de no mínimo 55%. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 14943:2003 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação do poder de cobertura de tinta úmida.
 - Resistência à abrasão sem pasta abrasiva: a película de tinta deve resistir no mínimo por 100 ciclos. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 15078:2005 - Tintas para construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva.

5 – METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS PASSIVAS, COM PRESENÇA DE UMIDADE, E ABERTURA $W > 0,2\text{MM}$

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo deste relatório, nas páginas 92, 93 e 94. Trata-se dos pontos com fissuras de abertura maior que 0,2 mm.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. 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.
2. Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
3. Execução de furos ao longo das fissuras, com a utilização de broca de vídia, com diâmetro igual a 12,7 mm e profundidade de 60,0 mm. A distância entre os furos deve variar entre 10,0 e 15,0cm. Deve ser deixada uma inclinação de 45° no plano horizontal, alternados de forma a transpassar e “costurar” a fissura. Em caso de fissuras com abertura superior a 0,8mm, os furos poderão ser substituídos por bicos de adesão, sendo fixados diretamente sobre a abertura da fissura. Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

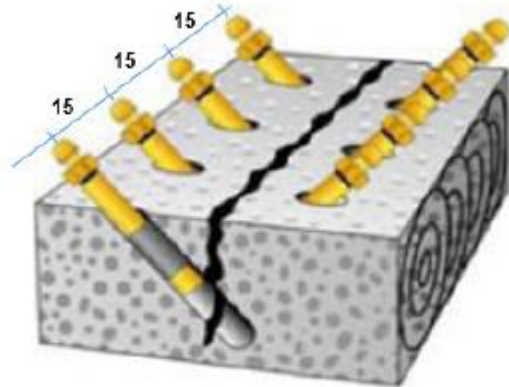


Figura 5 – Bicos injetores de perfuração

Fonte: PINTO, TAKAGI (2005)

Fixação dos bicos de perfuração para injeção (10mm de diâmetro, com válvula de não-retorno, de alumínio, com canal de injeção saliente) e ou bicos de adesão para injeção (com válvula de não-retorno, de alumínio, com canal de injeção saliente e flange alargado na base de apoio).



A distância máxima entre o ponto de entrada do furo e a fissura não pode exceder 5cm. 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;

4. Após a distribuição e fixação dos bicos injetores, calafetar superficialmente os trechos de fissuras compreendidos entre bicos, com resinas epóxi (áreas secas) ou argamassa hidráulica de pega rápida (áreas úmidas);

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; a argamassa hidráulica de pega rápida permite 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;

Abaixo citamos alguns produtos que atendem tais exigências:

- XYPEX PATCH'N PLUG (argamassa hidráulica) de fabricação da MCBAUCHEMIE.
 - MC-DUR 1300 TX (resina epóxi) de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
 - TECBOND TIX de fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN.
 - SIKADUR 55 SLV de fabricação da SIKA.-DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
5. Uma vez curada a resina / argamassa de calafetação da fissura, realizar teste de intercomunicabilidade entre bicos injetores, utilizando-se pré-injeção com água sob pressão (pressões inferiores a 2,00 atm), limpa, com posterior drenagem dos excessos. Deve-se injetar água sob pressão em um dos bicos, verificando-se a saída da água, no bico adjacente, no trecho da fissura ensaiado, tapando-se os outros bicos fixados. Caso não esteja ocorrendo a comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário.
 - 6 Para a injeção utilizar um dos sistemas abaixo:

- **Sistema de base mineral** (calda de cimento em suspensão, bi-componente), **pré-formulado**, de baixa viscosidade, com pressão máxima de 5,00 (cinco) kgf/cm². Abaixo citamos alguns produtos que atendem tais exigências:

CENTICRETE UF de fabricação da MC-BAUCHEMIE (para abertura de 0,2mm a 1,0mm).

- **Sistema epóxi puro** (resina + endurecedor, **sem solvente**), **pré-formulado** com pressão máxima de 3,0 kgf/cm². Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- TECBOND INJEÇÃO WT de fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN. (para abertura entre 0,30mm e 9,0mm).

- SIKADUR 55 SLV de fabricação da SIKA (para abertura superior a 0,1mm). Para fissuras verticais (em vigas, por exemplo), iniciar sempre pelo bico inferior, mantendo-se a injeção neste bico enquanto o sistema estiver vazando pelos bicos superiores, quando então se fará a troca para o bico imediatamente superior (2º bico), repetindo-se a operação; deve-se injetar somente por um dos lados da viga, evitando-se injetar pela outra face da viga; para fissuras em lajes, iniciar por uma das extremidades, mudando-se para os bicos imediatamente adjacentes;

7 Após 24 h, retirar os bicos de injeção e a resina de colmatação, utilizando-se polítriz dotada de disco rígido; dar acabamento com estuque de base cimentícia, aditivado com polímero acrílico;

8 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:** realizado para a verificação de eventuais vazios e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 8802:2013 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica.

- **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 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (BAIXO COBRIMENTO)

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas estão localizadas nos, balanços laterais e travessa. Trata-se dos elementos com baixa espessura de cobrimento de concreto.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Lixamento superficial do concreto aparente utilizando-se politriz com lixa de carborundum nº 36 ou 40;

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;

2. Retirada das partículas soltas e pulverulentas da superfície de concreto, através de hidrojateamento (pressão mínima de 10,0 MPa e bico em leque tipo zero);

3. Após a limpeza das superfícies, promover a saturação do concreto, através de hidrojateamento de água (equipamento de jato d’água, pressão de 5,0 MPa, bico em “leque”) e/ou pulverização, até início de escoamento superficial da água lançada, indicando a saturação do concreto.

4. Aplicação de estuque em toda a superfície de concreto (já na condição de “saturada superfície seca”), criando uma película sobre a superfície com uma espessura entre 2,0 e 5,0mm. A aplicação poderá ser feita com espátula ou desempenadeira metálica e o estuque realizado com argamassa polimérica pré-dosada.

Abaixo citamos alguns produtos que atendem tais exigências

ARGAMASSA POLIMÉRICA PARA ESTUCAMENTO

- WEBER. REP FC2 de fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN.
- EMACO R300 de fabricação da BASF.
- DENVERTEC 600 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
 - TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- MC- QUICKTOP de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
- SIKA TOP® 122 PLUS de fabricação da SIKA
- VIAPLUS STUC de fabricação da VIAPOL

5. Cura do estuque: decorridas cerca de 2 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 está cura por no mínimo 3 dias;
6. 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;
7. Limpeza das superfícies lixadas através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento;
8. Aplicação de primer e pintura acrílica (pura) e não-estirenada ou poliuretano, em duas demãos, com rolo, pincel ou sistema "air less". Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

TINTAS:

- WEBER. GUARD S - De fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN.
- ACRIFLEX C 130 de fabricação da PLASTOFLEX.
- DENVERCOAT POLIURETANO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.

HIDROFUGANTE 100% ORGANOSILANO:

- PROTECTOSIL ® BHN de fabricação da EVONIK INDUSTRIES

A cor a ser aplicada é o cinza claro tipo Pantone Cool Gray 4C:

IMPORTANTE: Para obras já pintadas na cor cinza "concreto", a cor da nova pintura deve atender a tonalidade já existente no caso de aplicação parcial.

9. 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 (argamassa polimérica):** como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 7215:2018 - Cimento Portland - determinação da resistência à compressão.
- **Resistência aos raios UV / intemperismo (tintas e vernizes):** realizado para a avaliação da resistência à ação dos raios solares e deve apresentar 2000 horas sem alteração. Utilizar para ensaio a norma ASTM G154-06 Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials ou a ABNT NBR NBR15380:2015 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV/condensação de água por ensaio acelerado.

- **Resistência ao crescimento de fungos (tintas e vernizes):** não deve apresentar o crescimento de fungos. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 14941: 2011 - Tintas para construção civil - Determinação da resistência de tintas, vernizes e complementos ao crescimento de fungos em placas de Petri.

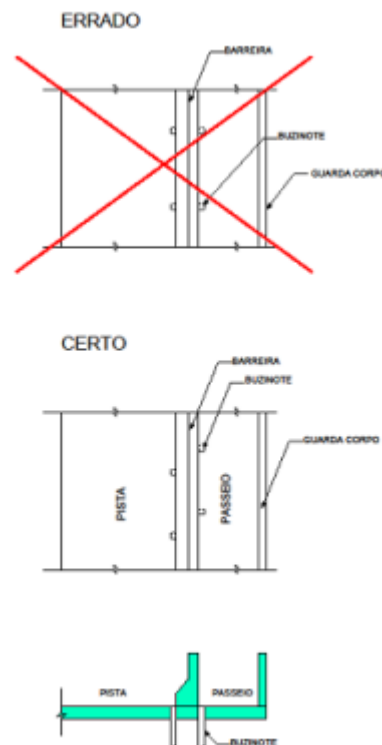
7 - METODOLOGIA PARA INSTALAÇÃO DE BUZINOTES

LOCAIS DE INSTAÇÃO:

A instalação deve ser feita nos balanços laterais Leste e Oeste.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Para drenagem da pista de rolamento, executar os furos na lateral da Pista de Rodagem (acostamento), com perfuração do pavimento e da laje.
2. Para as obras que contemplarem passeios, os furos deverão ser intercalados conforme figura a seguir:



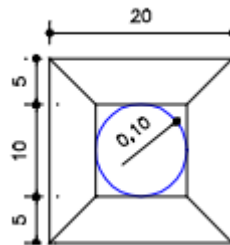
Execução do furo com a utilização de perfuratriz elétrica dotada de broca diamantada, com abertura suficiente para a colocação do tubo em PVC de $\varnothing=4''$.

5. Lixamento da superfície do tubo para remoção de eventuais resíduos e aumento da aderência com o epóxi.
6. Para garantir a aderência do tubo de PVC com o concreto, aplicar nos primeiros 10,0cm do tubo, com o auxílio de pincel, adesivo base poliéster tipo **TECFIX MP** de

fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN ou **DENVER ANCOR** de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.

7. Colocação de tubo de PVC com 10 cm de diâmetro e comprimento mínimo de 20,0 cm a partir do fundo da laje. Este tubo deverá ter a parte inferior cortada no sentido diagonal.

8. No pavimento executar chanfros para facilitar o escoamento das águas pluviais, com as seguintes dimensões



8 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SEM PRESENÇA DE ÁGUA E ABERTURA $W > 0,2\text{MM}$

ÁREA A SER REPARADA:

As fissuras a serem tratadas são aquelas representadas no croqui do anexo I, deste relatório na página 92, 93 e 94.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. 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;
2. Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
3. Execução de furos ao longo das fissuras, com a utilização de broca de vídia, com diâmetro igual a 12,7 mm e profundidade de 60,0 mm. A distância entre os furos deve variar entre 10,0 e 15,0cm. Deve ser deixada uma inclinação de 45° no plano horizontal, alternados de forma a transpassar e “costurar” a fissura. Em caso de fissuras com abertura superior a 0,8mm, os furos poderão ser substituídos por bicos de adesão, sendo fixados diretamente sobre a abertura da fissura.

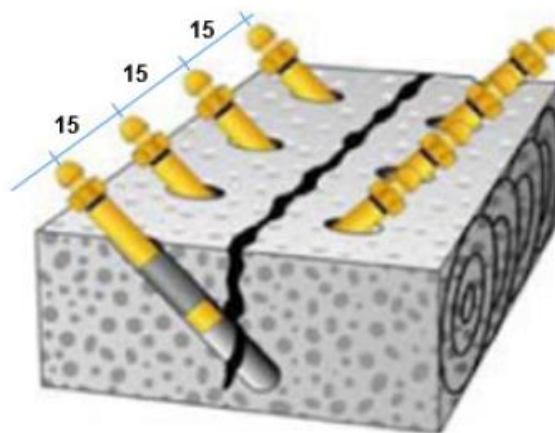


Figura 5 – Bicos injetores de perfuração

Fonte: PINTO; TAKAGI (2005)

Fixação dos bicos de perfuração para injeção (10mm de diâmetro, com válvula de não-retorno, de alumínio, com canal de injeção saliente) e ou bicos de adesão para injeção (com válvula de não-retorno, de alumínio, com canal de injeção saliente e flange alargado na base de apoio).



A distância máxima entre o ponto de entrada do furo e a fissura não pode exceder 5cm. 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;

4. 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; Abaixo citamos alguns produtos que atendem tais exigências:

- XYPEX PATCH'N PLUG (argamassa hidráulica) de fabricação da MCBAUCHEMIE.
 - MC-DUR 1300 TX (resina epóxi) de fabricação da MC-BAUCHEMIE
 - SIKADUR 31 (resina epóxi) de fabricação SIKA
 - TECBOND TIX de fabricação da WEBER SAINT-GOBAIN.
 - COMPOUND ADESIVO de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
 - DENVERPÓXI MAX de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
 - MSET EP TIX de fabricação da BAUTECH.
 - VIAPOXI ADESIVO TIX de fabricação da VIAPOL.
5. 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 kgf/cm²). 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 a comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário;
6. Injeção de sistema de resina à base de gel de poliuretano, bi componente, préformulada, de baixa viscosidade, com pressão máxima de 8,0 (oito) kgf/cm²; Deverá ser utilizado o seguinte produto, preparado conforme instruções do fabricante:
- MC INJEKT 2300 NV de fabricação da MC-BAUCHEMIE (para abertura superior a 0,1mm).

Para fissuras verticais (em vigas, por exemplo), iniciar sempre pelo bico inferior, mantendo-se a injeção neste bico enquanto o sistema estiver vazando pelos bicos superiores, quando então se fará a troca para o bico imediatamente superior (2º bico), repetindo-se a operação. Deve-se injetar somente por um dos lados da viga, evitando-se injetar pela outra face da viga e, para fissuras em lajes, iniciar por uma das extremidades, mudando-se para os bicos imediatamente adjacentes;

7. Após 24 h, retirar os bicos de injeção e a resina de colmatação, utilizando-se politriz dotada de disco rígido; dar acabamento com estuque de base cimentícia, aditivado com polímero acrílico;
8. 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:** realizado para a verificação de eventuais vazios e utilizar para ensaio a 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.

9 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (CARBONATAÇÃO)

ÁREA A SER REPARADA:

Cortinas e pilares.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Lixamento superficial do concreto aparente utilizando-se politriz com lixa de carborundum nº 36 ou 40;

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;
2. Retirada das partículas soltas e pulverulentas da superfície de concreto, através de hidrojateamento (pressão mínima de 10,0 MPa e bico em leque tipo zero);
3. Após a limpeza das superfícies, promover a saturação do concreto, através de hidrojateamento de água (equipamento de jato d’água, pressão de 5,0 MPa, bico em “leque”) e/ou pulverização, até início de escoamento superficial da água lançada, indicando a saturação do concreto;
4. Aplicação de estuque “raspado” (pasta de cimento), em toda a superfície de concreto (já na condição de “saturada superfície 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 (**estuque raspado**). A aplicação poderá ser feita com espátula, desempenadeira metálica, betumadeira ou espuma, e o estuque poderá ser dosado em canteiro (pasta de cimento aditivada com emulsão acrílica) ou pré-formulado (industrializado). O estuque deve ser formulado na cor do concreto aparente, combinando-se cimento Portland e Cimento Branco Estrutural para atingir a tonalidade;

ESTUQUE DOSADO NO CANTEIRO

- Cimento portland (CPII-E-32 ou CPV-Ari)
- Cimento branco estrutural
- Resina acrílica
- Água

Traço de 2:1:1:1 em volume, sendo a **RESINA ACRÍLICA** um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORBOND AR de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
- REOMIX 104 de fabricação da BASF.
- DENVERFIX ACRÍLICO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH.
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
- KZ ACRÍLICO de fabricação da VIAPOL.

ESTUQUE PRÉ-FORMULADO:

ARGAMASSA POLIMÉRICA PARA ESTUCAMENTO - Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORMASSA FC2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
- EMACO R300 de fabricação da BASF.
- DENVERTEC 600 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- MC- QUICKTOP de fabricação da MC-BAUCHEMIE.
- SIKA TOP® 122 PLUS de fabricação da SIKA
- VIAPLUS STUC de fabricação da VIAPOL

5. Limpeza das superfícies lixadas através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento;
6. Aplicação de primer e pintura acrílica (pura) e não - estirenada ou poliuretano, em duas demãos, com rolo, pincel ou sistema "air less". Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

TINTAS:

- ANCHORCOTE PU274 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
- ACRIFLEX 1197 de fabricação da PLASTOFLEX.
- DENVERCOAT POLIURETANO de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.

INIBIDOR DE CORROSÃO A BASE DE ORGANOSSILANO:

- PROTECTOSIL ® CIT de fabricação da EVONIK INDUSTRIES

A cor a ser aplicada é o cinza claro tipo Pantone Cool Gray 4C:



Cool Gray 4C

IMPORTANTE: Para obras já pintadas na cor cinza "concreto", a cor da nova pintura deve atender a tonalidade já existente no caso de aplicação parcial.

7. 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 (argamassa polimérica):** como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 7215:1996 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.

- **Resistência aos raios UV / intemperismo (tintas e vernizes):** realizado para a avaliação da resistência à ação dos raios solares e deve apresentar 2000 horas sem alteração. Utilizar para ensaio a norma ASTM G154-06 Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials ou a ABNT NBR NBR15380: 2006 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV/condensação de água por ensaio acelerado
- **Resistência ao crescimento de fungos (tintas e vernizes):** não deve apresentar o crescimento de fungos. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 14941: 2003 - Tintas para construção civil - Determinação da resistência de tintas, vernizes e complementos ao crescimento de fungos em placas de Petri.

10 - METODOLOGIA PARA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS DE APOIO

NOTA AOS PROJETISTAS:

Em conjunto com esta metodologia deverá ser apresentada a seqüência do macaqueamento da estrutura, o detalhamento para implantação de consolos, caso necessário, e de eventuais sinalizações/ desvio de tráfego necessário.

Apresentar em conjunto também as seguintes memórias de cálculo:

- dimensionamento dos consolos (caso necessário) e determinação do tipo de macaco a ser utilizado, bem como carga a ser aplicada**
- dimensionamento dos aparelhos de apoio.**

Este é apenas uma orientação de roteiro, devendo ser adequado a cada obra.

1. Execução dos consolos, conforme projeto executivo.
2. Locação dos macacos hidráulicos conforme projeto. Os macacos deverão estar conectados no mesmo manômetro, de maneira que as cargas aplicadas sejam as mesmas para todos os macacos hidráulicos. Os macacos deverão apresentar pino de bloqueio ou outra forma de trava de segurança, garantindo a estabilidade em casos de problemas no funcionamento hidráulico.
3. Liberação das juntas de dilatação para permitir movimentação da estrutura.
4. Alteamento da estrutura até espaçamento suficiente para execução dos serviços de retiradas dos aparelhos de apoio existentes, limpeza da região de apoio e colocação dos novos aparelhos de apoio.
5. Após o alteamento da estrutura, caso necessário, serão colocados calços metálicos com espessura livre até o escoramento pleno da estrutura. Os macacos podem ser removidos nesta etapa. Também poderá ser utilizado como opção o calço de madeira; porém sendo avaliado a sua adequação as cargas atuantes e espaço disponível.
6. Retirada dos aparelhos de apoio existentes.
7. Executar corte da regularização existente e, caso necessário, do topo da viga travessa ou pilar.
8. Limpeza das superfícies com ar comprimido.

9. Regularização da base com graute. Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- RAPFLEX 10 de fabricação da BAUTECH.
- FRAGUAMIX de fabricação da MAXIM CIMENTOS ESPECIAIS.
- ANCORA GROUTING H1 de fabricação da WOLF HACKER.

10. Posicionamento dos novos aparelhos de apoio (com filme plástico sobre os mesmos).

Nota: caso a superestrutura apresente irregularidades ou declividade nos locais de apoio, será necessário aplicar camada de argamassa tixotrópica de base epóxi sobre os novos aparelhos de apoio (espessura máxima = 1,0 cm). Essa aplicação deverá ser feita minutos antes do abaixamento da superestrutura, de forma a não ultrapassar o tempo de cura da argamassa. A argamassa base epóxi deverá ser preparada e aplicada conforme orientações do fabricante, devendo ser utilizado um dos produtos abaixo:

- SIKADUR 42 BR, de fabricação da SIKA
- RESEPOXI (A) (B) (C) de fabricação da RESEPOXI
- DENVERPÓXI MAX de fabricação da DENVER

11. Inserção dos macacos hidráulicos (conforme item 2 acima), caso tenham sido removidos.

12. Alteamento apenas para alívio dos calços e remoção dos mesmos.

13. Abaixamento da estrutura, em baixa velocidade, até que os aparelhos de apoio entrem em carga.

Nota: caso tenha sido usada argamassa tixotrópica, o abaixamento deverá ser realizado apenas até que essa argamassa preencha totalmente a região de apoio. O excesso de argamassa deverá ser removido.

14. Remoção de macacos e liberação da obra.

15. Recomposição da junta de dilatação conforme metodologia específica.

X. FICHA RESUMO - INSPEÇÃO ESPECIAL

FRANCHETTI
BRIDGE DIAGNOSTICS AND PREDICTIVE MAINTENANCE



ecosul

FICHA DE INSPEÇÃO ESPECIAL

Inspeção Especial	2019	OAE Código	ECS-116RS-581+739-OAE-EXO-RT-L2-001		
Jurisdição	Ecosul				
Data da Inspeção	05/12/2019	Início	07:00	Término	17:00

SÍNTESE DO RELATÓRIO I - PATOLOGIA

1. Localização

Rodovia	BR 116/RS	Sentido	Norte/Sul	km	581+739
Obra	Ponte sobre o Arroio Parapó		Localização Pelotas - RS		

2. Descrição da Obra

Vão	2 (dois) Vãos
Comprimento total	66 m
Apoios	Um apoio central composto por 2 pilares paralelos de diâmetro igual a 80 cm e dois encontros formado por cortina e muros de ala.
Vigas	8 (oito) vigas longarinas de seção I.
Juntas de dilatação	2 juntas de dilatação de encontro e um junta elástica.
Largura total	9,6 m
Tabuleiro tipo	Grelha de vigas com laje em concreto armado
Classe	TB 36 tf
Aparelho de apoio	Elastoméricos do tipo Neoprene Fretado - 16 unidades

3. Ensaios realizados

Ensaio de profundidade de carbonatação e prospecção na laje de aproximação

4. Classificação da OAE Norma ABNT NBR 9452:2019

Estrutural	2	Funcional	3	Durabilidade	2
------------	---	-----------	---	--------------	---

5. Avaliação da OAE - NORMA DNIT 010/2004 - PRO

Nota	2
------	---

6. Vistoria

Data da última vistoria	Inspeção rotineira - 26 de Março de 2019
Recursos de aproximação empregados	Trena digital, trena de fita, máquina fotográfica digital, fissurômetro e trilha de acesso.

7. Descrição das Anomalias

Superestrutura

Laje Superior LS e Laje em balanço LB	<ul style="list-style-type: none"> · Manchas de infiltração e eflorescência na laje superior e ambos os balanços. · Formação de estalactite na laje superior (tabuleiro) entre vigas longarinas. · Concreto desagregado com armadura exposta em ambos os balanços. · Baixo cobrimento na face inferior de ambos os balanços.
--	--

Vigas Longarinas (VL)	<ul style="list-style-type: none"> · Fissuras horizontais nas faces inferiores das vigas longarinas. · Concreto desagregado com armadura exposta – VL 4 – Face inferior · Cunha de ruptura no apoio 1 da VL4 devido esmagamento do aparelho de apoio
------------------------------	---

Vigas Transversinas (VT)	<ul style="list-style-type: none"> · Apresentam manchas de umidade e eflorescência devido infiltração pela laje superior (tabuleiro)
---------------------------------	---

Transição Superestrutura para mesoestrutura

Aparelho de Apoio	<ul style="list-style-type: none"> · Apresentam deformações excessivas. · Ocorrência de fissuras e fraturas. · Acúmulo de detritos. · Achatamento excessivo dos perfis elastoméricos.
--------------------------	---

Mesoestrutura

Vigas Travessa	<ul style="list-style-type: none"> · Viga Travessa apresenta baixa espessura de cobrimento de concreto. · Há ocorrência de manchas de umidade em toda a travessa. · Ocorrência de armadura exposta em processo de corrosão na face sul.
-----------------------	--

Cortinas (CT)	<ul style="list-style-type: none"> · Apresentam manchas de umidade, eflorescência e infiltração. · Há ocorrência de fissura no consolo de apoio da vigas longarina 8 – Encontro 2. · Muros de Ala apresentando manchas de infiltração.
----------------------	---

Pilares	<ul style="list-style-type: none"> · Apresentam manchas de umidade. · Os pilares 1 e 2 sofreram processo de lixiviação na base
----------------	--

FRANCHETTI

BRIDGE DIAGNOSTICS AND PREDICTIVE MAINTENANCE



Infraestrutura

Fundações · Os elementos estão parcialmente aparentes e encontram-se em bom estado

Elementos Complementares

Taludes

- Encontro 1 (Norte): Taludes laterais com proteção natural (Vegetação) sem indícios de instabilidade.
- Encontro 2 (Sul): Taludes laterais com proteção natural (Vegetação) sem indícios de instabilidade.
- Há ocorrência de alta densidade de vegetação, sendo necessário limpeza e capina.

Pavimento, Passeio e Sinalização

- Passeios laterais em bom estado.
- Pavimento apresentando trincas sobre as juntas de dilatação e elástica.
- Sinalização Horizontal apresentando desgaste.
- Sinalização Vertical em bom estado.

Juntas de dilatação

- Encontram-se totalmente recobertas pelo pavimento asfáltico.
- Apresentam trincas e fissuras sobre o pavimento, permitindo a percolação de água para os elementos estruturais.

Guarda-corpo

- Guarda Corpo em bom estado.
- Apresenta altura insuficiente ($h=0,75\text{cm}$)

Defensas metálicas · Defesa metálica em ambas aproximações em bom estado

Drenagem

- Buzinotes apresentando falha na vedação;
- Ausência de prolongamento
- Diâmetro insuficiente ($d=50\text{mm}$);
- Ausência de elementos de drenagem sobre o talude

SÍNTESE DO RELATÓRIO II - PARECER TÉCNICO - TERAPIA

1. Parecer técnico

A mesoestrutura apresenta danos que comprometem a segurança estrutural da OAE. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. Os aparelhos de apoio encontram-se comprometidos, gerando vinculações imprevistas e cunhas de ruptura, sendo necessário substituição a curto prazo. A viga travessa do apoio apresenta armadura exposta e oxidada devido ao cobrimento insuficiente, concreto desagregado com deslocamento e fissuras devido a tensão gerada pela expansão das armaduras durante o processo de corrosão. As cortinas apresentam manchas de umidade, eflorescências e infiltração. A superestrutura apresenta danos que podem vir a gerar deficiência estrutural da OAE. As vigas longarinas apresentam fissuras longitudinais nas faces inferiores. Nos Tabuleiros e balanços, há ocorrência de fissuras, manchas de umidade e eflorescências com formação de estalactites, além de armadura exposta oxidada. As juntas de dilatação e junta elástica encontram-se recobertas pelo pavimento e sobre o mesmo, há ocorrência de trincas e fissuras, permitindo a passagem de água para os elementos estruturais, desencadeando em manifestações patológicas severas nestes elementos. Após o resgate dos elementos estruturais, recomendamos também a implementação de um permanente "Sistema de Manutenção".

2. Resumo da análise estrutural (caso necessário)

Foi observado que grande parte dos aparelhos de apoio estão comprometidos, necessitando substituição imediata. A estrutura apresenta cobrimento máximo entre 5 e 10 mm, o que acarreta em corrosão das armaduras devido a mínima frente de carbonatação em elementos principais. Todo o tabuleiro apresenta fissuras com eflorescência e formação de estalactites. Na viga longarina 2, há ocorrência de fissuras na face inferior no sentido da armadura principal.

3. Proposições de restauração e/ou reforço

Para a execução dos serviços relacionados nesse relatório, necessário à recuperação das anomalias nesta obra, deverão ser feitos os seguintes trabalhos:

- Serviços iniciais de reparo estrutural;
- Tratamento de fissuras nos elementos estruturais;
- Reparos superficiais localizados com argamassa de reparo;
- Tratamento de fissuras Passivas, com presença de umidade e abertura $w > 0,2\text{mm}$;
- Substituição dos aparelhos de apoio;
 - Remoção da camada asfáltica sobre as juntas de dilatação, análise e recuperação (caso necessário).
- Tratamento superficial do concreto (estético);
- Tratamento superficial do concreto (Baixo cobrimento);
- Tratamento das armaduras em processo de corrosão;

- Tratamento de fissuras em laje do balanço;
- Desobstrução e substituição de buzinotes;
- Tratamento de fissuras nas vigas longarinas;
 - Tratamento superficial do concreto (Carbonatação);

Levantamento Fotográfico

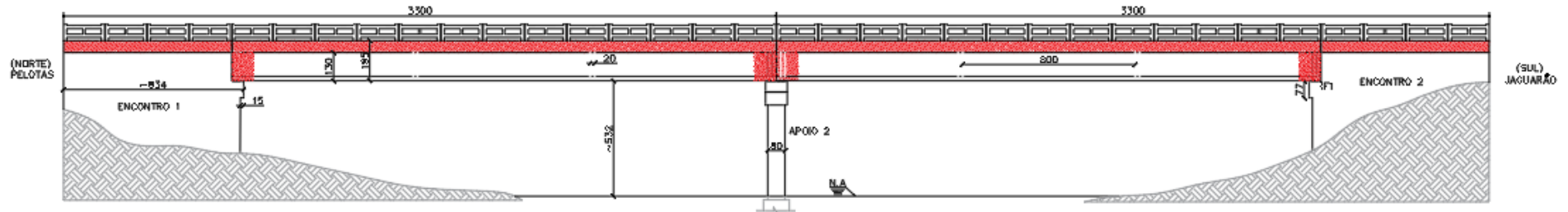
Ver Anexo II – Relatório Fotográfico

ANEXOS

ANEXO I – REGISTRO GRÁFICO DE ANOMALIAS

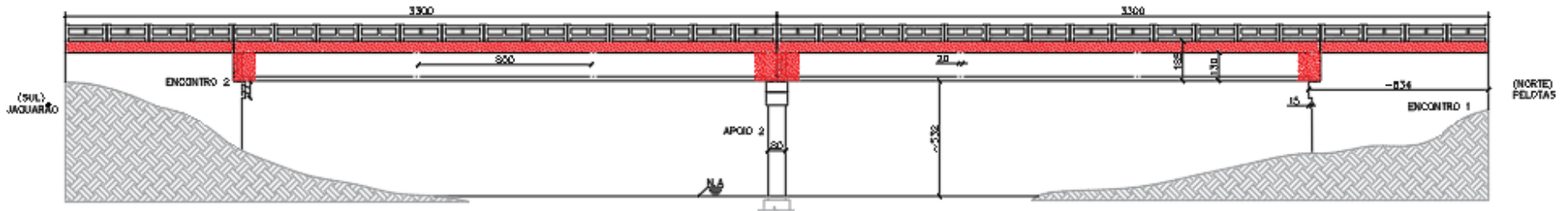
VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE

ESC. 1:100

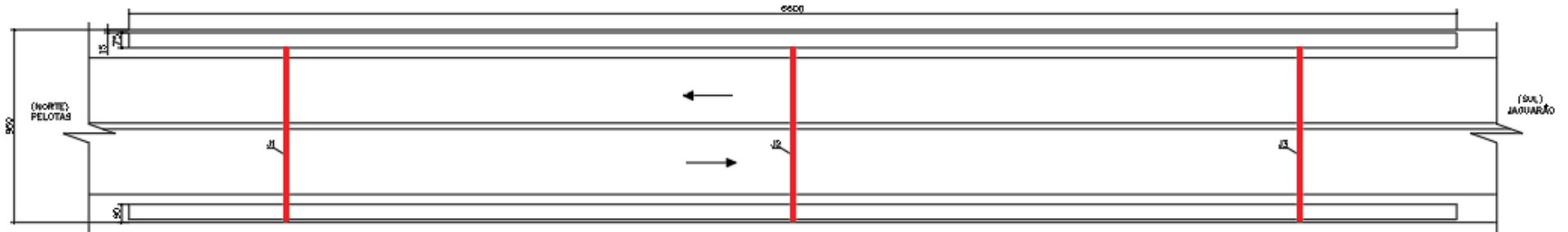


VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE

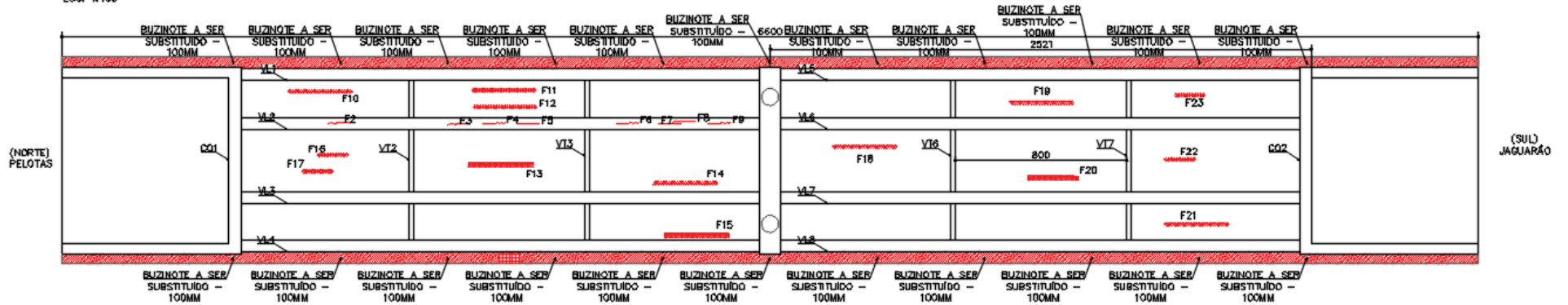
ESC. 1:100

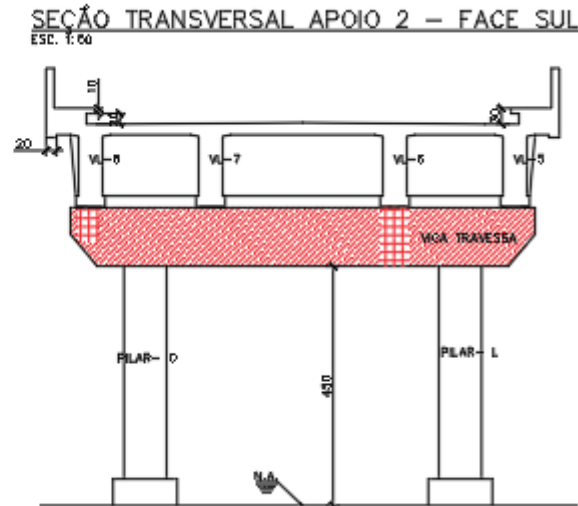
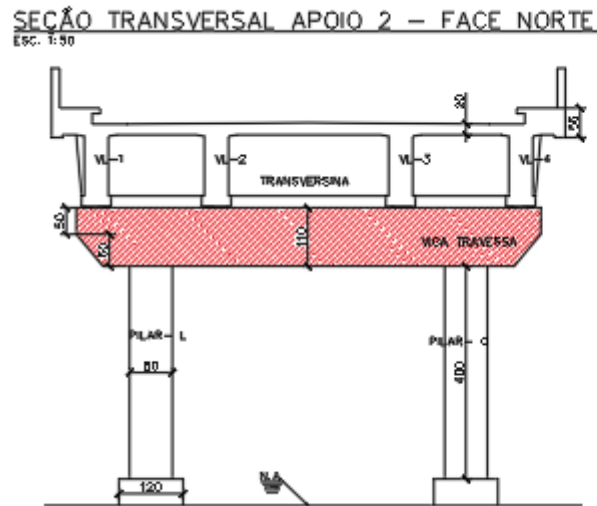
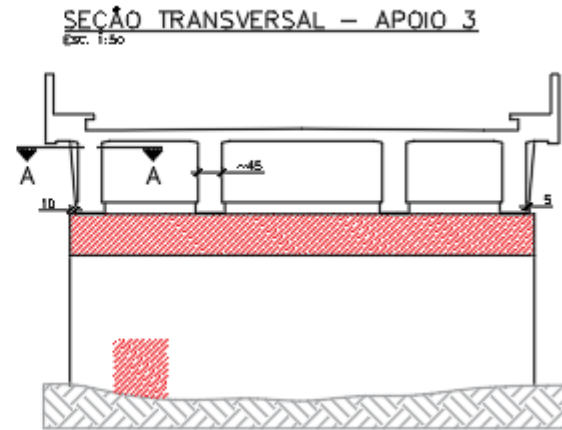
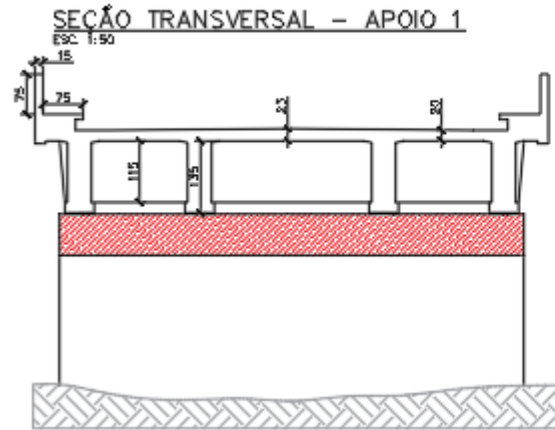


VISTA SUPERIOR
ESC. 1:100
















VISTA INTERIOR
ESC. 1:100





LEGENDA

-  1 – REPAROS
-  2 – CONCRETO DESAGREGADO
-  3 – ARMADURA EXPOSTA
-  4 – ESTALACTITE
-  5 – MANCHA DE UMIDADE E INFILTRAÇÃO
-  6 – CONCRETO DISGREGADO
-  7 – CONCRETO SEGREGADO
-  8 – DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTO
-  9 – CORROSÃO
-  10 – EFLORESCÊNCIA
-  11 – EROSÃO
-  12 – MANCHAS ENEGRECIDAS
-  13 – PAVIMENTO COM PANELA
-  14 – FISSURAS MAPEADAS
-  15 – TRINCA TIPO COURO DE JACARÉ
-  16 – ESCORRIMENTO DE CORROSÃO
-  17 – LIXIVIAÇÃO
-  18 – JUNTA RECOBERTA POR PAVIMENTO ASFÁLTICO
-  F – FISSURA
-  T – TRINCA

ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Foto 01 (IMG_1720): Vista lateral Leste da OAE – Sul/Norte.



Foto 02 (IMG_1726): Vista lateral Oeste da OAE – Sul/Norte.



Foto 03 (IMG_1846): Aproximação Norte – Vista Pelotas.



Foto 04 (IMG_1873): Aproximação sul - Vista Jaguarão.



Foto 05 (IMG_1850): Pista Oeste – Vista Norte/Sul.



Foto 06 (IMG_1876): Pista leste – Vista Sul/Norte.



Foto 07 (IMG_1851): Guarda Corpo Oeste – Vista Norte/Sul.



Foto 08 (IMG_1879): Guarda corpe leste – Vista Sul/Norte



Foto 09 (IMG_1859): Junta de dilatação 1 – Vista Oeste/Leste.



Foto 10 (IMG_1863): Junta de dilatação 2 – Vista Oeste/Leste.



Foto 11 (IMG_1866): Junta de dilatação 3 – Vista Oeste/Leste.



Foto 12 (IMG_1855): Buzinote oeste.



Foto 13 (IMG_1880): Buzinote Leste.



Foto 14 (IMG_1637): Tabuleiro – Vista Norte/Sul.



Foto 15 (IMG_1639): Tabuleiro – Vista Apoio 2/Apoio1.



Foto 16 (IMG_1533): Encontro 1 – Vista Sul/Norte.



Foto 17 (IMG_1755): Encontro 2 – Vista Norte/Sul.



Foto 18 (IMG_1542): Laje – Face inferior entre VL1/VL2 e entre VT1 e VT2 – Vista Sul/Norte.



Foto 19 (IMG_1544): Laje – Face inferior entre VL1/VL2 e entre VT1 e VT2 – Vista Sul/Norte.



Foto 20 (IMG_1545): Laje – Face inferior entre VL1/VL2 e entre VT1 e VT2 – Vista Norte/Sul.



Foto 21 (IMG_1579): Laje – Face inferior entre VL2/VL3 e entre VT3 e VT4.



Foto 22 (IMG_1578): Viga Longarina 3 – face leste.



Foto 23 (IMG_1580): Viga Longarina 3 – face leste.



Foto 24 (IMG_1598): Laje – Face inferior entre VL3/VL4 e entre VT3 e VT4.



Foto 25 (IMG1608): Viga longarina 2 – Fissura horizontal – Face inferior.



Foto 26 (IMG_1607): Viga longarina 2 – Fissura horizontal – Face inferior.



Foto 27 (IMG_1617): Viga longarina 2 – Fissura horizontal – Face inferior.



Foto 28 (IMG_1508): Balanço leste – Vista Norte/Sul.



Foto 29 (IMG_1512): Balanço leste – Vista Norte/Sul.



Foto 30 (IMG_1737): Balanço Oeste – Vista Sul/Norte.



Foto 31 (IMG_1738): Balanço Leste – Infiltração na junta de dilatação 2.



Foto 32 (IMG_1740): Balanço Oeste – Armadura exposta.



Foto 33 (IMG_1747): Balanço Leste – Vista Sul/Norte.



Foto 34 (IMG_1752): Balanço Leste – Vista Norte/Sul.



Foto 35 (IMG_1643): Balanço Leste – Junta de dilatação 2.



Foto 36 (IMG_1753): Buzinote – Balanço Leste.



Foto 37 (IMG_1602) Viga longarina 1 – Balanço leste – Apoio 2.



Foto 38 (IMG_1581) Vigas longarinas 2, 3 e 4 – Apoio 2.



Foto 39 (IMG_1604) Viga longaria 2 e 1 – Apoio 1.



Foto 40 (IMG_1556) Vigas longarias 2 e 1.



Foto 41 (IMG_1768) Vigas longarinas 5 e 6 – Apoio 3.



Foto 42 (IMG_1776) Vigas longarinas 6 e 7 – Apoio 3.



Foto 43 (IMG_1783) Vigas Longarinas 7 e 8 – Apoio 3.



Foto 44 (IMG_1651) Apoio 2 – Face norte.



Foto 45 (IMG_1654) Viga travessa – Apoio 2 – face norte.



Foto 46 (IMG_1760) Apoio 2 – face sul – Armadura exposta e oxidada.



Foto 47 (IMG_1657) Viga travessa – Concreto desagregado.



Foto 48 (IMG_1660) Viga longitudinal 1 – Apoio 1.



Foto 49 (IMG_1661) Aparelho de apoio comprometido – VL1 – Apoio 1.



Foto 50 (IMG_1699) Aparelho de apoio danificado – VL2 Apoio 2.



Foto 51 (IMG_1703) Aparelho de apoio danificado – VL3 Apoio 2.



Foto 52 (IMG_1680) Aparelho de apoio comprometido – VL4 - Apoio 1.



Foto 53 (IMG_1682) Aparelho de apoio comprometido – VL4 - Apoio 1.



Foto 54 (IMG_1792) Aparelho de apoio danificado – VL 5 - Apoio 3.



Foto 55 (IMG_1793) Aparelho de apoio danificado – VL 5 - Apoio 3.



Foto 56 (IMG_1812) Aparelho de apoio comprometido – VL8 – Apoio 3.



Foto 57 (IMG_1822) Aparelho de apoio danificado – VL6 Apoio 2.



Foto 58 (IMG_1827) Aparelho de apoio danificado – VL 7 Apoio 2.



Foto 59 (IMG_1835) Aparelho de apoio danificado – VL5 Apoio 2.



Foto 60 (IMG_1842) Aparelho de apoio danificado – VL8 Apoio 2.



Foto 61 (IMG_1746) Muro de ala leste – Encontro 2 (Sul) – Infiltração pela junta 3.



Foto 62 (IMG_1732) Muro de ala Oeste – Encontro 2 (Sul) – Infiltração pela junta 3.



Foto 63 (IMG_1884) Encontro 2 – Cortina - Infiltração.



Foto 64 (IMG_1500) Apoio Longarina 1 – Encontro 1 – Face Leste – Infiltração pela junta 1.



Foto 65 (IMG_1531) Apoio Viga longarina 4 – Encontro 1 – Vista Oeste – Infiltração pela junta 1.



Foto 66 (IMG_1640) Apoio 2 – Viga Longarina 1 e 5 – Face Leste – Infiltração pela junta 2.



Foto 67 (IMG_1767) Apoio 2 – Pilar Oeste.



Foto 68 (IMG_1765) Apoio 2 – Pilar Leste.



Foto 69 (IMG_1874) Aproximação sul – Reparos no pavimento.

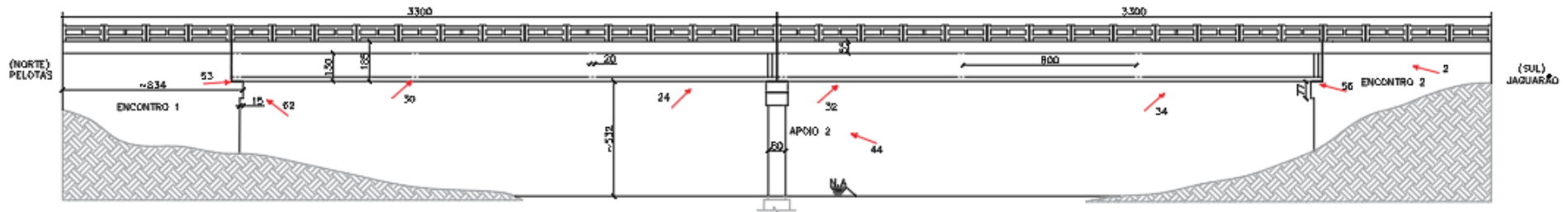


Foto 70 (IMG_1847) Aproximação norte.

ANEXO III – LOCALIZAÇÃO DE FOTOS

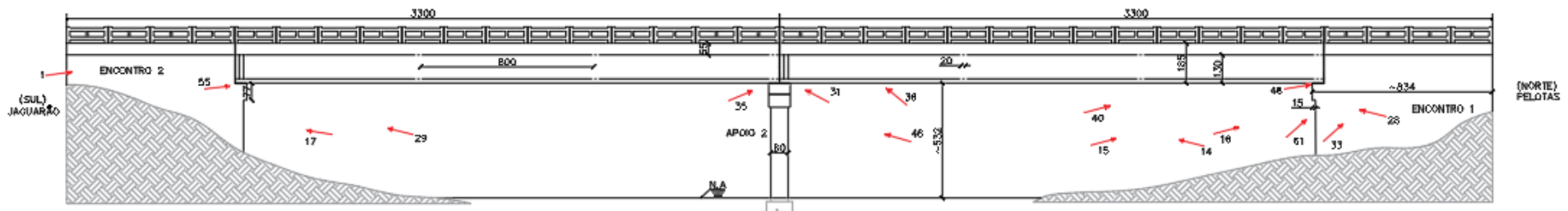
VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE

ESC. 1:100

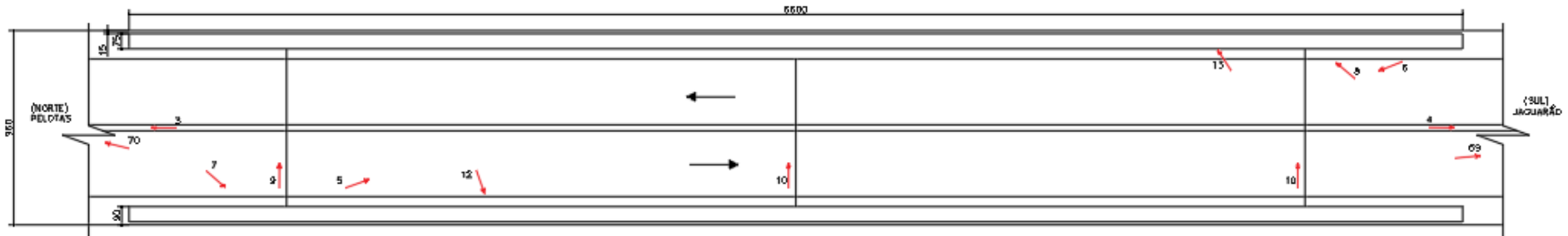


VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE

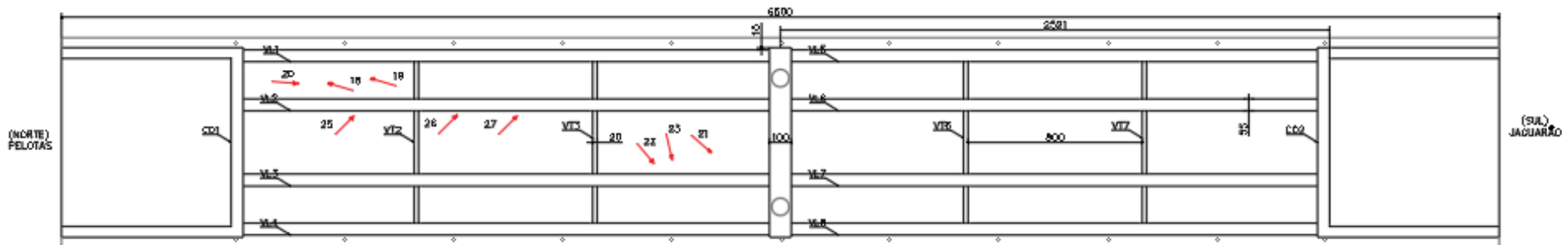
ESC. 1:100

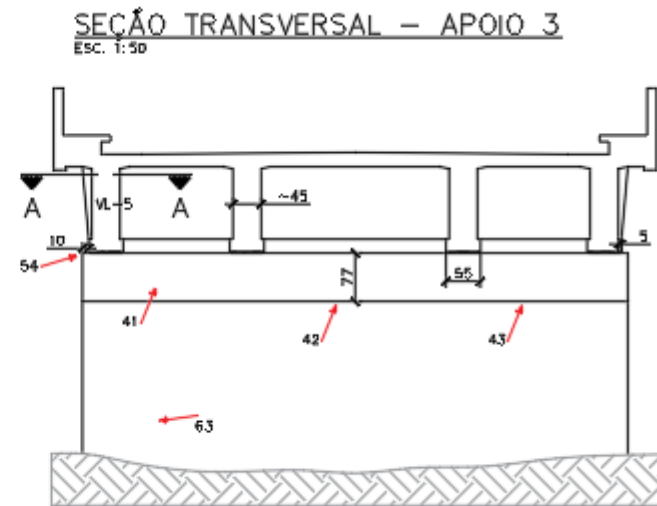
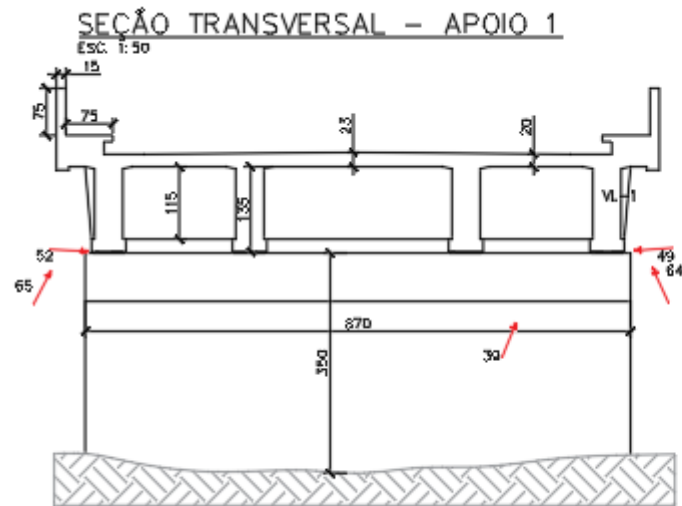


VISTA SUPERIOR
 ESC. 1:100



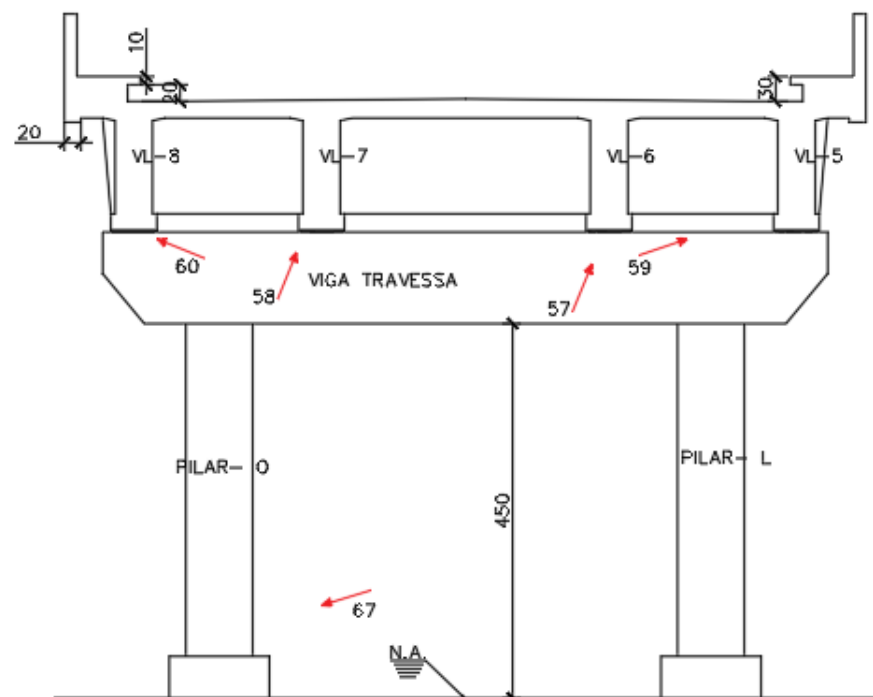
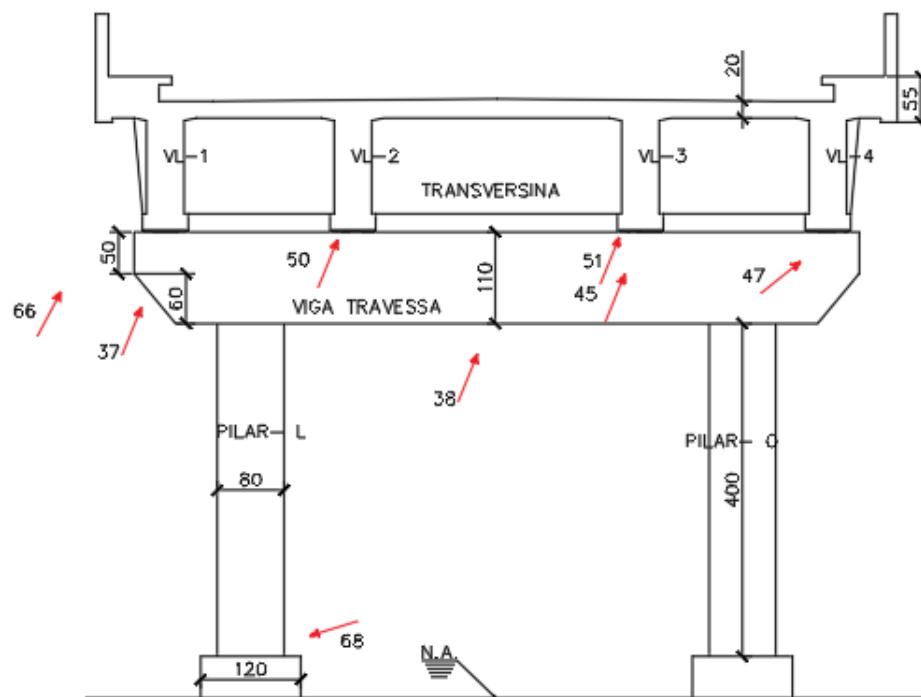
VISTA INFERIOR
 ESC. 1:100





SEÇÃO TRANSVERSAL APOIO 2 – FACE NORTE
ESC. 1:50

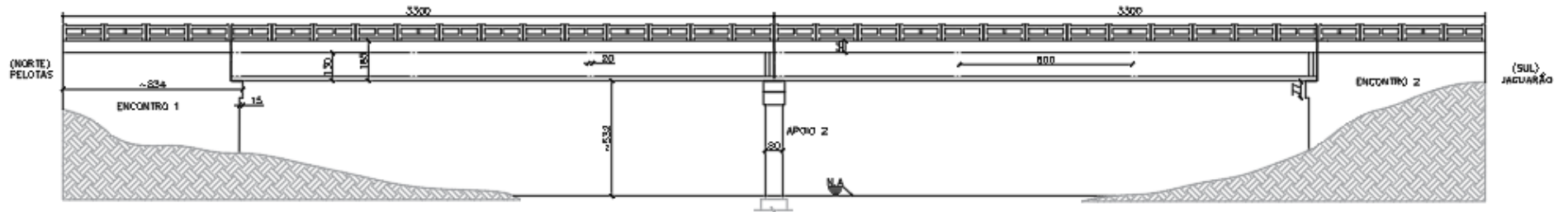
SEÇÃO TRANSVERSAL APOIO 2 – FACE SUL
ESC. 1:50



ANEXO IV – CADASTRO GEOMÉTRICO

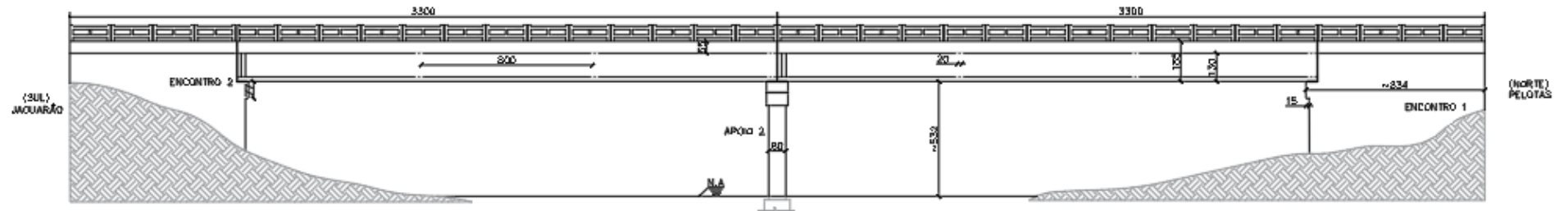
VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE

ESC. 1:100

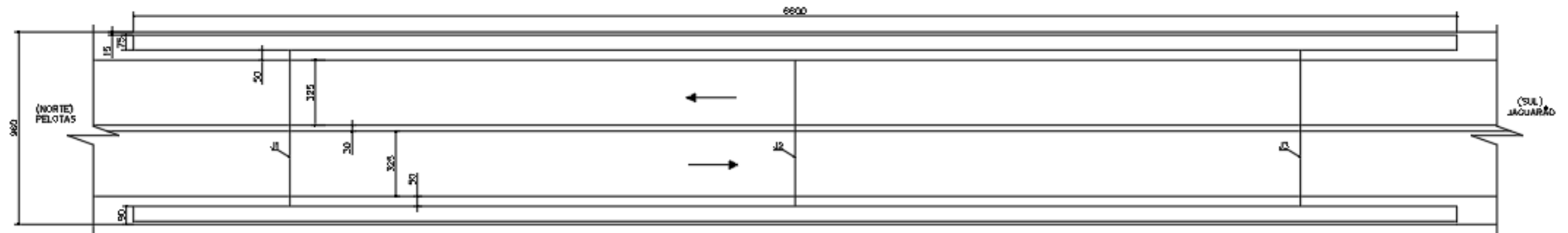


VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE

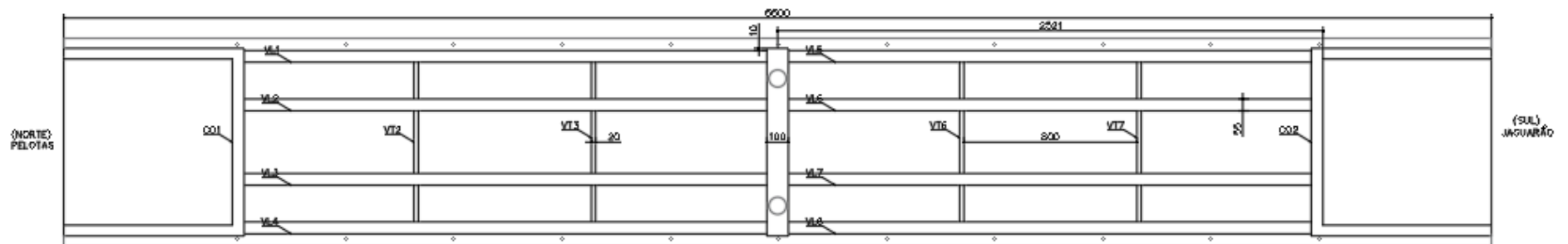
ESC. 1:100



VISTA SUPERIOR
ESC. 1:100

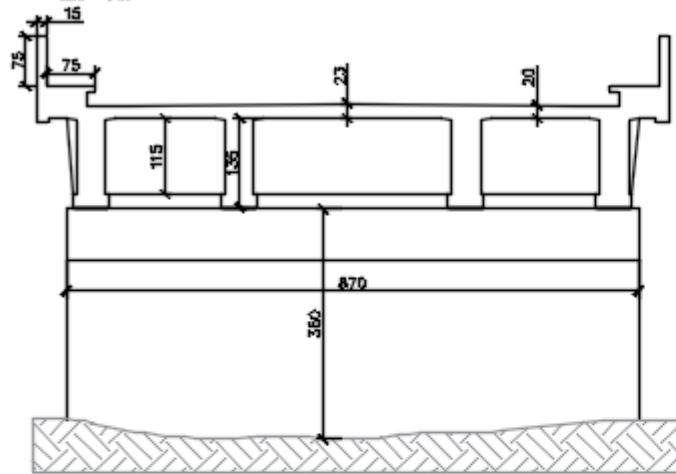


VISTA INFERIOR
ESC. 1:100



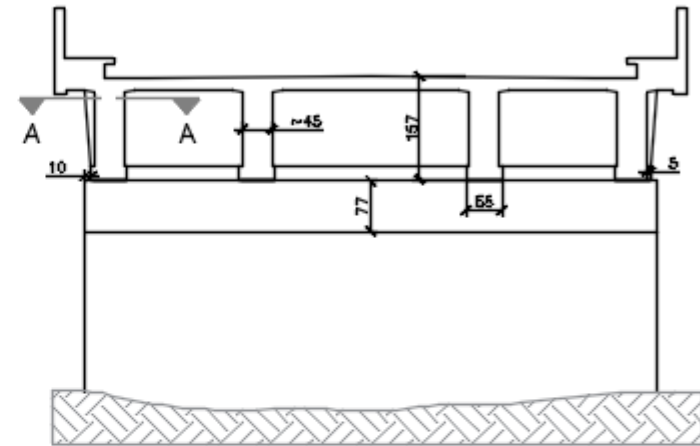
SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 1

ESC. 1:50



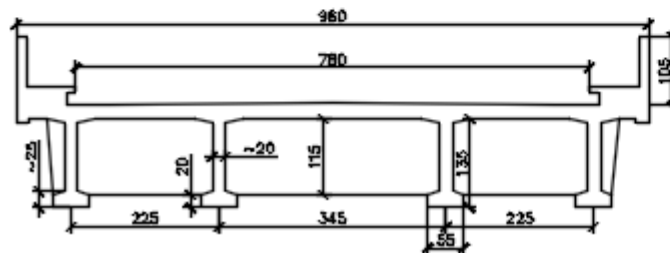
SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 3

ESC. 1:50

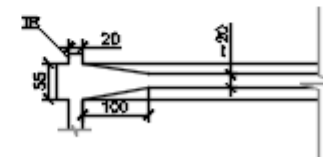


SEÇÃO TRANSVERSAL – TRANSVERSINA

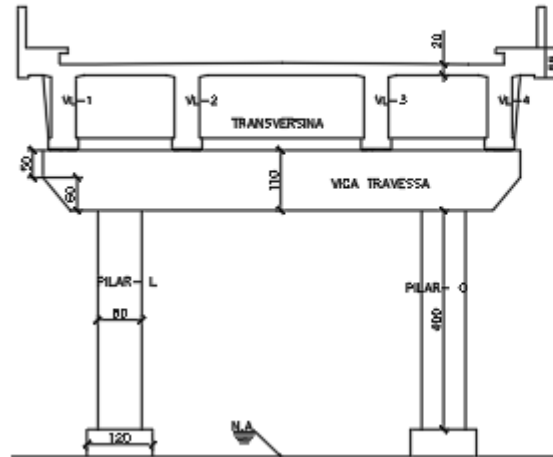
ESC. 1:50



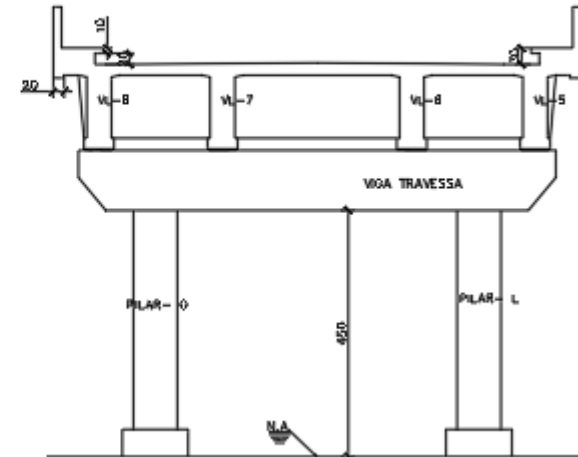
CORTE A-A – VIGA LONGARINA



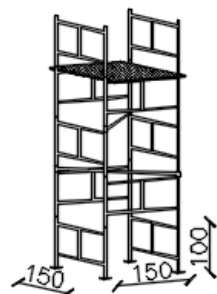
SEÇÃO TRANSVERSAL APOIO 2 – FACE NORTE
ESC. 1:50



SEÇÃO TRANSVERSAL APOIO 2 – FACE SUL
ESC. 1:50

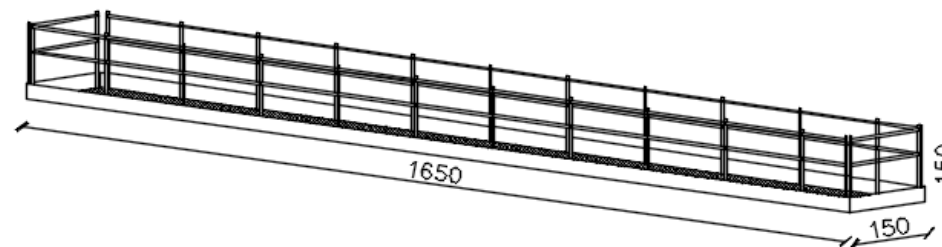


ESQUEMÁTICO ANDAIMES
ESC. 1:50



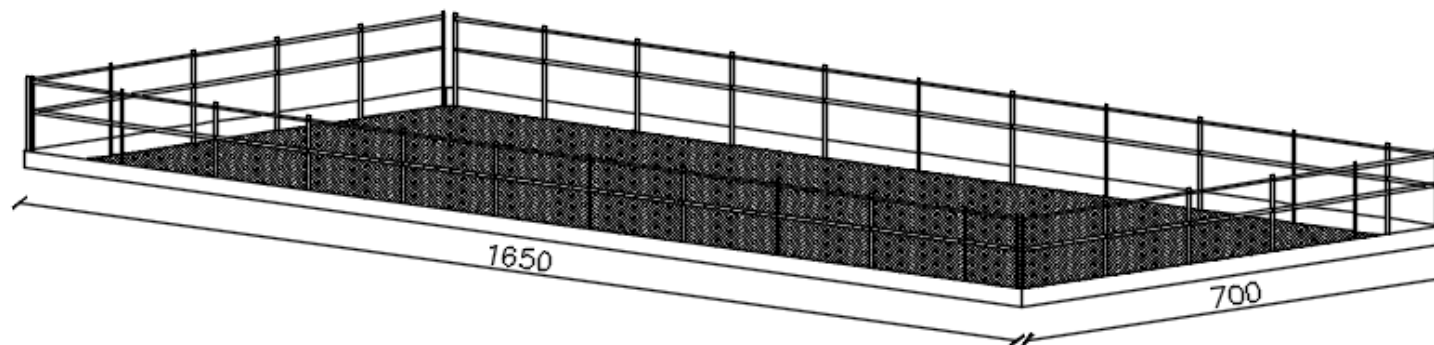
NOTA: SERÃO UTILIZADAS 36 TORRES DE ANDAIME COM 6 METROS DE ALTURA NO VÃO 1,
E DEPOIS OS MESMOS ANDAIMES SERÃO UTILIZADOS NO VÃO 2.

ESQUEMÁTICO PLATAFORMA SUSPENSA
ESC. 1:50



NOTA: SERÃO UTILIZADAS 2 PLATAFORMAS SUSPENSAS NESSAS DIMENSÕES NO VÃO 1,
E DEPOIS AS MESMAS PLATAFORMAS SERÃO UTILIZADAS NO VÃO 2.

ESQUEMÁTICO PLATAFORMA SUSPENSA
ESC. 1:50



NOTA: SERÁ UTILIZADA 1 PLATAFORMA SUSPENSA NESSAS DIMENSÕES NO VÃO 1,
E DEPOIS A MESMA PLATAFORMA SERÁ UTILIZADA NO VÃO 2.

ANEXO V – ENSAIOS

Ensaio Tecnológicos – (Destrutivos, Semi-destrutivos e Não destrutivos):

Os resultados dos ensaios executados na ponte sobre o Arroio Parapó estão descritos neste anexo:

- Pacometria
- Ensaio de Carbonatação
- Prospecção



Foto 1 (IMG0936): Pacometria – Encontro 2.



Foto 1 (IMG2638): Pacometria – Pilar Leste – Apoio 2.

Na fotografia 1 é possível observar a espessura da camada de CBUQ + laje de concreto e na fotografia 2 a profundidade medida do furo.



Fotografia 1.


Na fotografia 4 é possível observar a espessura da camada de CBUQ + laje de concreto e na fotografia 5 a profundidade medida do furo.





Fotografia 4.

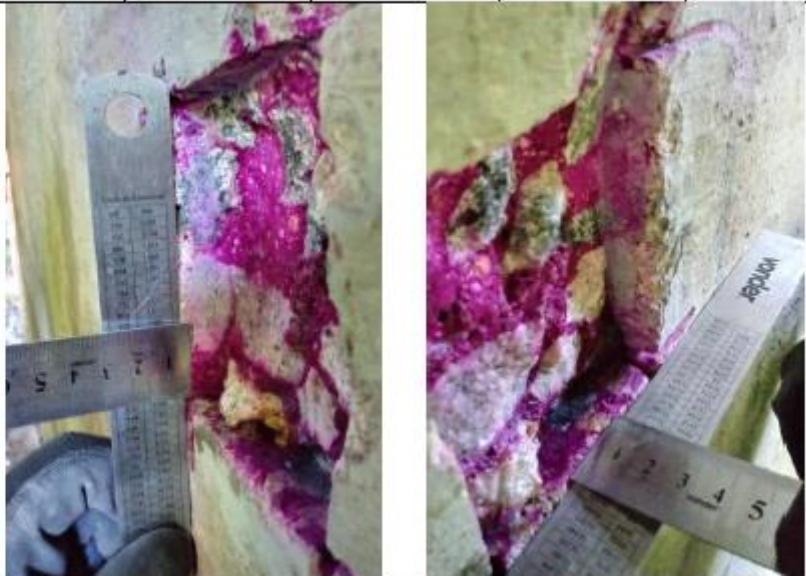


Fotografia 5.

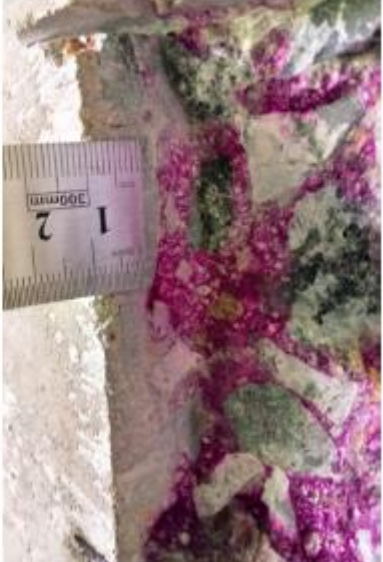

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Encontro 2 - apoio 3 - sul	17 mm	160 mm	33 mm	160 mm
Imagem 1				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Encontro 1 - apoio 1 - norte	9 mm	180 mm	29 mm	180 mm
Imagem 2				



Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Pilar leste - apoio 2	5 mm	200 mm	27 mm	300 mm
Imagem 3				

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	2	< 1	2	1
Encontro 2 - apoio 3 - sul					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	9	4	10	15	9,5

Encontro 1 - apoio 1 - norte		
---------------------------------	--	---

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	2	2	2	2	2

Pilar leste - apoio 2		
--------------------------	---	--

ANEXO VI – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA (2019)

OAE: Nº : 19	Nome: Ponte sobre o Arroio Parapó	BR-116/RS km 581+739 NS
		32°2'41.90"S
Data: 26/03/2019	Coordenadas Geográficas: 52°51'24.9"O	

COMENTÁRIOS GERAIS	NOTA TÉCNICA
<p>a) Condições de estabilidade: <input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Precária</p> <p>Condições de conservação: <input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Ruim</p> <p>b) Nível de vibração do tabuleiro: <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Intenso <input type="checkbox"/> Exagerado</p> <p>c) Inspeção especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO Urgente? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO Houve alguma anteriormente? <input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>d) Histórico das principais intervenções realizadas: -.Módulos de guarda-corpos pintados (2017). Nota 2: Devido ao aparelho de apoio deformado.</p> <p>OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: 1- Buzinotes de drenagem curtos (4un). 2- Mancha de umidade nas vigas travessas e pilar-parede. 3- Fissuras no pavimento asfáltico (25,00m). 4- Juntas de dilatação recobertas pelo pavimento asfáltico, com marcas de ruptura.</p>	2

1. LAJE	Nota técnica:	4	Local	Quantidade
Buraco (abertura)	<input type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> Iminente		
Armadura exposta	<input checked="" type="checkbox"/> Muito oxidada	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje em balanço	0,80m²
Concreto desagregado	<input checked="" type="checkbox"/> Muita intensidade	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje em balanço	0,80m²
Fissuras	<input checked="" type="checkbox"/> Forte infiltração	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje e laje em balanço	20,00m
Marcas de infiltração	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande incidência		
Aspecto do concreto	<input type="checkbox"/> Má qualidade			
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

2. VIGAMENTO PRINCIPAL		Nota técnica:	4	Local	Quantidade
Fissuras de pequena abertura	[x] Algumas	[] Grande incidência		Viga Longarina	1,80m
Trincas (fissuras w > 0,3 mm)	[] Algumas	[] Grande incidência			
Armadura principal	[x] Exposta	[] Muito oxidada		Viga longarina	0,01m²
Desagregamento do concreto	[x] Muito intenso	[] Grande incidência		Viga longarina	0,01m²
Dente Gerber	[] Quebrado / Desplacado	[] Trincado			
Deformação (flecha)	[] Exagerada				
Aspecto do concreto	[] Má qualidade				
Cobrimento	[] Ausente / Pouco				
3. MESOESTRUTURA		Nota técnica:	2	Local	Quantidade
Armadura exposta	[x] Muito oxidada	[] Grande incidência		Pilares e viga travessa	0,25m²
Concreto desagregado	[x] Muita intensidade	[] Grande incidência		Pilares e viga travessa	0,25m²
Fissuras	[x] Forte infiltração	[] Grande incidência		Estruturas de encontro	10,00m
Aparelho de apoio	[x] Danificado	[] Grande incidência		Neoprene	06 Un.
Aspecto do concreto	[] Má qualidade				
Cobrimento	[] Ausente / Pouco				
Desaprumo	[] Há				
Deslocabilidade dos pilares	[] Forte				
4. INFRAESTRUTURA		Nota técnica:	5	Local	Quantidade
Recalque de fundação	[] Há				
Deslocamento de fundação	[] Há				
Erosão no terreno de fundação	[] Há				
Estacas desenterradas	[] Há				
5. PISTA / ACESSO		Nota técnica:	4	Local	Quantidade
Irregularidades no pavimento	[] Muita intensidade	[] Grande extensão		Vide observações adicionais 3	
Junta de dilatação	[x] Faltando / Inoperante	[] Muito problemática		Vide observações adicionais 4	24,00m
Acessos à OAE	[] Degrau acentuado	[] Concordância problemática			
Acidentes com veículos	[] Frequentes	[] Eventuais			

6. PARÂMETROS DE DESEMPENHO			Ações a serem Tomadas
Guarda-Corpo/Barreira Rígida	<input checked="" type="checkbox"/> bom	<input type="checkbox"/> ruim/ ausente	1- Prolongamento dos buzinotes (4,0un); 2- Recuperação das juntas de dilatação/encontro (24,0m). 3- Substituição de aparelhos de apoio em neoprene (06 un.)
Drenagem/Limpeza	<input type="checkbox"/> bom	<input checked="" type="checkbox"/> ruim	
Placa de Gabarito Vertical	<input checked="" type="checkbox"/> não se aplica	<input type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> ausente	
Juntas de Dilatação c/ vida útil remanescente	<input type="checkbox"/> atende	<input checked="" type="checkbox"/> não atende	
Aparelhos de apoio c/ vida útil remanescente	<input checked="" type="checkbox"/> atende	<input type="checkbox"/> não atende	

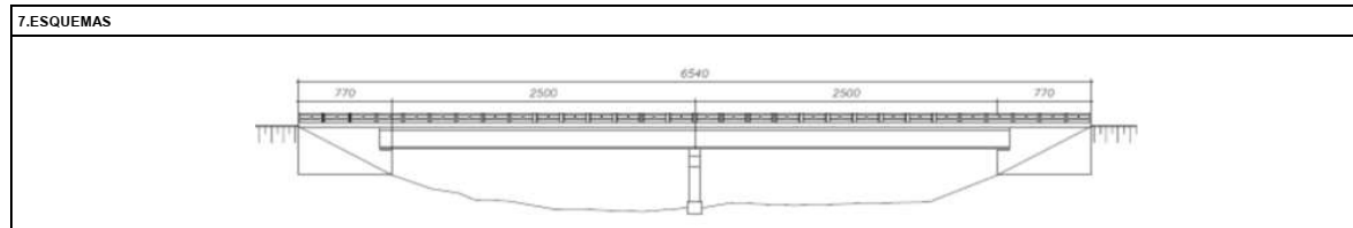




Foto 1. Vista superior.



Foto 2. Vista lateral.



Foto 3. Vista inferior.



Foto 4. Fissura com eflorescência no muro de ala.



Foto 5. Fissura com eflorescência na ligação viga longitudinal / laje.



Foto 6. Aparelho de apoio em neoprene, deteriorado.



Foto 7. Concreto disgregado com armadura exposta e corroida na travessa do Apoio.



Foto 8. Junta de dilatação recoberta por capa asfáltica com sinais de ruptura.