


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

**Rodovia: BR-392/RS**

**PROJETO AS BUILT DE MANUTENÇÃO DA OAE**  
**PONTE SOBRE ARROIO MOIRÃO– km 162+129 – NORTE / SUL**

**VOLUME I - RELATÓRIO DE PROJETO**  
**(ECS-392RS-162+129-OAE-ASB-RT-V1-000)**

**Junho 2025**

	Cód. ECS-392RS-162+129-OAE-ASB-RT-V1-001-R00	
	Cód. ANTT	Data de Emissão 26/06/2025
Emitente AURIZON ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA		Projetista Eng Humberto Gomes
Rodovia BR 392		CONCESSIONÁRIA ECOVIAS SUL
Trecho PONTE SOBRE O ARROIO MOIRÃO KM 162 + 129	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 rotineira de OAE's

Documentos Resultantes  
 ECS-392RS-162+129-OAE-ASB-RT-V2-000



01			
00	26/06/2025	Eng. Humberto de Souza Gomes	
Rev.	Data	Responsável Técnico	ECOVIAS SUL

**VOLUME I**

**PONTE SOBRE O ARROIO MOIRÃO – BR-392 - Km 162 + 129**

**SUMÁRIO**

<b>SUMÁRIO DE FOTOS</b> .....	<b>5</b>
<b>I. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>II. COONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>10</b>
1. <b>Localização da Obra</b> .....	10
2. <b>Características da OAE:</b> .....	12
3. <b>Características de implantação:</b> .....	13
<b>III. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b> .....	<b>14</b>
1. <b>Superestrutura</b> .....	16
2. <b>Transição Superestrutura/Mesoestrutura</b> .....	17
3. <b>Mesoestrutura/encontros</b> .....	18
4. <b>Infraestrutura</b> .....	19
5. <b>Aproximação e saída da obra</b> .....	20
6. <b>Pista sobre a obra</b> .....	21
7. <b>Circulação de Pedestres</b> .....	22
<b>IV. CONVENÇÃO UTILIZADA EM CAMPO E NOS RELATÓRIOS</b> .....	<b>22</b>
<b>V. INSPEÇÃO ESPECIAL PATOLOGIAS</b> .....	<b>23</b>
1. <b>Equipe técnica de inspeção / data de inspeção:</b> .....	23
2. <b>Metodologia da inspeção</b> .....	23
3. <b>Anomalias constatadas e causas prováveis</b> .....	23
4. <b>Ensaio</b> .....	37
<b>VI. SITUAÇÃO ATUAL</b> .....	<b>40</b>
<b>VII. TERAPIAS: AÇÕES RESTAURADORAS DA INTEGRIDADE DA OBRA</b> .....	<b>42</b>
1- <b>RESUMO DAS ANOMALIAS</b> .....	<b>42</b>
2 - <b>METODOLOGIA PARA SERVIÇOS DE REPARO ESTRUTURAL</b> .....	<b>44</b>
3 - <b>METODOLOGIA PARA REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA DE REPARO</b> .....	<b>50</b>
4 - <b>METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (ESTÉTICO)</b> .....	<b>55</b>

---

<b>5 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS PASSIVAS, COM PRESENÇA DE UMIDADE, E ABERTURA <math>W &gt; 0,2\text{MM}</math></b> .....	<b>59</b>
<b>6 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (BAIXO COBRIMENTO)</b> .....	<b>65</b>
<b>7 - METODOLOGIA PARA INSTALAÇÃO DE BUZINOTES</b> .....	<b>69</b>
<b>8 - INSTALAÇÃO DE PINGADEIRAS ELASTOMÉRICAS</b> .....	<b>72</b>
<b>9 - RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO SOBRE A ESTRUTURA</b> .....	<b>75</b>
<b>10 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SEM PRESENÇA DE ÁGUA E ABERTURA <math>W &gt; 0,2\text{MM}</math></b> .....	<b>78</b>
<b>11 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (CARBONATAÇÃO)</b> .....	<b>83</b>
<b>VIII. FICHA RESUMO - INSPEÇÃO ESPECIAL</b> .....	<b>88</b>
<b>ANEXO I – REGISTRO GRÁFICO DE ANOMALIAS</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b> .....	<b>102</b>
<b>ANEXO III – CADASTRO GEOMÉTRICO</b> .....	<b>116</b>
<b>ANEXO IV – LOCALIZAÇÃO DE FOTOS</b> .....	<b>121</b>
<b>ANEXO V – ENSAIOS</b> .....	<b>126</b>
<b>ANEXO VI – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA (2019)</b> .....	<b>149</b>

## SUMÁRIO DE FOTOS

Foto 1 – Sistema estrutural da ponte.....	16
Foto 2: Aparelho de apoio tipo Freyssinet. ....	17
Foto 3: Aparelho de apoio tipo Freyssinet. ....	17
Foto 4: Apoio 1 – Vista Sul/Norte. ....	18
Foto 5: Tubulões contraventados por viga de travamento.....	19
Foto 6: Aproximação sul - vista Pelotas. ....	20
Foto 7: Aproximação norte - vista Santana da Boa vista.....	20
<i>Foto 8: Balanço – Armadura exposta. ....</i>	<i>24</i>
<i>Foto 9: Balanço – Armadura exposta. ....</i>	<i>24</i>
<i>Foto 10: Balanço oeste – Eflorescência e formação de estalactites.....</i>	<i>24</i>
<i>Foto 11: Tabuleiro - Fissuras.....</i>	<i>24</i>
Foto 12: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul. ....	25
Foto 13: Balanço Oeste – Vista Sul/Norte .....	25
<i>Foto 14: Balanço oeste – Fissura horizontal.....</i>	<i>25</i>
Foto 15: Tabuleiro entre VT8 e VT9 - Fissura horizontal.....	25
Foto 16: Balanço Oeste – Fissura com abertura igual a 0,3mm.....	25
Foto 17: Viga longarina oeste – Concreto desagregado com armadura exposta – Cobrimento insuficiente. ....	26
Foto 18: Viga Longarina 1 – Abertura de fissura igual a 0,3 mm.....	26
<i>Foto 19: Viga longarina 2 – Face oeste - Fissuras. ....</i>	<i>26</i>
Foto 20: Viga longarina 2 – Face oeste - Fissuras. ....	26
<i>Foto 21: Viga longarina 2 - Armadura exposta e ausência de cobertura. ....</i>	<i>27</i>
<i>Foto 22: Viga longarina 1 - Armadura exposta e ausência de cobertura. ....</i>	<i>27</i>
<i>Foto 23: Viga longarina leste – face interna. ....</i>	<i>27</i>
Foto 24: Viga Longarina oeste – face externa.....	27
<i>Foto 25: Viga transversina 10 – Face norte– Fissura vertical.....</i>	<i>28</i>
<i>Foto 26: Transversina – Abertura de fissura igual a 0,8 mm. ....</i>	<i>28</i>
<i>Foto 27: Cortina – Encontro 2 – Fissura vertical (Abertura igual a 0,8 mm). ....</i>	<i>28</i>

Foto 28: Cortina - Encontro 1 - Fissuras verticais.....	28
Foto 29: Articulação Freyssinet - Apoio 4 - Oeste - Resíduo de forma.....	29
<i>Foto 30: Aparelho de apoio do tipo Freyssinet – Acumulo de detritos.....</i>	<i>29</i>
<i>Foto 31: P1 – Oeste - Armadura exposta e redução de cobertura.....</i>	<i>29</i>
Foto 32: P1 – Oeste - Armadura exposta e redução de cobertura.....	29
<i>Foto 33: Travessa do apoio 3 – Concreto segregado.....</i>	<i>30</i>
Foto 34: Apoio 2 – Tubulões apoio 1.....	31
Foto 35: Tubulão – Apoio 2. ....	31
Foto 36: Apoio 2 - Face norte - Desalinhamento. ....	31
Foto 37: Desalinhamento entre tubulão e pilar. ....	31
<i>Foto 38: Talude lateral oeste – encontro sul.....</i>	<i>32</i>
<i>Foto 39: Talude lateral leste – encontro sul.....</i>	<i>32</i>
<i>Foto 40: Talude lateral oeste – Encontro Norte.....</i>	<i>32</i>
<i>Foto 41: Talude lateral leste – Encontro Norte. ....</i>	<i>32</i>
<i>Foto 42: Talude sob obra - Encontro sul. ....</i>	<i>32</i>
<i>Foto 43: Talude sob obra - Encontro norte.....</i>	<i>32</i>
Foto 44: Sinalização horizontal em bom estado. ....	33
Foto 45: Passeio Leste - Bom estado.....	33
Foto 46: Pista Leste - Panela e Exsudação.....	33
Foto 47: Pista Oeste - Panela.....	33
Foto 48: Placa aproximação norte.....	34
Foto 49: Placa aproximação sul. ....	34
Foto 50: Guarda Corpo Leste – Bom estado.....	34
Foto 51: Guarda Corpo Oeste - Bom estado.....	34
Foto 52: Defensas metálicas - Aproximação norte.....	35
Foto 53: Defensas metálicas - Aproximação sul.....	35
<i>Foto 54: Bordo Leste – Buzinote obstruído. ....</i>	<i>35</i>
<i>Foto 55: Bordo Oeste – Buzinote obstruído.....</i>	<i>35</i>
Foto 56: Pingadeira com resíduo de forma.....	36
Foto 57: Pingadeiras com interrupção devido a instalação inadequada dos guarda corpos.....	36



---

## SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1: Planta da OAE inspecionada.....	14
<i>Figura 2: Vista longitudinal – Oeste.....</i>	14
Figura 3: Vista longitudinal – Leste.....	14
Figura 4: Seção Transversal.....	15
Figura 5: Aproximação e saída da obra. Fonte: Google Earth.....	20

## I. APRESENTAÇÃO

A BR-392 é uma importante rodovia brasileira que atravessa o centro do estado do Rio Grande do Sul. É responsável pelo escoamento de quase 70% da produção agrícola do Estado, num trajeto de quase 590 quilômetros até o Porto do Rio Grande, um dos mais movimentados do país.

Concessionária de Rodovias do Sul S.A. – ECOVIAS SUL administra o trecho entre Pelotas – Rio Grande, numa extensão de 68 Km e trecho Pelotas – Santana da Boa Vista, numa extensão de 128 km.

O presente relatório tem por objetivo apresentar o projeto as built de manutenção da obra-de-arte especial rodoviária, denominada “Ponte sobre o Arroio Moirão – km 162 + 129”, situada na coordenada geográfica 31° 6’ 31.77” S, 52° 56’ 38.19” O, localizada na BR-392, 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. COONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. Localização da Obra

#### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

#### PONTE SOBRE O ARROIO MOIRÃO – BR 392 km 162 + 129



---

**Identificação:**

Nome da obra	Ponte sobre o Arroio Moirão
Rodovia:	BR-392 / RS.
Km da rodovia	km 162 + 129
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 162 + 129 da rodovia BR-392. Está situada na coordenada geográfica 31° 6' 31.77" S, 52° 56' 38.19" 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 7,3 m, largura útil e gabarito vertical é de 4 m.

A obra apresenta 53 m de comprimento e 8,3 m de largura. A estrutura de concreto armado é isostática, formada por três vãos e dois balanços. A superestrutura é composta por tabuleiro moldado "*in loco*" suportado por duas vigas longarinas contínuas, contraventadas por vigas transversinas. Nos balanços, há cortina e muros de ala. A mesoestrutura é constituída por 3 (três) linhas de apoio, formada cada uma por dois pilares paralelos, contraventados no topo por uma viga travessa. A infraestrutura é composta por tubulões, contraventados por viga de travamento.

### 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 três vãos de 15,00 m, e dois balanços de extremidade de 4,00 m, perfazendo um total de 53,00 m.

- Comprimento da obra: 53,00 m
- Largura do tabuleiro: 8,3 m
- Área do tabuleiro: **439,90 m<sup>2</sup>**

### III. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

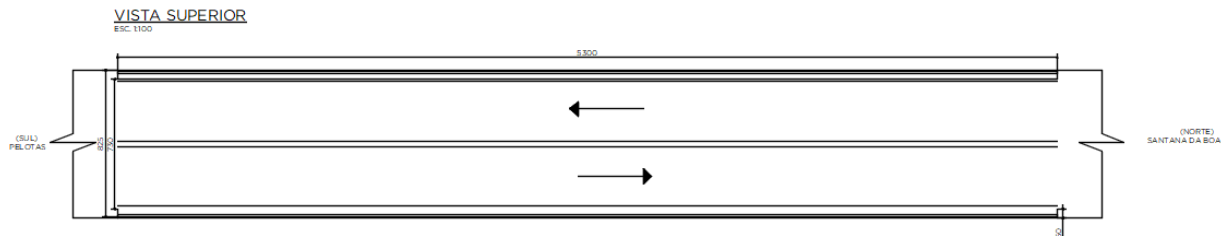


Figura 1: Planta da OAE inspecionada.

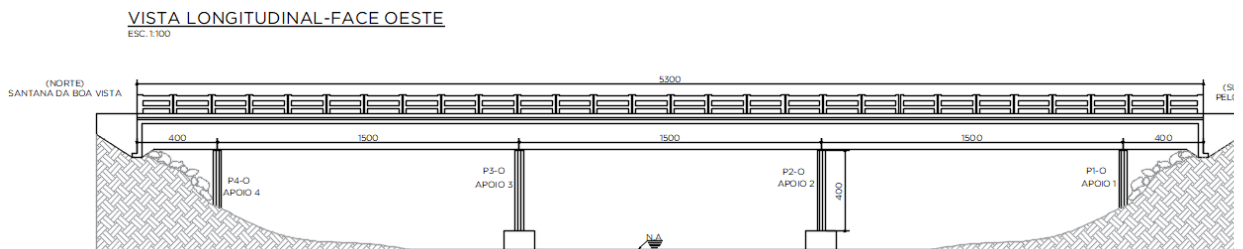


Figura 2: Vista longitudinal – Oeste

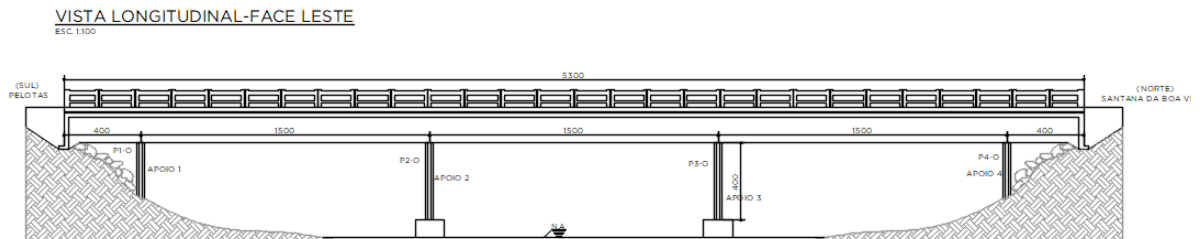


Figura 3: Vista longitudinal – Leste.



## 1. Superestrutura

O sistema estrutural da Ponte é composto por tabuleiro único em concreto armado moldado “*in loco*”, vigas longarinas contínuas contraventadas por vigas transversinas e cortina nas extremidades.



*Foto 1 – Sistema estrutural da ponte.*

## 2. Transição Superestrutura/Mesoestrutura

A transferência dos esforços verticais e horizontais da superestrutura para os apoios é do tipo Articulação Freyssinet.



*Foto 2: Aparelho de apoio tipo Freyssinet.*



*Foto 3: Aparelho de apoio tipo Freyssinet.*

### 3. Mesoestrutura/encontros

A mesoestrutura é constituída por 3 (três) apoios, cada um com 2 (dois) pilares paralelos, contraventados no topo por uma viga travessa.



*Foto 4: Apoio 1 – Vista Sul/Norte.*

#### 4. Infraestrutura

Embora no projeto executivo conste que a infraestrutura é mediante bloco sobre estacas, na inspeção de campo foi verificada que a fundação foi feita através de tubulões contraventados.



*Foto 5: Tubulões contraventados por viga de travamento.*

## 5. Aproximação e saída da obra



Figura 5: Aproximação e saída da obra. Fonte: Google Earth

A aproximação e saída da obra apresenta orografia plana, pavimento asfáltico apresentando painelas. Defensas metálicas na saída e aproximação da obra.



Foto 6: Aproximação sul - vista Pelotas.



Foto 7: Aproximação norte - vista Santana da Boa vista.

## 6. Pista sobre a obra



- **Pista:** Simples.
- **Faixas de rolamento:** 2 (duas) faixas;
- **Faixa lateral de segurança:** Inexistente.
- **Acostamento:** Inexistente.
- **Sinalização horizontal:** Existente.
- **Sinalização vertical:** Existente.
- **Pavimentação:** Pavimento existente flexível.
- **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.
- **Guarda-corpos:** Existente em bom estado (h=0,90).

## 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 04 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 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

- Há ocorrência considerável de fissuras, manchas de umidade e eflorescências, além de armadura exposta oxidada devido à cobrimentos insuficientes na face inferior da laje superior (Tabuleiro) e balanços laterais.
- Foram identificados reparos inadequados nos balanços oeste e leste, face inferior.

- Manchas de umidade ao longo de ambos os balanços laterais, decorrente do resíduos de forma agregada nas pingadeiras atrelado a percolação da água da chuva na superfície de concreto.



*Foto 8: Balanço – Armadura exposta.*



*Foto 9: Balanço – Armadura exposta.*



*Foto 10: Balanço oeste – Eflorescência e formação de estalactites.*



*Foto 11: Tabuleiro - Fissuras.*



Foto 12: Balanço Oeste – Vista Norte/Sul.



Foto 13: Balanço Oeste – Vista Sul/Norte



Foto 14: Balanço oeste – Fissura horizontal.



Foto 15: Tabuleiro entre VT8 e VT9 - Fissura horizontal.

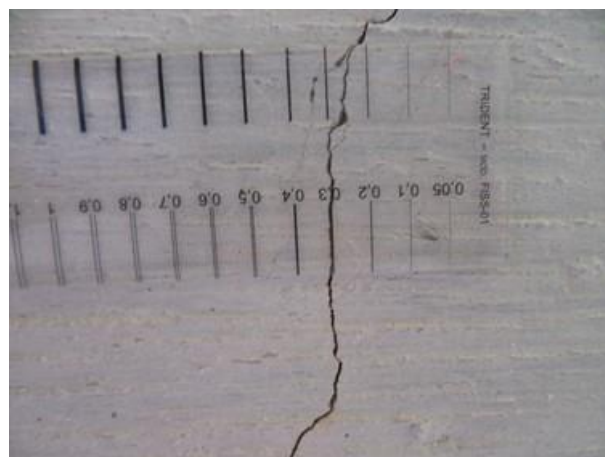


Foto 16: Balanço Oeste – Fissura com abertura igual a 0,3mm.

### 3.1.2 Vigas Longarinas

- Apresentam quadro de fissuração generalizado (fissuras diagonais e verticais).
- Armadura exposta devido ao baixo cobrimento nas faces laterais e inferior de ambas as vigas.



Foto 17: Viga longarina oeste – Concreto desagregado com armadura exposta – Cobrimento insuficiente.

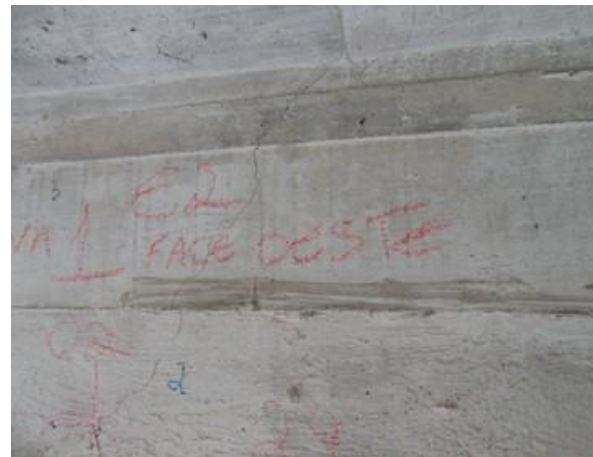


Foto 18: Viga Longarina 1 – Abertura de fissura igual a 0,3 mm.



Foto 19: Viga longarina 2 – Face oeste - Fissuras.



Foto 20: Viga longarina 2 – Face oeste - Fissuras.



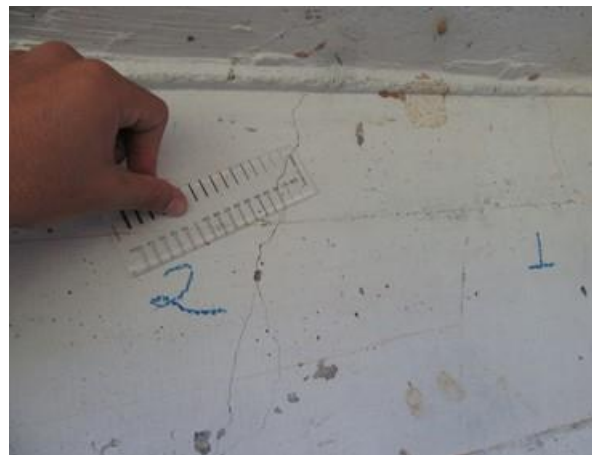
*Foto 21: Viga longarina 2 - Armadura exposta e ausência de cobrimento.*



*Foto 22: Viga longarina 1 - Armadura exposta e ausência de cobrimento.*



*Foto 23: Viga longarina leste - face interna.*



*Foto 24: Viga Longarina oeste - face externa.*

### 3.1.3 Vigas Transversinas

- Apresentam quadro generalizado de fissuração – Fissuras diagonais e verticais.
- Concreto segregado na VT 3 – Face inferior.



Foto 25: Viga transversina 10 – Face norte – Fissura vertical.

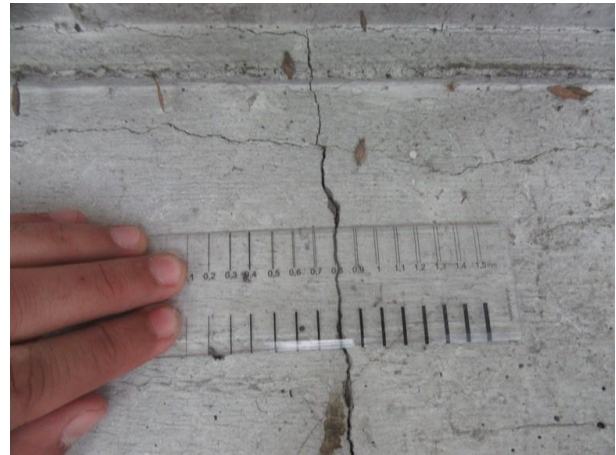


Foto 26: Transversina – Abertura de fissura igual a 0,8 mm.

### 3.1.4 Cortinas/Muro de Ala

- Nos encontros, cortinas e muros de ala apresentam quadro generalizado de fissuração e cobrimentos insuficientes.



Foto 27: Cortina – Encontro 2 – Fissura vertical (Abertura igual a 0,8 mm).



Foto 28: Cortina - Encontro 1 - Fissuras verticais.

### 3.2. Mesoestrutura

#### 3.2.1. Aparelho de Apoio

- Articulações Freyssinet com acúmulo de detritos e resíduo de forma.



Foto 29: Articulação Freyssinet - Apoio 4 - Oeste  
- Resíduo de forma.



Foto 30: Aparelho de apoio do tipo Freyssinet –  
Acúmulo de detritos.

#### 3.2.2. Pilares

- O pilar oeste do apoio 1 apresenta armadura exposta e cobertura insuficiente



Foto 31: P1 – Oeste - Armadura exposta e  
redução de cobertura.



Foto 32: P1 – Oeste - Armadura exposta e  
redução de cobertura.

### 3.2.3. Viga Travessa

- As vigas travessa apresentam manchas de umidade e concreto segregado



*Foto 33: Travessa do apoio 3 – Concreto segregado.*

### 3.3. Infraestrutura

- As vigas de contraventamento dos tubulões apresentam concreto segregado.
- Há ocorrência de armadura exposta e concreto segregado nos tubulões.



Foto 34: Apoio 2 – Tubulões apoio 1.



Foto 35: Tubulão – Apoio 2.



Foto 36: Apoio 2 - Face norte - Desalinhamento.



Foto 37: Desalinhamento entre tubulão e pilar.

### 3.4. Taludes

- Taludes laterais do encontro sul com proteção natural (Vegetação) e enrocamento.
- Taludes laterais do encontro norte com proteção natural (Vegetação) e enrocamento.
- Taludes sob obra apresentam proteção mecânica do tipo enrocamento.



*Foto 38: Talude lateral oeste – encontro sul.*



*Foto 39: Talude lateral leste – encontro sul.*



*Foto 40: Talude lateral oeste – Encontro Norte.*



*Foto 41: Talude lateral leste – Encontro Norte.*



*Foto 42: Talude sob obra - Encontro sul.*



*Foto 43: Talude sob obra - Encontro norte.*

### 3.5. Elementos complementares

#### 3.5.1. Pavimento, passeio e sinalização:

- Passeios laterais em bom estado.
- Pavimento asfáltico apresentando panelas e exsudação.
- Sinalização Horizontal em bom estado.
- Sinalização Vertical em bom estado.



Foto 44: Sinalização horizontal em bom estado.



Foto 45: Passeio Leste - Bom estado.



Foto 46: Pista Leste - Panela e Exsudação.



Foto 47: Pista Oeste - Panela.



Foto 48: Placa aproximação norte.



Foto 49: Placa aproximação sul.

### 3.5.2. Junta de dilatação:

As juntas de dilatação encontram-se recobertas pelo pavimento asfáltico. Na inspeção visual em campo, verificou-se que elas estavam com vedação íntegra, não causando problemas de infiltração na mesoestrutura e infraestrutura.

### 3.5.3. Guarda Corpo:

- Guarda Corpos em ambos os bordos em bom estado.



Foto 50: Guarda Corpo Leste – Bom estado.



Foto 51: Guarda Corpo Oeste - Bom estado.

### 3.5.4. Defesa metálica:

- Defesa metálica em ambas aproximações em bom estado.



Foto 52: Defensas metálicas - Aproximação norte.



Foto 53: Defensas metálicas - Aproximação sul.

### 3.5.5. Drenagem

- Buzinotes com acúmulo de detritos, obstrução completa e ausência de prolongamento.
- As pingadeiras com interrupção devido a desagregação do concreto e resíduo de forma, permitindo a percolação de água para os balanços.
- Ausência de elementos de drenagem sobre o talude.



Foto 54: Bordo Leste – Buzinote obstruído.



Foto 55: Bordo Oeste – Buzinote obstruído.



*Foto 56: Pingadeira com resíduo de forma.*



*Foto 57: Pingadeiras com interrupção devido a instalação inadequada dos guarda corpos.*

## 4. Ensaios

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 1 – Face sul	<1	8	3
2	VL 1 – Face Oeste – Balanço 1	<1	38	2
3	Viga Travessa 1 – Face Sul	10	74	6
4	VL 2 – Face Oeste – Balanço 1	<1	28	6
5	VL 1 – Face Oeste – Balanço 2	18	24	3
6	VL 2 – Face Oeste – Balanço 2	2	24	8
7	Pilar 1 – Leste – Face Sul	8	30	14
8	Pilar 1 – Oeste – Face Sul	3	28	20
9	Pilar 4 Leste – Face Norte	<1	42	30
10	Pilar 4 Oeste – Face Norte	5	27	22

Ponto	Local	Espessura carbonatada (mm)	Cobrimento do concreto Armadura principal (mm)	Cobrimento do concreto Estribo (mm)
11	Pilar 4 Oeste – Face Sul	21	39	32
12	Pilar 4 Leste – Face Sul	11	14	10

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 3, 5 e 12, 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 com diâmetro nominal de 100 mm.

Em ambos os encontros foram realizados furos para identificação de material sob a laje de aproximação ou ausência do mesmo.

##### **Encontro 1:**

No furo realizado foi possível observar uma camada de aproximadamente 13 cm de CBUQ e abaixo foi encontrado um leito de agregados graúdos, sem possibilidade de observar o diâmetro máximo deste material.

##### **Encontro 2:**

No furo realizado no encontro 2 apresentou comportamento semelhante ao do encontro 1. Foi possível observar uma camada de aproximadamente 13 cm de CBUQ e uma camada de brita e solo abaixo deste. No encontro 2, porém, foi aberta uma janela

---

de inspeção com auxílio de rompedor mecânico junto ao muro de Ala. O comportamento foi semelhante.

## VI. SITUAÇÃO ATUAL

Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento e intervenções a médio prazo.

Tabuleiro: Apresenta área considerável com manchas de umidade, eflorescência com formação de estalactites, armadura exposta e oxidada e cobertura insuficiente (<5mm). Há ocorrência de fissuras generalizadas. (Anexo II foto:12).

Balanço Oeste e Leste: É possível observar manchas de umidade, eflorescências com formação de estalactites, fissuras generalizadas no sentido transversal e infiltrações devido a deficiência nos buzinotes. Foram identificados reparos inadequados com resíduos de forma e argamassa em processo de desagregação. (Anexo II fotos: 1;4;8;11;19;22).

Vigas longarinas: As vigas longarinas oeste, leste e transversinas, apresentam quadro de fissuração generalizado (fissuras diagonais e verticais). Também há ocorrência de armadura exposta e oxidada devido ao cobertura insuficiente dos estribos (< 5 mm). (Anexo II fotos: 6;7;9;10;13;14;18;21).

Nos balanços externos, as cortinas e muros de ala apresentam quadro generalizado de fissuração e cobrimentos insuficientes. (Anexo II fotos:3;4;5).

As articulações do tipo Freyssinet, apresentam acúmulo de detritos e resíduo de forma (Anexo II foto:16).

Pilares: Apresenta concreto segregado e manchas de umidade. No pilar leste do apoio 2 há uma excentricidade entre o pilar e o tubulão, que não gerando insuficiência estrutural, não verificado existência de fissuras na geratriz de contato dos elementos. (Anexo II fotos: 23).

Tubulões: Apresenta desaprumo no apoio 2, sem influência visual e manifestações patológicas nos elementos adjacentes, pilar e cinta, não indicando sinais de comprometimento da estabilidade da obra; na parte inferior do tubulão pequena área com armadura exposta e concreto segregado, anomalia moderada em virtude da agressividade ambiental e agravos construtivos, tornando a estrutura mais suscetível a ataques de agentes agressivos. (Anexo II fotos: 15;17).

Nos taludes laterais, há proteção natural (vegetação) e sob a obra há proteção por enrocamento. (Anexo VI).

Pavimentação asfáltica apresentando painelas e exsudação, sinalização horizontal e vertical em bom estado, no entanto, foi identificado acúmulo de detritos nos bordos da pista, obstruindo os buzinotes. (Anexo II fotos:24;25).

As juntas de dilatação se encontram totalmente recobertas pelo pavimento. Não foi identificado infiltração nos elementos estruturais na face inferior, abaixo das juntas.

**Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:**

COMPONENTES			AVALIAÇÃO SEGUNDO NORMA DNIT 010/2004 – PRO – ANEXO C
Infraestrutura	Mesoestrutura	Superestrutura	
3	3	3	3

**Avaliação 3:** Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra.

**Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:**

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

**Estrutural 3:**

- Fissuras generalizadas nas vigas longarinas
- Concreto segregado com armadura exposta nos tubulões

**Funcional 3:**

- Pavimentação asfáltica com painelas e exsudação.

**Durabilidade 2:**




- Armadura exposta e oxidada nas vigas longarinas
- Mancha de umidade, eflorescência e estalactite nos balanços laterais.

## VII. TERAPIAS: AÇÕES RESTAURADORAS DA INTEGRIDADE DA OBRA

### 1- RESUMO DAS ANOMALIAS

ANOMALIAS											
LOCALIZAÇÃO	Concreto desagregado com armadura exposta	Concreto Segregado com armadura exposta	Concreto segregado	Fissura	Armadura exposta	Manchas de infiltração	Eflorescência	Redução de cobrimento	Panela	Exsudação	Buzinotes obstruídos e/ou falta de prolongamento
Tabuleiro/Laje	Grave	Moderada		Grave		Moderada	Moderada	Moderada			
Balanços	Grave	Moderada		Grave	Grave	Moderada	Moderada	Moderada			Moderada
Vigas longarinas		Grave	Moderada	Grave	Grave	Moderada	Moderada	Grave			
Vigas Transversinas			Moderada	Grave		Moderada	Moderada	Moderada			
Cortina				Grave		Moderada	Moderada	Moderada			
Pilares					Grave			Grave			
Travessa			Moderada			Moderada		Moderada			
Tubulões					Grave	Moderada					
Pavimento									Grave	Grave	

#### Legendas

	Anomalia leve
	Anomalia moderada
	Anomalia grave

As ações restauradoras dos elementos estruturais ou complementos da obra de arte especial estão associadas às ações localizadas com objetivo de restabelecer as características originais da obra em questão, descritas no item VII - Ações Restauradoras da Integridade da Obra, página 42.

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;
- Pavimento asfáltico (panela).

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

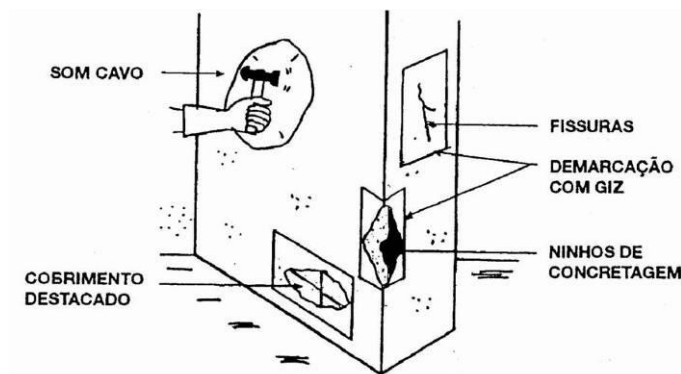
### ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I deste relatório, páginas 91 a 96. Trata-se das áreas com armadura exposta e concreto desagregado.

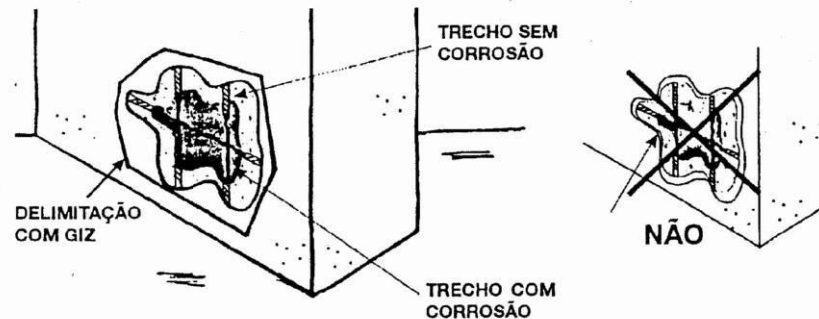
### SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

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

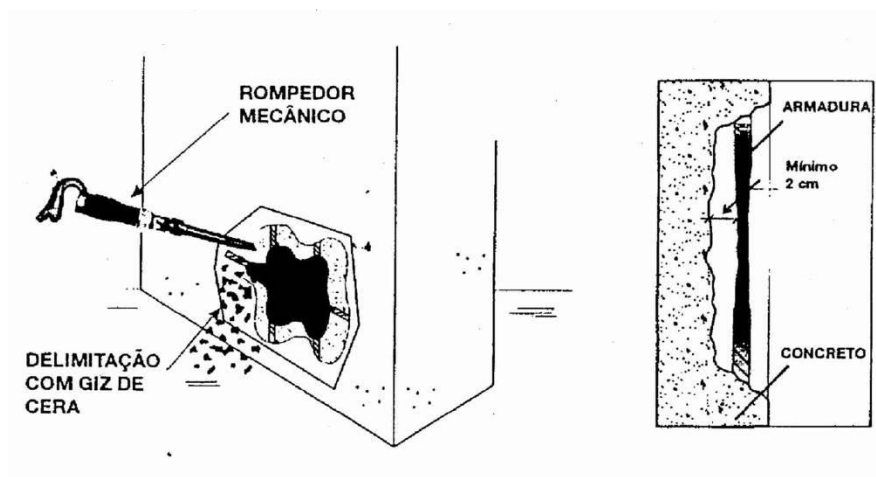
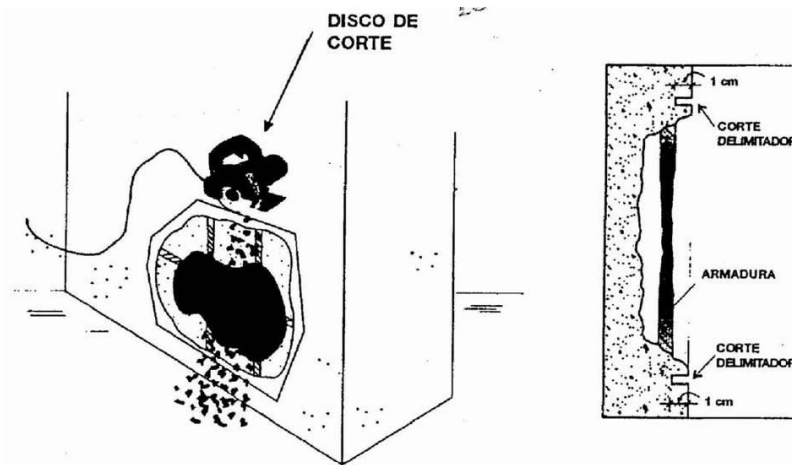
1. Localizar e identificar as regiões da estrutura que estejam apresentando as manifestações patológicas apresentadas no relatório de patologia, através de exame visual.



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.



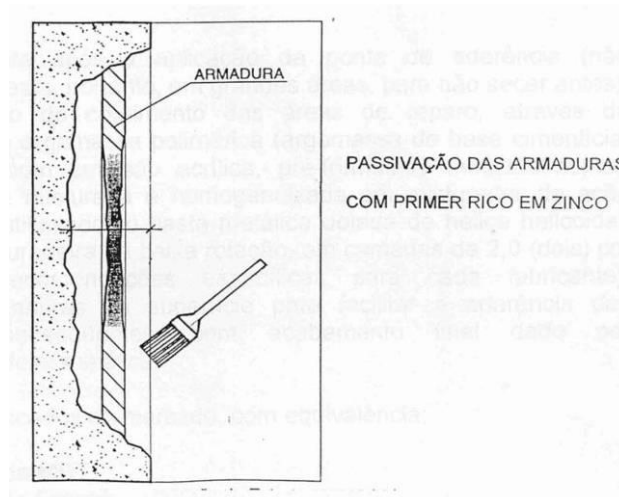
3. Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou marteletes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima 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 91 a 96. 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.

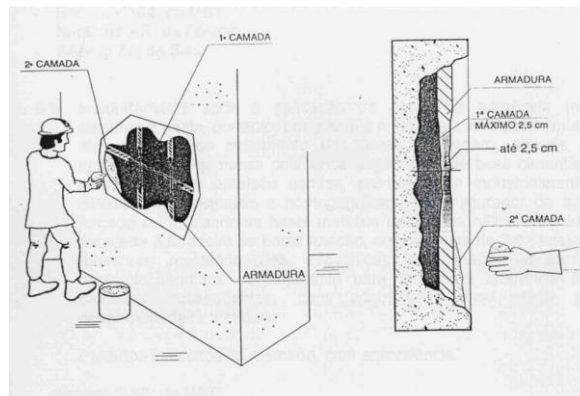
Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- 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 91 a 96. 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/cm<sup>2</sup> (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 m<sup>2</sup>/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.

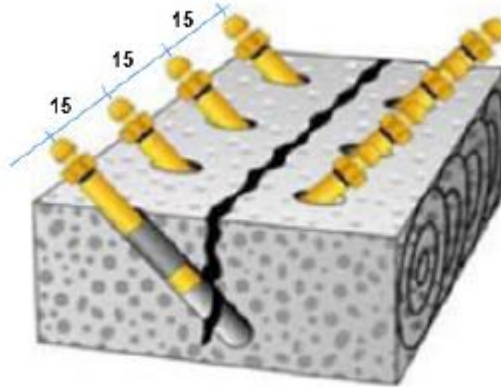
## **5 – METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS PASSIVAS, COM PRESENÇA DE UMIDADE, E ABERTURA $W > 0,2\text{MM}$**

### **ÁREA A SER REPARADA:**

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo deste relatório, nas páginas 91 a 96. 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), **préformulado**, de baixa viscosidade, com pressão máxima de 5,00 (cinco) kgf/cm<sup>2</sup>. 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/cm<sup>2</sup>. 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 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 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 no tabuleiro, balanços laterais, vigas transversinas, pilares e vigas travessas. Trata-se dos elementos com baixa espessura de cobertura 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
- VIAPOL 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.

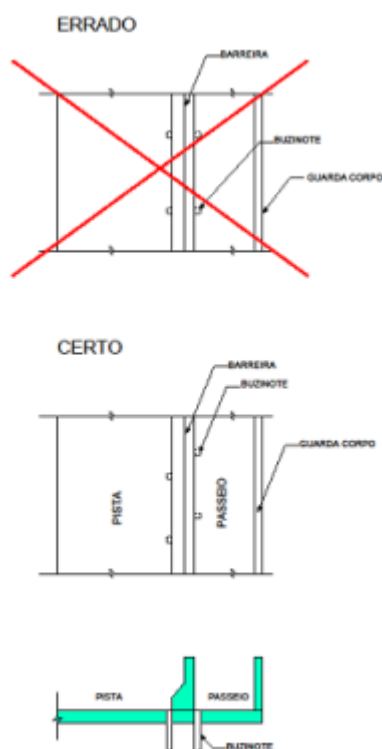
## 7 - METODOLOGIA PARA INSTALAÇÃO DE BUZINOTES

## 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:

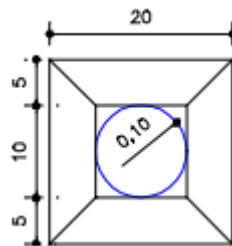


Execução do furo com a utilização de perfuratriz elétrica dotada de broca diamantada, com abertura suficiente para a colocação do tubo em PVC de  $\varnothing=4''$ .

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 - INSTALAÇÃO DE PINGADEIRAS ELASTOMÉRICAS

### **ÁREA A SER REPARADA:**

Balanços laterais representados no croqui do anexo I, deste relatório na página 91 a 96.

### **SEQUÊNCIA EXECUTIVA:**

#### 1. Preparo da superfície

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

#### 2. Instalação do perfil – pingadeira Uniontech

- Deverá ser efetuada limpeza rigorosa na sede utilizando-se para isso uma lixadeira elétrica do tipo orbital ou disco, lixando e removendo toda impureza da superfície dentre elas os desmoldantes, pedaços de fôrmas e outros materiais soltos, essa limpeza deverá se estender por uma faixa de mais ou menos 5,0cm ao longo da borda da estrutura.

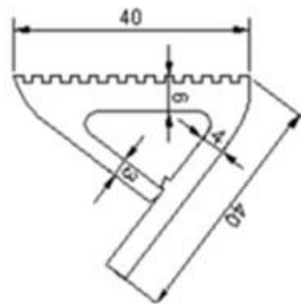


- Após a limpeza deverá ser aplicado o Primer PR2000 ao longo desta faixa.
- Nesta mesma sequência deverá ser aplicado o adesivo D2000 nas arestas ou ranhuras do perfil UT 50 PGD 10 de fabricação UNIONTECH.

- O passo sequencial é comprimir o perfil contra a estrutura fixando em pontos equidistantes de mais ou menos 60cm com pistola finca pinos (pinos com cabeça) e espoleta amarela ou utilizar bucha e parafuso.

### 3. Instalação do perfil – pingadeira Jeene

- Retirar o perfil de sua embalagem e estendê-lo sobre uma superfície limpa e plana. Cortá-lo ou emendá-lo de acordo com o comprimento a ser aplicado. Como o perfil é de material elástico, evitar esticá-lo para não cometer erros de medição.



- Quando for necessárias emendas, proceder ao corte, lixamento, aplicação de ADE 31R (nas duas superfícies) e mantê-los unidos por 30 segundos.
- Misturar cuidadosamente os componentes A e B do ADE 52, até formar uma pasta homogênea. O tempo disponível para trabalhar com o adesivo após a sua mistura (pot life) é de aproximadamente 40 minutos a 20°C. O "pot life" varia em função da temperatura ambiente. Ele aumenta com o frio e diminui com o calor.
- Aplicar uniformemente o ADE 52 na superfície e nas estrias do perfil.
- Posicionar o perfil com a mão e pressioná-lo contra a superfície a ser aplicada. A 05(cinco) cm de uma das faces, fincar o primeiro pino e repeti-lo a cada 40(quarenta) cm até a outra face.
- Aplicar no canto superior do perfil um reforço de adesivo e remover com espátula o excesso das superfícies. Limpar o resíduo de adesivo da superfície do perfil com álcool.
- Limpar e remover o entulho e todos os detritos produzidos durante o trabalho.

## 9 – RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO SOBRE A ESTRUTURA

### **ÁREA A SER REPARADA:**

Áreas com manifestações patológicas no pavimento asfáltico representados no croqui do anexo I, deste relatório na página 91 a 96.

### **SEQUÊNCIA EXECUTIVA:**

- Antes da aplicação desta metodologia, deverão ser corrigidas todas as patologias existentes em berços de juntas de dilatação.
- Demarcar a área a ser reparada de modo a resultar pelo menos mais 30 cm de cada lado da região;
- Remoção do pavimento flexível disgregado e / ou com fissuras mapeadas >0,4mm (área demarcada) até atingir o pavimento rígido ou a laje do tabuleiro.
- Caso se constate fissuras ou concreto disgregado ou segregado na laje do tabuleiro, a fiscalização da concessionária deverá ser notificada. Estas regiões devem ser recuperadas conforme metodologia específica antes da recomposição do pavimento.
- Após a remoção do pavimento flexível, é aplicado um jato de ar comprimido, com o auxílio de um compressor de alta capacidade (mínimo 100 pcm). O resultado é um reservatório limpo livre de todos os resíduos de agregado e impurezas que poderiam vir a comprometer a aderência entre o material selante e o pavimento em reparo.
- Aplicar jato de ar comprimido, com o auxílio de um compressor de alta capacidade (mínimo 100 pcm). O resultado é um reservatório limpo livre de todos os resíduos de agregado e impurezas que poderiam vir a comprometer a aderência entre o material selante e o pavimento em reparo.
- Limpar a superfície remanescente, de modo a eliminar todo e qualquer material solto;
- Aplicar ligante betuminoso em toda a superfície da base e entre as camadas de CBUQ, de maneira uniforme. A temperatura de aplicação deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura e viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A aplicação deverá ser feita com espargidor manual; os ligantes betuminosos empregados nas pinturas de ligação poderão ser dos tipos relacionados a seguir:
  - ✓ Emulsões asfálticas de ruptura rápida, tipos RR-1C e RR-2C, satisfazendo às exigências contidas na P-EB 472/84 da ABNT/IBP e DNER –EM 369/97;
  - ✓ Emulsões que satisfaçam às exigências contidas na P-EB 599/73, catiônicas, tipos LA-1C e LA-2C, e especial, tipo LA-E; A taxa recomendada de ligante

---

betuminoso residual é de cerca de 0,4 l/m<sup>2</sup>. Antes da aplicação, a emulsão deverá ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual.

- Recomposição do pavimento com concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), conforme especificação DER-SP.

**IMPORTANTE:** O pavimento deve ser aplicado de modo a garantir o escoamento adequado das águas pluviais para o sistema de drenagem.

---

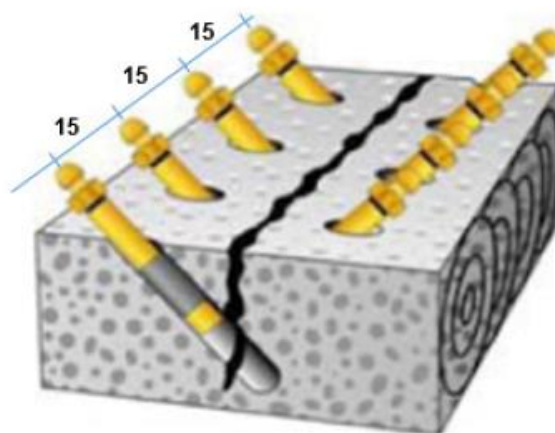
**10 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE FISSURAS ATIVAS, SEM  
PRESENÇA DE ÁGUA E ABERTURA  $W > 0,2\text{MM}$**

### ÁREA A SER REPARADA:

As fissuras a serem tratadas são aquelas representadas no croqui do anexo I, deste relatório na página 91 a 96.

### 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/cm<sup>2</sup>). 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/cm<sup>2</sup>; 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.

## **11 - METODOLOGIA PARA TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO (CARBONATAÇÃO)**

### ÁREA A SER REPARADA:

Vigas Longarinas Leste e Oeste.

### 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.

## VIII. FICHA RESUMO - INSPEÇÃO ESPECIAL

## FICHA DE INSPEÇÃO ESPECIAL

<b>Inspeção Especial</b>	2019	<b>OAE Código</b> ECS-392RS-162+129-OAE-EXO-RT-L2-001		
<b>Jurisdicção</b>	Ecosul			
<b>Data da Inspeção</b>	04/12/2019	<b>Início</b>	07:00	<b>Término</b> 17:00

### SÍNTESE DO RELATÓRIO I - PATOLOGIA

#### 1. Localização

<b>Rodovia</b>	BR 392/RS	<b>Sentido</b>	Norte/Sul	<b>km</b>	162+129
<b>Obra</b>	Ponte sobre o Arroio Moirão	<b>Localização</b>	Pelotas - RS		

#### 2. Descrição da Obra

<b>Vão</b>	3 (três) Vãos e 2 (dois) Balanços
<b>Comprimento total</b>	53 m
<b>Apoios</b>	Apoios com 2 (dois) pilares paralelos - Seção 100x40 com arestas chanfradas
<b>Vigas</b>	Duas vigas longarinas contínuas em concreto armado (Seção var.: 35x150 para 50x150)
<b>Juntas de dilatação</b>	2 juntas de dilatação de encontro
<b>Largura total</b>	8,3 m
<b>Tabuleiro tipo</b>	Seção Vazada
<b>Classe</b>	TB 36 tf
<b>Aparelho de apoio</b>	Articulação Freyssinet nos apoios entre superestrutura e mesoestrutura.
<b>Observação</b>	

#### 3. Ensaio realizados

Ensaio de profundidade de carbonatação.

#### 4. Classificação da OAE Norma ABNT NBR 9452:2019

<b>Estrutural</b>	3	<b>Funcional</b>	3	<b>Durabilidade</b>	2
-------------------	---	------------------	---	---------------------	---

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

<b>Nota</b>	3
-------------	---

## 6. Vistoria

<b>Data da última vistoria</b>	Inspeção rotineira - 28 de Março de 2019
<b>Recursos de aproximação</b>	Trena digital, trena de fita, máquina fotográfica digital, fissurômetro e trilha de acesso.

## 7. Descrição das Anomalias

### Superestrutura

<b>Laje Superior LS e Laje em balanço LB</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Há ocorrência considerável de fissuras, manchas de umidade e eflorescências, além de armadura exposta oxidada devido à cobrimentos insuficientes na face inferior da laje superior (Tabuleiro) e balanços laterais.</li><li>• Foram identificados reparos inadequados nos balanços oeste e leste, face inferior.</li><li>• Manchas de umidade ao longo de ambos os balanços laterais, decorrente do resíduos de forma agregada nas pingadeiras causando percolação da água da chuva na superfície de concreto.</li></ul>
<b>Vigas Longarinas (VL)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentam quadro de fissuração generalizado (fissuras diagonais e verticais).</li><li>• Armadura exposta devido ao baixo cobrimento nas faces laterais e inferior de ambas as vigas.</li></ul>
<b>Vigas Transversinas (VT)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentam quadro generalizado de fissuração - Fissuras diagonais e verticais.</li><li>• Concreto segregado na VT 3 - Face inferior.</li></ul>
<b>Cortinas (CT)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nos encontros, cortinas e muros de ala apresentam quadro generalizado de fissuração e cobrimentos insuficientes.</li></ul>

### Transição Superestrutura para mesoestrutura

<b>Aparelho de Apoio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resíduo de forma nas articulações Freyssinet e acúmulo de detritos</li></ul>
<b>Mesoestrutura</b>	
<b>Vigas Travessa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentam manchas de umidade e concreto segregado</li></ul>
<b>Pilares</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O pilar oeste do apoio 1 apresenta armadura exposta e cobrimento insuficiente</li><li>• O pilar leste do apoio 2 apresenta excentricidade construtiva entre o pilar e tubulão, não gerando insuficiência estrutural. Não foi identificado existência de fissuras na geratriz de contato entre os elementos.</li></ul>

Pág. 1/2

### Infraestrutura

<b>Fundações</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• As vigas de contraentamento dos tubulões apresentam concreto segregado.</li><li>• Há ocorrência de armadura exposta e concreto segregado nos tubulões.</li><li>• Excentricidade construtiva ocorrida entre o pilar leste do apio 2 e o tubulão.</li></ul>
------------------	---

### Elementos Complementares

<b>Taludes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Taludes laterais do encontro sul com proteção natural (Vegetação) e enrocamento.</li><li>• Taludes laterais do encontro norte com proteção natural (Vegetação) e enrocamento.</li><li>• Taludes sob obra apresentam proteção mecânica do tipo enrocamento.</li></ul>
<b>Pavimento, Passeio e Sinalização</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Passeios laterais em bom estado.</li><li>• Pavimento asfáltico apresentando painelas e exsudação.</li><li>• Sinalização Horizontal em bom estado.</li></ul>
<b>Juntas de dilatação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• As juntas de dilatação encontram-se recobertas pelo pavimento asfáltico.</li><li>• Na inspeção visual em campo, verificou-se que elas estavam com vedação íntegra, não causando problemas de infiltração nos elementos logo abaixo da junta.</li></ul>
<b>Guarda-corpo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guarda Corpo em bom estado (h=0,90cm)</li></ul>
<b>Defensas metálicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Defesa metálica em ambas aproximações em bom estado</li></ul>
<b>Drenagem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buzinotes com acúmulo de detritos e obstrução completa.</li><li>• Ausência de prolongamento.</li><li>• As pingadeiras com interrupção devido a desagregação do concreto e resíduo de forma, permitindo a percolação de água para os balanços.</li><li>• Ausência de elementos de drenagem sobre o talude.</li></ul>

## SÍNTESE DO RELATÓRIO II - PARECER TÉCNICO - TERAPIA

### 1. Parecer técnico

Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra

A superestrutura apresenta danos em seus elementos principais e secundários (laje superior, balanços laterais, vigas transversinas, vigas longarinas cortina etc.). As vigas longarinas apresentam nas faces laterais e inferior baixa camada de cobrimento de concreto (< 5 mm), chegando a expor a armadura. Deve-se atentar com a corrosão dessa armadura, principalmente por fazer parte de um elemento principal. Há também, quadro generalizado de fissuração (Fissuras diagonais e verticais) com aberturas superior a 0,3mm. Os balanços laterais apresentam áreas de concreto desagregado com armadura exposta, infiltração e eflorescência com formação de estalactites, danos esses causados pela percolação da água da chuva atrelado a falha de vedação dos buzinotes e interrupções nas pingadeiras. Nos encontros, as cortinas e muros de ala apresentam quadro generalizado de fissuração e cobrimentos insuficientes.

Em relação a mesoestrutura, verificou-se que o pilar leste do apoio 1 apresenta armadura exposta e cobrimento insuficiente. Tubulão do apoio 2 apresenta desaprumo, sem influência visual e manifestações patológicas nos elementos adjacentes, pilar e cinta, não indicando sinais de comprometimento da estabilidade da obra.

No que tange ao parâmetro funcional, verificou-se que os buzinotes encontram-se com falha de vedação ocasionando manchas de umidade e eflorescência. Na pista, há áreas com painéis e exsudação, causa desconforto ao usuário.

Em relação aos resultados obtidos na profundidade de carbonatação, verificou-se que a frente de carbonatação não está atingindo a armadura principal dos elementos, tendo em alguns pontos profundidade superior ao cobrimento dos estribos. As juntas de dilatação se encontram recobertas pelo pavimento. Diante do exposto, faz-se necessário as seguintes intervenções: Reparo dos elementos estruturais conforme caderno de terapia, instalação de mais buzinotes e desobstrução dos existentes, além de recomposição, limpeza e tratamento das articulações Freyssinet.

---

## **2. Resumo da análise estrutural (caso necessário)**

---

-

---

## **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  $w > 0,2\text{mm}$ ;
  - Implantação de pingadeira;
  - Tratamento superficial do concreto (estético);
  - Tratamento superficial do concreto (Baixo cobrimento);
  - Tratamento das armaduras em processo de corrosão;
- Levantamento Fotográfico**

---

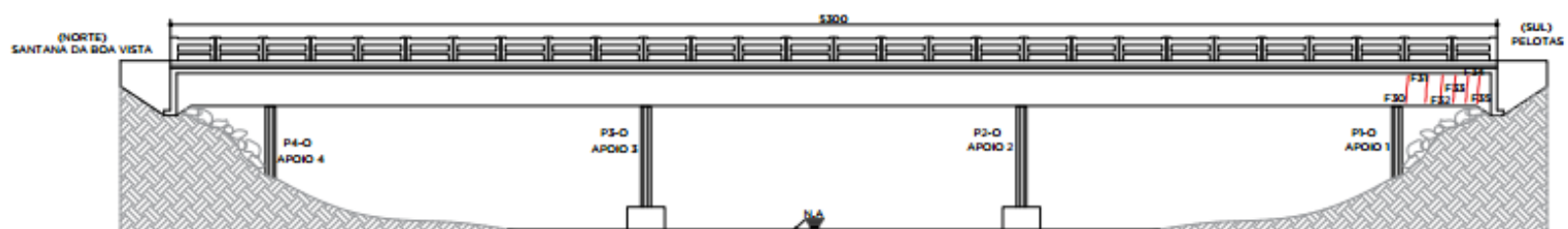
Ver Anexo II - Relatório Fotográfico

# ANEXOS

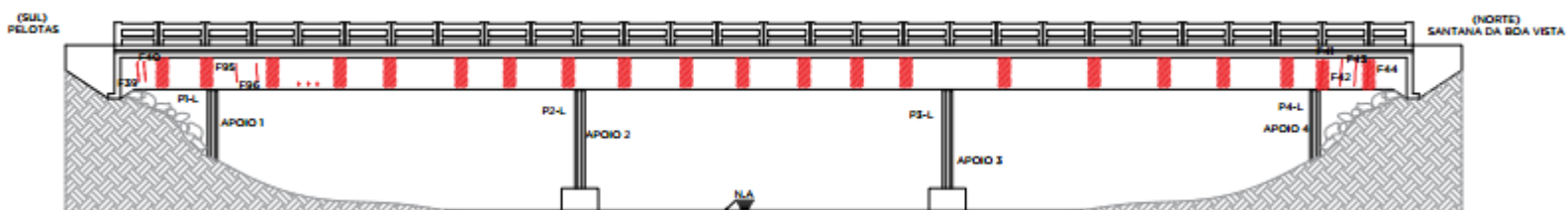
---

## ANEXO I – REGISTRO GRÁFICO DE ANOMALIAS

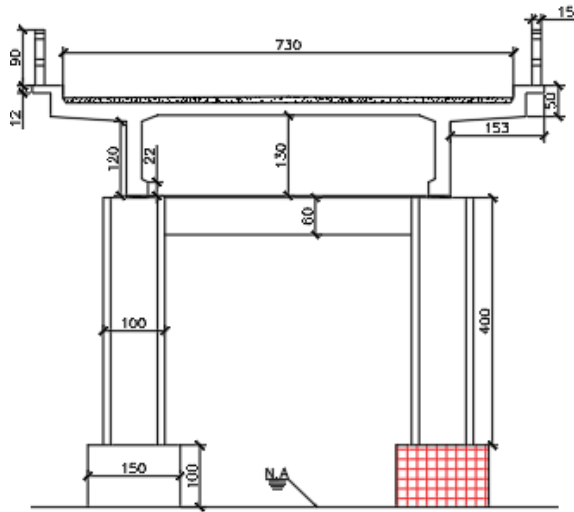
**VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE**  
ESC. 1:100



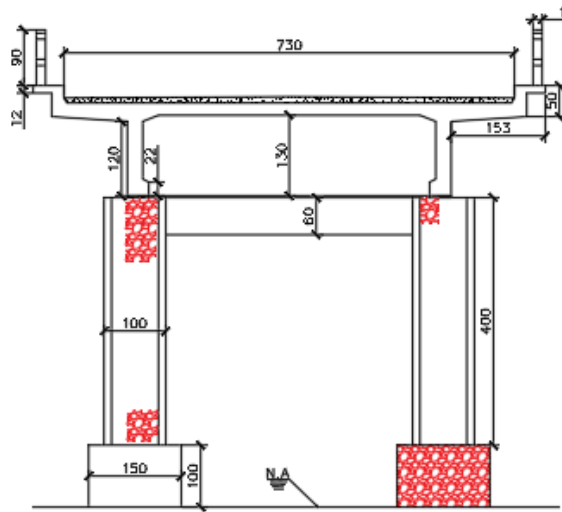
**VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE**  
ESC. 1:100



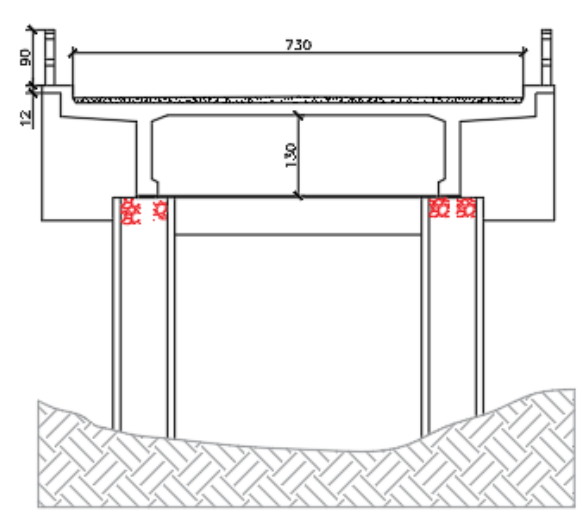
SEÇÃO TRANSVERSAL- APOIO 2  
ESC. 1:50



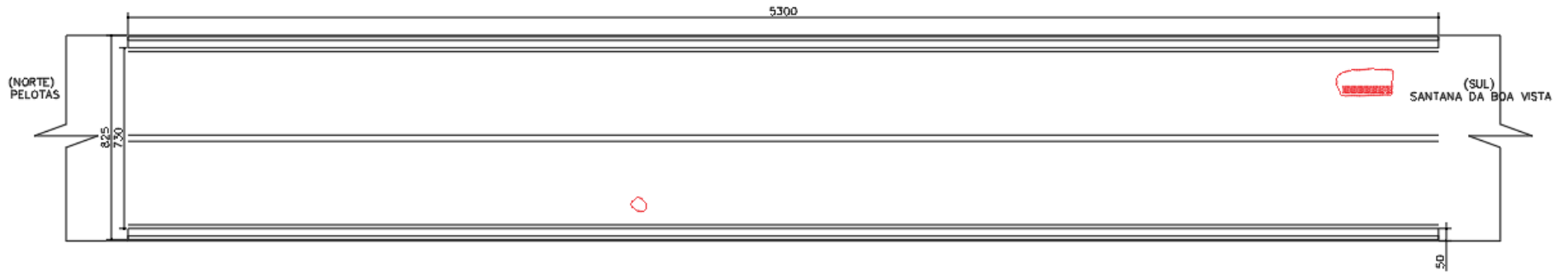
SEÇÃO TRANSVERSAL- APOIO 3  
ESC. 1:50



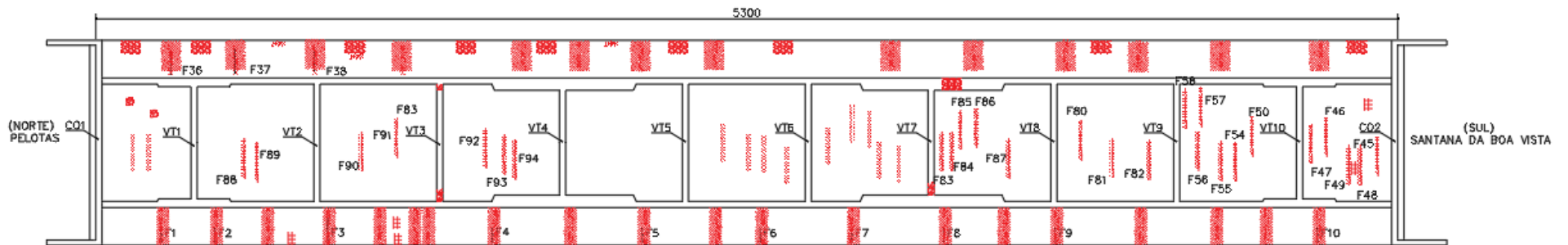
SEÇÃO TRANSVERSAL- APOIO 1  
ESC. 1:50



VISTA SUPERIOR  
ESC. 1:100



VISTA INFERIOR  
ESC. 1:100



VISTA FACE LESTE - VIGA LONGARINA OESTE

ESC. 1/300



VISTA FACE OESTE - VIGA LONGARINA LESTE

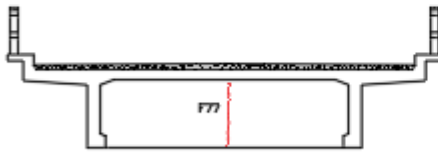
ESC. 1/300



**SEÇÃO TRANSVERSAL – BALANÇO SUL**  
Esc. 1:50



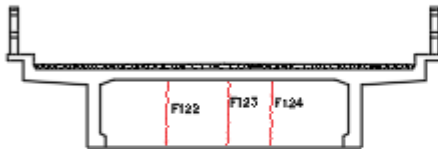
**TRANSVERSINA 8 – FACE NORTE**  
Esc. 1:50



**TRANSVERSINA 2 – FACE NORTE**  
Esc. 1:50



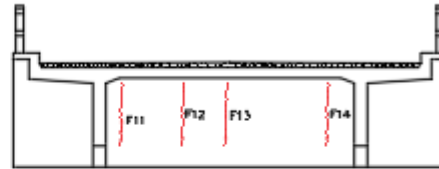
**TRANSVERSINA 3 – FACE NORTE**  
Esc. 1:50



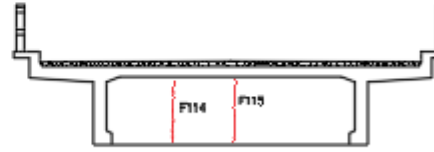
**TRANSVERSINA 10 – FACE SUL**  
Esc. 1:50



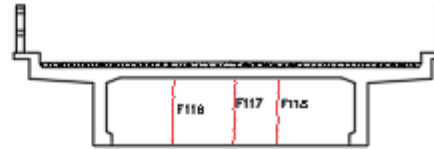
**SEÇÃO TRANSVERSAL – BALANÇO NORTE**  
Esc. 1:50



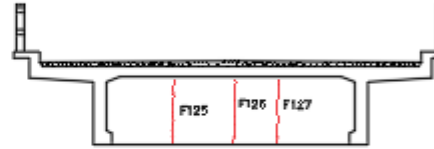
**TRANSVERSINA 1 – FACE SUL**  
Esc. 1:50



**TRANSVERSINA 2 – FACE SUL**  
Esc. 1:50



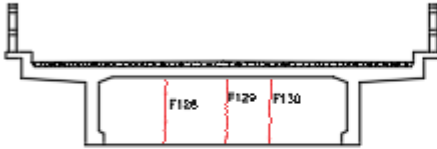
**TRANSVERSINA 3 – FACE SUL**  
Esc. 1:50



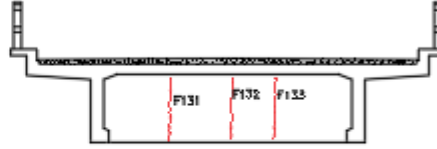
**TRANSVERSINA 10 – FACE NORTE**  
Esc. 1:50



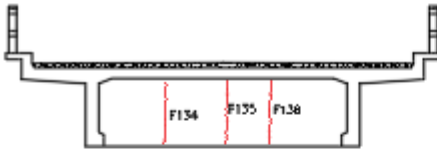
TRANSVERSINA 4 – FACE NORTE  
ESC. 1:50



TRANSVERSINA 4 – FACE SUL  
ESC. 1:50



TRANSVERSINA 5 – FACE NORTE  
ESC. 1:50



TRANSVERSINA 5 – FACE SUL  
ESC. 1:50


















TRANSVERSINA 9 – FACE NORTE  
ESC. 1:50



TRANSVERSINA 9 – FACE SUL  
ESC. 1:50



## 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

---

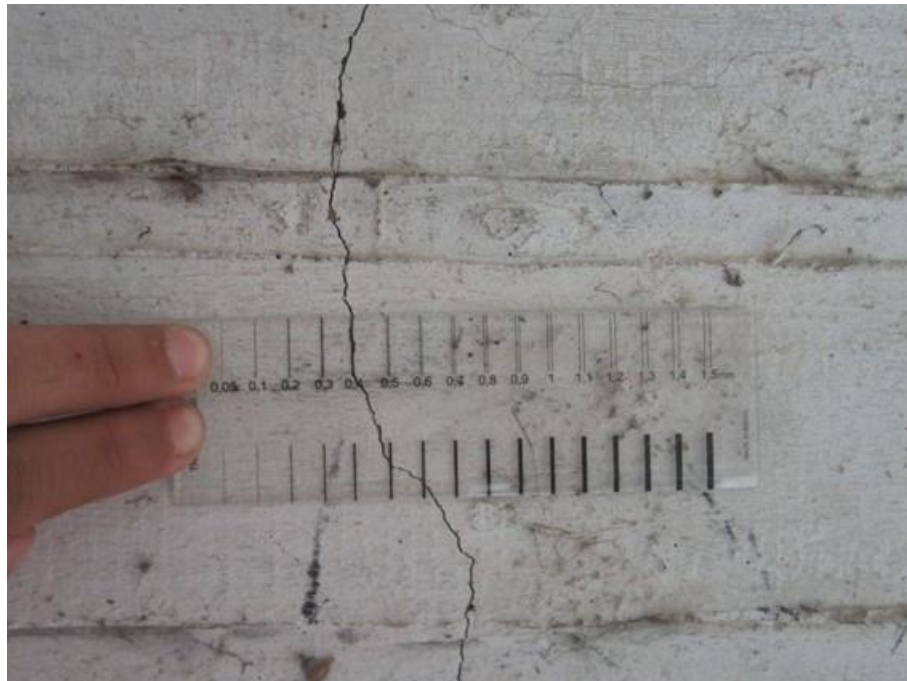
## ANEXO II – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



*Foto 01 (IMG\_1016): Balanço Oeste – Vista Norte/Sul.*



*Foto 02 (IMG\_1010): Balanço oeste – Apoio 4.*



*Foto 03 (IMG\_1027): Cortina 2 – Balanço Norte - Fissuras.*



*Foto 04 (IMG\_1032): Cortina 2 – Balanço Norte - Fissuras.*

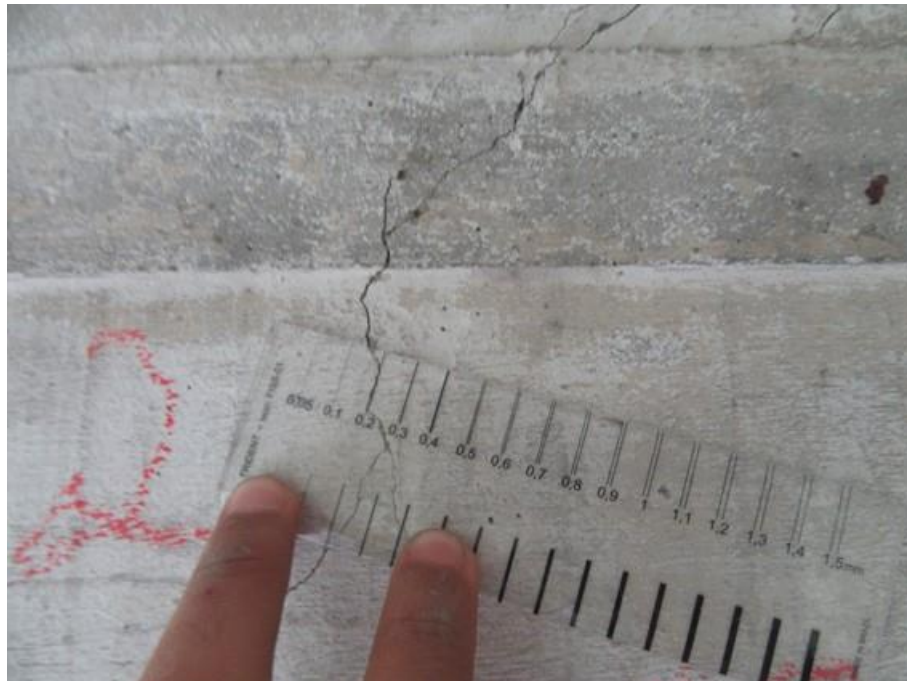


Foto 05 (IMG\_1056): Viga Longarina Oeste – Face Leste.



Foto 06 (IMG\_1071): Viga transversina 10 – Face Norte.



*Foto 07 (IMG\_1120): Viga Longarina Leste – Face Leste.*



*Foto 08 (IMG\_1135): Balanço Leste – Vista Norte/Sul.*



*Foto 09 (IMG\_1078): Viga Longarina Leste.*



*Foto 10 (IMG\_1079): Viga Longarina Leste.*



*Foto 11 (IMG\_1104): Balanço Oeste – Vista Norte/Sul.*



*Foto 12 (IMG\_1183): Tabuleiro - Fissura.*



Foto 13 (IMG\_1087): Viga Longarina Leste.



Foto 14 (IMG\_1198): Viga Longarina Leste.



*Foto 15 (IMG\_1205): Tubulão Oeste - Apoio 3.*



*Foto 16 (IMG\_1235): Apoio 4 - Leste.*



*Foto 17 (IMG\_1216): Tubulão - Apoio 2 Oeste – Face Norte.*



*Foto 18 (IMG\_1359): Transversina 3 – Concreto Segregado.*



*Foto 19 (IMG\_1263): Balanço Leste – Vista Sul/Norte.*



*Foto 20 (IMG\_1018): Talude sob a obra – Encontro Norte.*



*Foto 21 (IMG\_1207): Viga Longarina Oeste – Apoio 3 – Face Norte.*



*Foto 22 (IMG\_1109): Vista Oeste – Norte/Sul.*



*Foto 23 (IMG\_1379): Vista Apoio 2 – Sul/Norte.*



*Foto 24 (IMG\_1422): Entrada da Obra – Sul/Norte.*



*Foto 25 (IMG\_1430): Saida da obra – Norte/Sul.*

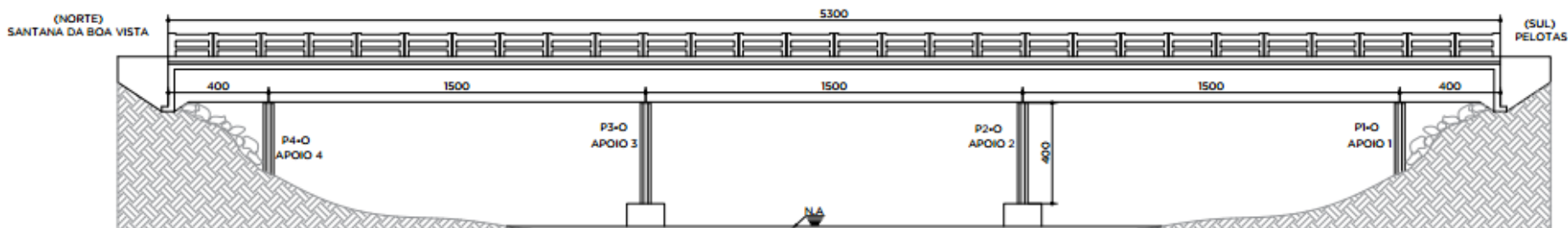


*Foto 26 (IMG\_1443): Buzinotes – Bordo Oeste.*

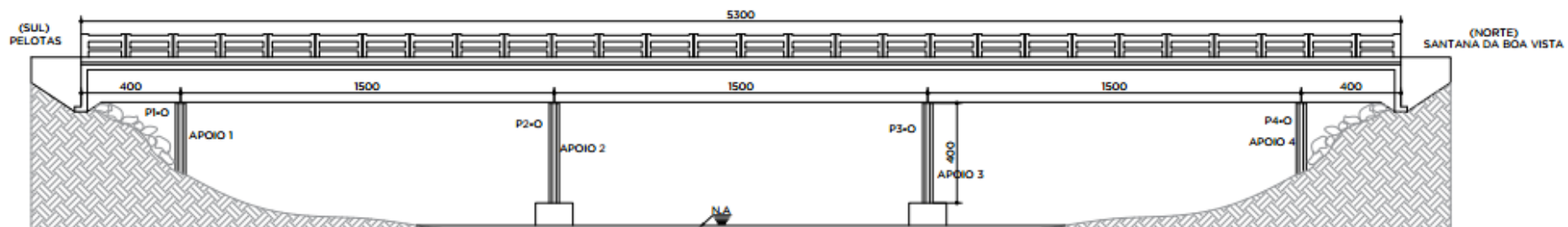
---

## ANEXO III – CADASTRO GEOMÉTRICO

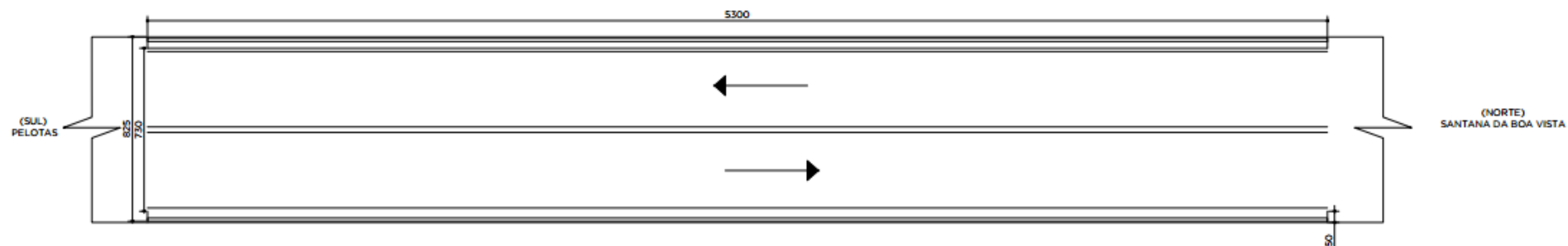
**VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE**  
ESC. 1:100



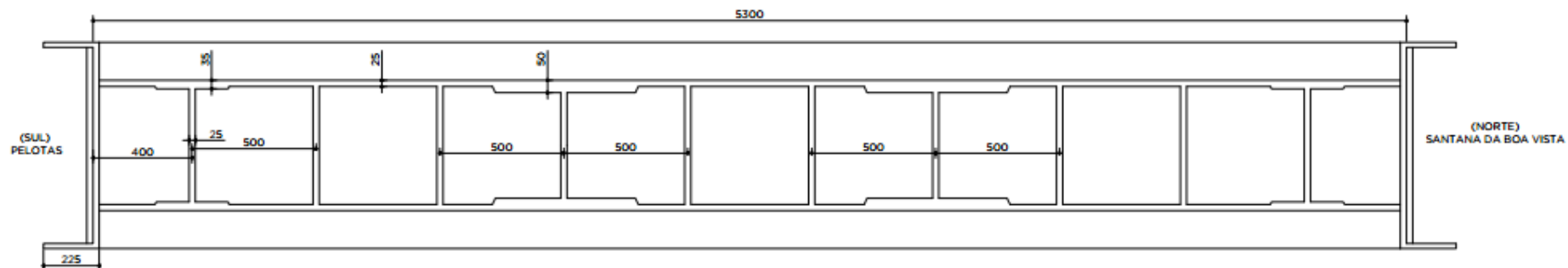
**VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE**  
ESC. 1:100



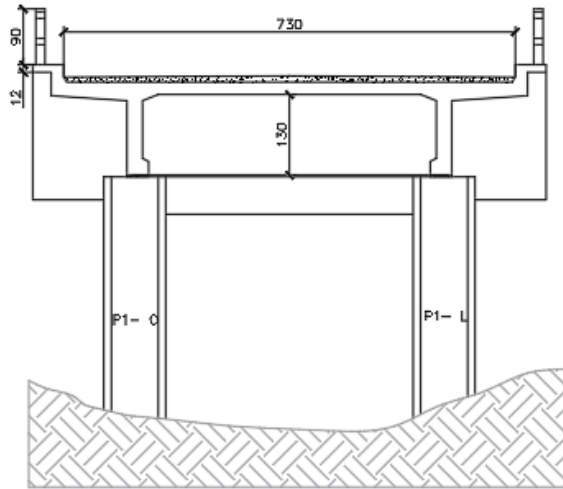
VISTA SUPERIOR  
ESC. 1:100



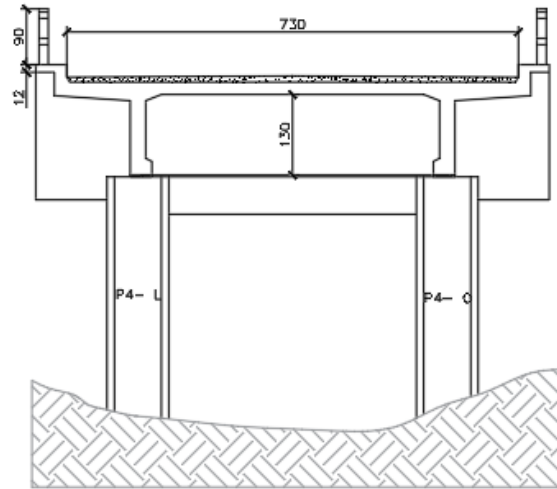
VISTA INFERIOR  
ESC. 1:100



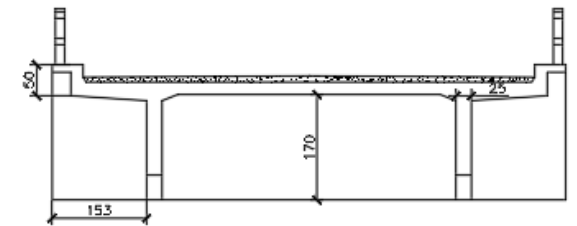
SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 1  
ESC. 1:50



SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 4  
ESC. 1:50



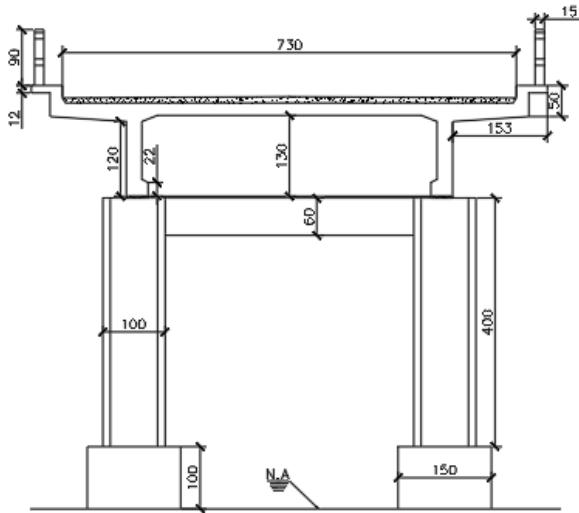
SEÇÃO TRANSVERSAL – BALANÇO NORTE  
ESC. 1:50



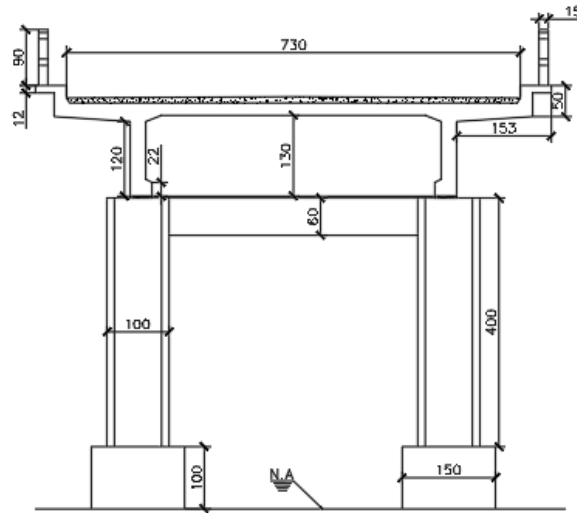
SEÇÃO TRANSVERSAL – BALANÇO SUL  
ESC. 1:50



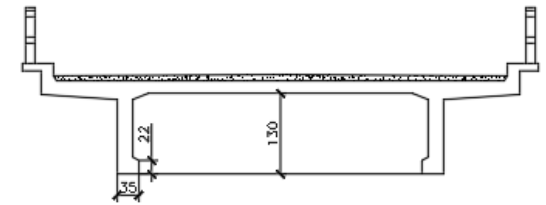
SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 2  
ESC. 1:50



SEÇÃO TRANSVERSAL – APOIO 3  
ESC. 1:50



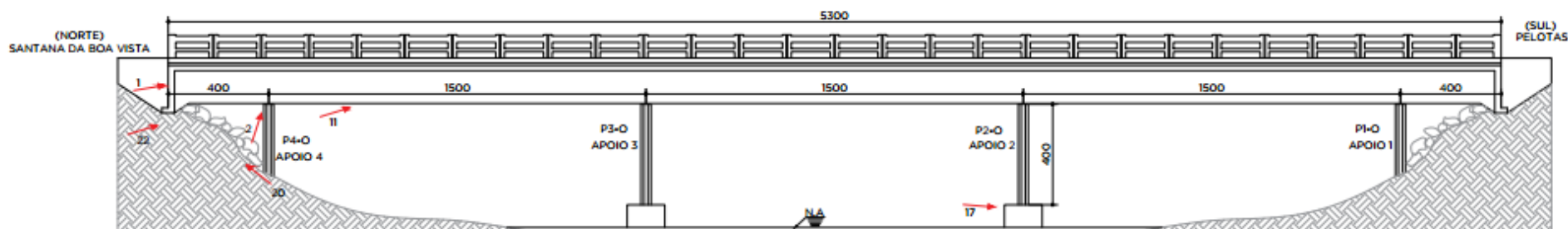
SEÇÃO TRANSVERSAL – TRANSVERSINA  
ESC. 1:50



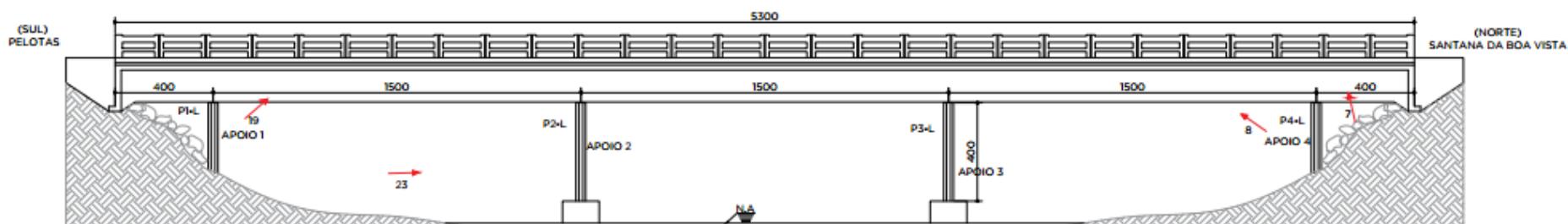
---

## ANEXO IV – LOCALIZAÇÃO DE FOTOS

**VISTA LONGITUDINAL-FACE OESTE**  
 ESC. 1:100

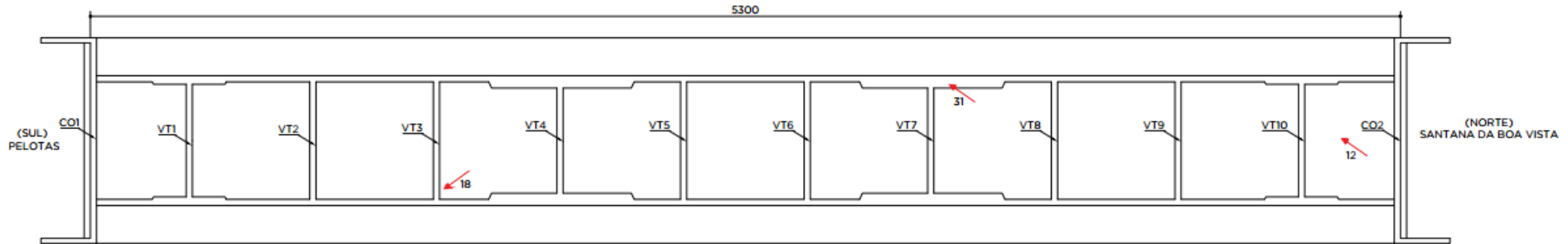


**VISTA LONGITUDINAL-FACE LESTE**  
 ESC. 1:100



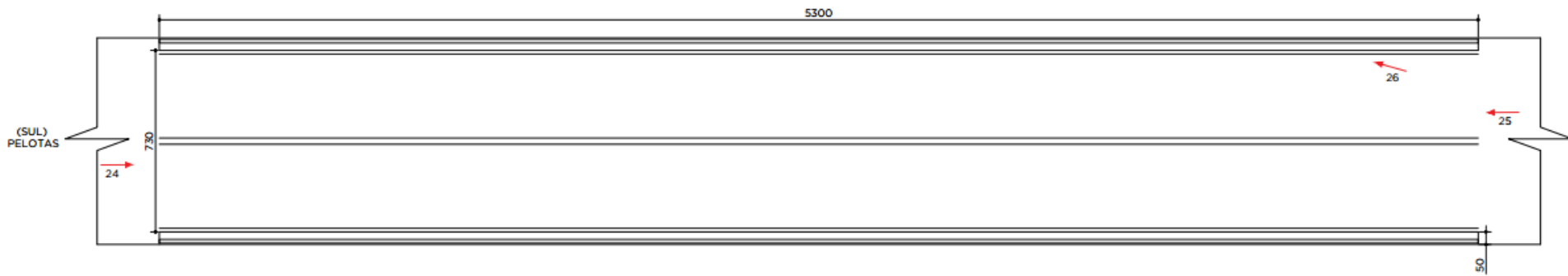
**VISTA INFERIOR**

ESC. 1:100



**VISTA SUPERIOR**

ESC. 1:100



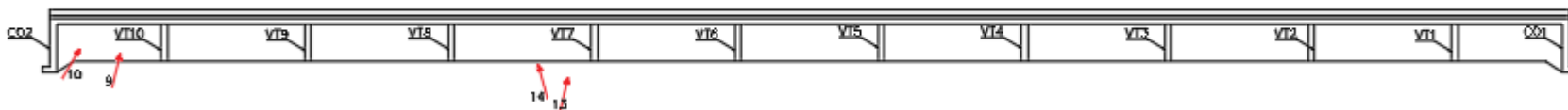
VISTA FACE OESTE – VIGA LONGARINA LESTE

ESC. 1:100

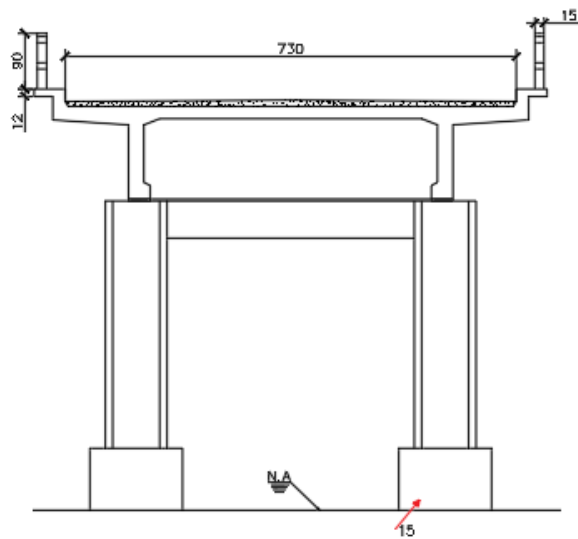


VISTA FACE LESTE – VIGA LONGARINA OESTE

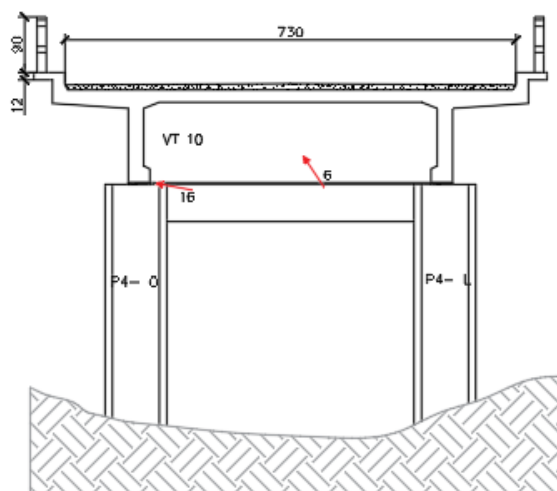
ESC. 1:100



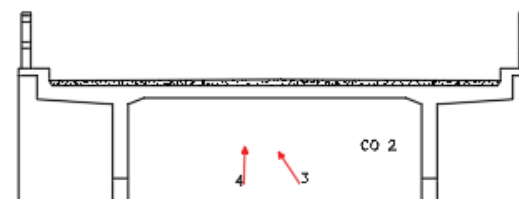
SEÇÃO TRANSVERSAL- APOIO 3 - FACE NORTE  
ESC. 1:50



SEÇÃO TRANSVERSAL- APOIO 4  
ESC. 1:50



SEÇÃO TRANSVERSAL- BALANÇO NORTE  
ESC. 1:50



---

## ANEXO V – ENSAIOS

---

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

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

- Pacometria
- Ensaio de Carbonatação
- Prospecção



Foto 1: Prospecção – Pista Oeste - Sul.



Foto 2: Prospecção – Pista oeste – Sul – Fechamento do furo.

**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**VERIFICAÇÃO DE COBRIMENTO DA ARMADURA**

**Relatório:** LT-2019/1166

**Estrutura verificada:** Estrutura de concreto armado localizada na BR 392 km 162+129 sobre o Arroio Moirão, em Piratini/RS.



**Método empregado:** Pacometria

A pacometria consiste na localização das armaduras determinação do seu cobrimento.

O princípio da medição do recobrimento por pacometria consiste em medir as perturbações provocadas pela presença de um objeto metálico colocado em um campo eletromagnético emitido por um sistema de bobinas. O aparelho analisa os sinais induzidos por este campo e calcula o recobrimento dos aços situados no aprumo do sensor.

Devem ser destacadas as limitações do método: armaduras com cobrimento maior que 100 mm podem não ser detectadas e a precisão na leitura do cobrimento de +- 5 mm. Regiões com muita densidade de armadura podem distorcer a medição impossibilitando a identificação das barras individualmente, não é possível fazer a leitura em regiões até 5 cm das bordas das peças, e a superfície do concreto deve ser regular e sem excesso de rugosidade.


Para realização do ensaio foi definida aleatoriamente uma seção na peça verificada, com dimensão aproximada de 60x60cm para realização do escaneamento e tomada das medidas.


**Equipamento utilizado:** Scanner de parede da marca Bosch, modelo D-TECT 150 Professional.


**Período de ensaios:** 03 a 04 de dezembro de 2019.


**RESULTADOS**

A identificação dos locais e os dados obtidos estão apresentados nos quadros a seguir:


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Viga transversal 1 – face sul	3 mm	180 mm	8 mm	200 mm
Imagem 1				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Encontro 1 - viga longarina 1 - face oeste	2 mm	250 mm	38 mm	220 mm
Imagem 2				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Travessa 1 - face sul	6 mm	180 mm	74 mm	200 mm
Imagem 3				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Viga longitudinal 1 leste - face oeste	6 mm	250 mm	28 mm	200 mm
Imagem 4				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Encontro 2 - viga longarina 1 - face oeste	3 mm	180 mm	24 mm	180 mm
Imagem 5				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
Encontro 2 - viga longarina 2 - face oeste	8 mm	250 mm	24 mm	150 mm
Imagem 6				


Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P1 leste - face sul	14 mm	200 mm	30 mm	120 mm
Imagem 7				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P1 oeste - face sul	20 mm	150 mm	28 mm	180 mm
Imagem 8				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P4 leste - face norte	30 mm	200 mm	42 mm	200 mm
Imagem 9				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P4 oeste - face norte	22 mm	200 mm	27 mm	220 mm
Imagem 10				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P4 oeste - face sul	32 mm	200 mm	39 mm	180 mm
Imagem 11				

Identificação	Estribos		Armadura Principal	
	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras	Cobrimento médio	Espaçamento médio entre as barras
P4 leste - face sul	10 mm	200 mm	14 mm	250 mm
Imagem 12				

---

**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO NO CONCRETO E**  
**PROSPECÇÃO NAS LAJES DE APROXIMAÇÃO**

**Relatório:** LT-2019/1165

**Estrutura verificada:** Estrutura de concreto armado localizada na BR 392 km 162+129 sobre o Arroio Moirão, em Piratini/RS.

---

**Método empregado:** RILEM Recommendations CPC-18 Measurement of hardened concrete carbonation depth.

A verificação da profundidade de carbonatação consiste na visualização da alteração do pH no concreto de cobrimento da armadura, através da aspersão 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.

Para aplicação do indicador foram abertas janelas de inspeção com aproximadamente 10x10cm de lado com auxílio de uma serra corta mármore do tipo Makita, e posterior apicoamento com ponteira metálica para remoção de uma porção do concreto, permitindo a leitura da profundidade de carbonatada nas 4 faces desta janela.

**Equipamento utilizado:** Indicador fenolftaleína a 1% e 70% de álcool etílico.



**Período de ensaios:** 03 a 04 de dezembro de 2019.

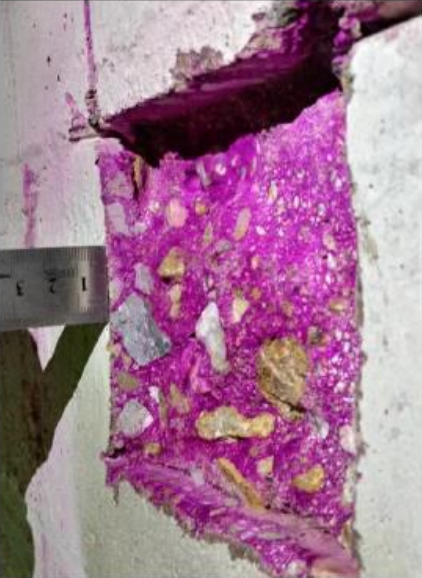

**RESULTADOS**

**1. Profundidade de carbonatação**

A identificação dos locais e os dados obtidos estão apresentados nos quadros a seguir:



---

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Viga transversal 1 – face sul					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Encontro 1 - viga longitudinal 1 - face oeste					

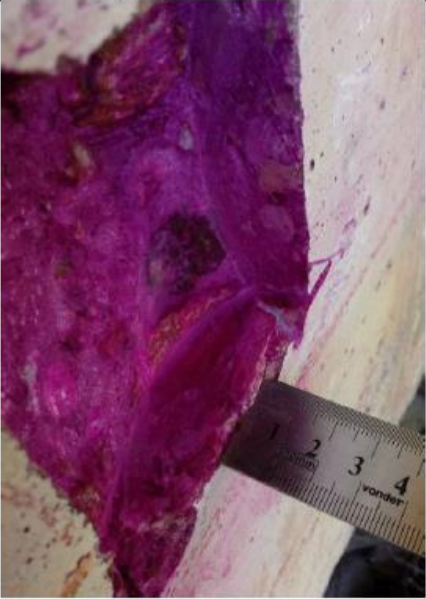
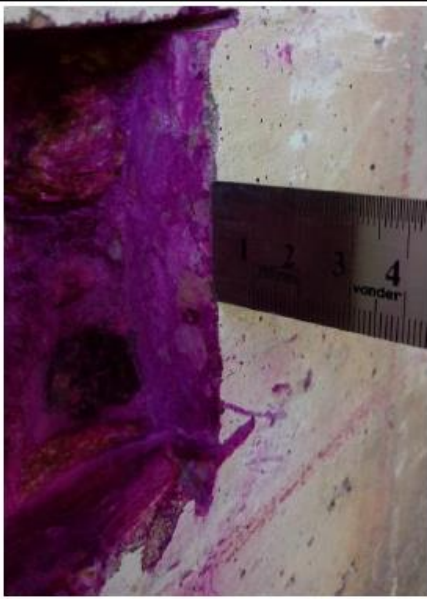
Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	6	8	2	10	6,5



  



Travessa 1 - face sul		
--------------------------	--	---

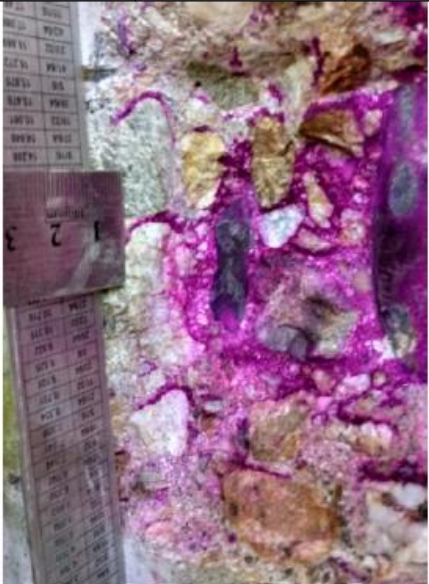
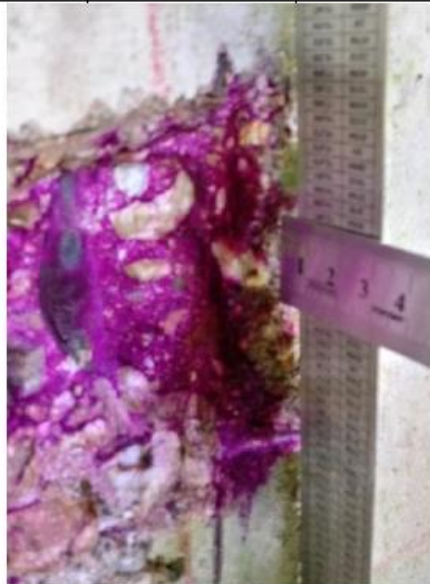
Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1


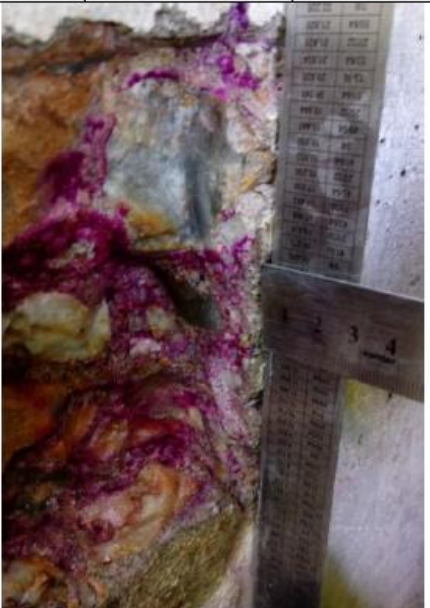
  


Viga longarina 1 leste - face oeste		
---	---	--

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	1	18	18	2	9,6
Encontro 2 - viga longarina 1 - face oeste					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	1	1	2	2	1,5
Encontro 2 - viga longarina 2 - face oeste					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	8	4	4	5	6,2
P1 leste - face sul					

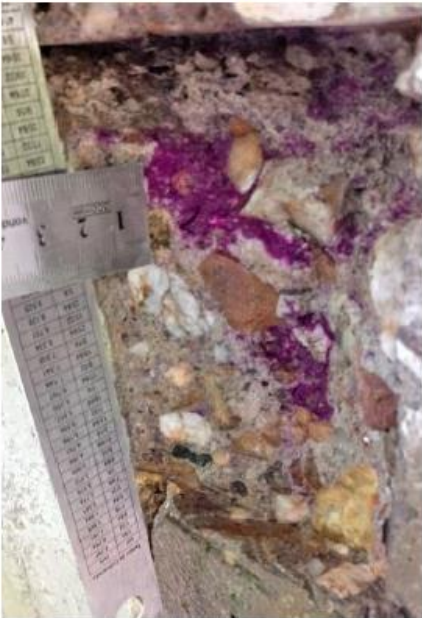

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	2	3	3	2	2,5
P1 oeste - face sul					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
P4 leste - face norte					

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	< 1	< 1	< 1	5	1,2
P4 oeste - face norte					


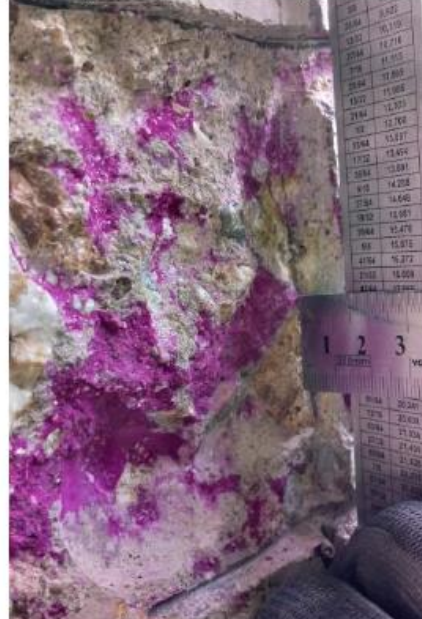
Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	18	14	21	20	18,2

P4 oeste - face sul		
---------------------	--	---

Identificação	Profundidades de carbonatação medidas (mm)				
	A	B	C	D	MÉDIA
	11	10	13	10	11

P4 leste - face sul		
---------------------	---	--

Encontro 1:

O furo no encontro 1 foi realizado com o auxílio de serra copo diamantada com diâmetro nominal de 100 mm e cortado além do pavimento. No furo realizado foi possível observar uma camada de aproximadamente 13 cm de CBUQ. Sob a camada de CBUQ foi encontrado um leito de agregados graúdos, sem possibilidade de observar o diâmetro máximo deste material.

Nas fotografias 1 e 2 é possível observar a espessura da camada de CBUQ e o leito de agregados abaixo deste.



Fotografia 1.



Fotografia 2.

Encontro 2:

O furo realizado no encontro 2 apresentou comportamento semelhante ao do encontro 1, onde foi possível observar uma camada de aproximadamente 13 cm de CBUQ e uma camada de brita e solo abaixo deste. No encontro 2, porém, foi aberta uma janela de inspeção com auxílio de rompedor mecânico junto à viga lateral.

As fotografias de 4 a 6 apresentam a prospecção realizada.



Fotografia 4.



Fotografia 5.



Fotografia 6.

---

## ANEXO VI – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA (2019)

OAE: Nº : 68	Nome: Ponte sobre o Arroio Moirão	BR-392/RS km 162+129 NS
Data: 28/03/2019	Coordenadas Geográficas: 52°56'39.54"O	31° 6'31.43"S

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: Reparos em guarda-corpos (2018).</p> <p>OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: 1. Segundo dados cadastrais a ponte foi construída no ano de 1962. 2. Conforme inspeção anterior de 2015 fornecida pela concessionária. A nota 3 passou para 2 devido a estribo rompido no tubulão. 3. Falha construtiva no alinhamento entre pilares e tubulões no apoio AP2. 4. Fissuras no passeio (10,00m). 5. Buzinotes obstruídos (5un.). 6. Pingadeiras deterioradas (106,00m). 7. Concreto segregado com armadura exposta e corroída no tubulão (0,09m²). 8- Ruptura local do muro de ala.</p>	<b>2</b>

1. LAJE	Nota técnica:	3	Local	Quantidade
Buraco (abertura)	<input type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> Iminente		
Armadura exposta	<input type="checkbox"/> Muito oxidada	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje	0,10m²
Concreto desagregado	<input type="checkbox"/> Muita intensidade	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje	0,10m²
Fissuras	<input checked="" type="checkbox"/> Forte infiltração	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje e laje em balanço	68,00m
Marcas de infiltração	<input checked="" type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande incidência	Laje e laje em balanço	
Aspecto do concreto	<input type="checkbox"/> Má qualidade			
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

<b>2. VIGAMENTO PRINCIPAL</b>				<b>Nota técnica:</b>	<b>2</b>	<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>	
Fissuras de pequena abertura	[ ]	[ ]	Algumas	[ x ]	[ ]	Grande incidência	Viga longarina	40,00m
Trincas (fissuras w > 0,3 mm)	[ ]	[ ]	Algumas	[ x ]	[ ]	Grande incidência	Viga longarina, transversina e cortina	72,00m
Armadura principal	[ x ]	[ ]	Exposta	[ ]	[ ]	Muito oxidada	Viga longarina	10,00m²
Desagregamento do concreto	[ x ]	[ ]	Muito intenso	[ ]	[ ]	Grande incidência	Viga longarina	10,00m²
Dente Gerber	[ ]	[ ]	Quebrado / Desplacado	[ ]	[ ]	Trincado		
Deformação (flecha)	[ ]	[ ]	Exagerada					
Aspecto do concreto	[ ]	[ ]	Má qualidade					
Cobrimento	[ ]	[ ]	Ausente / Pouco					
<b>3. MESOESTRUTURA</b>				<b>Nota técnica:</b>	<b>3</b>	<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>	
Armadura exposta	[ ]	[ ]	Muito oxidada	[ ]	[ ]	Grande incidência	Pilar	2,00m²
Concreto desagregado	[ ]	[ ]	Muita intensidade	[ ]	[ ]	Grande incidência		
Fissuras	[ ]	[ ]	Forte infiltração	[ ]	[ ]	Grande incidência	Pilar	0,50m²
Aparelho de apoio	[ ]	[ ]	Danificado	[ ]	[ ]	Grande incidência		
Aspecto do concreto	[ ]	[ ]	Má qualidade					
Cobrimento	[ ]	[ ]	Ausente / Pouco					
Desaprumo	[ ]	[ ]	Há					
Deslocabilidade dos pilares	[ ]	[ ]	Forte					
<b>4. INFRAESTRUTURA</b>				<b>Nota técnica:</b>	<b>2</b>	<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>	
Recalque de fundação	[ ]	[ ]	Há					
Deslocamento de fundação	[ ]	[ ]	Há				Vide observações adicionais 2 e 3	
Erosão no terreno de fundação	[ ]	[ ]	Há					
Estacas desenterradas	[ ]	[ ]	Há				Vide observações adicionais 7	
<b>5. PISTA / ACESSO</b>				<b>Nota técnica:</b>	<b>5</b>	<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>	
Irregularidades no pavimento	[ ]	[ ]	Muita intensidade	[ ]	[ ]	Grande extensão		
Junta de dilatação	[ ]	[ ]	Faltando / Inoperante	[ ]	[ ]	Muito problemática		
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	
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 checked="" type="checkbox"/> atende	<input type="checkbox"/> não atende	
Aparelhos de apoio c/ vida útil remanescente	<input checked="" type="checkbox"/> atende	<input type="checkbox"/> não atende	

1- Desobstrução de buzinetes (5,0un).

7.ESQUEMAS

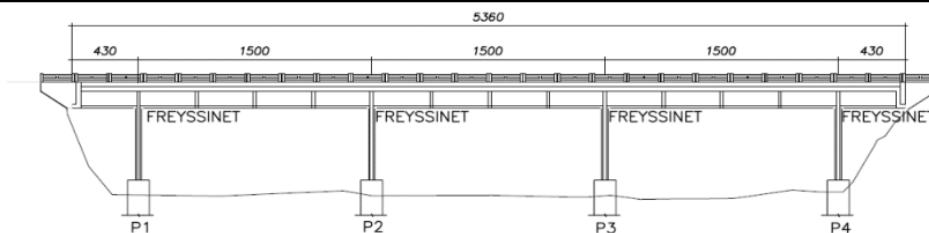




Foto 1. Vista superior.



Foto 2. Vista lateral.



Foto 3. Vista inferior. Nota-se falha construtiva no alinhamento entre pilares e tubulões no apoio AP2



Foto 4. Laje em balanço apresentando fissuras com elforescência.



Foto 5. Concreto disgregado na laje em balanço.



Foto 6. Concreto disgregado com armadura exposta e corroida na viga longitudinal.



Foto 7. Pavimento deteriorado.



Foto 8. Concreto segregado com armadura exposta e corroida, bem como estribo rompido no tubulão.