Prefeitura de Porto Alegre	**RELATÓRIO TÉCNICO**	Código **RT-332-003-002**	Rev. **E**
		Emissão 13/10/2022	Folha 1 de 53

Emitente	Contrato nº. 21.0.000016678-0	
ECR ENGENHARIA	Emitente ECR Engenharia Ltda.	
Projeto **Inspeção Especial de Obra de Arte Especial**	Resp. Técnico Fabio Giannini CREA: 5060356495	Data 13/10/2022
Objeto **Relatório II – Terapia e Projeto de Reparos Ponte – Ipiranga x Santana**	Resp.	
	Coord. Técnico	Data

Documentos de Referência

- ABNT NBR 9452:2019 – Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- RT-332-003-001 – Relatório I – Patologia;
- DE-332-003-001 – Cadastramento Geométrico.

Documentos Resultantes

- MC - 332-003-001 – Memorial de cálculo de quantidades.
- PL - 332-003-001 – Planilha orçamentária.

Assinatura do responsável técnico:

FABIO GIANNINI:09314639800

Assinado de forma digital por FABIO GIANNINI:09314639800
Dados: 2023.01.19 14:42:50 -03'00'

Rev.	Resp. Téc./ Emitente	Aprovação	Rev	Resp. Téc./ Emitente	Aprovação
A	Fabio Giannini/ ECR				
B	Fabio Giannini/ ECR				
C	Fabio Giannini/ ECR				
D	Fabio Giannini/ ECR				
E	Fabio Giannini/ ECR				

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ... 3
2. LOCALIZAÇÃO ... 4
3. EQUIPE TÉCNICA ... 5
4. DESCRIÇÃO DA OBRA ... 6
4.1. Descritivo da Obra de Arte Especial ... 6
4.2. Croqui de nomenclaturas utilizadas ... 8
4.3. Tabelas com os principais dados da estrutura ... 9
5. DIAGNÓSTICOS ... 11
5.1 Causas prováveis das anomalias ... 12
6. PROGNÓSTICOS ... 15
7. TERAPIAS PROPOSTAS ... 18
8. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO ... 19
8.1 Recuperação de estruturas de concreto ... 19
8.2 Tratamento de fissuras ... 26
8.3 Recuperação do passeio ... 28
8.4 Recuperação em estruturas de alvenaria / pedra argamassada ... 29
8.5 Serviços de limpeza ... 31
8.6 Dispositivos de segurança ... 32
8.7 Adequação da drenagem ... 33
8.8 Serviços de proteção superficial do concreto ... 36
8.9 Recuperação do pavimento flexível ... 40
9. CLASSIFICAÇÃO DA OAE SEGUNDO A NBR 9452 ... 44
10. CONCLUSÃO ... 46
10.1 Análise de verificação estrutural e projetos de reforço ... 46
10.2 Sugestão e Descrição de Relatórios Complementares ... 46
10.3 Proposições de Alternativas e Soluções para Restrição de Gabarito Vertical ... 46
10.4 Considerações Finais ... 46
ANEXO A - FICHA RESUMO DE INSPEÇÃO ESPECIAL ... 49

1. INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o **Relatório II – Terapia** da **Ponte – Ipiranga x Santana** no bairro Menino de Deus, município de Porto Alegre – RS, em atendimento ao processo SEI 21.0.000016678-0**.**

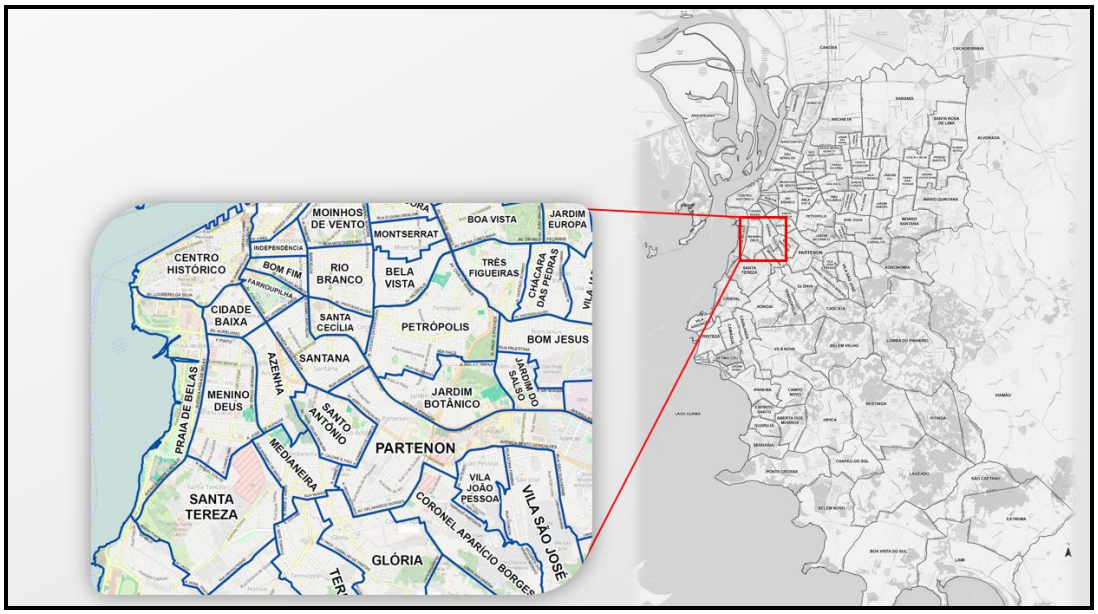
O contrato mencionado abrange a inspeção especial **(Relatório I - Patologia)** e definição dos trabalhos de restauração necessários **(Relatório II – Terapia)** para fornecer condições ideais de capacidade portante, funcionalidade e durabilidade da estrutura da OAE.

As Obras de Arte Especiais (OAEs) tem a função de organizar e dar fluidez ao trânsito nas grandes cidades e são estruturas que necessitam ser submetidas a vistorias periódicas. A inspeção especial realizada na obra em questão é imprescindível para assegurar as condições de utilização e são avaliadas nos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

Tais avaliações estão prescritas na norma ABNT NBR 9452:2019 – Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto - Procedimento, que apresenta um conjunto de diretrizes e especificações para a realização das atividades de inspeção.

2. LOCALIZAÇÃO

A **Ponte – Ipiranga x Santana** está situada na interligação da Avenida Ipiranga com a Rua Santana, no bairro Santana, no município de Porto Alegre – RS, conforme ilustrado nos mapas a seguir:



Mapa de localização da **Ponte – Ipiranga x Santana** na cidade de Porto Alegre - RS



Imagem aérea de localização da **Ponte – Ipiranga x Santana**, na cidade de Porto Alegre - RS.
Fonte: Google Earth.

3. EQUIPE TÉCNICA

Para realização do escopo de trabalho, exclusivo desta OAE, nossa equipe será composta pelos seguintes profissionais:

Roberto Soares de Novaes Filho – Engenheiro Civil

Fabio Giannini – Engenheiro Civil

Pedro Henrique Tamburi da Silva – Engenheiro Civil

4. DESCRIÇÃO DA OBRA

4.1. Descritivo da Obra de Arte Especial

A **Ponte – Ipiranga x Santana** está situada na interligação da Avenida Ipiranga com a Rua Santana, no bairro Santana, no município de Porto Alegre – RS.

Trata-se de uma obra de arte especial com características de trem tipo TB-24, com alinhamento retilíneo e normal ao obstáculo. Transversalmente ela apresenta largura total de 32,30m, compreendida por 05 (cinco) faixas de rolamento, sendo 03 (três) faixas no sentido Norte e 02 (duas) no sentido Sul, além de faixas zebradas em ambas as extremidades do pavimento, totalizando 23,30m de largura útil, além de passeios e guarda-corpos tipo granito e concreto armado em ambas as laterais da OAE, em toda a sua extensão.

A Ponte possui extensão total de 31,60m composta por 01 (um) vão isostático e 02 (dois) balanços longitudinais. Seu arranjo estrutural é do tipo grelha composto por 03 (três) vigas longarinas de enrijecimento e 04 (quatro) vigas longarinas de altura variável, totalizando 07 (sete) vigas longarinas existentes na OAE, sendo todas em concreto armado. Tais longarinas estão contraventadas por 04 (quatro) vigas transversinas. Do lado Leste da obra, há a existência de fechamento lateral e borda da laje no lado Oeste, além de lajes e lajes em balanço em concreto armado.

Não foi possível a visualização e inspeção dos aparelhos de apoio por estarem encobertos pelos muros de contenção, o que impossibilita sua caracterização. Porém, a OAE não apresenta indícios de mal funcionamento de tais aparelhos.

Não foi possível a visualização e caracterização das regiões da mesoestrutura por estarem encobertas pelos muros de contenção existentes nos encontros.

A infraestrutura apresenta-se aterrada não sendo possível a sua caracterização e inspeção.

Os encontros são constituídos por aterro compactado (terrapleno) apoiados nas estruturas de encontro (cortinas e muros de ala). Não foi possível a visualização dos muros de ala por estarem encobertos pelas paredes de fechamento em pedra argamassada existentes nas laterais da OAE.

Os taludes sob a projeção da OAE são revestidos por concreto em ambos os encontros.

O pavimento sobre a obra é do tipo flexível, apresentando sinalização horizontal composta por pintura de faixas e elementos refletivos monodirecional. Os passeios de concreto em ambas as laterais da OAE possuem revestimento cerâmico, em toda a sua extensão.

Os guarda-corpos existentes são constituídos por concreto armado e por pedras em granito, além da existência de blocos em alvenaria revestidos por argamassa em suas extremidades.

A OAE apresenta 02 (duas) juntas de encontro posicionadas em ambas as extremidades do tabuleiro. Há a existência de juntas longitudinais na região de alargamento da obra.

A drenagem da pista é realizada pela própria inclinação da OAE, que direciona as águas da chuva para as bocas de lobo existentes em ambos os encontros.

A iluminação é realizada por postes posicionados nos acessos da obra.

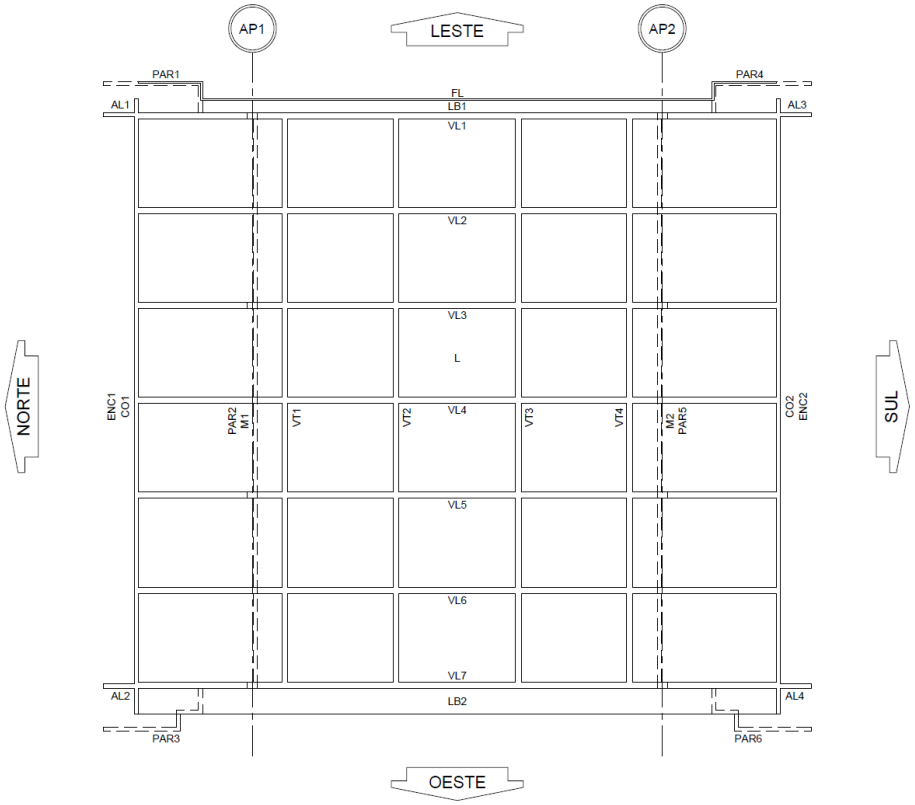
Observou-se a existência de tubulação de utilidades posicionada na parte inferior da OAE e que passa sob as vigas transversinas, além de tubulação de infraestrutura elétrica fixada na lateral Oeste.

Os demais detalhes estão representados nos croquis e tabelas apresentadas neste relatório.

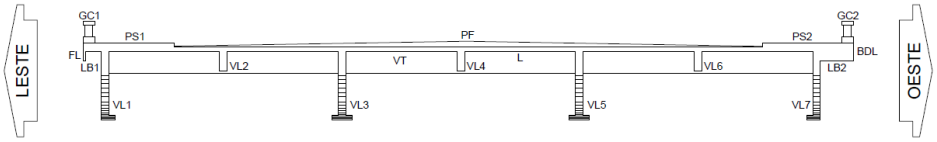
4.2. Croqui de nomenclaturas utilizadas

IPIRANGA X SANTANA

CROQUIS DE NOMENCLATURA



SEÇÃO TRANSVERSAL



CONVENÇÕES

AA	APARELHO DE APOIO	CC	CANTEIRO CENTRAL	JD	JUNTA DE DILATAÇÃO	PAR	PAREDE DE FECHAMENTO	VL	VIGA LONGARINA
AB	ABÓBADA	CO	CORTINA	JE	JUNTA DE ENCONTRO	PC	PISO DE CONCRETO	VLR	VIGA LONGARINA DE RAMPA
AL	MURO DE ALA	DG	DENTE GERBER	LB	LAJE EM BALANÇO	PF	PAVIMENTO FLEXÍVEL	VLT	VIGA LONGARINA DE TRAVESSIA
ALE	ALMA EXTERNA	DM	DEFENSA METÁLICA	LI	LAJE INFERIOR	PL	PLACA DE FECHAMENTO	VT	VIGA TRANSVERSINA
ALI	ALMA INTERNA	ET	ESTACA	LS	LAJE SUPERIOR	PR	PAVIMENTO RÍGIDO	VTR	VIGA TRAVESSA
AP	APOIO	EB	EMBOQUE	LT	LAJE DE TRANSIÇÃO	PS	PASSEIO	VTRAV	VIGA DE TRAVAMENTO
BDL	BORDA DE LAJE	ENC	ENCONTRO	M	MURO DE CONTENÇÃO	SAP	SAPATA		
BL	BALANÇO LONGITUDINAL	FL	FECHAMENTO LATERAL	MT	MONTANTE	T	TALUDE		
BLC	BLOCO DE FUNDAÇÃO	GC	GUARDA-CORPOS	P	PILAR	TRE	TRELIÇA		
BR	BARREIRA RÍGIDA	GR	GUARDA-RODAS	PA	PAREDE	TUB	TUBULÃO		

4.3. Tabelas com os principais dados da estrutura

Abaixo serão apresentadas as tabelas contendo os principais dados da estrutura:

CARACTERÍSTICAS DA OAE GERAL	
Nome	**Ponte – Ipiranga x Santana**
Via sobre OAE	Rua Santana
Data de Construção	Sem informação
Projeto	Sem informação
Construtora	Sem informação
Latitude	30°02'44.2"S
Longitude	51°12'34.8"W
Traçado	Retilíneo
Comprimento	31,60m
Largura	32,30m
Área	1020,68m²
Número de vãos	01 (um)
Número de apoios	02 (dois)
Juntas de dilatação	02 (duas) juntas de encontro
Pingadeiras	Inexistentes
Dispositivos de segurança	Guarda-rodas

CARACTERÍSTICAS DA OAE: SUPERESTRUTURA	
Vão	1
Tipologia (Long.)	1
Tipologia (Transv.)	3
Trem tipo	TB-24
Comprimento (m)	31,60m
Largura (m)	32,30m
Material (laje.)	1
Material (trans.)	1
Material (long.)	1

CARACTERÍSTICAS DA OAE: MESO E INFRAESTRUTURA		
Apoio	AP1	AP2
Altura (m)	S.I.	S.I.
Aparelhos de apoio	S.I.	S.I.
Materiais	S.I.	S.I.
Fundação	S.I.	S.I.

Observações:

***Códigos da NBR 9452:2019:
– Tabela A.2 – Tipologia da estrutura;
– Tabela A.5 – Materiais.

Legenda:

Neo. – Neoprene.
S.I. – Sem informação.

5. DIAGNÓSTICOS

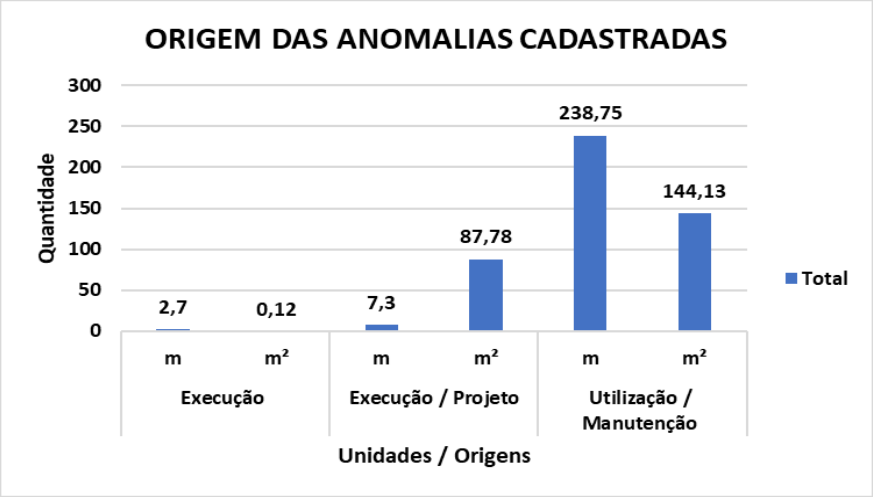
De modo geral, as manifestações patológicas registradas na **Ponte – Ipiranga x Santana** foram originadas nas etapas de planejamento, projeto, utilização, fabricação e aplicação dos materiais e execução dos sistemas do ciclo de vida da estrutura. É preciso considerar que algumas falhas podem ser oriundas de uma ou mais etapas, e que também podem ter sido desencadeadas ou intensificadas por agentes mecânicos, químicos e biológicos, o que torna ainda mais complexo o diagnóstico e, muitas vezes, até impreciso afirmar em qual etapa o problema de iniciou.

Por anomalias originadas na etapa de execução e/ou projeto, citamos armadura exposta e corroída, concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída, junta de concretagem deficiente, afundamento, destacamento de argamassa e fissuras com e sem eflorescência.

Manifestações patológicas ocorridas durante a utilização, incluindo falta ou falhas na manutenção, citamos lascamento por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída, defeito em alvenaria, deterioração do passeio, fissuras aleatórias, defeito no revestimento, manchas de fuligem e crescimento de vegetação.

Algumas anomalias, tais como: Armadura exposta e corroída, concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída, fissuras no concreto e fissuras em pavimento asfáltico, defeito no revestimento e juntas de concretagem deficientes, estão associadas tanto a falhas executivas quanto a falhas de utilização.

Com base nas anomalias apresentadas e tabela do item **6 PROGNÓSTICOS,** foi realizada a análise de origens mais comuns atribuídas às anomalias presentes em obras de arte especiais. O gráfico abaixo expõe que a origem mais corriqueira das anomalias encontradas particularmente nesta estrutura é na etapa de utilização / manutenção:



As anomalias citadas acima, assim como seus respectivos locais e as possíveis causas geradoras, serão detalhadas a seguir:

5.1 Causas prováveis das anomalias

- As áreas que apresentam fissuras e fissuras aleatórias nos guarda-corpos GC1 e GC2 d*ecorrem do efeito da retração térmica do concreto durante a fase construtiva, quando no estado fresco, ainda não apresenta resistências iniciais à tração suficientes para resistir aos esforços advindos da perda acelerada de água e da reação exotérmica de hidratação do cimento.*

- As áreas que apresentam concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos seguintes elementos:

  • Laje L;

  • Laje em balanço LB2;

  • Borda da laje BDL;

  • Vigas longarinas VL1, VL3 e VL7;

  • Fechamento lateral FL;

  • Guarda-corpos GC1 e GC2;

- *É decorrente da corrosão das armaduras devido à baixa espessura da camada de cobrimento devido a não utilização de espaçadores e agravada pela percolação de águas pluviais.*

- As áreas que apresentam concreto disgregado nos muros M1 e M2, *caracterizam-se pela ruptura do concreto devido a ações físicas que geram tensões anormais que a seção não tem capacidade de suportar, como impactos externos.*
- As áreas que apresentam armadura exposta e corroída nos seguintes elementos:
  - Laje L;
  - Vigas longarinas VL1, VL3 e VL7;
  - Cortinas CO1 e CO2;
- *É decorrente da inexistência do cobrimento das armaduras devido à não utilização de espaçadores quando da execução destes elementos.*
- As áreas que apresentam fissuras com abertura maior que 1,5mm localizadas no pavimento flexível, *estão diretamente ligadas à degradação sofrida pela ação do tráfego de veículos sobre a OAE, bem como da espessura da camada de asfalto aplicado quando do seu recapeamento.*
- *As* fissuras existentes no alinhamento das juntas de encontro *caracterizam falta de manutenção periódica e principalmente falha do momento da implantação, no que diz respeito a projeto específico indicando a sua execução com geogrelha.*
- As manchas de fuligem existentes nos seguintes elementos:
  - Cortinas CO1 e CO2;
  - Paredes de fechamento PAR1, PAR3, PAR4 e PAR6;
  - Guarda-corpos GC1 e GC2;
- *Decorrem de fogueiras acesas por transeuntes sob a OAE.*
- No caso das manchas de fuligem generalizadas existentes na região da laje L, *caracterizam-se pela impregnação de compostos originados do arroio que passa sob a OAE.*
- O defeito no revestimento existente nas paredes de fechamento PAR1 e PAR4, *originaram-se pelo vandalismo de transeuntes que costumam se instalar nos encontros das OAE's.*
- O destacamento de argamassa existente nas vigas longarinas VL1 e VL7 *tem como origem a falta de aderência ao substrato devido a deficiência no preparo da superfície antes da aplicação da argamassa.*
- As áreas que apresentam lascamento por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída nos seguintes locais:

- Laje L;
- Laje em balanço LB1;
- Fechamento lateral FL;
- Cortina CO1;

- É *decorrente da alta temperatura que o concreto foi submetido durante a ocorrência de incêndio (fogo) seja pela queima da vegetação adjacente ou pela queima de materiais dos usuários que se utilizam do local como abrigo.*
- As juntas de concretagem deficientes existentes nos guarda-corpos GC1 e GC2 *tem como origem falhas no preparo das superfícies entre as etapas de junção e/ou concretagem das peças.*
- O afundamento existente na região dos passeios PS1 e PS2 adjacentes às aproximações da OAE, *tem como característica a perda de material possivelmente ocasionada pela infiltração de águas pluviais através dos danos existentes nos passeios e/ou das fissuras existentes no pavimento. Não se descarta falha executiva do momento da implantação dos passeios, uma vez que não foi observado afundamentos na região do pavimento.*
- A deterioração existente no passeio PS1 *é decorrente da evolução do afundamento do solo de base sob o elemento, causado pela fuga de material.*
- O defeito em alvenaria existente no bloco dos guarda-corpos GC1 e GC2 *tem como origem a falta de aderência da capa de argamassa em relação aos tijolos de barro existentes na parte interna do elemento.*
- O crescimento de vegetação existente no muro de contenção M2 *decorre de falhas na periodicidade de manutenção e limpeza da obra aliado à existência de condições propícias para seu desenvolvimento (luz, umidade, nutrientes).*
- O desgaste da sinalização horizontal sobre a OAE *é decorrente do tráfego constante de veículos que passam diariamente sobre a OAE, juntamente com a falta de manutenção periódica.*

6. PROGNÓSTICOS

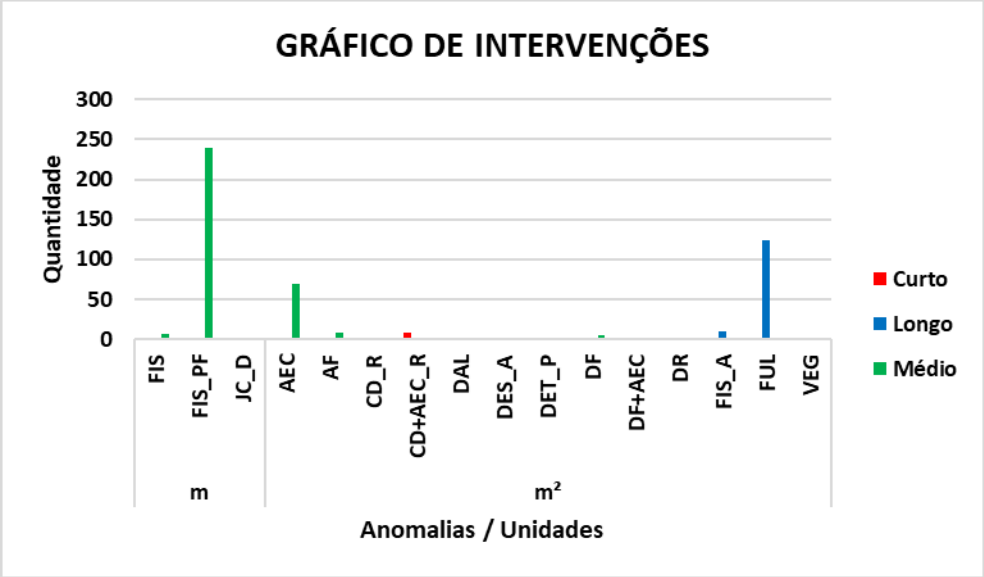
Para efeitos de análise técnica e econômica, antes da apresentação das propostas de soluções adequadas aos processos de deterioração diagnosticados, tomando como base suas características evolutivas, será apresentada uma previsão do que pode ocorrer caso não haja intervenção nas anomalias existentes.

As anomalias também serão classificadas em função de sua gravidade, considerando aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade, agrupadas por necessidade de execução e categorizadas em curto, médio ou longo prazo.

Tipo	Descrição	UNIDADE	TOTAL	Origem	Grau de risco	Prazo de intervenção	Prognóstico
AEC	Armadura exposta e corroída	m²	**70,02**	**Execução / Projeto**	**Regular**	**Médio**	Evolução do processo corrosivo e, consequentemente, redução da vida útil da estrutura.
CD+AEC_R	Concreto disgregado com armadura exposta corroída raso	m²	**8,24**	**Execução / Projeto**	**Alto**	**Curto**	
CD_R	Concreto disgregado raso	m²	**0,12**	**Execução**	**Regular**	**Médio**	Aceleração do processo de deterioração da estrutura, inclusive comprometimento das armaduras, e consequentemente redução de sua vida útil.
DF+AEC	Lascamento por ação do fogo com armadura exposta e corroída	m²	**1,84**	**Utilização / Manutenção**	**Regular**	**Médio**	
DF	Lascamento por ação do fogo	m²	**5,25**	**Utilização / Manutenção**	**Regular**	**Médio**	
FIS	Fissuras	m	**7,3**	**Execução / Projeto**	**Regular**	**Médio**	A presença de fissuras em estruturas de concreto, mesmo que não sejam de cunho estrutural, permitem o ingresso de agentes agressivos ao interior das peças, facilitando o desencadeamento do processo corrosivo e outras anomalias.

Tipo	Descrição	UNIDADE	TOTAL	Origem	Grau de risco	Prazo de intervenção	Prognóstico
DES_A	Destacamento da argamassa	m²	**1,52**	**Execução / Projeto**	**Baixo**	**Longo**	Tais anomalias são superficiais e não comprometem as peças estruturalmente, contudo é importante que seja aplicado proteção superficial em toda a superfície de concreto da OAE, para incremento de durabilidade.
FUL	Fuligem	m²	**124,55**	**Utilização / Manutenção**	**Baixo**	**Longo**	
FIS_A	Fissuras aleatórias	m²	**10,65**	**Utilização / Manutenção**	**Baixo**	**Longo**	
DAL	Defeito em alvenaria	m²	**0,24**	**Utilização / Manutenção**	**Baixo**	**Longo**	Tais anomalias não trazem risco à estrutura. Elas deverão ser tratadas conforme metodologia adequada para que não haja infiltrações através dos danos.
FIS_PF	Fissura no pavimento	m	**238,75**	**Utilização / Manutenção**	**Regular**	**Médio**	Defeitos no pavimento e juntas, quando não tratados de maneira adequada, tendem a evoluir rapidamente, comprometimento o conforto e segurança dos usuários.
JC_D	Junta de concretagem deficiente	m	**2,7**	**Execução**	**Baixo**	**Longo**	Juntas de concretagem não seladas adequadamente, propiciam a entrada de agentes agressivos no concreto, contribuindo para o início do processo de corrosão.
DR	Defeito no revestimento	m²	**0,36**	**Utilização / Manutenção**	**Regular**	**Médio**	O não fechamento da abertura no revestimento da parede PAR4 causará constantes focos de fogueira feita por transeuntes sob a OAE, diminuindo o tempo de vida útil do concreto.
VEG	Crescimento de vegetação	m²	**1**	**Utilização / Manutenção**	**Baixo**	**Longo**	Remoção da vegetação para posterior aplicação de camada de proteção superficial no concreto.
AF	Afundamento	m²	**8**	**Execução / Projeto**	**Regular**	**Médio**	Os danos no passeio não trazem risco à estabilidade da estrutura, todavia, deverão ser recuperados o quanto antes para melhoria do aspecto funcional, no que se refere à segurança dos pedestres. O afundamento se não corrigido, gera desconforto aos usuários e pode gerar acidentes.
DET_P	Deterioração do passeio	m²	**0,24**	**Utilização / Manutenção**	**Regular**	**Médio**	

Com base nas informações apresentadas anteriormente, o gráfico abaixo mostra o prazo indicado para a realização de intervenções de acordo com as anomalias mapeadas na estrutura:



7. TERAPIAS PROPOSTAS

Tomando-se com base a caracterização das anomalias incidentes e diagnósticos estabelecidos no item **5 DIAGNÓSTICOS**, serão apresentadas as alternativas de interveções e remediação, necessários para a reconstituição e restabelecimento das condições de serviço dos elementos nos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade da OAE:

RELAÇÃO DE TERAPIAS	
Recuperação de estruturas de concreto	
[M1]	Metodologia para reparos rasos com argamassa polimérica
Tratamento de fissuras no concreto	
[M2]	Metodologia para calafetação de fissuras com resina epóxi ou poliéster
Recuperação do passeio	
[M3]	Metodologia para recuperação de revestimento no passeio
Recuperação em estruturas de alvenaria / pedra argamassada	
[M4]	Metodologia para recuperação de estruturas de alvenaria
[M5]	Metodologia para recuperação de paredes de fechamento revestidas com pedras
Serviços de limpeza	
[M6]	Metodologia para remoção de detritos e vegetação
Dispositivos de segurança	
[M7]	Metodologia para recuperação / implantação de guarda-corpos em concreto armado revestidos por granito
Adequação da drenagem	
[M8]	Metodologia para implantação de pingadeiras
Tratamento de proteção superficial do concreto	
[M9]	Metodologia para recomposição de revestimento de argamassa
[M10]	Metodologia para tratamento superficial do concreto à base de poliuretano
Recuperação do pavimento flexível	
[M11]	Metodologia para recuperação do pavimento flexível

8. METODOLOGIAS DE RECUPERAÇÃO

8.1 Recuperação de estruturas de concreto

[M1] Metodologia para reparos rasos com argamassa polimérica

ÁREA A SER REPARADA:

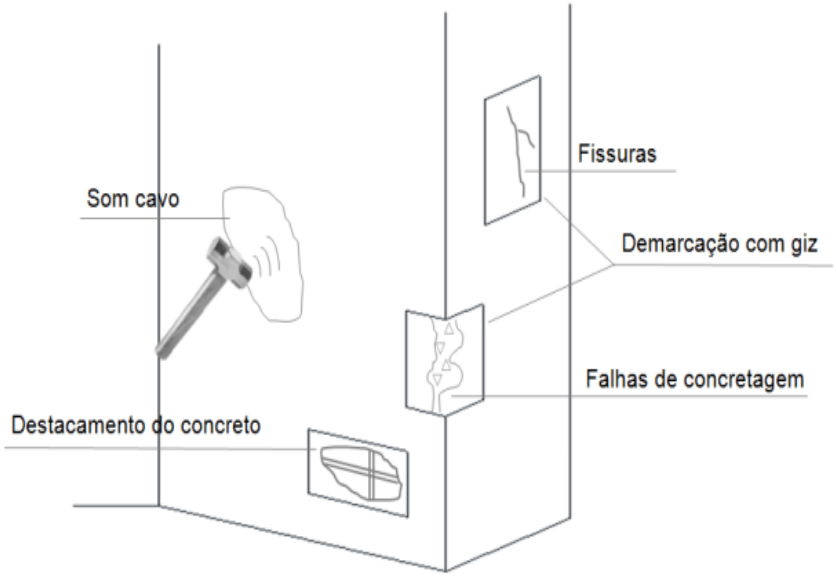
As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se das áreas com concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída, armadura exposta e corroída e lascamento por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída**.**

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

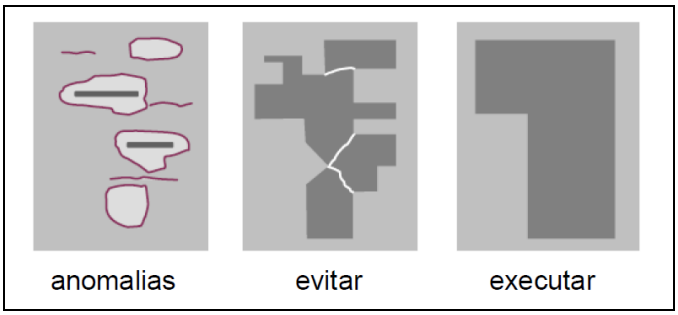
1. Serviços iniciais de reparo estrutural

Os procedimentos descritos a seguir trata-se dos serviços de localização, identificação, avaliação da extensão dos reparos e de preparo do substrato de concreto e aço.

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



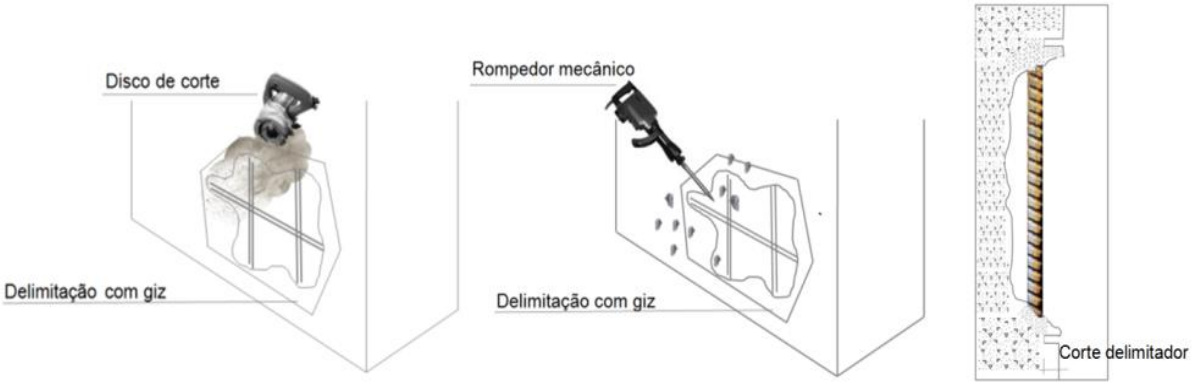
1.2. Demarcação com giz das regiões com patologias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90º) que envolvam com folga estas áreas. **Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas**.



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

1.4. Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou desplacado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou marteletes elétricos), com **profundidade de aproximadamente 6,0cm**, evitando-se o rompimento das bordas do friso, 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**).

IMPORTANTE: A profundidade do corte pode variar em função da espessura de cobrimento das armaduras, porém deve-se garantir que todo o concreto que envolve barra de aço corroída seja removido, respeitando a distância mínima especificada acima, para facilitar o tratamento das armaduras.



1.5. Limpeza rigorosa das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através lixamento manual e mecânico, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5900).

NOTAS:

✓ Caso a área a ser tratada apresente grandes dimensões, o procedimento de limpeza deverá ser realizado por hidrojateamento de alta pressão;

✓ Em áreas contaminadas por íons cloreto, deve-se efetuar a limpeza com jato de água, preferencialmente quente, pois este procedimento potencializa a dissolução e eliminação dos sais.

1.6. Caso se verifique, em decorrência da corrosão da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2014.

Para a ancoragem de novas armaduras suplementares ao concreto, respeitar as recomendações:

a) Localização prévia das armaduras imersas no concreto utilizando-se pacômetros (aparelhos detectores de metal) ou através da execução de rasgos superficiais, retirando o concreto de cobrimento.

b) Caso as furações fiquem muito diferentes das especificadas no projeto executivo, deve-se fornecer previamente ao calculista o gabarito dos furos obtidos, para sua devida análise e verificação, que passa a constar do projeto.

c) Execução dos furos de ancoragem

✓ Utilizar equipamentos elétricos de rotopercussão (furadeira-marreta) para a perfuração, proibindo-se a utilização de equipamentos percussivos pneumáticos;

✓ Para ancoragens utilizando-se resinas poliéster, executar furos com duas bitolas comerciais acima do diâmetro da barra a ser ancorada;

✓ Para ancoragens utilizando-se resinas epóxi, executar furos com uma bitola comercial acima do diâmetro da barra a ser ancorada;

✓ Os furos deverão ser executados com uma leve inclinação descendente da boca para o fundo, com aproximadamente 1:10;

✓ A limpeza interna dos furos deve ser realizada escovando-se com buchas de aço ou nylon, retirando-se o pó prensado nas paredes pela ponta de vídea (metal duro) da broca. Em seguida, proceder ao jateamento de ar pressurizado filtrado (isento de óleos e água). É proibida a limpeza dos furos com hidrojateamento;

✓ O trecho da barra a ser ancorado deverá receber escovação enérgica com escovas de cerdas de aço, devendo-se evitar contato com as mãos (gordura impede adesão da resina).

d) Para furos horizontais e verticais para cima (over-head) utilizar **resinas epóxi ou poliéster** de consistência tixotrópica (de alta viscosidade, que não escorre); para furos verticais para baixo, utilizar resinas mais fluidas (autoadensáveis, de baixa viscosidade).

✓ As resinas deverão ser aplicadas ao longo da superfície da barra (em todo o perímetro), no trecho a ser ancorado (região limpa com escova de aço), em camadas generosas (o excesso será expelido, quando da introdução da barra no furo);

✓ Paralelamente, preencher totalmente o furo do fundo em direção à boca, utilizando-se êmbolo apropriado (mangueira cristal cheia de resina, dotada de êmbolo interno, para empurrar o material após a ponta de a mangueira ter atingido o fundo do furo, ou aplicador tipo revolver, introduzindo-se o bico no furo).

e) Introduzir a barra no furo com um movimento de giro, de forma contínua e progressiva (evitar vai-e-vem), até atingir o fundo do furo. É necessário que uma parte da resina extravase pela boca do furo confirmando seu total preenchimento. Retirar o excesso e rasar a superfície. Devem-se manter as barras imobilizadas pelo período indicado pelo fabricante do material;

f) Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:

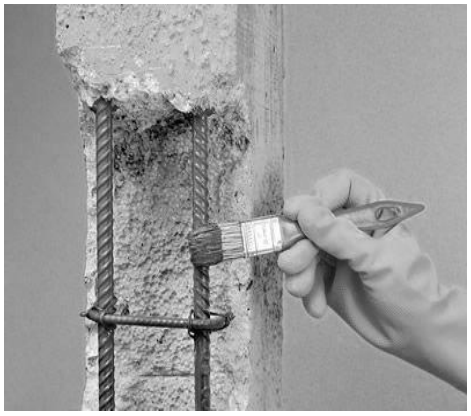
– **Ensaio de arrancamento (prova de carga):** como referência os dados do fabricante ou carga especificada em projeto. Para ensaio utilizar a norma ABNT NBR 14827:2002 – Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria. Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento.

– **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.

IMPORTANTE: As ancoragens de armaduras de flexão deverão ser feitas conforme a norma brasileira NBR 6118:2014 e de acordo com projeto específico, que deve especificar os comprimentos de ancoragem para cada situação.

1.7. Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água etc.).

1.8. Aplicação de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso).



2. Aplicação de argamassa polimérica

2.1 Após a execução dos serviços iniciais, deverá ser previsto o apicoamento da superfície a ser tratada, de forma que se obtenha rugosidade que atenda resistência ao arranque superior a 1,5 MPa.

2.2 Com substrato limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes, 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).

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

NOTAS:

✓ Para reparos com pequenas dimensões (a < 0,01m²), recomenda-se optar pela aplicação apenas da emulsão de resina 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;

✓ Poderá ser utilizada ponte de aderência industrializada com base de epóxi, bicomponente A+B. A proporção já vem pré-dosado, devendo inicialmente efetuar a homogeneização dos componentes A e B em separado. Fazer, em seguida, a mistura de ambos, misturando-os na sua totalidade. A mistura pode ser feita com hélice mecânica de baixa rotação (400 a 500 rpm) por 3 minutos ou manualmente por 5 minutos até obter uma cor uniforme, tendo cuidado para não elevar excessivamente a temperatura da mistura. O material misturado deve apresentar-se homogêneo e sem grumos. Este material é recomendado principalmente para áreas **contaminadas por íons cloreto**, pois garante a formação de uma barreira de proteção contra cloretos.

2.4 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.

2.5 Aplicar a argamassa de reparo em camadas de no **máximo 2,5cm de espessura** (observar recomendações específicas para cada fabricante), deixando ranhuras na superfície para facilitar a aderência das camadas subsequentes, com acabamento dado por desempenadeira metálica.

NOTAS:

✓ Em áreas que apresentem maior incidência de ocorrência de incêndios, recomenda-se o uso de **Argamassa polimérica para reparos estruturais em concreto, com resistência ao fogo - classe F120**, tanto para a recomposição dos elementos como uma capa de proteção e exposição ao calor gerado pelo fogo;

✓ Visando otimizar a execução dos serviços e garantir o bom desempenho do sistema de reparo, recomenda-se a utilização de **Argamassa polimérica para reparos estruturais com agente adesivo e inibidor de corrosão integrados**, aplicada conforme orientações do fabricante.

Condições de aplicação:

✓ O tempo de trabalhabilidade da argamassa depende das condições climáticas, já que **temperaturas altas diminuem o tempo de trabalhabilidade do produto enquanto as baixas o aumentam. Após este tempo, o produto deve ser descartado.**

2.6 Logo após a reconstituição das áreas, deve-se prevenir a rápida secagem da argamassa, protegendo o local da incidência direta de sol e vento através de meios adequados, além da **cura úmida**, com água limpa por no mínimo 07 (sete) dias, ou **cura química**, logo após o início da pega.

2.7 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 ≥ 1,0 MPa. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 13528-1:2019 (Partes 1,2 e 3) - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.

– **Resistência à compressão:** como referência os dados do fabricante, inclusive normas usualmente utilizadas pelo próprio fabricante para atestar as propriedades do produto, além da norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

8.2 Tratamento de fissuras

[M2] Metodologia para calafetação de fissuras com resina epóxi ou poliéster

ÁREA A SER REPARADA:

Trata-se do tratamento das fissuras denominadas **F.101 a F.109**, apresentadas no **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia.** Tal metodologia também será utilizada para o tratamento das juntas de concretagem deficientes

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Hidrojateamento da superfície, especialmente nos pontos onde apresentar manchas devido às infiltrações.

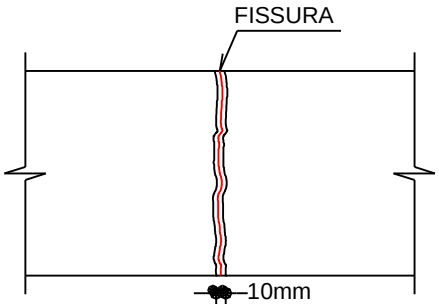
2. Demarcação da área de corte sobre a fissura existente com giz estaca.

3. Abertura de sulco sobre e ao longo da fissura com seção retangular, sendo 10,0 mm de espessura e 5,0 mm de profundidade, com utilização de disco de corte e ferramenta manual dotada de ponta de vídea. Neste caso devem-se fazer dois cortes com o disco de corte, um de cada lado da fissura há 5,0mm da fissura e com 5,0mm de profundidade.

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

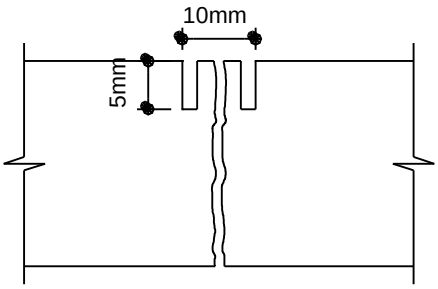
5. Aplicação de pasta epóxi (superfícies secas) ou poliéster (superfícies úmidas) ao longo da fissura, de forma a criar uma faixa de pelo menos 10,0mm de largura e 5,0mm de espessura.

A seguir é apresentado desenho esquemático do procedimento descrito:



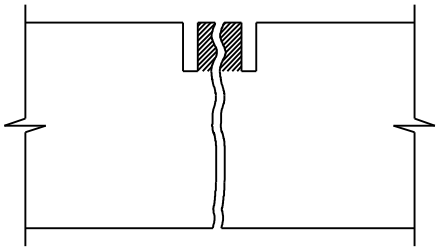
VISTA FRONTAL

1ª ETAPA: DEMARCAÇÃO DA ÁREA.



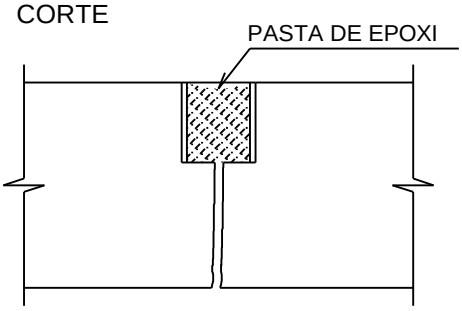
CORTE

2ª ETAPA: CORTE COM DISCO.



CORTE

3ª ETAPA: RETIRADA DO MATERIAL INTERNO AO CORTE.



CORTE

4ª ETAPA: APLICAÇÃO DE PASTA DE EPOXI.

8.3 Recuperação do passeio

[M3] Metodologia para recuperação de revestimento no passeio

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem recuperadas estão apresentadas nos croquis de anomalias, **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se das áreas que apresentam deterioração e afundamento dos passeios PS1 e PS2.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Remoção completa do revestimento solto, semi-destacado ou danificado mediante utilização de martelete elétrico de pequeno porte (até 6 kg) ou através de apicoamento manual, com a utilização de marreta e ponteiro.

2. Em regiões das aproximações ou adjacentes à OAE, caso se verifique afundamentos ou falhas de regularização da base, promover a recompactação do solo de base com solo cimento (6%), em camadas de 15cm, conforme as condições locais.

NOTA: Deverão ser previstos caimentos suficientes para o escoamento de água (mínimo de 2%), de forma a se evitar empoçamentos.

3. Executar o assentamento do novo revestimento seguindo o padrão existente, com argamassa mista tradicional (mistura de cimento e areia na proporção de 1 (cimento): 6 (areia média), resultando em uma argamassa de consistência seca) ou argamassa colante.

IMPORTANTE: Prever juntas entre as peças com espessuras de 1 mm a 2 mm, para posterior rejuntamento.

4. Após o assentamento, executar o rejunte, com cimento puro ou nata especial, removendo o material aderido sobre as peças, para evitar seu endurecimento**.**

8.4 Recuperação em estruturas de alvenaria / pedra argamassada

[M4] Metodologia para recuperação de estruturas de alvenaria

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem recuperadas estão apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se das áreas que apresentam defeito em alvenaria e fissuras localizadas nos guarda-corpos GC1 e GC2.

SEQUÊNCIA EXCUTIVA:

1. Remoção de todo revestimento deteriorado existente na superfície da alvenaria através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou marteletes elétricos), até a permanência apenas da alvenaria.

2. Limpeza da superfície com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água etc.).

3. Realizar a limpeza e saturação da superfície através da aplicação de hidrojato 30 minutos antes do início da aplicação da argamassa. O substrato deve apresentar a condição superfície saturada seca, ou seja, não apresentar água escorrendo ou empoçada.

4. Caso sejam constadas fissuras, aberturas ou vazios no interior da alvenaria, estas deverão ser preenchidas por argamassa polimérica, 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.

5. Aplicação de chapisco grosso fechado com utilização de argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:3 (cimento e areia), resina acrílica e água (1:1);

6. Após 48 horas da aplicação do chapisco, executar o novo revestimento do elemento estrutural, com a aplicação de argamassa de cimento e areia e aditivada com polímeros em camadas de no máximo 2,5cm. O traço, em massa, recomendado é 1:3:0,22:0,23 (cimento CP2E, CP2F ou CP2Z: areia: água: resina).

NOTA: É imprescindível a implantação de espaçadores de modo a garantir um cobrimento mínimo de 4,0cm para a tela de aço.

Imediatamente após a reconstituição das áreas promover a cura úmida, com água limpa por no mínimo 07 (sete) dias, ou cura química, logo após o início da pega.

[M5] Metodologia para recuperação de paredes de fechamento revestidas com pedras

ÁREA A SER REPARADA:

Trata-se do dano existente na parede de fechamento PAR4 localizada no encontro ENC2.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Prever a remoção do revestimento existente em regiões que apresentarem a ocorrência de material solto, recalque do substrato ou danos localizados.
2. Apicoamento manual de modo a remover pedaços ou lascas de materiais existentes nas regiões de assentamento.
3. Aplicação de argamassa de assentamento com um traço de 1:3 (cimento e areia grossa) com aproximadamente 5cm de altura.
4. Assentamento de uma camada de pedras conforme modelo existente na obra (pedra bruta, rachão, paralelepípedo, granilite, etc), de forma uniforme para evitar vazios consideráveis.
5. Realizar um novo lançamento de argamassa e assentamento de pedras de modo a alcançar a altura já existente do muro.

IMPORTANTE: Se necessário, realizar contenção provisória do muro a fim de garantir o tempo necessário de secagem sem causar instabilidade na estrutura.

8.5 Serviços de limpeza

[M6] Metodologia para remoção de detritos e vegetação

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se do crescimento de vegetação existente no muro de contenção M2, localizado no encontro ENC2.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Remoção manual de todo material particulado das superfícies, tais como solo, restos de formas e outros materiais, mediante ferramentas manuais como espátulas, vassouras, enxadas e pás;

2. Realizar a montagem e conexões das mangueiras e dispositivos do equipamento de hidrojato;

3. Realizar a limpeza destas superfícies com hidrojateamento de média pressão com bico em leque com pressão mínima de 10,0 Mpa;

✓ O jateamento deve ser realizado com água limpa, isenta de contaminações.

NOTA: Caso seja constatado locais de deteriorações do concreto com ou sem armadura exposta após a remoção de detritos/vegetação, proceder a recuperação dessas áreas conforme metodologias adequadas.

8.6 Dispositivos de segurança

[M7] Metodologia para recuperação / implantação de guarda-corpos em concreto armado revestidos por granito

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se da implantação de guarda-corpos em concreto armado, revestidos por granito.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

NOTA 1: Nos casos de recuperação pontual nos módulos dos guarda-corpos que apresentarem concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída, antes da aplicação do revestimento em granito, deverão ser tratados através da metodologia **[M1] Metodologia para reparos rasos com argamassa polimérica.**

NOTA 2: Nos casos em que houver deslocamento ou desnivelamento dos blocos e/ou módulos dos guarda-corpos em granito, estes deverão ser remanejados e adequados conforme sua posição de origem.

1 Demolição dos módulos ou áreas dos guarda-corpos deteriorados com o auxílio de ferramentas manuais e/ou marteletes elétricos.

2 Limpeza de toda a superfície de instalação com jato de ar, de modo que a superfície esteja limpa e seca, visando uma boa fixação nos módulos existentes na OAE.

3 Aplicação de ponte de aderência à base de epóxi nas faces dos módulos existentes, com o objetivo de se obter uma melhor fixação na junção com os novos módulos a serem implantados.

4 Instalação de novo guarda-corpos de concreto armado conforme dimensões existentes

5 Aplicação de ponte de aderência à base epóxi em todas as faces aparentes dos novos módulos e execução de revestimento de pedra em granito, conforme modelo e cor semelhantes existentes na OAE, seguindo o procedimento conforme mandar o fabricante, de modo que seja mantido o alinhamento com os demais existentes.

8.7 Adequação da drenagem

[M8] Metodologia para implantação de pingadeiras

ÁREA A SER REPARADA:

Trata-se da implantação de pingadeira na borda da laje em balanço LB2, em toda a extensão da OAE.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Remover todos os detritos e resíduos das formas existentes na superfície onde vai ser aplicado;

2. 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;

3. Limpar as superfícies preparadas com ar comprimido ou estopa com álcool;

IMPORTANTE:

✓ Para a perfeita instalação do perfil, atentar para que a superfície esteja uniforme e a superfície do substrato sólida, seca e limpa;

✓ Fissuras em quaisquer direções próximas à junta podem ser potenciais pontos de vazamentos. Verificar com atenção as superfícies e reparar apropriadamente as trincas existentes;

✓ Há três opções de pingadeira para instalar:

- **Pingadeira Uniontech**

a. 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 no mínimo 5,0cm ao longo da borda da estrutura;

b. Após a limpeza deverá ser aplicado o primer ao longo desta faixa;

c. Nesta mesma sequência deverá ser aplicado o adesivo D2000 de fabricação UNIONTECH nas arestas ou ranhuras do perfil UT 50 PGD 10 de fabricação UNIONTECH;

d. 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.

- **Pingadeira Jeene**

a. Retirar o perfil JJ 4040 P de fabricação da JEENE 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;

b. Quando forem necessárias emendas, proceder ao corte, lixamento, aplicação de ADE 31R (nas duas superfícies) de fabricação da JEENE e mantê-los unidos por 30 segundos;

c. Misturar cuidadosamente os componentes A e B do ADE 52 de fabricação da JEENE, 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;

d. Aplicar uniformemente o ADE 52 de fabricação da JEENE na superfície e nas estrias do perfil;

e. 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;

f. 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;

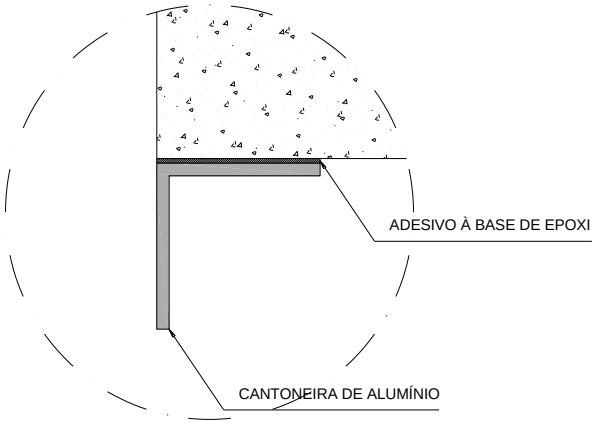
g. Limpar e remover o entulho e todos os detritos produzidos durante o trabalho.

- **Pingadeira de alumínio**

a. Apicoar e limpar o fundo da laje com o emprego de martelete elétrico e/ou ponteiro e marreta, a fim de remover os resíduos e conseguir uma melhor aderência entre o concreto velho e o adesivo a base de epóxi;

b. Aplicação do adesivo a base de epóxi de pega rápida, no fundo de laje e no perfil tipo cantoneira;

c. Colar o perfil tipo “cantoneira” de alumínio com abas iguais de 1” no fundo da laje nos balanços laterais, conforme desenho a seguir.


ADESIVO À BASE DE EPOXI
CANTONEIRA DE ALUMÍNIO

8.8 Serviços de proteção superficial do concreto

[M9] Metodologia para recomposição de revestimento de argamassa

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se das áreas que apresentam destacamento de argamassa.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Remoção completa do revestimento solto, semi-destacado ou fissurado mediante utilização de martelete elétrico de pequeno porte (até 6 kg) ou manualmente com utilização de marreta e ponteiro;

2. Limpeza de toda superfície a ser revestida com a utilização de hidrojateamento com bico tipo leque;

3. Aplicação de chapisco grosso fechado com utilização de argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:3 (cimento e areia), resina acrílica e água (1:1);

4. 48 horas após a aplicação do chapisco, executar o novo revestimento do elemento estrutural, com a aplicação de argamassa de cimento e areia e aditivada com polímeros em camadas de no máximo 2,5cm. O traço, em massa, recomendado é 1:3:0,22:0,23 (cimento CP2E, CP2F ou CP2Z: areia: água: resina);

5. Imediatamente após a reconstituição das áreas promover a **cura úmida**, com água limpa por no mínimo 07 (sete) dias, ou **cura química**, logo após o início da pega.

6. 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 ≥ 1,0 MPa. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 13528:2019 - Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos

[M10] Metodologia para tratamento superficial do concreto à base de poliuretano

ÁREA A SER REPARADA:

Trata-se de toda a superfície aparente em concreto da superestrutura da OAE.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

1. Limpeza e preparo da superfície

a. 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.

b. Retirada das partículas soltas e pulverulentas da superfície de concreto, através de hidrojateamento (pressão mínima de 3.000 psi);

c. Após a limpeza das superfícies, com substrato limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes, 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);

d. Aplicação da argamassa de regularização e acabamento (estuque), misturada conforme orientações do fabricante, em toda a superfície de concreto, criando uma película sobre a superfície com uma espessura entre 2,0 e 5,0 mm. A aplicação poderá ser feita com espátula ou desempenadeira de borracha ou metálica;

Para um melhor acabamento, após a aplicação, a superfície poderá ser alisada com a esponja úmida, sempre removendo todo o excesso de água da esponja antes da aplicação, e todos os resíduos de argamassa durante o alisamento.

- **Estuque dosado no canteiro:**

O estuque também poderá ser dosado em canteiro (pasta de cimento aditivada com emulsão acrílica), conforme orientações abaixo:

a. Traço de 2:1:1:1 em volume, sendo a **resina acrílica** preparada conforme instruções do fabricante:

✓ O estuque deve ser formulado na cor do concreto aparente, combinando-se cimento Portland e Cimento Branco Estrutural para atingir a tonalidade:

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

b. Após a aplicação da argamassa de regularização e acabamento (estucamento), a superfície deve receber rapidamente proteção contra a evaporação de água, protegendo-a contra a incidência direta de sol e vento;

c. 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 esta cura por no mínimo 07 (sete) dias.

NOTA: Também poderá ser utilizada cura química, logo após o início da pega.

d. 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;

e. Limpeza das superfícies lixadas através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento, partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes.

NOTA: O substrato deve possuir uma resistência ao arranque acima de 0,8 MPa.

2. Proteção superficial de verniz à base de poliuretano

Resina de proteção superficial à base de poliuretano, bicomponente, transparente, de alto desempenho. Formulada com matérias primas selecionadas que garantam a equivalência de cobrimento de concreto e proteção anti-grafite

- Recomendação de produto e fabricante conforme alinhamento com a PMPA: Verniz de proteção superficial de alto desempenho **MC-Color Proof Vision – MC Bauchemie**.

a. Com o substrato limpo e seco, aplicar o verniz de proteção à base de poliuretano, devidamente preparado conforme orientações do fabricante, com auxílio de rolo ou por pulverização, sobre o substrato, sempre em duas em demãos, aplicadas em uma sequência diária;

b. Condições de aplicação:

✓ O verniz de proteção não deve ser aplicado sob ou na iminência de chuva e com umidade elevada;

✓ Se a segunda demão for aplicada fora do tempo recomendado, a primeira demão deverá ser lixada;

✓ Pinturas frescas devem ser protegidas da pichação durante 7 dias.

3. 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 7215:2019 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos.

– **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 G154-2016 Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials ou a ABNT NBR 15380:2015 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Resistência à radiação UV e à condensação de água pelo ensaio acelerado.

– **Resistência ao crescimento de fungos (tintas e vernizes):** não deve apresentar o crescimento de fungos. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 14941:2020 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência de tintas, vernizes e complementos ao crescimento de fungos em placas de Petri sem lixiviação.

8.9 Recuperação do pavimento flexível

[M11] Metodologia para recuperação de pavimento flexível

ÁREA A SER REPARADA:

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do **ANEXO B – CROQUIS DE ANOMALIA, do Relatório I - Patologia**. Trata-se da recuperação de todo o pavimento flexível sobre a OAE.

SEQUÊNCIA EXECUTIVA:

IMPORTANTE:

- Antes da aplicação desta metodologia, deverão ser corrigidas todas as manifestações patológicas existentes em berços de juntas de dilatação.

1. Delimitação, corte e limpeza da área a ser reparada

1.1. Reparos localizados

a. Demarcação da superfície do pavimento com tinta, giz ou lápis de cera em todo o perímetro da área a ser reparada; criando figuras geométricas com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90º (quadrados, retângulos ou combinação de ambos), com uma distância mínima de 20cm da borda do dano. **Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas**.



b. Corte/remoção do pavimento flexível deteriorado na área demarcada, até atingir o pavimento rígido ou o subleito (**aproximadamente 5cm**); com a utilização de serra clipper e rompedores pneumáticos, formando uma caixa (vala) em torno da área degradada.

NOTA: Para grandes áreas de reparo deverá ser utilizado equipamento de fresagem.

c. Após a remoção do pavimento flexível, realizar a limpeza da caixa, inclusive as bordas, com vassouras e 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 agregados e

impurezas que poderiam vir a comprometer a aderência entre o material selante e o pavimento em reparo.

d. Caso o substrato apresente umidade, deverá ser utilizado jato ar comprimido, garantindo que a superfície fique totalmente seca.

NOTAS:

✓ A área do reparo deverá contemplar a largura mínima suficiente para a operação do rolo compactador (1,50m de largura por 3,00m de extensão);

✓ Para casos em que a espessura de pavimento for inferior a 7cm, a área de reparo não deverá ser inferior a 1m²;

✓ Caso a distância entre as áreas deterioradas for inferior a 1,50m, deverá ser executado apenas um reparo, abrangendo toda a área comprometida;

✓ Após a aplicação do jato de ar, deverá ser realizada uma breve inspeção da face superior da laje, observando-se a existência de anomalias nela. Antes de dar continuidade a qualquer procedimento de execução do pavimento, deve-se prover o correto tratamento delas, de acordo com cada metodologia em específico. E após a cura do reparo, deve-se repetir a limpeza da área, para só então dar sequência aos reparos.

1.2. Tratamento de fissuras/trincas isoladas

a. Utilizar o cortador de fissuras de alta precisão com o intuito de criar canaletas que servirão como reservatórios de material selante. A abertura da caixa deverá ter seção retangular, com largura de 1,00m, sendo 50cm para cada lado do eixo da fissura existente, e em toda a sua extensão, além de **aproximadamente 5cm de profundidade**.

b. Após o corte das fissuras, é aplicado um jato de ar comprimido, sobre estas, com o auxílio de um compressor de alta capacidade (mínimo 100 pcm). O resultado é um reservatório limpo, seco e 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.

2. Pintura de ligação

Promover a pintura de ligação ou imprimadura ligante mediante aplicação de material betuminoso sobre a superfície da base, antes da execução de nova camada betuminosa, a fim de promover a aderência com a camada subjacente.

Os ligantes betuminosos empregados na pintura de ligação poderão ser dos tipos seguintes:

- Emulsões asfálticas, tipos RR-1C e RR-2C;
- Emulsões asfálticas modificadas, quando indicadas no projeto.

Condições de aplicação:

✓ A taxa recomendada de ligante betuminoso residual é de 0,3 litro/m² a 0,4 litro/m². 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. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8 litro/m² a 1,0 litro/m².

✓ A água deverá ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, ou matéria orgânica, e outras substâncias nocivas.

✓ Após a limpeza com remoção de todo material comprometido, inclusive pó e água, faz-se a pintura de ligação no fundo e nas bordas da caixa, aplicando emulsão asfáltica RR-2C com utilização de caneta espargidora.

✓ Aguardar o rompimento da emulsão que é determinada com a mudança da cor marrom para preta. A aplicação da massa asfáltica (CAUQ) antes do rompimento da emulsão pode ocasionar queda brusca da temperatura da massa, proporcionando um baixo índice de compactação e desagregação do material.

✓ A película ligante deve cobrir as paredes e fundo da caixa;

✓ Não é permitido a utilização de baldes e vassouras para efetuar a pintura de ligação;

✓ Deve-se evitar o respingo nas partes externas da caixa, podendo utilizar uma trincha ou pincel para pintar as paredes da caixa.

3. Recomposição/ preenchimento da caixa

a. O lançamento de massa asfáltica na caixa deve ser feito utilizando-se pás quadradas começando o lançamento no sentido dos bordos para o centro.

b. Não deve ser feito o enchimento da caixa com o basculamento da massa asfáltica direto do caminhão ou carrinho. O basculamento da massa provoca a segregação do agregado (separação entre o agregado fino (pó) e o agregado grosso pedrisco).

c. A espessura da camada compactada deve situar-se entre 3,0cm a 8,0cm, exigindo-se que para camadas mais espessas, o lançamento de massa asfáltica se faça por etapas de 3,0cm a 8,0cm.

d. Após a colocação da massa asfáltica na caixa deve-se iniciar o seu espalhamento com ancinho previamente umedecido com óleo mineral. O óleo não permite a formação de torrões.

e. Para buracos com profundidade acima de 7,0cm e inferior a 10,0cm, a aplicação da mistura aplicada deverá ser feita em 02 (duas) camadas.

4. Compactação

a. A etapa de compactação inicia-se com a verificação de que na periferia da caixa não existe excedente.

b. Após a verificação, inicia-se a compactação partindo-se da periferia da caixa progredindo para o centro do remendo.

c. Deve-se ter cuidado para que a compactação se distribua tanto no material recém colocado como na faixa adjacente da pista já existente, de modo que não haja diferença nas superfícies nos limites de separação entre o pavimento antigo e o reparo executado.

d. A compactação em buracos com profundidade superior a 7,0cm deve ser posterior ao atendimento às orientações do **item 3**;

e. A placa vibratória deverá ser utilizada somente em locais inacessíveis pelo rolo compactador;

f. O pavimento deve ser aplicado de modo a garantir o escoamento adequado das águas pluviais para os buzinotes de drenagem.

5. Acabamento da superfície

a. Deverá ser regularizado o nivelamento entre a superfície do reparo com a superfície do pavimento, de tal forma que se torne indistinguível após a abertura do tráfego.

b. Reparar defeitos superficiais se houver.

6. Limpeza/remoção do material excedente

Após a conclusão do reparo no pavimento, deverá imediatamente ser executada a limpeza do local com o recolhimento de todos os resíduos resultantes do serviço.

7. Recomposição da sinalização horizontal

Após a realização da recomposição asfáltica, realizar a pintura das faixas de delimitação das faixas de tráfego da pista (sinalização horizontal), mantendo preferencialmente a sinalização horizontal existente no restante da OAE

9. CLASSIFICAÇÃO DA OAE SEGUNDO A NBR 9452

Apresentamos a seguir, a classificação da Obra de Arte Especial, baseada nos levantamentos e ensaios realizados na inspeção especial com comentários a respeito dos critérios adotados tendo como base **ABNT NBR 9452:2019 – Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto – Procedimento.**

Parâmetro	CLASSIFICAÇÃO DA OAE						
	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos Complementares		Pista	Nota Final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	S/A	S/A	5	5	N/A	3
Funcional	5	S/A	S/A	3	5	4	3
Durabilidade	3	S/A	S/A	4	3	3	3

- Considerações gerais: A classificação dos **Elementos Complementares – Estrutura** está relacionada às condições do guarda-corpos, passeios, drenagem, juntas de encontro, iluminação e gabarito. A classificação da **Pista** é referente às condições do pavimento sobre a OAE e sinalização.

- Legenda:

S/A: Sem acesso;
N/A: Não se aplica;

Na classificação geral da OAE obteve-se nos quesitos estrutural, funcional e durabilidade as notas 3, 3 e 3 respectivamente, onde podemos citar especificamente abaixo, subdividido por parâmetros de avaliação.

Avaliação estrutural: 3 – Regular

A classificação **"3"** no parâmetro estrutural reflete as anomalias identificadas na superestrutura, que apresenta concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída e lascamento do concreto por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída.

Avaliação Funcional: 3 – Regular

Quanto à funcionalidade da OAE, esta obteve classificação **"3"** principalmente pelo afundamento existente nos passeios PS1 e PS2, além da deterioração existente no passeio PS1, próximo à região do afundamento. Tais anomalias causam desconforto aos usuários que passam sobre a obra diariamente.

Avaliação Durabilidade: 3 – Regular

A classificação **"3"** no parâmetro durabilidade, se dá pelas anomalias identificadas na superestrutura e nos encontros, que apresentam concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída com corrosão incipiente segundo os ensaios específicos, lascamento do concreto por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída, destacamento de argamassa, além da quantidade considerável de fissuras existentes no pavimento.

10. CONCLUSÃO

10.1 Análise de verificação estrutural e projetos de reforço

Com base nas informações coletadas no que se diz respeito à inspeção para cadastramento de anomalias existentes e nos ensaios realizados na estrutura, não foram encontrados indícios de que a obra necessite de verificação estrutural para uma análise mais detalhada em relação aos esforços solicitantes na estrutura e uma possível execução de reforço. Tal análise poderá vir a ser recomendada caso sejam constatadas anomalias através de inspeções futuras que indiquem possíveis danos à sua funcionalidade estrutural da OAE.

10.2 Sugestão e Descrição de Relatórios Complementares

Não foram necessárias nenhuma sugestão e relatório complementar para a obra em questão.

10.3 Proposições de Alternativas e Soluções para Restrição de Gabarito Vertical

Não se faz necessário a alteração e soluções de gabaritos verticais, visto que a OAE está localizada sobre córrego.

10.4 Considerações Finais

Tendo em vista o exposto, concluímos que as anomalias em sua grande maioria estão relacionadas às deficiências do método executivo utilizado para sua construção, bem como falhas de manutenções periódicas, sendo elas, pontos de disgregação com e sem armadura exposta e corroída, destacamento de argamassa, armadura exposta e corroída, entre outros. Tais anomalias devem ser tratadas conforme as metodologias propostas neste documento, a fim de reestabelecer as condições de serviço da obra de arte e prolongar a sua vida útil.

No que se diz respeito à durabilidade, recomendaremos a implantação de pingadeira na lateral Oeste da OAE, com o objetivo de evitar que a percolação de água chegue até a laje em balanço LB2, lembrando que a água em contato com agentes agressivos também colabora para o início do processo de corrosão das armaduras, anomalia que aparece em grande quantidade na superestrutura. Em relação à proteção dos pedestres que circulam sobre a OAE, apesar da ausência de barreiras rígidas, não será recomendada a sua implantação pelo fato do passeio possuir largura considerável, e pela OAE ser um acesso onde os carros transitam em baixa velocidade. Por outro lado, deve-se fazer a regularização dos passeios em toda a área que contempla a OAE, evitando acidentes com pedestres e evitando o agravamento da anomalia. A princípio, aparentemente não há riscos em relação à funcionalidade estrutural da OAE, uma vez

que este afundamento provavelmente decorreu de uma falha na execução das drenagens tipo “bocas de lobo” existentes em ambos os acessos da estrutura em questão.

Em relação aos guarda-corpos em granito nas laterais da obra, após tratamento das anomalias existentes, recomenda-se o hidrojateamento destes elementos, visando sua melhor aparência.

A sinalização horizontal deverá ser revitalizada para que melhore a segurança dos usuários evitando acidentes.

Deverá ser executada a recuperação das fissuras no pavimento flexível, uma vez que elas propiciam infiltração de águas pluviais até a laje e encontros, corroborando para a fuga de material e deterioração do concreto, além do tratamento das juntas de encontro, evitando que a evolução das anomalias existentes venha a causar desconforto aos usuários.

Os ensaios realizados nos pontos 1 a 3 apresentaram valores de espessura de carbonatação máxima de 16,00mm, com espessura de cobrimento entre 6,00 e 20,10mm, não apresentando comprometimento da proteção das armaduras, já que o cobrimento do concreto está acima dos de carbonatação, mantendo as armaduras passivadas. Para o ensaio no ponto 4 realizado na laje inferior, a espessura de carbonatação atingiu o valor de 10mm e cobrimento de 9,00mm, portanto, a armadura da peça foi atingida e as barras de aço do elemento se encontram despassivadas e suscetíveis à corrosão. Entretanto, pela proximidade das medidas aferidas in loco, por hora a aplicação de uma camada protetora de cobrimento no concreto adicional será o suficiente para o prolongamento de sua vida útil.

Nos demais ensaios realizados, com base nos resultados fornecidos de um modo geral, podemos afirmar que o concreto que compõe a estrutura se encontra em um nível aceitável. A resistência do concreto no que se diz respeito ao potencial de capacidade de corrosão das armaduras se encontra dentro dos limites de segurança estabelecidos.

Por fim, visando o prolongamento da vida útil de todos os elementos em concreto aparente que compõem a OAE, recomenda-se o tratamento superficial de forma a proteger sua superfície da entrada de agentes agressivos que possam acelerar o processo de corrosão das armaduras. Isso também se aplica para os muros de contenção em concreto armado que estão diretamente em contato com a água do córrego sob a obra, visando uma proteção contra o processo de erosão ocasionado em épocas de cheia do leito.

É válido esclarecer que as análises, diagnósticos, bem como quaisquer recomendações de intervenções designadas para a OAE neste documento, foram baseados em anomalias aparentes, ou seja, identificadas por meio de inspeções visuais. Dessa forma, possíveis vícios

ocultos provenientes de adequações naturais da própria estrutura, ou ainda internos, como defeitos na protensão interna de vigas e lajes, entre outros, não foram contemplados nestes relatórios.

Reforçamos que não foram encontradas vibrações e/ou deformações (flechas) na estrutura de um modo geral.

Todavia, se fazem necessárias manutenções relacionadas à durabilidade, uma vez que a degradação do concreto no decorrer do tempo chega nas armaduras, causando corrosão e reduzindo sua vida útil e durabilidade estrutural. Lembra-se que inspeções e intervenções periódicas são de extrema importância, pois, além de pouco onerosas, garantem a funcionalidade e segurança dos usuários que trafegam sobre a Ponte.

ANEXO A - FICHA RESUMO DE INSPEÇÃO ESPECIAL

Ficha Resumo de Inspeção Especial		
Inspeção especial: 2022	**OAE:** Ponte - Ipiranga x Santana	
Jurisdição: Prefeitura de Porto Alegre		
Data da inspeção:	**Início:** 01/03/2022	**Término:** 02/03/2022
Parte I - Síntese do relatório de patologia		
1 - Localização		
Município: Porto Alegre/RS	**Sentido:** Leste	
Obra: Ponte	**Localização:** Av. Ipiranga x Av. Santana	
2 - Descrição da obra		
Quantidade de vãos: 01 (um)	**Comprimento total:** 31,60m	
Pilares: -	**Vigas:** 07 (Sete)	
Largura total: 32,30m	**Juntas de dilatação:** 02 (encontros)	
Tipologia transversal da superestrutura: 3	**Tipologia longitudinal da superestrutura:** 1	
Classe:TT-24		
Observações:		
3 - Ensaios realizados		
Determinação da profundidade da carbonatação; Pacometria; Ultrassom; Esclerometria; Extração de corpos de prova; Resistência à compressão; Resistividade do concreto; potencial de corrosão.		
4 - Classificação da OAE		
Estrutural: 3	**Funcional: 3**	**Durabilidade: 3**
5 - Vistoria		
Data da vistoria: 01/03/2022**.**		
Recursos de aproximação empregados: trena à laser, escada telescópica, lanterna.		

6 - Descrição das anomalias

Superestrutura: Concreto disgregado com armadura exposta e corroída na laje L e laje em balanço LB2, região do vão, face inferior. Armadura exposta e corroída na laje L, região do vão e balanços longitudinais BL1 e BL2, face Inferior. lascamento por ação do fogo com e sem armadura exposta e corroída na laje L e laje em balanço LB1, região dos balanços longitudinais BL1 e BL2, face Inferior. Mancha de fuligem na laje L e laje em balanço LB, região do vão e balanços longitudinais BL1 e BL2, face Inferior. Concreto disgregado com e sem armadura exposta e corroída no fechamento lateral FL e borda da laje BDL, região do vão e balanço longitudinal BL1, face Leste, Oeste e Inferior. Lascamento por ação do fogo com armadura exposta e corroída no fechamento lateral FL, região do balanço longitudinal BL2, face Leste. Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nas vigas longarinas VL1, VL3 e VL7, região do vão, face Leste, Oeste e Inferior. Armadura exposta e corroída nas vigas longarinas VL1, VL3 e VL7, região do balanço longitudinal BL1 e no vão, face Leste e Oeste. Destacamento de argamassa nas vigas longarinas VL1 e VL7, região do vão, face Leste e Oeste. Mancha de fuligem nas vigas longarinas VL1 a VL5, região dos balanços longitudinais BL1 e BL2, face Leste, Oeste e Inferior.

Aparelho de apoio: Sem acesso.

Mesoestrutura: Sem acesso.

Infraestrutura: Não foram encontradas manifestações patológicas nestes elementos, uma vez que não foi possível realizar a inspeção dos mesmo por estarem aterrados/submersos e sem acesso. Todavia, não foram encontrados indícios de danos em sua funcionalidade.

B - Elementos da pista ou funcionais

Pavimento: Fissuras de abertura maior que 1,5mm e posicionamentos diversos no pavimento, região do vão e aproximação dos encontros ENC1 e ENC2.

Passeio: Deterioração no piso de concreto do passeio PS1, região do encontro ENC1. Afundamento dos passeios PS1 e PS2 na região dos encontros ENC1 e ENC2. Nota-se desgaste generalizado

Barreiras rígidas: Inexistentes.

Guarda-corpos: Fissuras de abertura maior que 1,5mm na região dos blocos de alvenaria nos guarda-corpos GC1 e GC2, face Leste e Oeste. Fissuras com abertura de até 0,3mm na região do bloco em granito do guarda-corpos GC1, face Superior**.** Juntas de concretagem deficientes nos guardas-corpos GC1 e GC2, face Superior. Defeito em alvenaria nos blocos existentes dos guarda-corpos GC1 e GC2, face Superior. Concreto disgregado com armadura exposta e corroída nos guarda-corpos GC1 e GC2, face Leste e Oeste. Fissuras aleatórias nos blocos em alvenaria revestidos com argamassa dos guarda-corpos GC1 e GC2, face Leste e Oeste. Manchas de fuligem nos guarda-corpos GC1 e GC2, face Leste e Oeste. Pilarete em granito danificado em pontos localizados nos guarda-corpos GC1 e GC2, face Leste e Oeste.

Drenagem: Realizada pela própria inclinação da OAE.

Juntas de dilatação: Fissuras no alinhamento das juntas de encontro JE1 e JE2.

Outros elementos

Encontros: Concreto disgregado com armadura exposta e concreto disgregado.

Taludes: Revestidos por concreto, em bom estado.

Iluminação: Em bom estado.

Sinalização: Sinalização vertical em bom estado. Sinalização horizontal desgastada.

Gabaritos: Não se aplica por se tratar de OAE sobre arroio. Observou-se assoreamento no arroio sob a OAE.

Proteção dos Pilares: Não aplicável.

Parte II - Síntese do relatório de terapia

1 - Parecer técnico

Tendo em vista o exposto, concluímos que as anomalias em sua grande maioria estão relacionadas às deficiências do método executivo utilizado para sua construção, bem como falhas de manutenções periódicas, sendo elas, pontos de disgregação com e sem armadura exposta e corroída, destacamento de argamassa, armadura exposta e corroída, entre outros. Tais anomalias devem ser tratadas conforme as metodologias propostas neste documento, a fim de reestabelecer as condições de serviço da obra de arte e prolongar a sua vida útil.

No que se diz respeito à durabilidade, recomendaremos a implantação de pingadeira na lateral Oeste da OAE, com o objetivo de evitar que a percolação de água chegue até a laje em balanço LB2, lembrando que a água em contato com agentes agressivos também colabora para o início do processo de corrosão das armaduras, anomalia que aparece em grande quantidade na superestrutura. Em relação à proteção dos pedestres que circulam sobre a OAE, apesar da ausência de barreiras rígidas, não será recomendada a sua implantação pelo fato do passeio possuir largura considerável, e pela OAE ser um acesso onde os carros transitam em baixa velocidade. Por outro lado, deve-se fazer a regularização dos passeios em toda a área que contempla a OAE, evitando acidentes com pedestres e evitando o agravamento da anomalia. A princípio, aparentemente não há riscos em relação à funcionalidade estrutural da OAE, uma vez que este afundamento provavelmente decorreu de uma falha na execução das drenagens tipo “bocas de lobo” existentes em ambos os acessos da estrutura em questão.

Em relação aos guarda-corpos em granito nas laterais da obra, após tratamento das anomalias existentes, recomenda-se o hidrojateamento destes elementos, visando sua melhor aparência. A sinalização horizontal deverá ser revitalizada para que melhore a segurança dos usuários evitando acidentes. Deverá ser executada a recuperação das fissuras no pavimento flexível, uma vez que elas propiciam infiltração de águas pluviais até a laje e encontros, corroborando para a fuga de material e deterioração do concreto, além do tratamento das juntas de encontro, evitando que a evolução das anomalias existentes venha a causar desconforto aos usuários. Os ensaios realizados nos pontos 1 a 3 apresentaram valores de espessura de carbonatação máxima de 16,00mm, com espessura de cobrimento entre 6,00 e 20,10mm, não apresentando comprometimento da proteção das armaduras, já que o cobrimento do concreto está acima dos de carbonatação, mantendo as armaduras passivadas. Para o ensaio no ponto 4 realizado na laje inferior, a espessura de carbonatação atingiu o valor de 10mm e cobrimento de 9,00mm, portanto, a armadura da peça foi atingida e as barras de aço do elemento se encontram despassivadas e suscetíveis à corrosão. Entretanto, pela proximidade das medidas aferidas in loco, por hora a aplicação de uma camada protetora de cobrimento no concreto adicional será o suficiente para o prolongamento de sua vida útil.

Nos demais ensaios realizados, com base nos resultados fornecidos de um modo geral, podemos afirmar que o concreto que compõe a estrutura se encontra em um nível aceitável. A resistência do concreto no que se diz respeito ao potencial de capacidade de corrosão das armaduras se encontra dentro dos limites de segurança estabelecidos. Por fim, visando o prolongamento da vida útil de todos os elementos em concreto aparente que compõem a OAE, recomenda-se o tratamento superficial de forma a proteger sua superfície da entrada de agentes agressivos que possam acelerar o processo de corrosão das armaduras. Isso também se aplica para os muros de contenção em concreto armado que estão diretamente em contato com a água do córrego sob a obra, visando uma proteção contra o processo de lixiviação ocasionado em épocas de cheia do leito. É válido esclarecer que as análises, diagnósticos, bem como quaisquer recomendações de intervenções designadas para a OAE neste documento, foram baseados em anomalias aparentes, ou seja, identificadas por meio de inspeções visuais. Dessa forma, possíveis vícios ocultos provenientes de adequações naturais da própria estrutura, ou ainda internos, como defeitos na protensão interna de vigas e lajes, entre outros, não foram contemplados nestes relatórios. Reforçamos que não foram encontradas vibrações e/ou deformações (flechas) na estrutura de um modo geral

Todavia, se fazem necessárias manutenções relacionadas à durabilidade, uma vez que a degradação do concreto no decorrer do tempo chega nas armaduras, causando a perda de seção e reduzindo sua vida útil e durabilidade estrutural. Lembra-se que inspeções e intervenções periódicas são de extrema importância, pois, além de pouco onerosas, garantem a funcionalidade e segurança dos usuários que trafegam sobre a Ponte.

2 - Resumo da análise estrutural
Não se faz necessário.

3 - Proposição de restauração e/ou reforço
Recuperação de estruturas de concreto [M1] Metodologia para reparos rasos com argamassa polimérica **Tratamento de fissuras no concreto** [M2] Metodologia para calafetação de fissuras com resina epóxi ou poliéster **Recuperação do passeio** [M3] Metodologia para recuperação de revestimento no passeio **Recuperação em estruturas de alvenaria / pedra argamassada** [M4] Metodologia para recuperação de estruturas de alvenaria [M5] Metodologia para recuperação de paredes de fechamento revestidas com pedras **Serviços de limpeza** [M6] Metodologia para remoção de detritos e vegetação **Sinalização horizontal e vertical** [M7] Metodologia para recuperação / implantação de guarda-corpos em concreto armado revestidos por granito **Adequação da drenagem** [M8] Metodologia para implantação de pingadeiras **Tratamento de proteção superficial do concreto** [M9] Metodologia para recomposição de revestimento de argamassa [M10] Metodologia para tratamento superficial do concreto à base de poliuretano **Recuperação do pavimento flexível** [M11] Metodologia para recuperação do pavimento flexível

Observações:

*Códigos da NBR 9452:2019:

- Tabela A.2 – Tipologia da estrutura;

- Tabela A.5 – Materiais.