



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA
IMPLANTAÇÃO DE NOVO ELEVADO NA INTERSEÇÃO
DO CIC

Volume 6 – Inspeção e Recuperação – Obra de Arte Especial



Contrato N° 771/SMI/2021
AGOSTO/2023

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	1 - 1
2 MAPA DE SITUAÇÃO.....	2 - 1
3 INSPEÇÃO DE OAE – PONTE SOBRE O RIO ITACORUBI.....	3 - 1
3.1Relatório de Inspeção.....	3 - 1
3.1.1Localização da obra.....	3 - 1
3.1.2Características da Obra.....	3 - 1
3.1.2.1Infraestrutura.....	3 - 1
3.1.2.2Mesoestrutura.....	3 - 2
3.1.2.3Aparelhos de apoio.....	3 - 2
3.1.2.4Superestrutura.....	3 - 2
3.1.2.5Encontros.....	3 - 2
3.1.2.6Pavimento e sinalização.....	3 - 2
3.1.2.7Dispositivos de contenção.....	3 - 2
3.1.2.8Juntas de encontro.....	3 - 2
3.1.2.9Drenagem	3 - 2
3.1.2.10Observações gerais	3 - 2
3.1.3Anomalias constatadas.....	3 - 2
3.1.3.1Superestrutura.....	3 - 3
3.1.3.2Mesoestrutura.....	3 - 3
3.1.3.3Infraestrutura.....	3 - 3
3.1.3.4Juntas de encontro.....	3 - 3
3.1.3.5Pavimento e sinalização.....	3 - 3
3.1.3.6Dispositivos de contenção.....	3 - 3
3.1.3.7Drenagem.....	3 - 3
3.1.3.8Conclusão.....	3 - 3
3.1.4Anexo I – Relatório Fotográfico.....	3 - 6
3.2Relatório de Patologia.....	3 - 14
3.2.1Objeto.....	3 - 14
3.2.2Fato gerador.....	3 - 14
3.2.3Considerações gerais.....	3 - 14
3.2.3.1Localização da obra.....	3 - 14
3.2.3.2Características da OAE.....	3 - 15
3.2.3.3Informações complementares.....	3 - 16
3.2.4Inspeção especial.....	3 - 16
3.2.4.1 Equipe técnica de inspeção/data de inspeção.....	3 - 16
3.2.4.2 Metodologia de Inspeção.....	3 - 16
3.2.4.3Anomalias Constatadas.....	3 - 16
3.2.4.3.1Superestrutura.....	3 - 16
3.2.4.3.2Mesoestrutura.....	3 - 16
3.2.4.3.3Infraestrutura.....	3 - 16
3.2.4.3.4Estrutura de Encontro.....	3 - 17
3.2.4.3.5Pavimento e sinalização.....	3 - 17
3.2.4.3.6Dispositivos de contenção.....	3 - 17
3.2.4.3.7Drenagem.....	3 - 17
3.2.4.4Ensaaios.....	3 - 17
3.2.4.4.1Avaliação da profundidade de carbonatação.....	3 - 17
3.2.5Anexo I – Tabela de anomalias.....	3 - 19
3.2.6Anexo II – Tabela de localização das fissuras.....	3 - 22
3.3Relatório de Terapia e Projeto de Reparo.....	3 - 24
3.3.1Introdução.....	3 - 24

3.3.2	Localização da obra.....	3 - 24
3.3.3	Características da OAE.....	3 - 24
3.3.4	Diagnóstico.....	3 - 25
3.3.4.1	Causas prováveis das anomalias.....	3 - 25
3.3.4.1.1	Superestrutura.....	3 - 25
3.3.4.1.2	Mesoestrutura.....	3 - 25
3.3.4.1.3	Infraestrutura.....	3 - 25
3.3.4.1.4	Estrutura de Encontro.....	3 - 25
3.3.4.1.5	Pavimento e sinalização.....	3 - 25
3.3.4.1.6	Juntas de encontro.....	3 - 26
3.3.4.1.7	Barreiras rígidas.....	3 - 26
3.3.4.1.8	Drenagem.....	3 - 26
3.3.4.2	Ensaaios.....	3 - 26
3.3.4.2.1	Avaliação da profundidade de carbonatação.....	3 - 26
3.3.5	Ações reconstituidoras da integridade da obra.....	3 - 26
3.3.6	Conclusão.....	3 - 27
3.3.7	Projeto de reparos.....	3 - 28
3.3.8	Anexo I – Metodologia para serviços iniciais de reparo estrutural.....	3 - 29
3.3.8.1	Área a ser reparada.....	3 - 30
3.3.8.2	Sequência executiva.....	3 - 30
3.3.9	Anexo II – Metodologia para reparos superficiais localizados com argamassa de reparo... 3 - 33	
3.3.9.1	Área a ser reparada.....	3 - 34
3.3.9.2	Sequência executiva.....	3 - 34
3.3.10	Anexo III – Metodologia para implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil.....	3 - 36
3.3.10.1	Área a ser reparada.....	3 - 37
3.3.10.2	Sequência executiva.....	3 - 37
3.3.11	Anexo IV – Metodologia para implantação de sinalização vertical.....	3 - 40
3.3.11.1	Área a ser reparada.....	3 - 41
3.3.11.2	Sequência executiva.....	3 - 41
3.3.12	Anexo V – Metodologia para tratamento de fissura em pavimento asfáltico.....	3 - 42
3.3.12.1	Área a ser reparada.....	3 - 43
3.3.12.2	Sequência executiva.....	3 - 43
3.3.13	Anexo VI – Metodologia para prolongamento de buzinode.....	3 - 45
3.3.13.1	Área a ser reparada.....	3 - 46
3.3.13.2	Sequência executiva.....	3 - 46
3.3.14	Anexo VII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz.....	3 - 48
3.3.14.1	Área a ser reparada.....	3 - 49
3.3.14.2	Sequência executiva.....	3 - 49
3.3.15	Anexo VIII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura base látex acrílico.....	3 - 51
3.3.15.1	Área a ser reparada.....	3 - 52
3.3.15.2	Sequência executiva.....	3 - 52
3.3.16	Anexo IX – Metodologia tratamento de fissuras passivas sem a presença de água e abertura $w > 0,2\text{mm}$	3 - 54
3.3.16.1	Área a ser reparada.....	3 - 55
3.3.16.1.1	Insumos necessários.....	3 - 55
3.3.16.1.2	Preparo da superfície.....	3 - 55
3.3.16.1.3	Preparo para injeção com bicos de perfuração ou de plástico.....	3 - 56
3.3.16.1.4	Preparo para injeção com bicos de adesão.....	3 - 57
3.3.16.1.5	Cuidados durante a injeção.....	3 - 58
3.3.16.1.6	Injeção de resina epóxi em superfícies secas.....	3 - 58
3.3.16.1.7	Serviços finais.....	3 - 59
3.3.16.1.8	Ensaaios para controle de qualidade.....	3 - 59
3.3.17	Anexo X – Metodologia para limpeza de superfície por hidrojateamento.....	3 - 60
3.3.17.1	Área a ser reparada.....	3 - 61
3.3.17.2	Sequência executiva.....	3 - 61

3.4 ANEXOS.....	3 - 62
3.4.1 Planilha de quantidades.....	3 - 63
3.4.2 Ensaio destrutivo – Corpo de prova resistência à compressão	3 - 64

4 INSPEÇÃO DE OAE – PONTE SOBRE O RIO SERTÕES.....4 - 1

4.1 Relatório de Inspeção.....	4 - 1
4.1.1 Localização da obra.....	4 - 1
4.1.2 Características da Obra.....	4 - 1
4.1.2.1 Infraestrutura.....	4 - 1
4.1.2.2 Mesoestrutura.....	4 - 2
4.1.2.3 Aparelhos de apoio.....	4 - 2
4.1.2.4 Superestrutura.....	4 - 2
4.1.2.5 Encontros.....	4 - 2
4.1.2.6 Pavimento e sinalização.....	4 - 2
4.1.2.7 Dispositivos de contenção.....	4 - 2
4.1.2.8 Juntas de encontro.....	4 - 2
4.1.2.9 Drenagem	4 - 2
4.1.2.10 Observações gerais	4 - 2
4.1.3 Anomalias constatadas.....	4 - 2
4.1.3.1 Superestrutura.....	4 - 3
4.1.3.2 Mesoestrutura.....	4 - 3
4.1.3.3 Infraestrutura.....	4 - 3
4.1.3.4 Juntas de encontro.....	4 - 3
4.1.3.5 Pavimento e sinalização.....	4 - 3
4.1.3.6 Dispositivos de contenção.....	4 - 3
4.1.3.7 Drenagem.....	4 - 3
4.1.3.8 Conclusão.....	4 - 3
4.1.4 Anexo I – Relatório Fotográfico.....	4 - 6
4.2 Relatório de Patologia.....	4 - 13
4.2.1 Objeto.....	4 - 13
4.2.2 Considerações gerais.....	4 - 13
4.2.2.1 Localização da obra.....	4 - 13
4.2.2.2 Características da OAE.....	4 - 13
4.2.2.3 Informações complementares.....	4 - 14
4.2.3 Inspeção especial.....	4 - 14
4.2.3.1 Equipe técnica de inspeção/data de inspeção.....	4 - 14
4.2.3.2 Metodologia de Inspeção.....	4 - 14
4.2.3.3 Anomalias Constatadas.....	4 - 14
4.2.3.3.1 Superestrutura.....	4 - 14
4.2.3.3.2 Mesoestrutura.....	4 - 15
4.2.3.3.3 Infraestrutura.....	4 - 15
4.2.3.3.4 Estrutura de Encontro.....	4 - 15
4.2.3.3.5 Pavimento e sinalização.....	4 - 15
4.2.3.3.6 Dispositivos de contenção.....	4 - 15
4.2.3.3.7 Drenagem.....	4 - 15
4.2.3.4 Ensaios.....	4 - 15
4.2.3.4.1 Avaliação da profundidade de carbonatação.....	4 - 15
4.2.4 Anexo I – Tabela de anomalias.....	4 - 17
4.2.5 Anexo II – Tabela de localização das fissuras.....	4 - 20
4.3 Relatório de Terapia e Projetos de Reparo.....	4 - 22
4.3.1 Introdução.....	4 - 22
4.3.2 Localização da obra.....	4 - 22
4.3.3 Características da OAE.....	4 - 22
4.3.4 Diagnóstico.....	4 - 23
4.3.4.1 Causas prováveis das anomalias.....	4 - 23
4.3.4.1.1 Superestrutura.....	4 - 23
4.3.4.1.2 Mesoestrutura.....	4 - 23

4.3.4.1.3	Infraestrutura.....	4 - 23
4.3.4.1.4	Estrutura de Encontro.....	4 - 23
4.3.4.1.5	Pavimento e sinalização.....	4 - 23
4.3.4.1.6	Juntas de encontro.....	4 - 24
4.3.4.1.7	Barreiras rígidas.....	4 - 24
4.3.4.1.8	Drenagem.....	4 - 24
4.3.4.2	Ensaaios.....	4 - 24
4.3.4.2.1	Avaliação da profundidade de carbonatação.....	4 - 24
4.3.5	Ações reconstituidoras da integridade da obra.....	4 - 24
4.3.6	Conclusão.....	4 - 25
4.3.7	Projeto de reparos.....	4 - 26
4.3.8	Anexo I – Metodologia para serviços iniciais de reparo estrutural.....	4 - 27
4.3.8.1	Área a ser reparada.....	4 - 28
4.3.8.2	Sequência executiva.....	4 - 28
4.3.9	Anexo II – Metodologia para reparos superficiais localizados com argamassa de reparo... 4 - 31	
4.3.9.1	Área a ser reparada.....	4 - 32
4.3.9.2	Sequência executiva.....	4 - 32
4.3.10	Anexo III – Metodologia para implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil.....	4 - 35
4.3.10.1	Área a ser reparada.....	4 - 36
4.3.10.2	Sequência executiva.....	4 - 36
4.3.11	Anexo IV – Metodologia para implantação de sinalização vertical.....	4 - 39
4.3.11.1	Área a ser reparada.....	4 - 40
4.3.11.2	Sequência executiva.....	4 - 40
4.3.12	Anexo V – Metodologia para tratamento de fissura em pavimento asfáltico.....	4 - 41
4.3.12.1	Área a ser reparada.....	4 - 42
4.3.12.2	Sequência executiva.....	4 - 42
4.3.13	Anexo VI – Metodologia para prolongamento de buzinode.....	4 - 44
4.3.13.1	Área a ser reparada.....	4 - 45
4.3.13.2	Sequência executiva.....	4 - 45
4.3.14	Anexo VII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz.....	4 - 47
4.3.14.1	Área a ser reparada.....	4 - 48
4.3.14.2	Sequência executiva.....	4 - 48
4.3.15	Anexo VIII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura base látex acrílico.....	4 - 50
4.3.15.1	Área a ser reparada.....	4 - 51
4.3.15.2	Sequência executiva.....	4 - 51
4.3.16	Anexo IX – Metodologia tratamento de fissuras passivas sem a presença de água e abertura $w > 0,2\text{mm}$	4 - 53
4.3.16.1	Área a ser reparada.....	4 - 54
4.3.16.1.1	Insumos necessários.....	4 - 54
4.3.16.1.2	Preparo da superfície.....	4 - 54
4.3.16.1.3	Preparo para injeção com bicos de perfuração ou de plástico.....	4 - 55
4.3.16.1.4	Preparo para injeção com bicos de adesão.....	4 - 56
4.3.16.1.5	Cuidados durante a injeção.....	4 - 57
4.3.16.1.6	Injeção de resina epóxi em superfícies secas.....	4 - 57
4.3.16.1.7	Serviços finais.....	4 - 58
4.3.16.1.8	Ensaaios para controle de qualidade.....	4 - 58
4.3.17	Anexo X – Metodologia para limpeza de superfície por hidrojateamento.....	4 - 59
4.3.17.1	Área a ser reparada.....	4 - 60
4.3.17.2	Sequência executiva.....	4 - 60
4.4	Anexos.....	4 - 61
4.4.1	Planilha de quantidades.....	4 - 62
4.4.2	Ensaio destrutivo – Corpo de prova resistência à compressão.....	4 - 63

5 PROJETO DE RECUPERAÇÃO PONTE SOBRE O RIO ITACORUBI.....5 - 1

5.1	Memorial descritivo – Obra Existente.....	5 - 1
5.2	Procedimento para Recuperação dos elementos de concreto.....	5 - 1
5.2.1	Recuperação - Logarinas.....	5 - 2
5.2.2	Recuperação - Travessas.....	5 - 2
5.2.3	Procedimento para Recuperação das Armaduras Exposta da Meso e Superestrutura.....	5 - 3
5.3	Materiais.....	5 - 7
5.4	Coeficientes de Segurança.....	5 - 8
5.5	Ações.....	5 - 8
5.6	Solicitações.....	5 - 8
5.7	Bibliografia.....	5 - 8
5.8	Software utilizado.....	5 - 8
5.9	Critérios de Cálculo.....	5 - 8
5.10	Critério de análise	5 - 9
5.11	Modelo de análise e Carregamentos.....	5 - 9
5.12	Carregamentos.....	5 - 11
5.13	Diagramas.....	5 - 12
5.14	Reações da Superestrutura.....	5 - 12
6	PROJETO DE RECUPERAÇÃO PONTE SOBRE O RIO SERTÕES.....	6 - 1
6.1	Memorial descritivo – Obra Existente.....	6 - 1
6.2	Procedimento para Recuperação dos elementos de concreto.....	6 - 1
6.2.1	Recuperação - Logarinas.....	6 - 2
6.2.2	Recuperação - Travessas.....	6 - 2
6.2.3	Procedimento para Recuperação das Armaduras Exposta da Meso e Superestrutura.....	6 - 3
6.3	Materiais.....	6 - 7
6.4	Coeficientes de Segurança.....	6 - 8
6.5	Ações.....	6 - 8
6.6	Solicitações.....	6 - 8
6.7	Bibliografia.....	6 - 8
6.8	Software utilizado.....	6 - 8
6.9	Critérios de Cálculo.....	6 - 8
6.10	Critério de análise	6 - 9
6.11	Modelo de análise e Carregamentos.....	6 - 9
6.12	Carregamentos.....	6 - 11
6.13	Diagramas.....	6 - 12
6.14	Reações da Superestrutura.....	6 - 13
7	PRANCHAS.....	7 - 1

1 APRESENTAÇÃO

O Contrato Nº 771SMI/2021 assinado em 05/10/2021, entre o Município de Florianópolis, representado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura, e a Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda, tem como objeto a Contratação de empresa de consultoria para execução de serviços técnicos especializados de apoio e assessoramento técnico à PMF na elaboração de estudos e projetos e na supervisão de obras conforme Edital de Pregão Presencial nº 242/SMA/DSLCL/2021 e seus anexos.

Esse documento refere-se ao **Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de novo Elevado na Interseção do CIC (134-21)**.

Os principais elementos de adjudicação são:

- Edital Nº 242/SMA/DSLCL/2021
- Proposta: PR 080-21 de 05/07/2021
- Contrato: Nº 771/SMI/2021 de 05/10/2021
- Ordem de Serviço: 07/10/2021

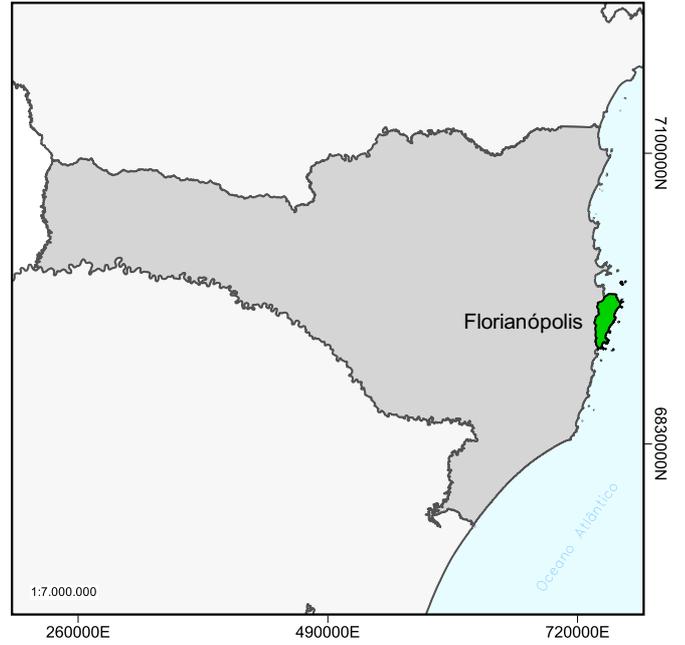
O Projeto Executivo é apresentado nos seguintes volumes:

- Volume 1: Relatório do Projeto, em formato A4;
- Volume 2: Relatório do Projeto - OAE, em formato A4;
- Volume 3: Projeto de Execução, em formato A3;
- Volume 4: Projeto de Execução - OAE, em formato A3;
- Volume 5: Orçamento, em formato A4;
- Volume 6: Inspeção e Recuperação - OA, em formato A4.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

ESTADO DE SANTA CATARINA



			 PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA		Implantação de novo Elevado na Interseção do CIC
			DISCIPLINA: PROJETO GEOMÉTRICO		
			ASSUNTO: MAPA DE SITUAÇÃO		
Edital nº: 242/SMA/DSLC/2021	Proposta: PR 080-21 de 05/07/2021	Datum: SIRGAS 2000 UTM Zona 22S. Fonte de Dados: Open Street Map - IBGE.	 PROSUL		FOLHA: MS-01
Contrato nº: 771/SMI/2021 de 05/10/2021	Ordem de Serviço: 07/10/2021		PROJETO DE ENGENHARIA	OBRA: 134-21	

3 INSPEÇÃO DE OAE – PONTE SOBRE O RIO ITACORUBI

3.1 Relatório de Inspeção

Inspeção especial da OAE sobre o Rio Itacorubi, localizado no sentido Norte da Avenida da Saudade, no município de Florianópolis-SC.

A inspeção mencionada se resume no cadastro das anomalias existentes (Relatório de Patologia), visando fornecer as condições gerais e subsídios para a definição dos trabalhos de restauração necessários para fornecer condições normais de capacidade portantes, durabilidade e funcionalidade da OAE.

3.1.1 Localização da obra

Nome da obra	Ponte sobre o Rio Itacorubi
Rodovia	Av. da Saudade
Trecho	Florianópolis/SC
km	-
Município/Estado	Florianópolis/SC
Classe Ambiental	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)

3.1.2 Características da Obra

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 75,0m, composta por tabuleiro contínuo com quatro vãos centrais, sendo dois com 16,0m e dois com 18,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural seção caixão e transversinas. O sistema portante é formado uma seção caixão com 19 células e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,15m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por cinco linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição. A laje de transição é desacoplada do restante da OAE.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

3.1.2.1 Infraestrutura

A infraestrutura da obra é composta por blocos de fundação sobre estacas.

3.1.2.2 Mesoestrutura

A mesoestrutura é constituída por cinco linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

3.1.2.3 Aparelhos de apoio

A superestrutura de concreto armado possui ligação monolítica com a meso e infraestrutura

3.1.2.4 Superestrutura

A OAE existente apresenta extensão de 75,0m, composta por tabuleiro contínuo com quatro vãos centrais, sendo dois com 16,0m e dois com 18,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural seção caixão e transversinas. O sistema portante é formado uma seção caixão com 19 células e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Nos extremos da obra tem-se as transversinas de entrada.

3.1.2.5 Encontros

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a rodovia e no presente caso é composto por terraplenos e muros de contenção.

3.1.2.6 Pavimento e sinalização

O pavimento na pista de rodagem sobre a ponte e nos encontros é do tipo flexível.

A sinalização horizontal é composta de faixas; a sinalização vertical é inexistente.

3.1.2.7 Dispositivos de contenção

Não existem.

3.1.2.8 Juntas de encontro

Inexistência dos dispositivos de juntas de encontros. As transições entre a OAE e o terrapleno se encontram encobertas por pavimento flexível.

3.1.2.9 Drenagem

A drenagem da pista é realizada por meio de buzinetes de PVC com diâmetro de 3" dispostos nas laterais da pista de rolamento. Todos os buzinetes se encontram obstruídos, curtos e ineficientes

Não foi observada a existência de pingadeiras nas lajes em balanço;

Não foi observado sistema de drenagem nos taludes.

3.1.2.10 Observações gerais

Não observou-se a presença de placa de identificação da OAE, indicando nome e extensão. Não observou-se a existência de placa indicativa da classe da OAE.

3.1.3 Anomalias constatadas

Objetivando a detecção, caracterização e registro de anomalias na estrutura e complementos da OAE e de acordo com as especificações técnicas da ABNT NBR 9152,

procedeu-se a inspeção técnica visual, constatando-se:

3.1.3.1 Superestrutura

- Acúmulo de umidade nas faces laterais da seção caixão;
- Fissuras transversais nas lajes do tabuleiro em balanço, com acúmulo de umidade e eflorescência;
- Fissura transversal com eflorescência na face inferior do tabuleiro de concreto;
- Armadura exposta e corroída na face inferior da laje em balanço;
- Acúmulo de umidade e colmatação junto ao buzinode;
- Fissuras transversais nos encontros da OAE;

3.1.3.2 Mesoestrutura

- Manchas de umidade nos pilares (envelopamento) de concreto armado;
- Fissuras verticais nos envelopamentos de concreto;
- Armadura exposta e corroída em elementos principais;
- Concreto disgregado e segregado nos pilares (envelopamentos);

3.1.3.3 Infraestrutura

- Segregação do concreto nos blocos de apoio dos pilares centrais;
- Armadura exposta e corroída;

3.1.3.4 Juntas de encontro

- As juntas de encontro se encontram encobertas por pavimento do CBUQ, com fissuras transversais;

3.1.3.5 Pavimento e sinalização

- Pavimento das pistas de rodagem encontra-se com pontos de deterioração;
- Sinalizações horizontais e verticais da obra apresentam-se desgastadas;

3.1.3.6 Dispositivos de contenção

- Dispositivos de contenção em desacordo com os padrões da ABNT;

3.1.3.7 Drenagem

- Os buzinotes da laje em balanço, encontram-se curtos e ao seu entorno apresenta manchas de umidade e eflorescência;
- Os buzinotes do pavimento encontram-se obstruídos e ineficientes;
- Sistema de pingadeiras inexistente, manchas de umidade na lateral da laje em balanço.

3.1.3.8 Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os elementos portantes principais apresentam fissuras verticais e armadura exposta corroída. A laje do tabuleiro está encoberta por diversas

camadas de CBUQ. As lajes do tabuleiro em balanço apresentam fissuras transversais com acúmulo de umidade e eflorescência.

Quanto ao aspecto funcional, a OAE apresenta dispositivos de contenção obsoletos, o que caracteriza o risco de acidentes. Tem-se pavimento degradado e juntas de dilatação nos encontros encobertas por pavimento flexível, gerando fissuras transversais e disgregação do concreto nestas regiões.

Sob o aspecto de durabilidade, a obra apresenta concreto disgregado com armadura exposta, fissuras transversais e verticais, manchas de umidade, inexistência das juntas de encontro e inexistência de sistema de pingadeiras.

A profundidade de carbonatação está dentro dos limites seguros para estruturas de concreto armado < cobertura. Com isso o concreto não representa um ambiente danoso para as armaduras.

Apresentamos abaixo a avaliação/classificação da Obra de Arte Especial baseada no levantamento realizado na Inspeção Rotineira com comentários a respeito dos critérios adotados tendo como base as normas DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2016:

Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:

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

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

Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:

Parâmetro	ELEMENTOS						Nota final
	Superes- trutura	Meso- strutura	Infra- strutura	Elementos complementares		Pista	
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	3	3	3	3	3	3
Funcional	3	-	-	3	3	3	3
Durabilidade	3	2	2	2	3	2	2

Estrutural: 3

- Fissuras verticais em elementos principais;
- Fissuras e disgregação de concreto em regiões de alta compressão;
- Armaduras expostas e corroídas;
- Sobrecarga elevada de material CBUQ (sobreposição de camadas);
- Manchas de umidade com corrosão das armaduras.

Funcional: 3

- Dispositivos de contenção obsoletos;
- Pavimento degradado com fissuras transversais;
- Juntas encobertas por pavimento flexível.

Durabilidade: 2

- Junta de encontro inexistente;
- Concreto disgregado com armadura exposta;
- Manchas de umidade na super e mesoestrutura, elementos principais;
- Fissuras transversais com umidade e eflorescência;
- Drenagem inexistente e ausência de sistema de pingadeiras.

3.1.4 Anexo I – Relatório Fotográfico



Foto 001 - OAE – Ponte sobre o rio Itacorubi.



Foto 002 - Superestrutura – Tabuleiro Estruturação dos vãos.

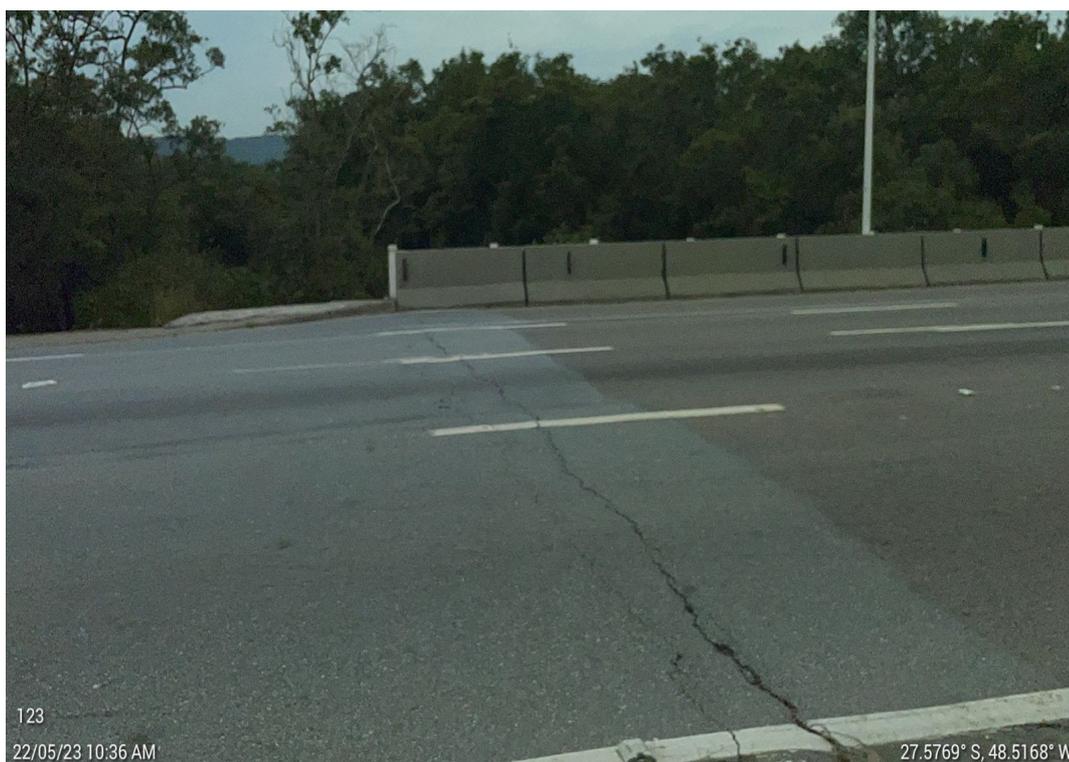


Foto 003 - Superestrutura – Tabuleiro Pavimento com junta de encontro encoberta por CBUQ e fissurada.



Foto 004 - Superestrutura – Tabuleiro Passeio com manchas de umidade e irregularidades acentuadas.



Foto 005 - Superestrutura – Tabuleiro Buzinotes com infiltração e acúmulo de umidade.

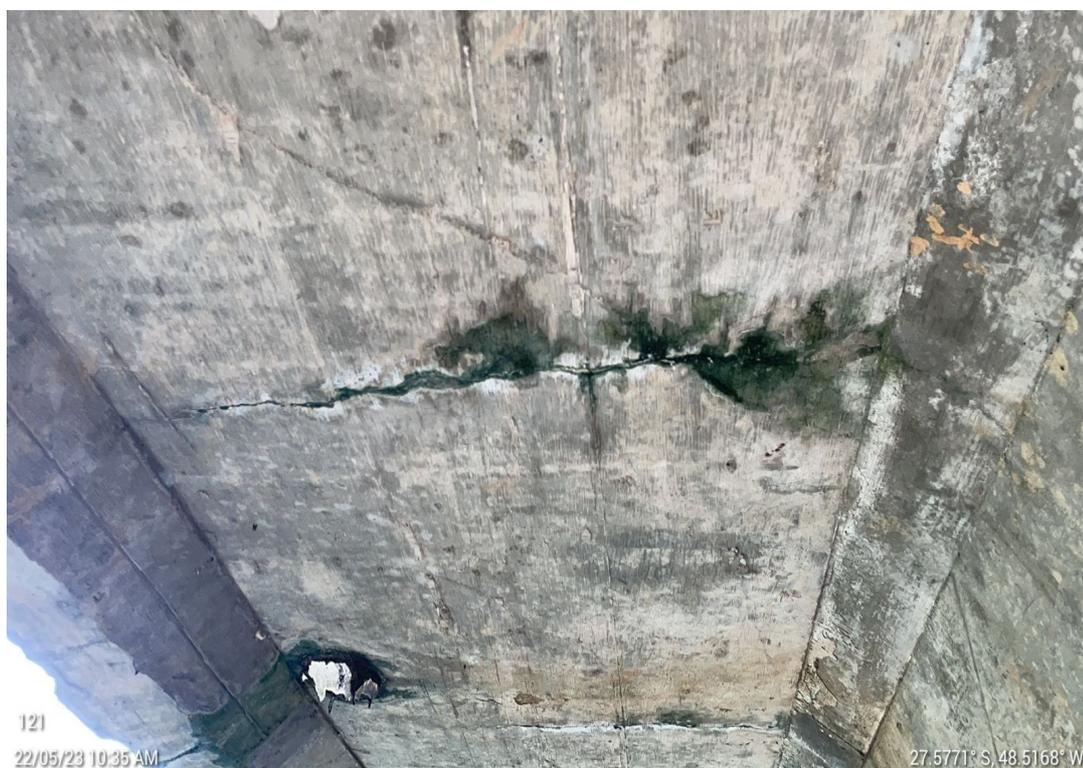


Foto 006 - Superestrutura – Tabuleiro Lajes em balanço com fissuras com acúmulo de umidade.



Foto 007 - Superestrutura – Tabuleiro Manchas de umidade, inexistência de pingadeiras e eflorescência.



Foto 008 - Superestrutura – Tabuleiro Manchas de umidade, inexistência de pingadeiras e eflorescência.



Foto 009 - Superestrutura – Mesoestrutura Envolvimento das estacas com concreto disgregado e armadura exposta e corroída.



Foto 010 - Superestrutura – Mesoestrutura Envolvimento das estacas com concreto disgregado e armadura exposta e corroída.



Foto 011 - Extração do Corpo de Prova - CP01.



Foto 012 - Extração do Corpo de Prova - CP02

3.2 Relatório de Patologia

3.2.1 Objeto

O objeto de nossos serviços consistiu na realização da Inspeção Especial da Ponte sobre Rio Itacorubi situada na Avenida da Saudade – sentido Norte no município de Florianópolis, estado de Santa Catarina.

A inspeção mencionada se resume no cadastro das anomalias existentes (Volume I – Patologia) e definição dos trabalhos de restauração necessários (Volume II – Terapia e Projeto de Reparos) para fornecer condições normais de capacidade portante, durabilidade e funcionalidade à OAE.

3.2.2 Fato gerador

Foi à solicitação da Secretaria de Infraestrutura de Florianópolis, no que tange a elaboração de estudos de engenharia para readequação estrutural de capacidade portante, restauração, melhoria da segurança e eliminação de pontos críticos.

3.2.3 Considerações gerais

3.2.3.1 Localização da obra

Nome da obra -	Ponte sobre Rio Itacorubi
Rodovia -	Avenida da Saudade
km -	
Sentido -	Norte
Trecho -	Florianópolis
Município/Estado -	Florianópolis/SC
Classe Ambiental -	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)



Fig.1 - Fig. 3.1: Vista aérea da OAE – Fonte: Google

3.2.3.2 Características da OAE

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 75,0m, composta por tabuleiro contínuo com quatro vãos centrais, sendo dois com 16,0m e dois com 18,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural seção caixão e transversinas. O sistema portante é formado uma seção caixão com 19 células e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,15m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por cinco linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição. A laje de transição é desacoplada do restante da OAE.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando

sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

3.2.3.3 Informações complementares

Não foram obtidos os projetos originais da OAE.

3.2.4 Inspeção especial

3.2.4.1 Equipe técnica de inspeção/data de inspeção

A inspeção foi realizada no dia 22/05/2022 e esteve a cargo da seguinte equipe técnica:

- Yazan Issa – Engenheiro Civil Sênior.
- Rafael Buss – Engenheiro Civil.

3.2.4.2 Metodologia de Inspeção

A inspeção realizada foi visual para o cadastramento das anomalias no trecho da superestrutura e mesoestrutura. As dimensões necessárias para elaboração do desenho de cadastro geométrico foram tiradas com trena de fita e trena eletrônica de precisão.

3.2.4.3 Anomalias Constatadas

Objetivando a detecção, caracterização e registro de anomalias na estrutura e complementos da OAE e de acordo com as normas DNIT 010/2004-PRO e ABNT NBR 9452:2019, procedeu-se a inspeção técnica visual, constatando-se:

3.2.4.3.1 Superestrutura

- Acúmulo de umidade nas faces laterais da seção caixão (fotos 003 a 008).
- Fissuras transversais nas lajes do tabuleiro em balanço, com acúmulo de umidade e eflorescência (fotos 005 a 006).
- Fissuras transversais nos encontros da OAE (fotos 001 a 002).
- Armadura exposta e corroída na face inferior da laje em balanço (foto 006).
- Concreto segregado com armadura exposta e corroída na borda da laje (fotos 005 a 006).
- Acúmulo de umidade e colmatação junto aos buzinotes (foto 003,005,007 e 008).

3.2.4.3.2 Mesoestrutura

- Manchas de umidade nos pilares (envelopamento) de concreto armado (foto 035).
- Fissuras verticais nos envelopamentos de concreto (foto 035).
- Armadura exposta e corroída em elementos principais (fotos 035 a 035).
- Concreto disgregado e segregado nos pilares (fotos 020 a 025).

3.2.4.3.3 Infraestrutura

- Segregação do concreto nos blocos de apoio dos pilares centrais (fotos 009 e 010).

- Armadura exposta e corroída (fotos 009 e 010).

3.2.4.3.4 Estrutura de Encontro

- Juntas de encontro encobertas por pavimento CBUQ, com fissuras transversais (fotos 001 e 002).

3.2.4.3.5 Pavimento e sinalização

- Pavimento das pistas de rodagem encontra-se em com pontos de deterioração (foto 001).
- Sinalização horizontal e vertical da obra apresenta-se desgastadas (foto 001).

3.2.4.3.6 Dispositivos de contenção

- Dispositivo de contenção em desacordo com os padrões de segurança viária da ABNT (foto 004).

3.2.4.3.7 Drenagem

- Os buzínates da laje em balanço encontram-se curtos e o se entorno apresentam manchas de umidade e eflorescência (foto 003).
- Buzínates obstruídos e ineficientes (fotos 003).
- Sistema de pingadeiras inexistentes, manchas de umidade na lateral na laje em balanço (foto 003).

3.2.4.4 Ensaios

3.2.4.4.1 Avaliação da profundidade de carbonatação

Visando a determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo dos tempos, realizou-se o ensaio nos pontos de extração dos corpos de prova.

A espessura da camada de concreto carbonatado encontrada nos pontos de ensaios foi medida borrifando-se a solução de fenolftaleína sobre o concreto seco fraturado no instante da determinação. Este indicador químico é incolor em pH inferior a 8,3; para valores de pH superiores a 9,5 torna-se vermelho-carmim; para valores de pH entre 8,3 e 9,5 apresenta uma coloração variável de rosa a vermelho-carmim.

O objetivo principal deste ensaio foi o de obter informação se a carbonatação chegou ou não até a armadura nas áreas sem corrosão do aço.

O laudo técnico com os pontos para verificação da profundidade de carbonatação estão apresentados no anexo e os resultados da profundidade de carbonatação estão na tabela a seguir:

Ponto	Local	Espessura carbonatada (mm)
BBLT 03	Travessa Encontro 1	20*
BBLT 04	Travessa Encontro 2	25*

****Não constatada armadura até a profundidade ensaiada.***

3.2.5 Anexo I – Tabela de anomalias

Superestrutura

Anomalia: Concreto disgregado com armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje central				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	4,00	3,00	12,00	3	1,50	1,50	2,25	5	1,50	0,20	0,30
2	2,00	0,20	0,40	4	1,50	1,50	2,25	-	-	-	-

Anomalia: Buzinote curto

Face Inferior				-				-			
Quantidade				Quantidade				Quantidade			
10				-				-			

Anomalia: Concreto segregado com armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje central				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,40	0,10	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje Balanço				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,20	0,10	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Laje Balanço				Laje Balanço				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15	1	0,80	0,80	0,64	-	-	-	-

Mesoestrutura

Anomalia: Concreto disgregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,40	0,30	0,12

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	3,0	0,30	0,90

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto segregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,00	0,50	0,50

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,0	0,30	0,60

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	5,0	0,5	2,50

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	15,0	0,5	7,5

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,80	0,80	0,64

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Infraestrutura

Anomalia: Concreto disgregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	6,0	0,20	1,20

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,50	0,30	0,75

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto segregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,00	0,50	0,50

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,50	0,30	0,45

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	3,0	0,5	1,50

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,0	0,5	1,0

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,80	0,80	0,64

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

3.2.6 Anexo II – Tabela de localização das fissuras

FISSURA	TABULEIRO / VÃO	ELEMENTO ESTRUTURAL	COMPRIMENTO DA FISSURA (m)	ABERTURA MÁXIMA (mm) / TIPO	LOCALIZAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL
F.01	-	Laje em Balanço	0,50	0,7	Laje em balanço
F.02	-	Travessa	0,80	0,7	Travessa apoio central
F.03	-	Pavimento flexível CBUQ	15,0	>1,5	Encontros

3.3 Relatório de Terapia e Projeto de Reparo

3.3.1 Introdução

Este relatório integra o conjunto de elementos associados à Inspeção Especial da Ponte sobre Rio Itacorubi situada na Avenida da Saudade – sentido Norte, no município de Florianópolis, estado de Santa Catarina.

São objetos do presente Volume II - Terapia e Projeto de Reparos, a apresentação do diagnóstico e as intervenções de recuperação a serem executadas para se eliminar/corrigir as anomalias encontradas, bem como as respectivas metodologias para a recuperação da OAE.

3.3.2 Localização da obra

Nome da obra -	Ponte sobre Rio Itacorubi
Rodovia -	Avenida da Saudade
km -	
Sentido -	Norte
Trecho -	Florianópolis
Município/Estado -	Florianópolis/SC
Classe Ambiental -	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)

3.3.3 Características da OAE

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 75,0m, composta por tabuleiro contínuo com quatro vãos centrais, sendo dois com 16,0m e dois com 18,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural seção caixão e transversinas. O sistema portante é formado uma seção caixão com 19 células e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,15m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por cinco linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição. A laje de transição é desacoplada do restante da OAE.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e

veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

3.3.4 Diagnóstico

3.3.4.1 Causas prováveis das anomalias

3.3.4.1.1 Superestrutura

- O concreto disgregado com armadura exposta e corroída na laje, face inferior e em ponto localizado na borda da laje, face Norte tem como origem a corrosão das armaduras devido à baixa espessura da camada de cobrimento decorrente da não utilização de espaçadores.
- A armadura exposta e corroída em ponto localizado da borda da laje, face Sul é decorrente da inexistência da camada do cobrimento devido a não utilização de espaçadores quando da execução da obra.
- O concreto disgregado, na borda da laje, face Norte é decorrente da corrosão das armaduras.
- O concreto segregado com armadura exposta e corroída na borda da laje, face Sul tem como origem falhas no processo de lançamento e/ou adensamento do concreto durante sua execução.
- A mancha de escoamento de água na laje, face inferior, adjacente aos buzinotes de drenagem é decorrente do deságue de águas pluviais pelo buzinote de drenagem sem tubo prolongador.

3.3.4.1.2 Mesoestrutura

- O concreto disgregado em pontos localizados é decorrente de impactos, ocasionados provavelmente durante a desforma das peças ou concretagem do complemento superior da parede que está adjacente.
- O concreto segregado em pontos localizados da parede tem como origem falhas no processo de lançamento e/ou adensamento do concreto durante sua execução.
- O concreto desagregado em ponto localizado da parede é decorrente da lixiviação, ou seja, perda de material miúdo (areia e aglomerante) devido ao constante escoamento de águas pluviais nestes pontos associados a existência de concreto com alta porosidade.

3.3.4.1.3 Infraestrutura

- Os elementos da infraestrutura apresentam-se aterrados não sendo possível a inspeção destes, pois para tanto seria necessária a execução da escavação junto à fundação, o que devido à ausência de anomalias, mostrou-se desnecessário.

3.3.4.1.4 Estrutura de Encontro

- O concreto desagregado é decorrente da lixiviação, ou seja, perda de material miúdo (areia e aglomerante) devido ao constante escoamento de águas pluviais nestes pontos associados a existência de concreto com alta porosidade.

3.3.4.1.5 Pavimento e sinalização

- A fissura de abertura máxima >1,0mm no pavimento asfáltico PF, face superior é decorrente da degradação da capa asfáltica pela ação do tráfego e intempéries.

- A ausência de elementos retrorrefletivos junto as barreiras rígidas BR1 e BR2 é decorrente de falhas no projeto de sinalização da OAE.

3.3.4.1.6 Juntas de encontro

- As juntas de encontro encobertas pelo pavimento asfáltico, com fissuras no alinhamento nos encontros ENC1 e ENC2 são decorrentes de movimentações diferenciais entre o pavimento sobre a OAE e o pavimento dos encontros (terrapleno) diante das solicitações impostas pelo tráfego. Salienta-se que tais fissuras permitem a infiltração de água na estrutura.

3.3.4.1.7 Barreiras rígidas

- O concreto disgregado em pontos localizados da barreira rígida BR1, face Sul e BR2, face Norte é decorrente de impactos ocasionados durante a fixação das defensas metálicas.

3.3.4.1.8 Drenagem

- A ausência de tubos prolongadores nos buzinotes de drenagem da pista caracteriza falhas de projeto ao não especificar a colocação de tubos prolongadores ou falhas executivas ao não ser realizado conforme detalhamento do projeto.

3.3.4.2 Ensaios

3.3.4.2.1 Avaliação da profundidade de carbonatação

Com base nos valores obtidos, podemos prever que as estruturas em que o concreto se encontra íntegro, sem fissuras, sem ninhos de pedra, com baixa porosidade superficial e com cobrimento de armaduras não apresenta um ambiente patogênico para as armaduras de concreto.

Os ensaios realizados nos pontos 1 e 2 apresentaram espessura de carbonatação menor que a espessura de cobrimento. Considerando o cobrimento mínimo das armaduras de 30,0mm conforme tabela 7.2 da norma ABNT NBR 6118:2014 podemos prever que as barras de aço se encontram devidamente protegidas.

Tendo em vista as duas situações acima descritas e as profundidades de carbonatação medidas verificamos que o concreto de cobrimento das armaduras apresenta-se carbonatado em espessuras menores que o cobrimento, portanto, deixa o aço protegido e garante um ambiente passivo, que reduz o risco de corrosão das armaduras.

Com o objetivo de melhorar e garantir uma vida útil mais adequada a OAE, entendemos que se faz necessária a aplicação de uma camada protetora impermeável no concreto para inibir a continuidade do processo de carbonatação e consequente corrosão das armaduras.

3.3.5 Ações reconstituidoras da integridade da obra

As ações reparadoras estão associadas à reconstituição dos elementos estruturais, mediante ações localizadas, com objetivo de restabelecer as características originais da obra em questão, são:

- Serviços iniciais de preparo estrutural;
- Reparos superficiais com argamassa de reparo;
- Tratamento de fissuras;

- Implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil;
- Implantação de sinalização vertical;
- Recuperação de armaduras corroídas
- Tratamento de fissura em pavimento asfáltico;
- Prolongamento de buzinode;
- Tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz.
- Tratamento superficial do concreto – pintura látex acrílico.

3.3.6 Conclusão

Tendo em vista o exposto, concluímos que:

Do ponto de vista estrutural, a OAE apresenta em diversos pontos da laje concreto disgregado com exposição e corrosão das armaduras principais que pode vir a gerar alguma deficiência estrutural, todavia, sem sinais de comprometimento da estabilidade da obra, devendo ser tratado conforme metodologias apresentadas em anexo.

As demais anomalias constatadas estão associadas à deficiência do método executivo utilizado para a obra, particularmente quanto aos pontos de concreto segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado devendo ser tratadas conforme programa de intervenção previsto para a obra.

No que se refere aos parâmetros funcional e durabilidade, recomenda-se a execução de reparos no concreto em regiões de deterioração, tratamento das fissuras e juntas de concretagem, recuperação da parede em pedra argamassada, tratamento das juntas de encontro, tratamento da fissura no pavimento asfáltico, reposicionamento dos marcadores de perigo nas aproximações, bem como implantação de tubo prolongador nos buzínates de drenagem da pista.

Com objetivo de reduzir o avanço da carbonatação recomendamos o tratamento superficial do concreto na laje e pilares visando a proteção e estabilização da penetração da carbonatação.

Apresentamos a seguir a avaliação/ 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 as normas DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2019.

Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:

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

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

Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:

Parâmetro	ELEMENTOS						Nota final
	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista	
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	3	3	3	3	3	
Funcional	3	-	-	5	3	3	
Durabilidade	3	2	2	2	3	2	

Estrutural: 3

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

Funcional: 3

A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.

Durabilidade: 2

A OAE apresenta moderadas a muitas anomalias que comprometem sua vida útil, em região de forte agressividade ambiental.

3.3.7 Projeto de reparos

Toda a metodologia e logística de execução deve ser concebida tendo em conta a minimização das interferências com o trânsito local e deverá atender 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 e necessários à recuperação das anomalias desta obra, deverá ser feita observando os anexos apresentados neste relatório.

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

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

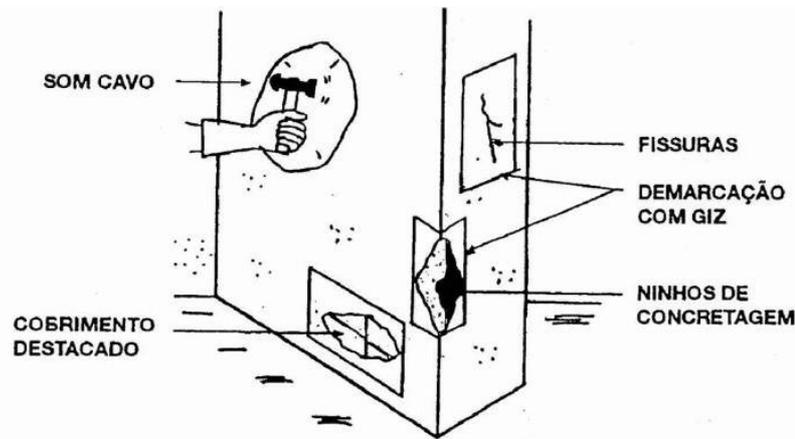
3.3.8 Anexo I – Metodologia para serviços iniciais de reparo estrutural

3.3.8.1 Área a ser reparada

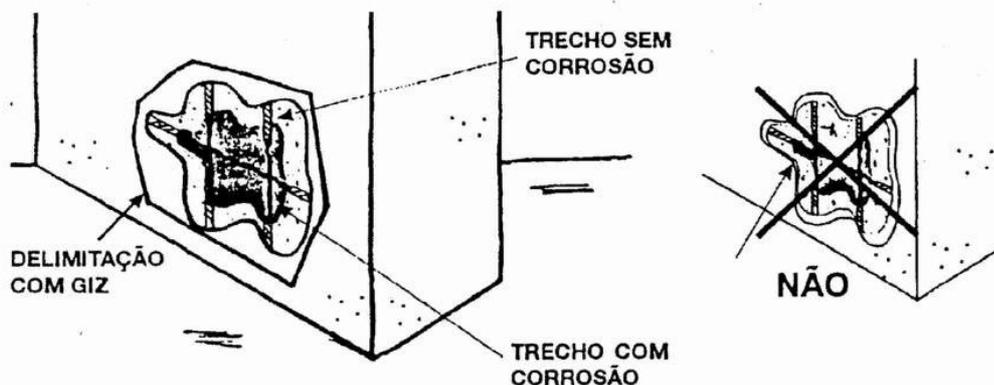
As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I do Volume I – Patologia. Trata-se das áreas com concreto disgregado/ segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado.

3.3.8.2 Sequência executiva

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



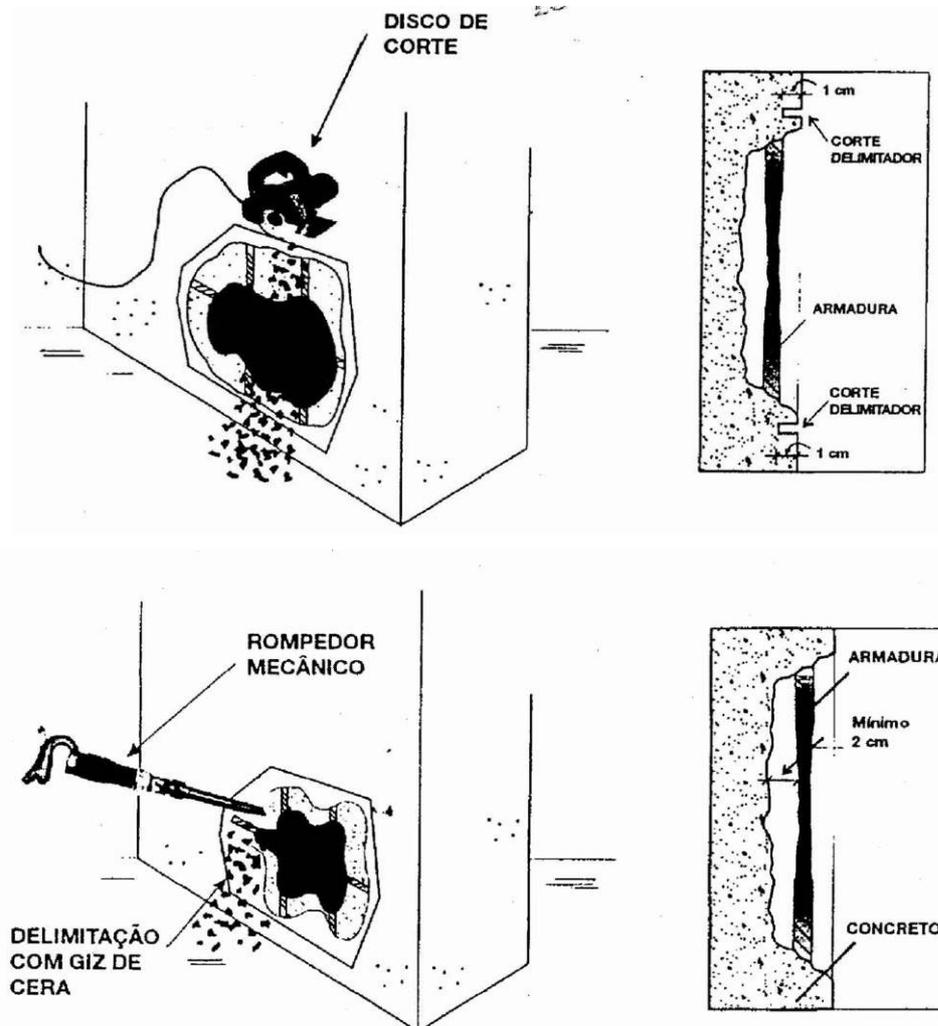
- Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;



- 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 martelinhos elétricos), até a permanência apenas de concreto sã 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).
- 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.

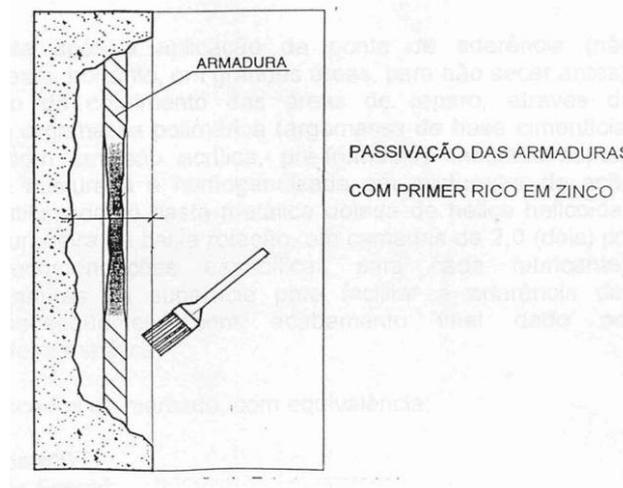
Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.

- 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.



- Limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).
- Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2007.
- Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

- Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- 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 ADESIVO EP ZN de fabricação da BAUTECH
 - VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL



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

3.3.9 Anexo II – Metodologia para reparos superficiais localizados com argamassa de reparo

3.3.9.1 Área a ser reparada

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I do Volume I – Patologia. Trata-se das áreas com concreto disgregado/ segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado.

3.3.9.2 Sequência executiva

- Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
- Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada 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
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE
- KZ Acrílico de fabricação da VIAPOL

Para reparos com pequenas dimensões (a < 10x10 cm), 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.

- 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 2,5 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:

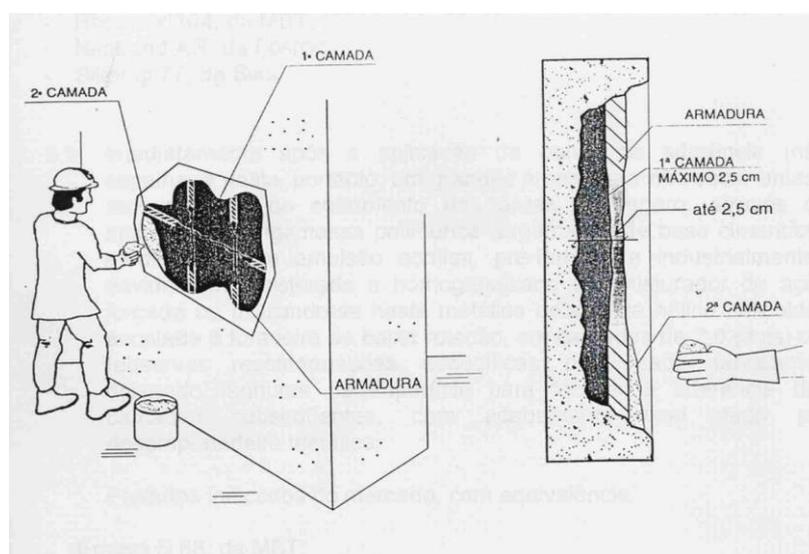
- ANCHORMASSA S2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.

Observação: Esta argamassa pode também ser aplicada por projeção.

- EMACO S168 de fabricação da BASF.
- SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
- ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
- ZENTRIFIX GM2 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 QUARTZOLIT ou VIAPLUS ST TIX de fabricação da VIAPOL, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da ANCHORMASSA SHIM, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.



- 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.
- 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 13528:2010 - 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.

3.3.10 Anexo III – Metodologia para implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil

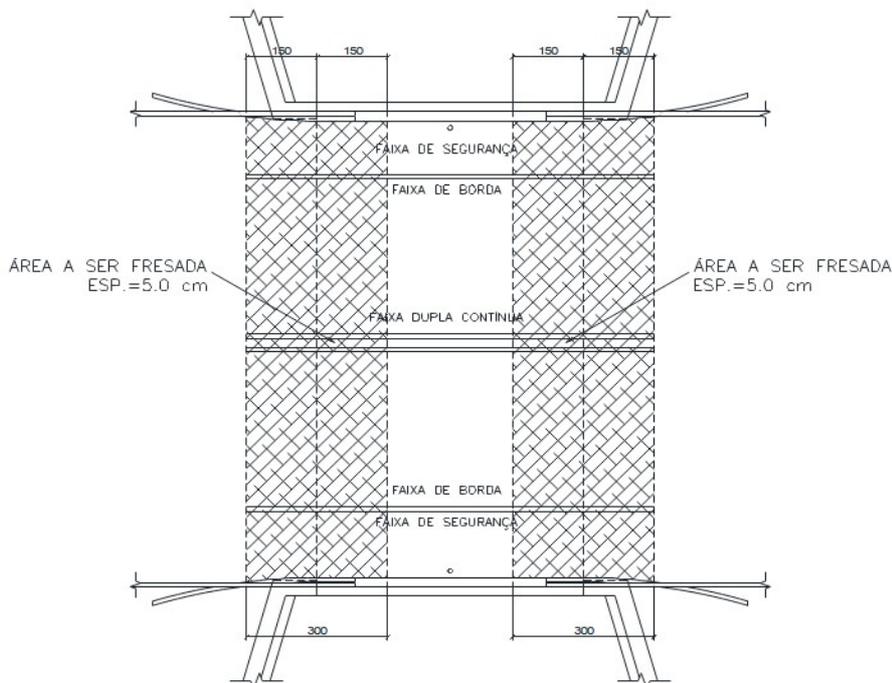
3.3.10.1 Área a ser reparada

Trata-se das juntas existentes na interface entre o tabuleiro e o terraplino, presente em ambos os encontros da OAE.

3.3.10.2 Sequência executiva

- Fresar uma espessura de 5,00cm do pavimento asfáltico numa faixa de 3,00m de largura, sendo 1,50m sobre a OAE e 1,50m sobre o terraplino na região dos encontros da obra de arte, conforme indicado no desenho abaixo.

Cuidados devem ser tomados para que depois da fresagem, ainda fique uma camada de pelo menos 2,0 cm de pavimento, antes da introdução da geogrelha



- Aplicar ligante betuminoso

Deverá ser utilizada uma pintura de ligação anterior à aplicação da geogrelha.

Os ligantes betuminosos empregados nas pinturas de ligação poderão ser dos tipos relacionados a seguir:

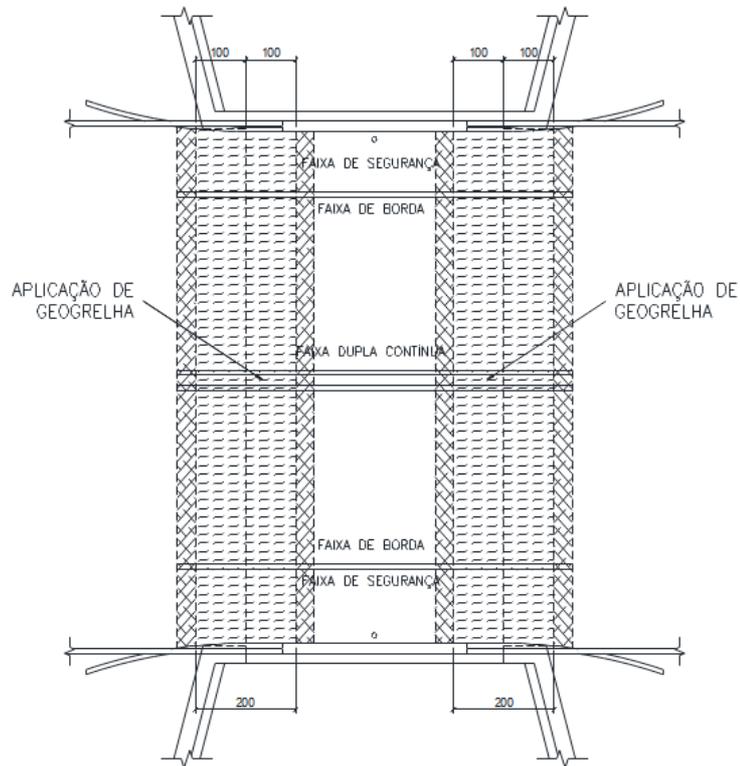
a) Emulsões asfálticas de ruptura rápida, tipos RR-1C e RR-2C, satisfazendo às exigências contidas na P-EB 472/84 da ABNT/IBP e DNER –EM 369/97;

b) 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/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.

- Introdução de grelha flexível (geogrelha) do tipo “Ha Telit C 40/17” ou similar, conforme indicado no desenho abaixo:



A aplicação deverá ser feita manualmente ou com equipamentos próprios para este fim, observando para se evitar dobras ou descolamentos da geogrelha em relação à pintura de ligação.

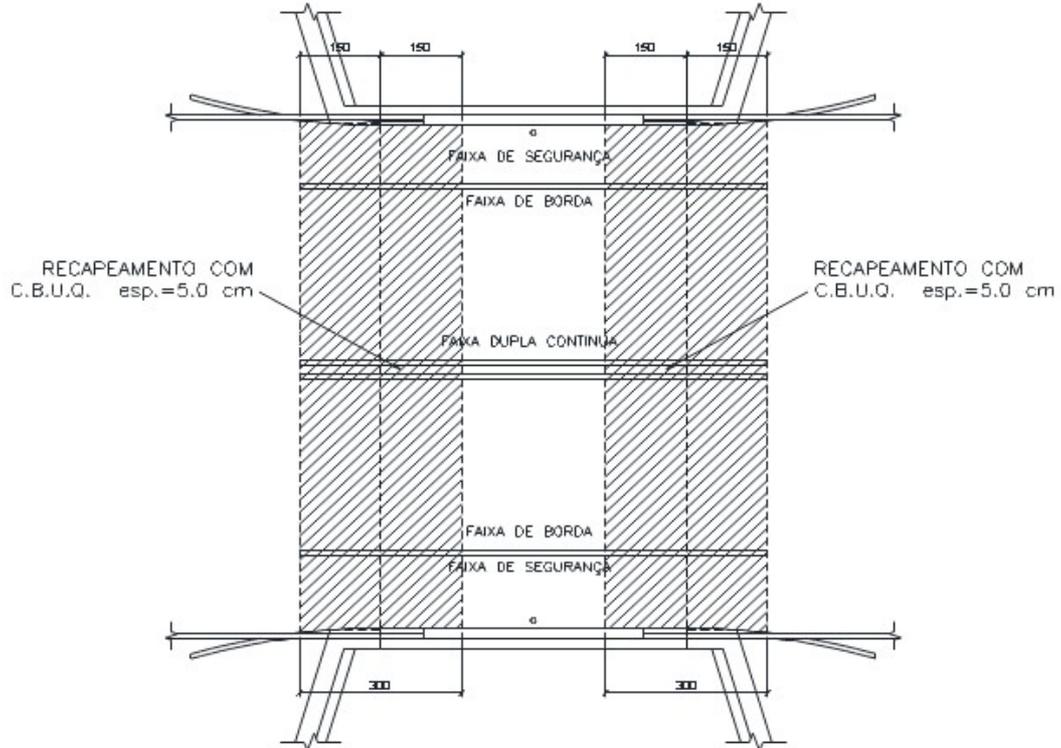
A geogrelha deverá possuir as seguintes características:

Geogrelha “Ha Telit C 40/17” ou similar	
Abertura da Malha	40/40 mm
Densidade	330 g/m ²
Resistência Nominal à Tração	50 Kn/m
Deformação Máxima na Resistência Nominal	12 %
Resistência à Tração para 3% de extensão	12 Kn/m
Resistência ao calor	190 °C

Como a realização dos serviços será realizada com a interdição do tráfego em uma faixa de cada vez, deverá ser previsto um transpasse de 50,0cm entre as mantas.

- Aplicar ligante betuminoso sobre a geogrelha, seguindo as especificações do item 2.
- Recapeamento do pavimento flexível, mediante aplicação de CBUQ, conforme

Especificação Técnica do DNIT.



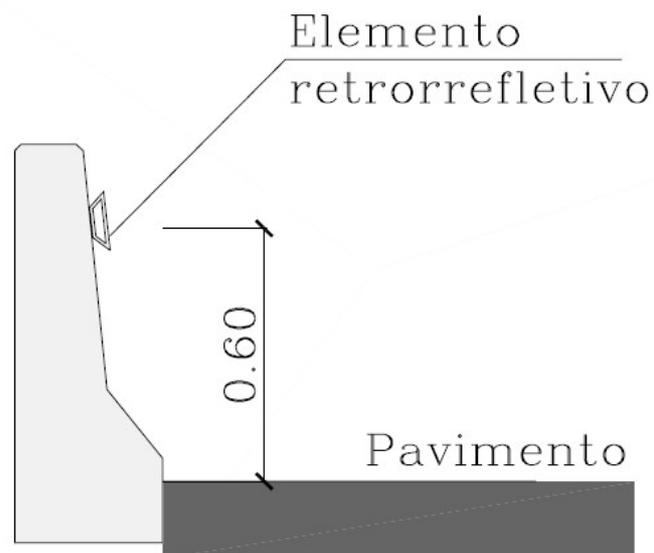
3.3.11 Anexo IV – Metodologia para implantação de sinalização vertical

3.3.11.1 Área a ser reparada

Trata-se da implantação de sinalização vertical (elementos retrorrefletivos) nas barreiras rígidas BR1 e BR2 da OAE, totalizando 02 (dois) elementos a implantar.

3.3.11.2 Sequência executiva

Fixação dos elementos retrorrefletivos, sendo 01 (um) elemento retrorrefletivo em cada barreira rígida, distribuídos ao longo do comprimento da barreira, conforme figura reproduzida abaixo.



3.3.12 Anexo V – Metodologia para tratamento de fissura em pavimento asfáltico

3.3.12.1 Área a ser reparada

Trata-se fissura apresentada no croqui do anexo I do Volume I - Patologia.

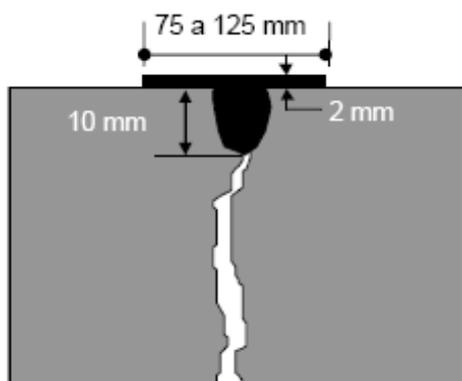
3.3.12.2 Sequência executiva

- Utilizar o cortador de trincas de alta precisão com o intuito de criar canaletas que servirão como reservatórios de material selante.
- Após o corte das trincas, é aplicado um jato de ar comprimido, nas mesmas, 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.
- O material selante é aplicado a quente, com a máquina de preenchimento, de maneira que o reservatório seja totalmente preenchido pelo material. Um pequeno excesso de material (75 a 125 mm) cria uma camada que protege as bordas dos reservatórios de quebras e de desagregação ao serem submetidas ao rolamento de veículos.
- Material Selante
 - Deverá ser utilizado material selante à base de material asfáltico modificado com polímeros que deverá atender às seguintes características técnicas:

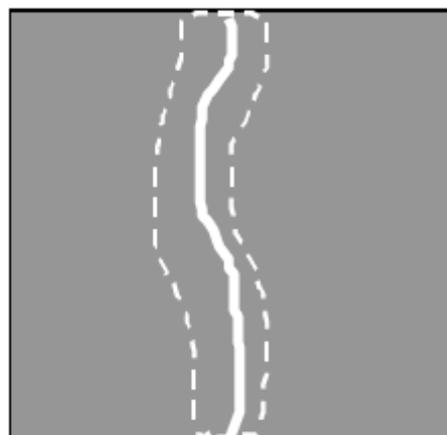
Viscosidade a 135 °C, cps, max.	2500
Viscosidade a 145 °C, cps, max.	2000
Viscosidade a 175 °C, cps, max.	450
Penetração a 25 °C (100g, 5s), dmm	50 – 70
Ponto de Amolecimento, °C	75 – 90
Ponto de ruptura Fraas, °C, min.	-15
Intervalo de Plasticidade, °C, min.	90
Índice de Suscetibilidade Térmica, mín.	+3
Densidade a 20/4 °C	1,00 – 1,04
Ponto de Fulgor, °C, mín.	240
Ductibilidade a 25 °C, cm, mín.	100
Ductibilidade a 10 °C, cm, mín.	90
Recuperação elástica a 25 °C, %, mín.	85
Recuperação elástica a 10 °C, %, mín.	70
Compatibilidade a 163 °C, 2 dias, max.	2

- Poderão ser empregados produtos alternativos de selagem (mástiques elastoméricos à base de asfaltos modificados com polímeros ou borracha) que tenham comprovada eficácia de funcionamento, neste tipo de serviço, mediante aprovação prévia da CONTRATANTE.

Aplicação de Material Selante



corte



planta

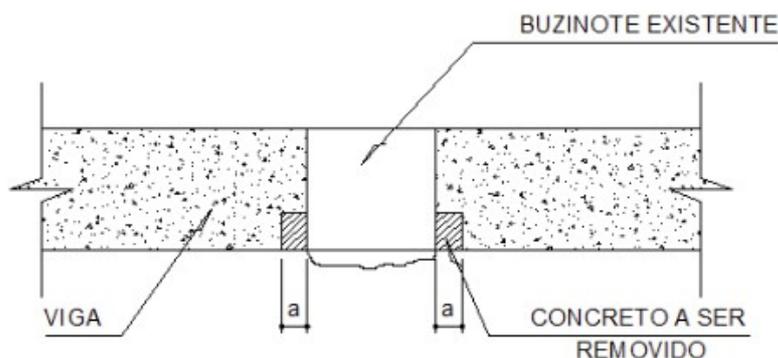
3.3.13 Anexo VI – Metodologia para prolongamento de buzinode

3.3.13.1 Área a ser reparada

Trata-se do prolongamento de buzinetes de drenagem junto as barreiras rígidas BR1 e BR2 da OAE, totalizando 02 (dois) buzinetes.

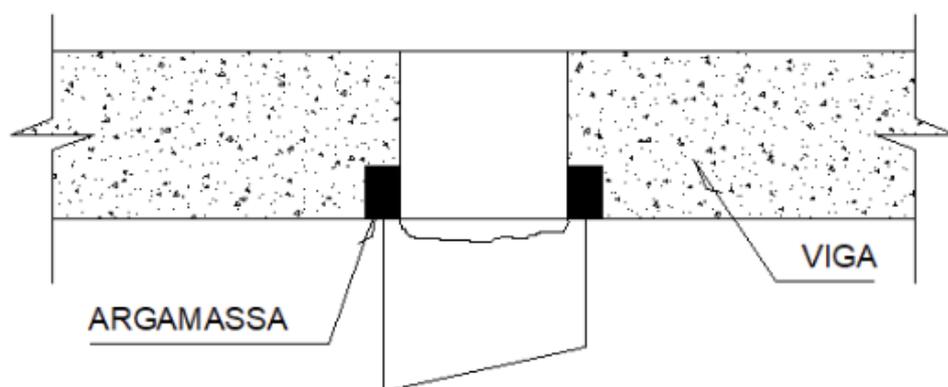
3.3.13.2 Sequência executiva

- Remoção do concreto em torno do tubo, mediante utilização de ponteiro e marreta (Executar a demolição na face inferior da laje).



a = abertura necessária e suficiente para a colocação do prolongador.

- Remoção dos resíduos, em torno do tubo; mediante lixamento.
- Colocação de um prolongador, consistindo em um tubo de mesmo diâmetro e material, tomando os devidos cuidados para garantir um comprimento mínimo de 20 cm e aderência entre os tubos.
- Reconstituição do concreto, mediante aplicação de argamassa polimérica, devendo ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:
 - ANCHORMASSA S2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
 - EMACO S168 de fabricação da BASF.
 - SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
 - ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
 - DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
 - BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
 - VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
 - ZENTRIFIX GM2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE



3.3.14 Anexo VII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz

3.3.14.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a OAE.

3.3.14.2 Sequência executiva

- 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;

- 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);
- 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 escorrimento superficial da água lançada, indicando a saturação do concreto;
- 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.
- ARGAMASSA POLIMÉRICA PARA ESTUCAMENTO - Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:
 - 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
- 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 3 dias;
- 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;
- Limpeza das superfícies lixadas através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento;
- 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:

- ACRIFLEX C 130 de fabricação da PLASTOFLEX.
- DENVERCOAT POLIURETANO de fabricação da DENVER

IMPERMEABILIZANTES.

Hidrofugante 100% Silano:

- PROTECTOSIL ® BHN de fabricação da EVONIK INDUSTRIES
- 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.

3.3.15 Anexo VIII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura base látex acrílico

3.3.15.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a OAE.

3.3.15.2 Sequência executiva

- 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.
- Para remoção de áreas com manchas de eflorescências, respingos e saliências, realizar lixamento mecânico preliminar, executado com lixadeira elétrica equipada com discos de lixa de carbureto de silício com 24 a 36 grãos/cm² (lixa grossa). Procurar manter a lixadeira paralela a superfície em tratamento, executando movimentos circulares e homogêneos, sem concentração de esforços.
- Realizar nova limpeza destas superfícies com hidrojateamento de alta pressão com bico em leque.
- 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.
- 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

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

3.3.16 Anexo IX – Metodologia tratamento de fissuras passivas sem a presença de água e abertura $w > 0,2\text{mm}$

3.3.16.1 Área a ser reparada

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas no Relatório de Patologia.

3.3.16.1.1 Insumos necessários

MATERIAIS	EQUIPAMENTOS	FERRAMENTAS / OUTROS
ÁGUA	COMPRESSOR COM FILTRO	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
RESINA PARA INJEÇÃO BASE EPOXI PARA AREAS SEM UMIDADE	GERADOR	ESPÁTULA
ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURAS	FURADEIRA DE IMPACTO OU MARTELETE ELÉTRICO	BROCA PARA PERFURAR CONCRETO (verificar diâmetro e tipo de conexão)
	EQUIPAMENTO PARA INJEÇÃO	BICOS DE INJEÇÃO ou MANGUEIRA TIPO CRISTAL

3.3.16.1.2 Preparo da superfície

- Limpeza da fissura através de raspagem superficial com espátula e escovação enérgica de faixa lateral à fissura, com aproximadamente 5,0 cm para cada lado (não sobre a fissura), utilizando uma escova de aço.
- Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- Fixação dos bicos de injeção conforme opções apresentadas a seguir:

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

Fonte: MC-Bauchemie

BICOS DE INSTALAÇÃO MECÂNICA

Para injeção de alta e baixa pressão nos casos em que é permitido fazer pequenos orifícios na estrutura.



Bico tipo MPS

Para injeção de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.



Bico tipo MPR

Para injeção de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.



Bico tipo MPC

Para injeção de microcimento

BICOS DE INSTALAÇÃO SUPERFICIAL

Para injeção baixa pressão nos casos em que não é permitido ou recomendável furar a estrutura devido à localização da armadura do concreto.



Bico tipo SP

Para injeção de resinas epóxi usualmente em reparos de remendo.

BICOS DE CONEXÃO

Peça de injeção SikaPlan® W

Para injeção em compartimentos de membranas



Bico tipo SikaPlan® W Inj

Para injeção de resinas acrílicas

Pinças SikaFuko®

Para injeção com o sistema de mangueiras SikaFuko®



Bico tipo Pinças SikaFuko®

Para injeção de microcimento e de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.

Fonte: SIKA

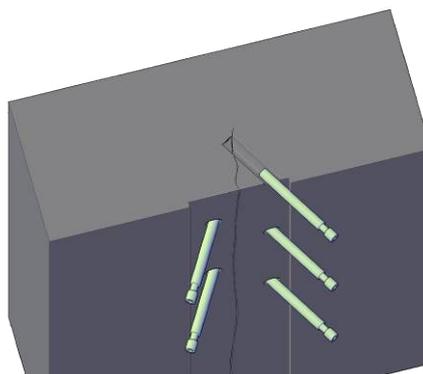
- Limpeza da fissura e dos furos através de jateamento com ar comprimido, eliminando-se óleo, graxa, sujeira ou pequenas partículas de concreto que possam prejudicar a penetração e aderência do selante, bem como entupir os furos. Em fissuras verticais o jateamento deve ser executado da parte superior para a inferior.
- Aplicar o jato de ar durante o tempo necessário para verificar e garantir perfeita comunicação entre os bicos. Caso não seja verificada, verificar a necessidade de instalação de novos bicos.
- Após a distribuição e fixação dos bicos injetores, calafetar superficialmente as fissuras entre os bicos com ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURAS, 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.

3.3.16.1.3 Preparo para injeção com bicos de perfuração ou de plástico

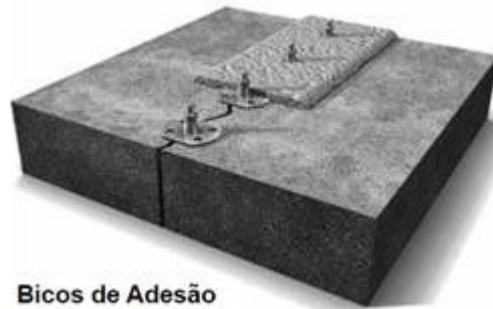


Bicos de Perfuração

- Execução de furos, visando a introdução de tubos plásticos (pressão até 3 Mpa) ou de alumínio (pressão até 20 MPa) para injeção, com diâmetro, espaçamento e profundidade conforme discriminado abaixo:
- Furação deve ser feita com brocas apropriadas para evitar a micro-fissuração nas regiões circunvizinhas. recomenda-se que os furos sejam executados a partir de pré-furos com broca mais fina e, sucessivamente, amplia-se o furo até o diâmetro desejado.
- Os furos devem ser alternados em cada lado da fissura em um ângulo de 45° cruzando a fissura à meia profundidade.
- O espaçamento entre os bicos (medido ao longo do comprimento da fissura) deve ser normalmente a metade da espessura da estrutura a ser injetada, respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm.
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm.
- Para fixar os bicos e transferir o produto para dentro da fissura, são necessários furos com brocas de 12,5 de diâmetro, compatíveis com o diâmetro dos bicos de injeção.
- A técnica de furação a 45° tem a finalidade de assegurar que, mesmo com a mudança de direção da fissura no interior da peça, o furo realizado mantenha a intersecção com a fissura (v. detalhe abaixo).



3.3.16.1.4 Preparo para injeção com bicos de adesão



Bicos de Adesão

- Colar os bicos sobre a fissura com ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURA, com espaçamento igual à espessura da peça estrutural (medido ao longo do comprimento da fissura), respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm.
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm.
- Selar a fissura com o mesmo adesivo, entre os bicos.

3.3.16.1.5 Cuidados durante a injeção

- Uma vez curada a resina de calafetação da fissura, realizar teste de intercomunicabilidade entre bicos injetores, utilizando-se ar comprimido filtrado (pressões inferiores a $2,00$ kgf/cm²). Injeta-se ar comprimido em um dos bicos, verificando-se a saída do ar no bico adjacente no trecho da fissura ensaiado, vedando-se os outros bicos fixados. Caso não esteja ocorrendo à comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário.
- Observar os tempos de uso (pot-life, open-time e shelf-life) de cada produto, seguindo orientações do fabricante.
- É expressamente proibido o fracionamento de qualquer embalagem.

3.3.16.1.6 Injeção de resina epóxi em superfícies secas

- Injeção de RESINA PARA INJEÇÃO BASE EPOXI PARA AREAS SEM UMIDADE (resina + endurecedor, sem solvente), pré-formulado (será vedado o uso de sistemas formulados pelo próprio empreiteiro, a partir de resinas básicas adquiridas junto aos fabricantes de resinas). Somente serão aceitas resinas pré-dosadas fornecidas em latas fechadas, com datas de fabricação, validade e nº de lote de fabricação e de baixa viscosidade (para fissuras com abertura inferior a $0,5$ mm injetar sistemas epóxi com viscosidade inferior a 150 cps), com pressão máxima de $3,0$ kgf/cm².
- No caso de fissuras verticais, injeção deve ser iniciada pelos tubos inferiores de modo que o produto penetre no sentido ascendente. Assim que for verificada a saída de resina pelo tubo imediatamente acima do que está sendo injetado, este deve ser tamponado, prosseguindo-se a operação pelo seguinte e assim sucessivamente.
- Para as superfícies horizontais o processo deverá ser mantido, sendo que a injeção deverá ser iniciada por qualquer uma das extremidades.
- Somente deverá ser permitido o emprego de resinas que não tenham atingido o seu “pot-life” (tempo após a mistura dos componentes em que a resina pode ser usada).
- A operação de injeção de resina não deve ser efetivada quando a temperatura

ambiente estiver acima de 30 °C ou inferior a 8°C.

- A manutenção de pressão constante: a pressão depende da viscosidade do material e da abertura da fissura. como orientação preliminar 1,0 MPa atende à maioria dos casos. fissuras mais abertas pedem menos pressão: 0,6 MPa a 0,8 MPa.
- A fissura poderá ser considerada como injetada quando for possível manter a pressão de aplicação da resina. Caso isso não ocorra, é sinal que a resina ainda está penetrando na fissura ou saindo para outro local.
- Após a injeção, em cada furo deverá ser mantida uma pressão em torno de 0,6 MPa, visando garantir a penetração de resina pelas porosidades e capilaridades do concreto. Deve-se tomar cuidado para que a pressão aplicada não provoque danos à peça, decorrente da ação hidráulica do fluido.

3.3.16.1.7 *Serviços finais*

Após o término da injeção, do endurecimento da resina e da cura final (tempo indicado pelo fornecedor do produto e da ordem de 24 horas à temperatura ambiente de 20 oC), proceder-se-á ao corte dos tubos e acabamento da superfície, removendo a calafetação com espátula.

3.3.16.1.8 *Ensaio para controle de qualidade*

A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços, caso necessário, 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 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos (somente em casos excepcionais).
- 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 - 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 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

3.3.17 Anexo X – Metodologia para limpeza de superfície por hidrojateamento

3.3.17.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a superfície da OAE.

3.3.17.2 Sequência executiva

Em regiões com manchas de óleo ou graxa, realizar a limpeza da superfície com detergente neutro ou detergente específico para limpeza de superfícies de concreto.

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

3.4 ANEXOS

3.4.1 Planilha de quantidades

PLANILHA DE QUANTIDADES



OBRA: Ponte s/ Rio Itacorubi DATA: Julho/2023

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1000	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1001	SINALIZAÇÃO - TAPUME MÓVEL	m²	100,00		
1002	SINALIZAÇÃO - ILUMINAÇÃO	m	100,00		
1003	CIMBRAMENTOS E ANDAIMES				
1004	ANDAIME TUBULAR	m³	84,48		
1005	PLATAFORMA DE MADEIRA, CAPACIDADE DE CARGA 150KG/M2	m²	60,57		
1006	REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA POLIMÉRICA				
1007	DEMARCAÇÃO DA ÁREA COM DISCO DE CORTE	m	75,00		
1008	ESCARIFICAÇÃO MANUAL ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE	m²	22,00		
1009	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	22,00		
1010	LIMPEZA MANUAL COM ESCOVA DE ACO P/ ACO	m	100,00		
1011	TRATAMENTO DE ARMADURA COM PRIMER RICO EM ZINCO	m²	50,00		
1012	PONTE DE ADERENCIA ACRÍLICA	m²	25,00		
1013	RECOMPOSIÇÃO DA SEÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA INDUSTRIALIZADA ESP ATÉ 5,0CM	m²	30,00		
1014	CURA QUÍMICA	m²	30,00		
1015	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	500,00		
1016	TRATAMENTO DE FISSURAS NA PAREDE				
1017	JATEAMENTO EM ESTR. CONCRETO COM AGUA	m²	20,00		
1018	CORTE SUPERFICIAL DE CONCRETO ATÉ 5 CM DE PROFUNDIDADE	m²	15,00		
1019	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	15,00		
1020	COLMATAÇÃO DE FISSURAS COM FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE PASTA EPÓXI	m	15,00		
1021	RECUPERAÇÃO DA PAREDE EM PEDRA ARGAMASSADA				
1022	APICOAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO	m²	0,80		
1023	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	0,98		
1024	SATURAÇÃO DO CONCRETO COM ÁGUA	m²	0,18		
1025	ARGAMASSA CIMENTO E AREIA TRAÇO 1:3	m²	0,98		
1026	CURA ÚMIDA	m²	0,98		
1027	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	1,20		
1028	IMPLANTAÇÃO/ RECUPERAÇÃO DE JUNTAS NOS ENCONTROS COM GEOTÊXTIL				
1029	REMOÇÃO DA CAMADA DE ROLAMENTO	m³	3,10		
1030	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	61,92		
1031	IMPRIMADURA BET. AUXILIAR DE LIGAÇÃO	m²	61,92		
1032	GEOGRELHA POLIÉSTER DE ALTO MÓDULO – RESIST TRAÇÃO 12KN/m	m²	123,84		
1033	CAMADA DE ROLAMENTO CBUQ	m³	3,10		
1034	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	193,75		
1035	IMPLANTAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL				
1036	IMPLANTAÇÃO DE ELEMENTOS REFLETIVOS EM BARREIRA RÍGIDA	und	2,00		
1037	TRATAMENTO DE FISSURA EM PAVIMENTO ASFÁLTICO				
1038	DEMARCAÇÃO DA ÁREA COM DISCO DE CORTE	m	5,00		
1039	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	0,31		
1040	SELAGEM DE TRINCA COM MÁSTIQUE ASFÁLTICO	l	3,72		
1041	PROLONGAMENTO DE BUZINOTES				
1042	DEMOLIÇÃO MANUAL DO CONCRETO	m³	3,00		
1043	LIXAMENTO MANUAL	m²	2,50		
1044	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	2,50		
1045	PONTE DE ADERENCIA ACRÍLICA	m²	2,50		
1046	RECOMPOSIÇÃO DA SEÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA INDUSTRIALIZADA	m²	2,50		

PLANILHA DE QUANTIDADES



OBRA: Ponte s/ Rio Itacorubi				DATA: Julho/2023	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1047	TUBO DE PVC PERFURADO OU NAO D=0,10M	m	50,00		
1048	REMOCAO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	60,00		
1049	TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – PINTURA IMPERMEABILIZANTE BASE RESINA ACRÍLICA PURA – TINTA OU VERNIZ				
1050	LIXAMENTO MECÂNICO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	90,88		
1051	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA	m²	181,76		
1052	SATURAÇÃO DO CONCRETO COM ÁGUA	m²	90,88		
1053	APLICACAO MANUAL E PREPARO DE PASTA PARA ESTUCAMENTO EM OAE, SEM PINTURA	m²	90,88		
1054	LIXAMENTO MANUAL DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	90,88		
1055	APLICACÃO DE PRIMER	m²	90,88		
1056	APLICACÃO DE TINTA ACRÍLICA POLIURETANO 2 DEMÃOS	m²	90,88		
1057	TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – PINTURA BASE LÁTEX ACRÍLICO				
1058	LIXAMENTO MECÂNICO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	97,67		
1059	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA	m²	195,34		
1060	APLICACAO MANUAL E PREPARO DE PASTA PARA ESTUCAMENTO EM OAE, SEM PINTURA	m²	97,67		
1061	APLICACÃO DE TINTA LÁTEX ACRÍLICA 2 DEMÃOS	m²	97,67		
	Subtotal dos serviços				
15	CANTEIRO				
15.1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	%	0,02		
15.2	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO	%	0,01		
15.3	DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO	%	0,00		
	Total dos serviços				

3.4.2 Ensaio destrutivo – Corpo de prova resistência à compressão



TESTEMUNHOS DE CONCRETO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

RELATÓRIO DE ENSAIO
CSP DSD BBLT 01-2023

Prosul Projetos Supervisão e Planejamento Ltda.
CNPJ: 80.996.861/0001-00

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE TESTEMUNHOS

Solicitante:

Prosul Projetos Supervisão e Planejamento Ltda.

Solicitado:

Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda.

Executantes:

Evandro Carlos Lower

Elaboração:

Fernanda Vandresen

Vistoria:

Evandro Carlos Lower

Aprovação:

Engº Rodolfo Antônio Mecabô

Junho, 2023

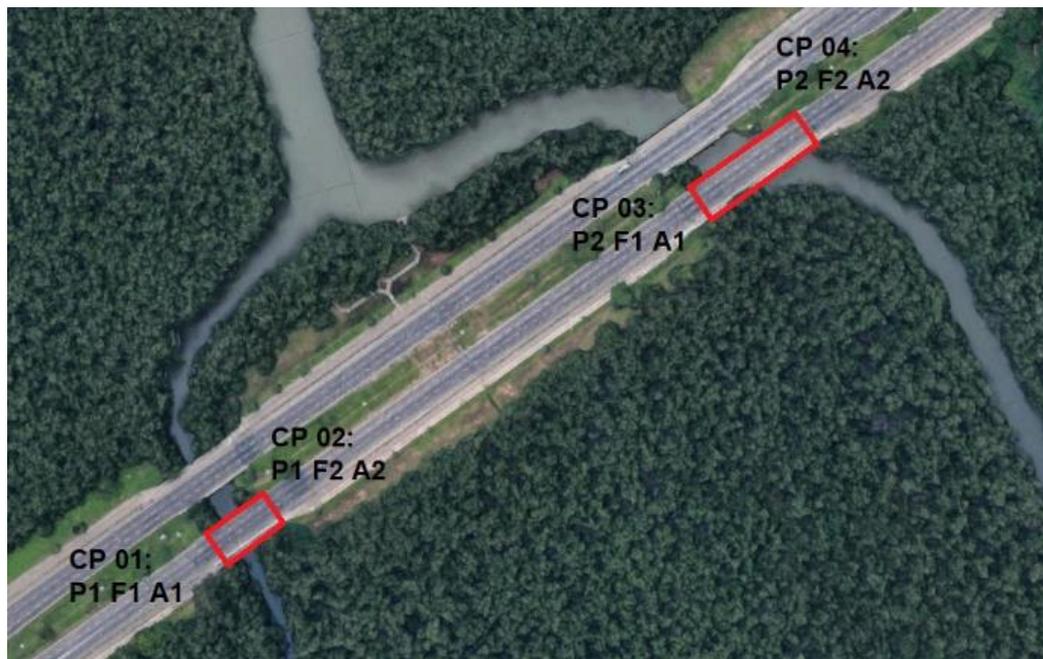
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 MÉTODO DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS	5
3 PREPARO DOS TESTEMUNHOS	5
4 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	5
5 OBSERVAÇÕES	6
APÊNDICE A – Fotos dos testemunhos (antes do ensaio).....	7
APÊNDICE B – Fotos dos testemunhos (após o ensaio).....	7

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados de ensaios de determinação da resistência à compressão referente a uma amostra composta por testemunhos extraídos, de duas pontes localizadas na Avenida da Saudade, Itacorubi – Florianópolis - SC. As amostras receberam as seguintes identificações:

Identificação Souza Papaleo	Data da extração	Data da concretagem	fck (MPa)	Identificação da peça concretada
BBLT 01	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 01 – P01 – F01 – A01 – ponte sobre o Rio Sertões
BBLT 02	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 02 – P01 – F02 – A02 – ponte sobre o Rio Sertões
BBLT 03	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 03 – P02 – F01 – A01 – ponte sobre o Rio Itacorubi
BBLT 04	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 04 – P02 – F01 – A02 – ponte sobre o Rio Itacorubi



Data do Ensaio: 19/06/2023

Idade na data de ensaio: não indicada

Descontinuidade: não se observou descontinuidade nas amostras extraídas.

Materiais estranhos: sem a presença de materiais estranhos no interior das amostras.

2 MÉTODO DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS

ABNT NBR 5739:2018	Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.
ABNT NBR 7680-1:2015	Concreto – Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.
ABNT NBR 12655:2022	Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento.
ABNT NBR 6118:2014	Projeto de estruturas de concreto – procedimento.

3 PREPARO DOS TESTEMUNHOS

Os testemunhos foram preparados pela Souza Papaleo sendo suas extremidades arrematadas com serra de disco diamantada, formando-se planos paralelos entre si e perpendiculares ao eixo do testemunho.

Os testemunhos foram mantidos nas condições de seco ao ar (em laboratório) durante pelo menos 72 horas conforme o que estabelece o item 4.5.4 da ABNT NBR 7680-1.

4 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência à compressão de cada testemunho foi realizada conforme o que preconiza a ABNT NBR 5739. Ensaio realizado em prensa hidráulica classe 1, conforme NBR NM-ISO 7500-1:2016 (Marca: Emic – PC150C NO: 9002 NS:003).

Os resultados obtidos na determinação da resistência à compressão dos testemunhos extraídos são apresentados na tabela a seguir.

identificação	Corpo de prova				Carga de ruptura		h/d	Coef. de correção				Tensão (MPa)
	diâmetro (mm)		altura (mm)	área (mm ²)	lida (kN)	corrigida (kN)		k1	k2	k3	k4	
	1	2										
BBLT 01	99,50	99,00	178,00	7736,63	283,50	283,50	1,79	-0,02	0,06	0,05	-0,04	38,6
BBLT 02	99,50	99,50	189,30	7775,66	294,90	294,90	1,90	-0,01	0,06	0,05	-0,04	40,3
BBLT 03	99,50	99,60	182,00	7783,47	244,40	244,40	1,83	-0,01	0,06	0,05	-0,04	33,2
BBLT 04	99,60	99,30	142,50	7767,84	264,00	264,00	1,43	-0,05	0,06	0,05	-0,04	34,7

Coeficientes de correção:

(k1) Relação h/d;

(k2) Efeito de broqueamento;

(k3) Direção da extração em relação ao lançamento;

(k4) Efeito da umidade do testemunho.

5 OBSERVAÇÕES

Os resultados dos ensaios devem ser submetidos à avaliação do engenheiro projetista. O conteúdo deste relatório somente poderá ser reproduzido por inteiro, mediante aprovação formal deste laboratório.

A Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda, não se responsabiliza em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento, cuja reprodução parcial ou total das partes requer aprovação por escrito da Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda. Os resultados dos ensaios têm seu valor restrito às amostras ensaiadas.

Palhoça, 19 de junho de 2023.



Engº Rodolfo Antônio Mecabô

CREA/SC 139981-1

APÊNDICE A – Fotos dos testemunhos (antes do ensaio)



APÊNDICE B – Fotos dos testemunhos (após o ensaio)



4 INSPEÇÃO DE OAE – PONTE SOBRE O RIO SERTÕES

4.1 Relatório de Inspeção

Inspeção rotineira da OAE sobre o Rio Sertões, localizado no sentido Norte da Avenida da Saudade, no município de Florianópolis-SC.

A inspeção mencionada se resume no cadastro das anomalias existentes (Relatório de Patologia), visando fornecer as condições gerais e subsídios para a definição dos trabalhos de restauração necessários para fornecer condições normais de capacidade portantes, durabilidade e funcionalidade da OAE.

4.1.1 Localização da obra

Nome da obra	Ponte sobre o Rio Sertões
Rodovia	Av. da Saudade
Trecho	Florianópolis/SC
km	-
Município/Estado	Florianópolis/SC
Classe Ambiental	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)

4.1.2 Características da Obra

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 40,0m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,35m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura, são do tipo elastômero fretado, sem condições de correta identificação, sem sinais de restrição.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

4.1.2.1 Infraestrutura

A infraestrutura da obra é composta por blocos de fundação sobre estacas.

4.1.2.2 Mesoestrutura

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

4.1.2.3 Aparelhos de apoio

Os aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura, são do tipo elastômero fretado, sem condições de correta identificação, sem sinais de restrição.

4.1.2.4 Superestrutura

A OAE existente apresenta extensão de 40,0m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Nos extremos da obra tem-se as transversinas de entrada.

4.1.2.5 Encontros

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a rodovia e no presente caso é composto por terraplenos e muros de contenção.

4.1.2.6 Pavimento e sinalização

O pavimento na pista de rodagem sobre a ponte e nos encontros é do tipo flexível.

A sinalização horizontal é composta de faixas; a sinalização vertical é inexistente.

4.1.2.7 Dispositivos de contenção

Não existem.

4.1.2.8 Juntas de encontro

Inexistência dos dispositivos de juntas de encontros. As transições entre a OAE e o terrapleno se encontram encobertas por pavimento flexível.

4.1.2.9 Drenagem

A drenagem da pista é realizada por meio de buzinotes de PVC com diâmetro de 3" dispostos nas laterais da pista de rolamento. Todos os buzinotes se encontram obstruídos, curtos e ineficientes

Não foi observada a existência de pingadeiras nas lajes em balanço;

Não foi observado sistema de drenagem nos taludes.

4.1.2.10 Observações gerais

Não observou-se a presença de placa de identificação da OAE, indicando nome e extensão. Não observou-se a existência de placa indicativa da classe da OAE.

4.1.3 Anomalias constatadas

Objetivando a detecção, caracterização e registro de anomalias na estrutura e complementos da OAE e de acordo com as especificações técnicas da ABNT NBR 9152, procedeu-se a inspeção técnica visual, constatando-se:

4.1.3.1 Superestrutura

- Acúmulo de umidade nas faces laterais da seção caixão;
- Armadura exposta e corroída na face inferior dos elementos principais (vigas);
- Acúmulo de umidade e colmatação junto ao buzinote;
- Fissuras transversais nos encontros da OAE;

4.1.3.2 Mesoestrutura

- Concreto disgregado nas travessas;
- Armadura exposta e corroída em elementos principais;

4.1.3.3 Infraestrutura

- Acúmulo de umidade e eflorescência;
- Armadura exposta e corroída;

4.1.3.4 Juntas de encontro

- As juntas de encontro se encontram encobertas por pavimento do CBUQ, com fissuras transversais;

4.1.3.5 Pavimento e sinalização

- Pavimento das pistas de rodagem encontra-se com pontos de deterioração;
- Sinalizações horizontais e verticais da obra apresentam-se desgastadas;

4.1.3.6 Dispositivos de contenção

- Dispositivos de contenção em desacordo com os padrões da ABNT;

4.1.3.7 Drenagem

- Os buzinotes encontram-se curtos e ao seu entorno apresenta manchas de umidade e eflorescência;
- Os buzinotes do pavimento encontram-se obstruídos e ineficientes;
- Sistema de pingadeiras inexistente, manchas de umidade na lateral da laje em balanço.

4.1.3.8 Conclusão

Do ponto de vista estrutural, os elementos portantes principais apresentam fissuras verticais e armadura exposta corroída com alto grau de deterioração. A laje do tabuleiro está encoberta por diversas camadas de CBUQ (sobrecarga não prevista em projeto). Os elementos principais de transição (travessa) apresentam concreto disgregado e armadura exposta corroída.

Quanto ao aspecto funcional, a OAE apresenta dispositivos de contenção obsoletos, o que caracteriza o risco de acidentes. Tem-se pavimento degradado e juntas de dilatação nos encontros encobertas por pavimento flexível, gerando fissuras transversais e disgregação do concreto nestas regiões.

Sob o aspecto de durabilidade, a obra apresenta concreto disgregado com

armadura exposta, fissuras transversais e verticais, manchas de umidade, inexistência das juntas de encontro e inexistência de sistema de pingadeiras.

A profundidade de carbonatação está dentro dos limites seguros para estruturas de concreto armado < cobertura. Com isso o concreto não representa um ambiente danoso para as armaduras.

Apresentamos abaixo a avaliação/classificação da Obra de Arte Especial baseada no levantamento realizado na Inspeção Rotineira com comentários a respeito dos critérios adotados tendo como base as normas DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2016:

Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:

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

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

Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:

Parâmetro	ELEMENTOS						Nota final
	Superes- trutura	Meso-es- trutura	Infraes- trutura	Elementos complementares		Pista	
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	2	2	2	2	2	3	2
Funcional	3	-	-	3	3	3	3
Durabilidade	2	2	2	2	2	2	2

Estrutural: 2

- Fissuras em elementos principais;
- Armaduras expostas e corroídas;
- Sobrecarga elevada de material CBUQ (sobreposição de camadas);
- Manchas de umidade com corrosão das armaduras.

Funcional: 3

- Dispositivos de contenção obsoletos;
- Pavimento degradado com fissuras transversais;
- Juntas encobertas por pavimento flexível.

Durabilidade: 2

- Junta de encontro inexistente;
- Concreto disgregado com armadura exposta;
- Manchas de umidade na super e mesoestrutura, elementos principais;
- Fissuras transversais com umidade e eflorescência;
- Drenagem inexistente e ausência de sistema de pingadeiras.

4.1.4 Anexo I – Relatório Fotográfico



Foto 001 - OAE – Ponte sobre o rio Sertões



Foto 002 - Superestrutura – Tabuleiro Estruturação dos vãos.



Foto 003 - Superestrutura – Tabuleiro Pavimento com junta de encontro encoberta por CBUQ e fissurada.



Foto 004 - Superestrutura – Encontros Acúmulo de umidade e ausência de proteção dos encontros



Foto 005 - Mesoestrutura Travessa com armadura exposta e corroída.



Foto 006 - Mesoestrutura Travessa com armadura exposta e corroída.



Foto 007 - Superestrutura – Tabuleiro Manchas de umidade e eflorescência.



Foto 008 - Superestrutura Vigas principais com armadura exposta e corroída, com alto grau de perda de seção transversal.



Foto 009 – Superestrutura Ausência de sistema de pingadeiras e acúmulo de umidade



Foto 010 – Mesoestrutura Aparelhos de apoio em bom estado de conservação



Foto 011 - Extração do Corpo de Prova - CP03.



Foto 012 - Extração do Corpo de Prova - CP04.

4.2 Relatório de Patologia

4.2.1 Objeto

O objeto de nossos serviços consistiu na realização da Inspeção Especial da Ponte sobre Rio Sertões situada na Avenida da Saudade – sentido Norte no município de Florianópolis, estado de Santa Catarina.

A inspeção mencionada se resume no cadastro das anomalias existentes (Volume I – Patologia) e definição dos trabalhos de restauração necessários (Volume II – Terapia e Projeto de Reparos) para fornecer condições normais de capacidade portante, durabilidade e funcionalidade à OAE.

4.2.2 Considerações gerais

4.2.2.1 Localização da obra

Nome da obra -	Ponte sobre Rio Sertões
Rodovia -	Avenida da Saudade
km -	
Sentido -	Norte
Trecho -	Florianópolis
Município/Estado -	Florianópolis/SC
Classe Ambiental -	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)



Figura 4.1: Vista aérea da OAE – Fonte: Google

4.2.2.2 Características da OAE

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 40,0m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,35m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura, são do tipo elastômero fretado, sem condições de correta identificação, sem sinais de restrição.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

4.2.2.3 Informações complementares

Não foram obtidos os projetos originais da OAE.

4.2.3 Inspeção especial

4.2.3.1 Equipe técnica de inspeção/data de inspeção

A inspeção foi realizada no dia 22/05/2022 e esteve a cargo da seguinte equipe técnica:

- Yazan Issa – Engenheiro Civil Sênior.
- Rafael Buss – Engenheiro Civil.

4.2.3.2 Metodologia de Inspeção

A inspeção realizada foi visual para o cadastramento das anomalias no trecho da superestrutura e mesoestrutura. As dimensões necessárias para elaboração do desenho de cadastro geométrico foram tiradas com trena de fita e trena eletrônica de precisão.

4.2.3.3 Anomalias Constatadas

Objetivando a detecção, caracterização e registro de anomalias na estrutura e complementos da OAE e de acordo com as normas DNIT 010/2004-PRO e ABNT NBR 9452:2019, procedeu-se a inspeção técnica visual, constatando-se:

4.2.3.3.1 Superestrutura

- Acúmulo de umidade nas faces laterais do tabuleiro (fotos 007 e 008).

- Fissuras transversais nos encontros da OAE (fotos 001 a 002).
- Armadura exposta e corroída na face inferior dos elementos principais (fotos 007 e 008).

4.2.3.3.2 Mesoestrutura

- Manchas de umidade e eflorescência (fotos 003 a 006).
- Armadura exposta e corroída em elementos principais (fotos 003 a 006).

4.2.3.3.3 Infraestrutura

- Manchas de umidade e eflorescência (fotos 005 e 006).
- Armadura exposta e corroída (fotos 005 e 006).

4.2.3.3.4 Estrutura de Encontro

- Juntas de encontro encobertas por pavimento CBUQ, com fissuras transversais (fotos 001 e 002).

4.2.3.3.5 Pavimento e sinalização

- Pavimento das pistas de rodagem encontra-se em com pontos de deterioração (foto 001).
- Sinalização horizontal e vertical da obra apresenta-se desgastadas (foto 001).

4.2.3.3.6 Dispositivos de contenção

- Dispositivo de contenção em desacordo com os padrões de segurança viária da ABNT (foto 004).

4.2.3.3.7 Drenagem

- Os buzinetes da laje em balanço encontram-se curtos e o se entorno apresentam manchas de umidade e eflorescência (foto 003).
- Buzinetes obstruídos e ineficientes (fotos 003).
- Sistema de pingadeiras inexistentes, manchas de umidade na lateral na laje em balanço (foto 003).

4.2.3.4 Ensaios

4.2.3.4.1 Avaliação da profundidade de carbonatação

Visando a determinação da profundidade atingida pela carbonatação do concreto ao longo dos tempos, realizou-se o ensaio nos pontos de extração dos corpos de prova.

A espessura da camada de concreto carbonatado encontrada nos pontos de ensaios foi medida borrifando-se a solução de fenolftaleína sobre o concreto seco fraturado no instante da determinação. Este indicador químico é incolor em pH inferior a 8,3; para valores de pH superiores a 9,5 torna-se vermelho-carmim; para valores de pH entre 8,3 e 9,5 apresenta uma coloração variável de rosa a vermelho-carmim.

O objetivo principal deste ensaio foi o de obter informação se a carbonatação chegou ou não até a armadura nas áreas sem corrosão do aço.

O laudo técnico com os pontos para verificação da profundidade de carbonatação

estão apresentados no anexo e os resultados da profundidade de carbonatação estão na tabela a seguir:

Ponto	Local	Espessura carbonatada (mm)
BBLT 01	Travessa Encontro 1	20*
BBLT 02	Travessa Encontro 2	25*

****Não constatada armadura até a profundidade ensaiada.***

4.2.4 Anexo I – Tabela de anomalias

Superestrutura

Anomalia: Concreto disgregado com armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje central				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,00	3,00	6,00	3	0,50	1,50	0,75	5	1,50	0,20	0,30
2	2,00	0,20	0,40	4	0,50	1,50	0,75	-	-	-	-

Anomalia: Buzinote curto

Face Inferior				-				-			
Quantidade				Quantidade				Quantidade			
10				-				-			

Anomalia: Concreto segregado com armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje central				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,40	0,10	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Laje Balanço				Laje Balanço				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,20	0,10	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Laje Balanço				Laje Balanço				Guarda Rodas			
Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área	Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15	1	0,80	0,80	0,64	-	-	-	-

Mesoestrutura

Anomalia: Concreto disgregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,40	0,30	0,12

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	3,0	0,30	0,90

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto segregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,00	0,50	0,50

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,0	0,30	0,60

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	5,0	0,5	2,50

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	15,0	0,5	7,5

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Pilares			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15

Travessas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,80	0,80	0,64

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Infraestrutura

Anomalia: Concreto disgregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	6,0	0,20	1,20

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,50	0,30	0,75

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto segregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,00	0,50	0,50

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	1,50	0,30	0,45

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Armadura exposta e corroída

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	3,0	0,5	1,50

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	2,0	0,5	1,0

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

Anomalia: Concreto desagregado

Estacas			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,50	0,30	0,15

Blocos			
Nº	Comprimento	Altura	Área
1	0,80	0,80	0,64

-			
Nº	Comprimento	Altura	Área
-	-	-	-

4.2.5 Anexo II – Tabela de localização das fissuras

FISSURA	TABULEIRO / VÃO	ELEMENTO ESTRUTURAL	COMPRIMENTO DA FISSURA (m)	ABERTURA MÁXIMA (mm) / TIPO	LOCALIZAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL
F.01	-	Laje	0,50	0,7	Laje em balanço
F.02	-	Travessa	0,80	0,7	Travessa apoio central
F.03	-	Pavimento flexível CBUQ	15,0	>1,5	Encontros

4.3 Relatório de Terapia e Projetos de Reparo

4.3.1 Introdução

Este relatório integra o conjunto de elementos associados à Inspeção Especial da Ponte sobre Rio Sertões situada na Avenida da Saudade – sentido Norte, no município de Florianópolis, estado de Santa Catarina.

São objetos do presente Volume II - Terapia e Projeto de Reparos, a apresentação do diagnóstico e as intervenções de recuperação a serem executadas para se eliminar/corrigir as anomalias encontradas, bem como as respectivas metodologias para a recuperação da OAE.

4.3.2 Localização da obra

Nome da obra -	Ponte sobre Rio Sertões
Rodovia -	Avenida da Saudade
km -	
Sentido -	Norte
Trecho -	Florianópolis
Município/Estado -	Florianópolis/SC
Classe Ambiental -	III – Forte (ABNT NBR 6118:2014)

4.3.3 Características da OAE

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 40,0m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16,0m, e dois balanços extremos de 4,00m e superestrutura com arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,35m, faixas de rodagem no sentido Norte totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os aparelhos de apoio de transição entre a superestrutura e mesoestrutura, são do tipo elastômero fretado, sem condições de correta identificação, sem sinais de restrição.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a

obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

4.3.4 Diagnóstico

4.3.4.1 Causas prováveis das anomalias

4.3.4.1.1 Superestrutura

- O concreto disgregado com armadura exposta e corroída na laje, face inferior e em ponto localizado na borda da laje, face Norte tem como origem a corrosão das armaduras devido à baixa espessura da camada de cobrimento decorrente da não utilização de espaçadores.
- A armadura exposta e corroída em ponto localizado da borda da laje, face Sul é decorrente da inexistência da camada do cobrimento devido a não utilização de espaçadores quando da execução da obra.
- O concreto disgregado, na borda da laje, face Norte é decorrente da corrosão das armaduras.
- O concreto segregado com armadura exposta e corroída na borda da laje, face Sul tem como origem falhas no processo de lançamento e/ou adensamento do concreto durante sua execução.
- A mancha de escoamento de água na laje, face inferior, adjacente aos buzinotes de drenagem é decorrente do deságue de águas pluviais pelo buzinote de drenagem sem tubo prolongador.

4.3.4.1.2 Mesoestrutura

- O concreto disgregado em pontos localizados é decorrente de impactos, ocasionados provavelmente durante a desforma das peças ou concretagem do complemento superior da parede que está adjacente.
- O concreto segregado em pontos localizados da parede tem como origem falhas no processo de lançamento e/ou adensamento do concreto durante sua execução.
- O concreto desagregado em ponto localizado da parede é decorrente da lixiviação, ou seja, perda de material miúdo (areia e aglomerante) devido ao constante escoamento de águas pluviais nestes pontos associados a existência de concreto com alta porosidade.

4.3.4.1.3 Infraestrutura

- Os elementos da infraestrutura apresentam-se aterrados não sendo possível a inspeção destes, pois para tanto seria necessária a execução da escavação junto à fundação, o que devido à ausência de anomalias, mostrou-se desnecessário.

4.3.4.1.4 Estrutura de Encontro

- O concreto desagregado é decorrente da lixiviação, ou seja, perda de material miúdo (areia e aglomerante) devido ao constante escoamento de águas pluviais nestes pontos associados a existência de concreto com alta porosidade.

4.3.4.1.5 Pavimento e sinalização

- A fissura de abertura máxima >1,0mm no pavimento asfáltico PF, face superior é

decorrente da degradação da capa asfáltica pela ação do tráfego e intempéries.

- A ausência de elementos retrorrefletivos junto as barreiras rígidas BR1 e BR2 é decorrente de falhas no projeto de sinalização da OAE.

4.3.4.1.6 Juntas de encontro

- As juntas de encontro encobertas pelo pavimento asfáltico, com fissuras no alinhamento nos encontros ENC1 e ENC2 são decorrentes de movimentações diferenciais entre o pavimento sobre a OAE e o pavimento dos encontros (terrapleno) diante das solicitações impostas pelo tráfego. Salienta-se que tais fissuras permitem a infiltração de água na estrutura.

4.3.4.1.7 Barreiras rígidas

- O concreto disgregado em pontos localizados da barreira rígida BR1, face Sul e BR2, face Norte é decorrente de impactos ocasionados durante a fixação das defensas metálicas.

4.3.4.1.8 Drenagem

- A ausência de tubos prolongadores nos buzinotes de drenagem da pista caracteriza falhas de projeto ao não especificar a colocação de tubos prolongadores ou falhas executivas ao não ser realizado conforme detalhamento do projeto.

4.3.4.2 Ensaios

4.3.4.2.1 Avaliação da profundidade de carbonatação

Com base nos valores obtidos, podemos prever que as estruturas em que o concreto se encontra íntegro, sem fissuras, sem ninhos de pedra, com baixa porosidade superficial e com cobrimento de armaduras não apresenta um ambiente patogênico para as armaduras de concreto.

Os ensaios realizados nos pontos 1 e 2 apresentaram espessura de carbonatação menor que a espessura de cobrimento. Considerando o cobrimento mínimo das armaduras de 30,0mm conforme tabela 7.2 da norma ABNT NBR 6118:2014 podemos prever que as barras de aço se encontram devidamente protegidas.

Tendo em vista as duas situações acima descritas e as profundidades de carbonatação medidas verificamos que o concreto de cobrimento das armaduras apresenta-se carbonatado em espessuras menores que o cobrimento, portanto, deixa o aço protegido e garante um ambiente passivo, que reduz o risco de corrosão das armaduras.

Com o objetivo de melhorar e garantir uma vida útil mais adequada a OAE, entendemos que se faz necessária a aplicação de uma camada protetora impermeável no concreto para inibir a continuidade do processo de carbonatação e conseqüente corrosão das armaduras.

4.3.5 Ações reconstituidoras da integridade da obra

As ações reparadoras estão associadas à reconstituição dos elementos estruturais, mediante ações localizadas, com objetivo de restabelecer as características originais da obra em questão, são:

- Serviços iniciais de preparo estrutural;
- Reparos superficiais com argamassa de reparo;

- Tratamento de fissuras;
- Implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil;
- Implantação de sinalização vertical;
- Recuperação de armaduras corroídas
- Tratamento de fissura em pavimento asfáltico;
- Prolongamento de buzinode;
- Tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz.
- Tratamento superficial do concreto – pintura látex acrílico.

4.3.6 Conclusão

Tendo em vista o exposto, concluímos que:

Do ponto de vista estrutural, a OAE apresenta em diversos pontos da laje concreto disgregado com exposição e corrosão das armaduras principais que pode vir a gerar alguma deficiência estrutural, todavia, sem sinais de comprometimento da estabilidade da obra, devendo ser tratado conforme metodologias apresentadas em anexo.

As demais anomalias constatadas estão associadas à deficiência do método executivo utilizado para a obra, particularmente quanto aos pontos de concreto segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado devendo ser tratadas conforme programa de intervenção previsto para a obra.

No que se refere aos parâmetros funcional e durabilidade, recomenda-se a execução de reparos no concreto em regiões de deterioração, tratamento das fissuras e juntas de concretagem, recuperação da parede em pedra argamassada, tratamento das juntas de encontro, tratamento da fissura no pavimento asfáltico, reposicionamento dos marcadores de perigo nas aproximações, bem como implantação de tubo prolongador nos buzínates de drenagem da pista.

Com objetivo de reduzir o avanço da carbonatação recomendamos o tratamento superficial do concreto na laje e pilares visando a proteção e estabilização da penetração da carbonatação.

Apresentamos a seguir a avaliação/ 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 as normas DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2019.

Avaliação Norma DNIT 010/2004 – PRO:

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

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

Classificação Norma ABNT NBR 9452:2019:

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

Estrutural: 2

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

Funcional: 3

A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.

Durabilidade: 2

A OAE apresenta moderadas a muitas anomalias que comprometem sua vida útil, em região de forte agressividade ambiental.

4.3.7 Projeto de reparos

Toda a metodologia e logística de execução deve ser concebida tendo em conta a minimização das interferências com o trânsito local e deverá atender 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 e necessários à recuperação das anomalias desta obra, deverá ser feita observando os anexos apresentados neste relatório.

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

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

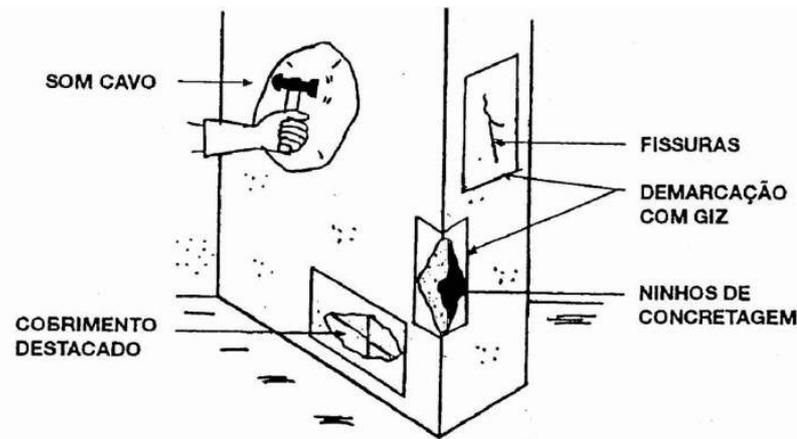
4.3.8 Anexo I – Metodologia para serviços iniciais de reparo estrutural

4.3.8.1 Área a ser reparada

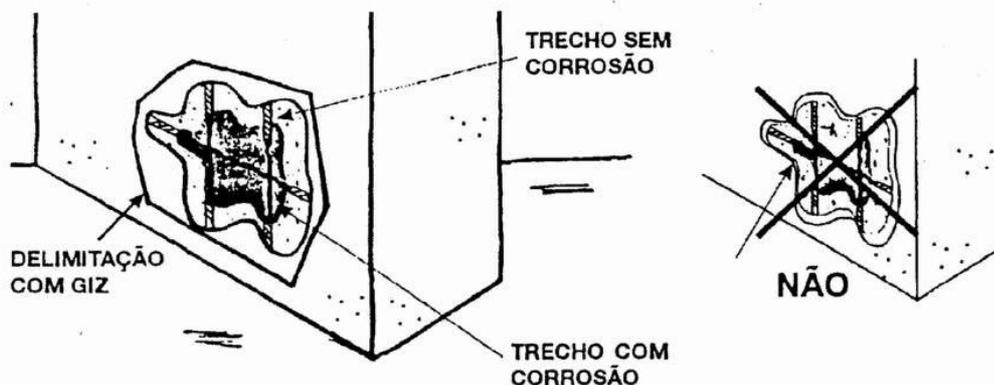
As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I do Volume I – Patologia. Trata-se das áreas com concreto disgregado/ segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado.

4.3.8.2 Sequência executiva

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



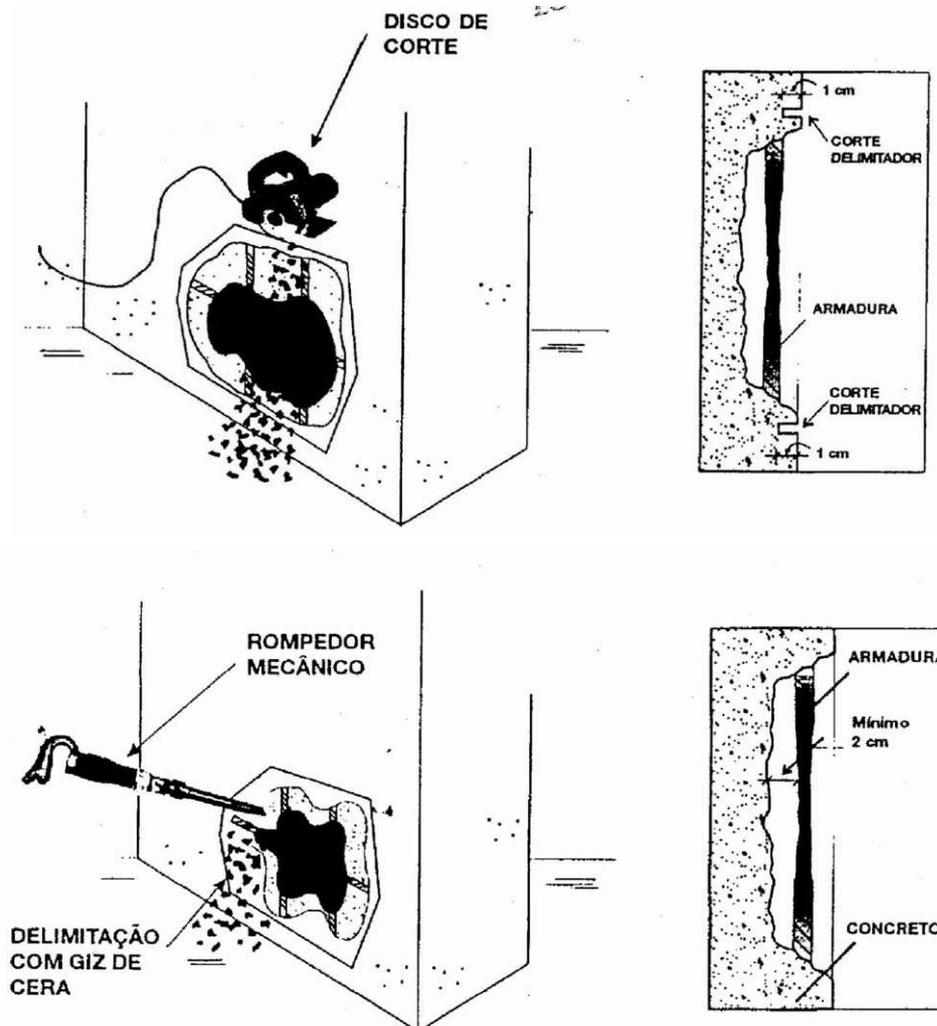
- Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;



- 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 martelinhos elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima de 10,0 cm de armadura são (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).
- 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.

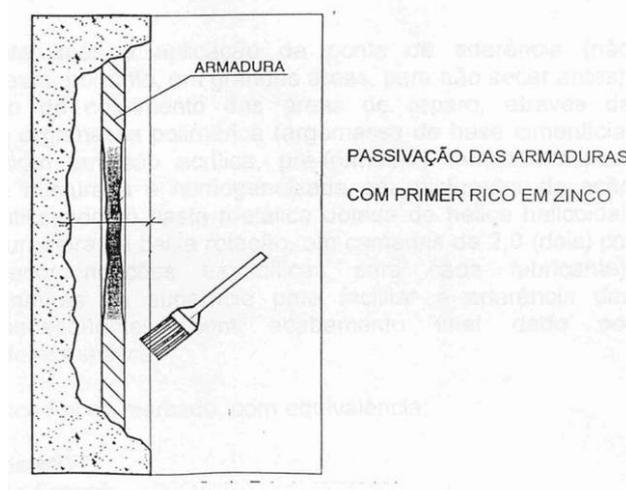
Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.

- 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.



- Limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).
- Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2007.
- Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

- Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- 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 ADESIVO EP ZN de fabricação da BAUTECH
 - VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL



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

4.3.9 Anexo II – Metodologia para reparos superficiais localizados com argamassa de reparo

4.3.9.1 Área a ser reparada

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas nos croquis do anexo I do Volume I – Patologia. Trata-se das áreas com concreto disgregado/ segregado com e/ou sem armadura exposta e corroída, armaduras expostas e corroídas, concreto desagregado e reparo mal executado.

4.3.9.2 Sequência executiva

- Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
- Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada 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
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE
- KZ Acrílico de fabricação da VIAPOL

Para reparos com pequenas dimensões (a < 10x10 cm), 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.

- 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 2,5 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:

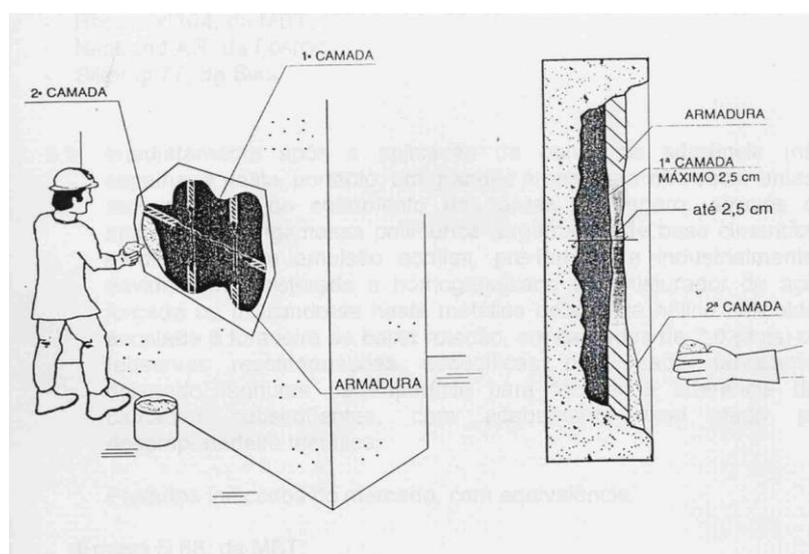
- ANCHORMASSA S2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.

Observação: Esta argamassa pode também ser aplicada por projeção.

- EMACO S168 de fabricação da BASF.
- SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
- ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
- ZENTRIFIX GM2 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 QUARTZOLIT ou VIAPLUS ST TIX de fabricação da VIAPOL, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da ANCHORMASSA SHIM, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.



- 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.
- 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 13528:2010 - 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.

4.3.10 Anexo III – Metodologia para implantação/ recuperação de juntas nos encontros com geotêxtil

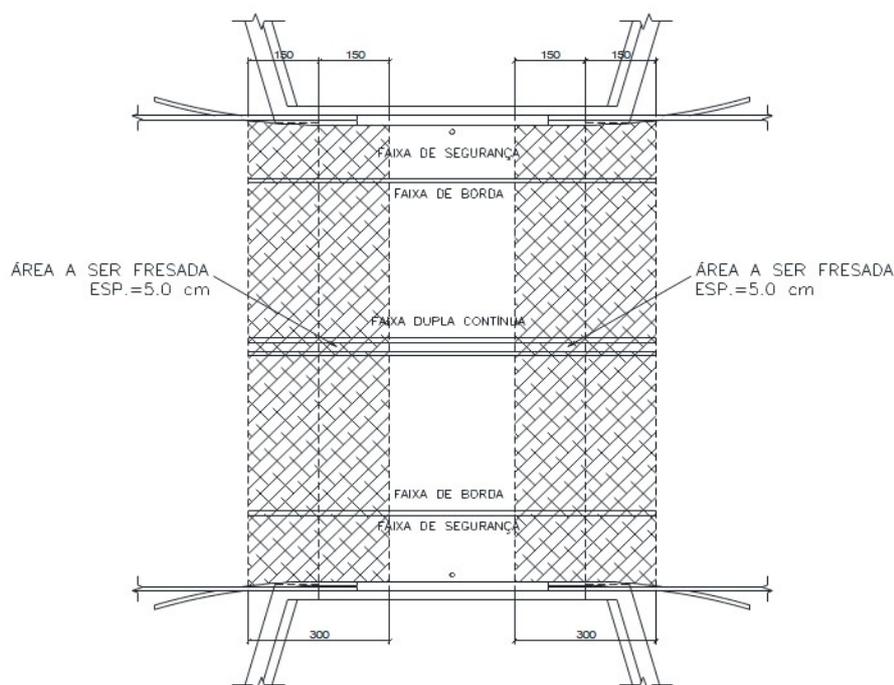
4.3.10.1 Área a ser reparada

Trata-se das juntas existentes na interface entre o tabuleiro e o terrapleno, presente em ambos os encontros da OAE.

4.3.10.2 Sequência executiva

- Fresar uma espessura de 5,00cm do pavimento asfáltico numa faixa de 3,00m de largura, sendo 1,50m sobre a OAE e 1,50m sobre o terrapleno na região dos encontros da obra de arte, conforme indicado no desenho abaixo.

Cuidados devem ser tomados para que depois da fresagem, ainda fique uma camada de pelo menos 2,0 cm de pavimento, antes da introdução da geogrelha



- Aplicar ligante betuminoso

Deverá ser utilizada uma pintura de ligação anterior à aplicação da geogrelha.

Os ligantes betuminosos empregados nas pinturas de ligação poderão ser dos tipos relacionados a seguir:

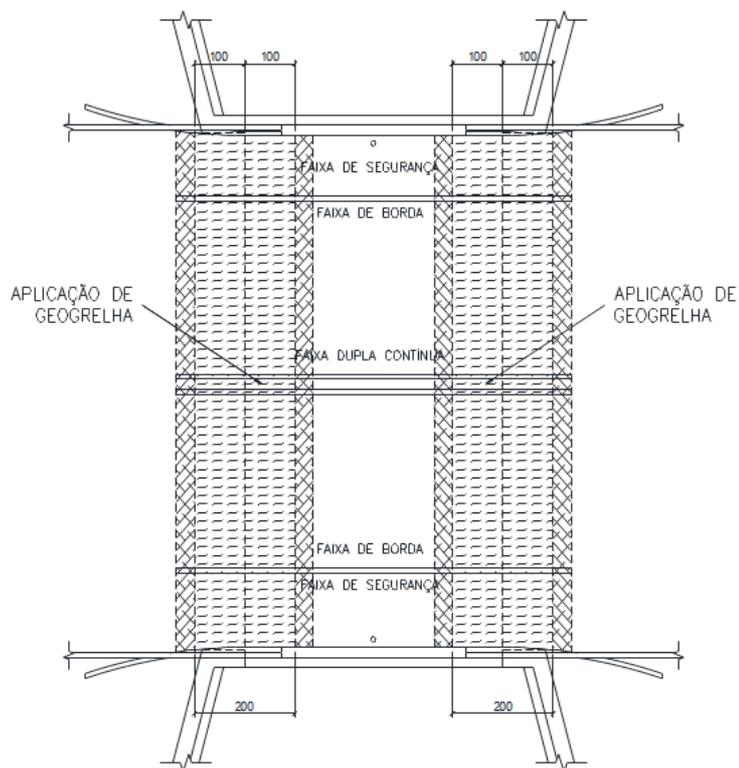
a) Emulsões asfálticas de ruptura rápida, tipos RR-1C e RR-2C, satisfazendo às exigências contidas na P-EB 472/84 da ABNT/IBP e DNER –EM 369/97;

b) 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/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.

- Introdução de grelha flexível (geogrelha) do tipo “Ha Telit C 40/17” ou similar, conforme indicado no desenho abaixo:



A aplicação deverá ser feita manualmente ou com equipamentos próprios para este fim, observando para se evitar dobras ou descolamentos da geogrelha em relação à pintura de ligação.

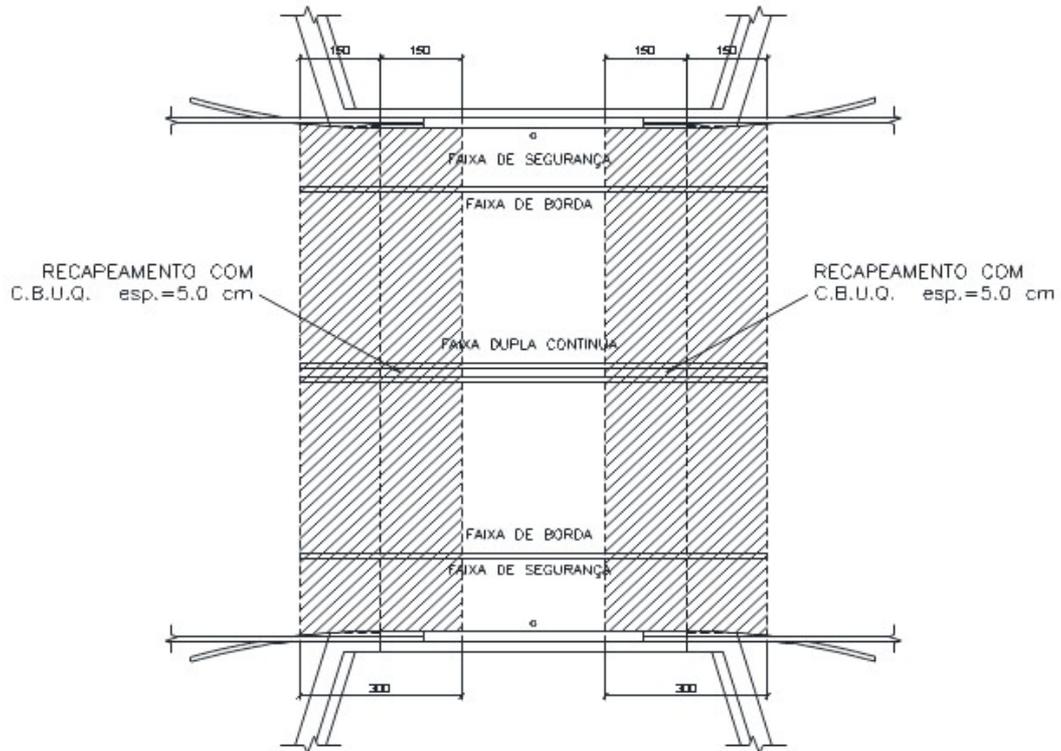
A geogrelha deverá possuir as seguintes características:

Geogrelha “Ha Telit C 40/17” ou similar	
Abertura da Malha	40/40 mm
Densidade	330 g/m ²
Resistência Nominal à Tração	50 Kn/m
Deformação Máxima na Resistência Nominal	12 %
Resistência à Tração para 3% de extensão	12 Kn/m
Resistência ao calor	190 °C

Como a realização dos serviços será realizada com a interdição do tráfego em uma faixa de cada vez, deverá ser previsto um transpasse de 50,0cm entre as mantas.

- Aplicar ligante betuminoso sobre a geogrelha, seguindo as especificações do item 2.
- Recapeamento do pavimento flexível, mediante aplicação de CBUQ, conforme

Especificação Técnica do DNIT.



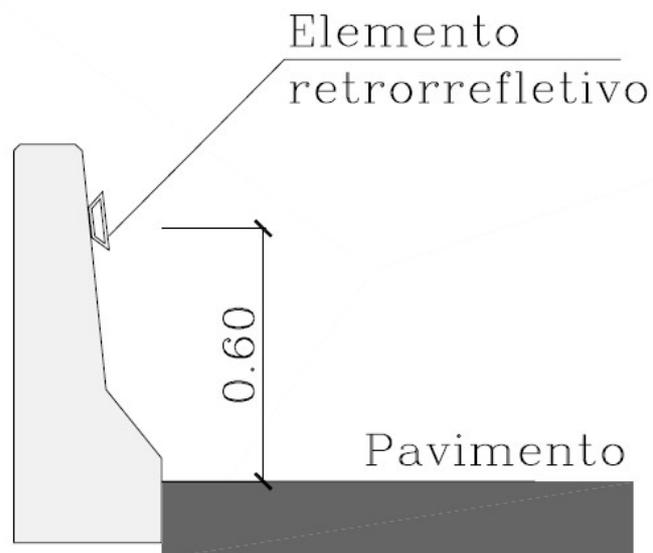
4.3.11 Anexo IV – Metodologia para implantação de sinalização vertical

4.3.11.1 Área a ser reparada

Trata-se da implantação de sinalização vertical (elementos retrorrefletivos) nas barreiras rígidas BR1 e BR2 da OAE, totalizando 02 (dois) elementos a implantar.

4.3.11.2 Sequência executiva

Fixação dos elementos retrorrefletivos, sendo 01 (um) elemento retrorrefletivo em cada barreira rígida, distribuídos ao longo do comprimento da barreira, conforme figura reproduzida abaixo.



4.3.12 Anexo V – Metodologia para tratamento de fissura em pavimento asfáltico

4.3.12.1 Área a ser reparada

Trata-se fissura apresentada no croqui do anexo I do Volume I - Patologia.

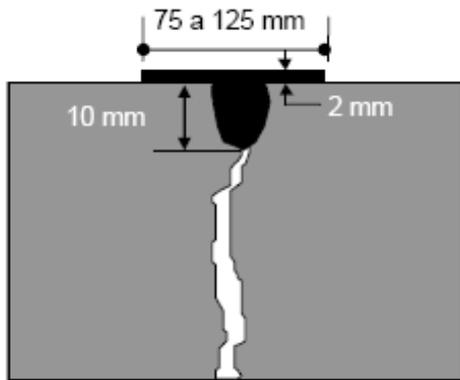
4.3.12.2 Sequência executiva

- Utilizar o cortador de trincas de alta precisão com o intuito de criar canaletas que servirão como reservatórios de material selante.
- Após o corte das trincas, é aplicado um jato de ar comprimido, nas mesmas, 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.
- O material selante é aplicado a quente, com a máquina de preenchimento, de maneira que o reservatório seja totalmente preenchido pelo material. Um pequeno excesso de material (75 a 125 mm) cria uma camada que protege as bordas dos reservatórios de quebras e de desagregação ao serem submetidas ao rolamento de veículos.
- Material Selante
 - Deverá ser utilizado material selante à base de material asfáltico modificado com polímeros que deverá atender às seguintes características técnicas:

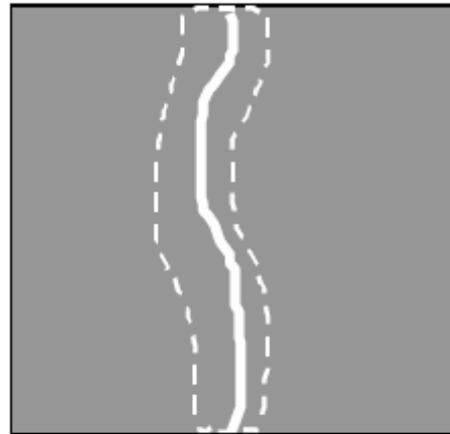
Viscosidade a 135 °C, cps, max.	2500
Viscosidade a 145 °C, cps, max.	2000
Viscosidade a 175 °C, cps, max.	450
Penetração a 25 °C (100g, 5s), dmm	50 – 70
Ponto de Amolecimento, °C	75 – 90
Ponto de ruptura Fraas, °C, min.	-15
Intervalo de Plasticidade, °C, min.	90
Índice de Suscetibilidade Térmica, mín.	+3
Densidade a 20/4 °C	1,00 – 1,04
Ponto de Fulgor, °C, mín.	240
Ductibilidade a 25 °C, cm, mín.	100
Ductibilidade a 10 °C, cm, mín.	90
Recuperação elástica a 25 °C, %, mín.	85
Recuperação elástica a 10 °C, %, mín.	70
Compatibilidade a 163 °C, 2 dias, max.	2

- Poderão ser empregados produtos alternativos de selagem (mástiques elastoméricos à base de asfaltos modificados com polímeros ou borracha) que tenham comprovada eficácia de funcionamento, neste tipo de serviço, mediante aprovação prévia da CONTRATANTE.

Aplicação de Material Selante



corte



planta

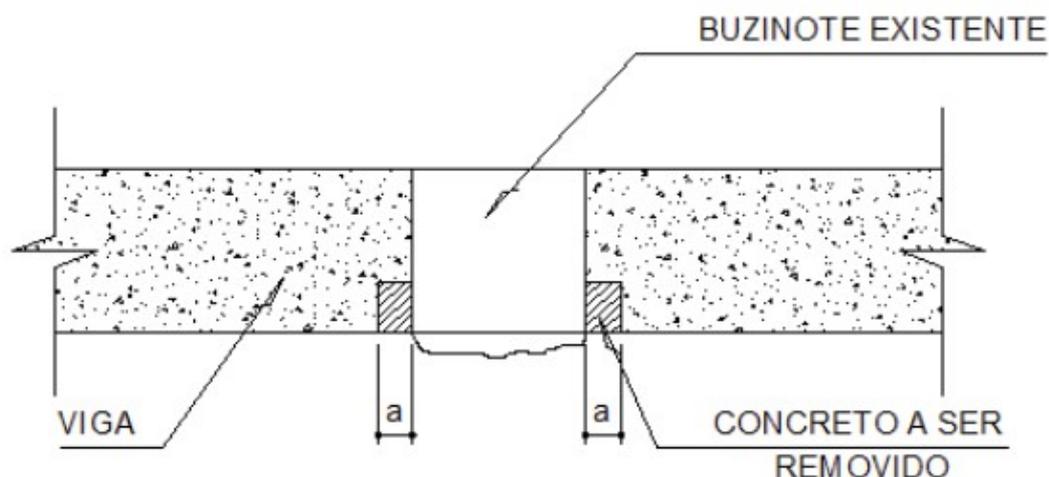
4.3.13 Anexo VI – Metodologia para prolongamento de buzinode

4.3.13.1 Área a ser reparada

Trata-se do prolongamento de buzinetes de drenagem junto as barreiras rígidas BR1 e BR2 da OAE, totalizando 02 (dois) buzinetes.

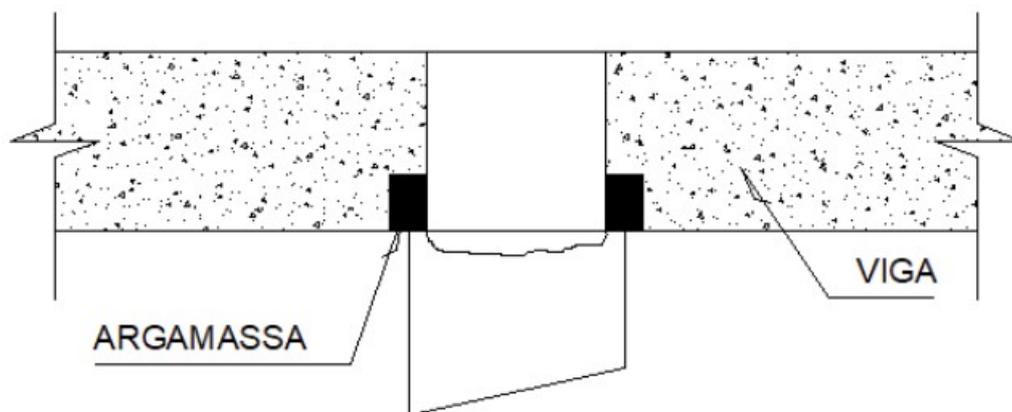
4.3.13.2 Sequência executiva

- Remoção do concreto em torno do tubo, mediante utilização de ponteiro e marreta (Executar a demolição na face inferior da laje).



a = abertura necessária e suficiente para a colocação do prolongador.

- Remoção dos resíduos, em torno do tubo; mediante lixamento.
- Colocação de um prolongador, consistindo em um tubo de mesmo diâmetro e material, tomando os devidos cuidados para garantir um comprimento mínimo de 20 cm e aderência entre os tubos.
- Reconstituição do concreto, mediante aplicação de argamassa polimérica, devendo ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:
 - ANCHORMASSA S2 de fabricação da ANCHORTEC QUARTZOLIT.
 - EMACO S168 de fabricação da BASF.
 - SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
 - ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
 - DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
 - BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
 - VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
 - ZENTRIFIX GM2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE



4.3.14 Anexo VII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura impermeabilizante base resina acrílica pura – tinta ou verniz

4.3.14.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a OAE.

4.3.14.2 Sequência executiva

- 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;

- 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);
- 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;
- 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.
- ARGAMASSA POLIMÉRICA PARA ESTUCAMENTO - Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:
 - 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
- 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 3 dias;
- 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;
- Limpeza das superfícies lixadas através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento;
- 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:

- ACRIFLEX C 130 de fabricação da PLASTOFLEX.
- DENVERCOAT POLIURETANO de fabricação da DENVER

IMPERMEABILIZANTES.

Hidrofugante 100% Silano:

- PROTECTOSIL ® BHN de fabricação da EVONIK INDUSTRIES
- 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.

4.3.15 Anexo VIII – Metodologia para tratamento superficial do concreto – pintura base látex acrílico

4.3.15.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a OAE.

4.3.15.2 Sequência executiva

- 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.
- Para remoção de áreas com manchas de eflorescências, respingos e saliências, realizar lixamento mecânico preliminar, executado com lixadeira elétrica equipada com discos de lixa de carbureto de silício com 24 a 36 grãos/cm² (lixa grossa). Procurar manter a lixadeira paralela a superfície em tratamento, executando movimentos circulares e homogêneos, sem concentração de esforços.
- Realizar nova limpeza destas superfícies com hidrojateamento de alta pressão com bico em leque.
- 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.
- 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

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

4.3.16 Anexo IX – Metodologia tratamento de fissuras passivas sem a presença de água e abertura $w > 0,2\text{mm}$

4.3.16.1 Área a ser reparada

As áreas a serem reparadas são aquelas apresentadas no Relatório de Patologia.

4.3.16.1.1 Insumos necessários

MATERIAIS	EQUIPAMENTOS	FERRAMENTAS / OUTROS
ÁGUA	COMPRESSOR COM FILTRO	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
RESINA PARA INJEÇÃO BASE EPOXI PARA ÁREAS SEM UMIDADE	GERADOR	ESPÁTULA
ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURAS	FURADEIRA DE IMPACTO OU MARTELETE ELÉTRICO	BROCA PARA PERFURAR CONCRETO (verificar diâmetro e tipo de conexão)
	EQUIPAMENTO PARA INJEÇÃO	BICOS DE INJEÇÃO ou MANGUEIRA TIPO CRISTAL

4.3.16.1.2 Preparo da superfície

- Limpeza da fissura através de raspagem superficial com espátula e escovação enérgica de faixa lateral à fissura, com aproximadamente 5,0 cm para cada lado (não sobre a fissura), utilizando uma escova de aço.
- Limpeza das fissuras com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).
- Fixação dos bicos de injeção conforme opções apresentadas a seguir:

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

Fonte: MC-Bauchemie

BICOS DE INSTALAÇÃO MECÂNICA

Para injeção de alta e baixa pressão nos casos em que é permitido fazer pequenos orifícios na estrutura.



Bico tipo MPS

Para injeção de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.



Bico tipo MPR

Para injeção de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.



Bico tipo MPC

Para injeção de microcimento

BICOS DE INSTALAÇÃO SUPERFICIAL

Para injeção baixa pressão nos casos em que não é permitido ou recomendável furar a estrutura devido à localização da armadura do concreto.



Bico tipo SP

Para injeção de resinas epóxi usualmente em reparos de remendo.

BICOS DE CONEXÃO

Peça de injeção SikaPlan® W

Para injeção em compartimentos de membranas



Bico tipo SikaPlan® W Inj

Para injeção de resinas acrílicas

Pinças SikaFuko®

Para injeção com o sistema de mangueiras SikaFuko®



Bico tipo Pinças SikaFuko®

Para injeção de microcimento e de resinas acrílicas, epóxi e de poliuretano.

Fonte: SIKA

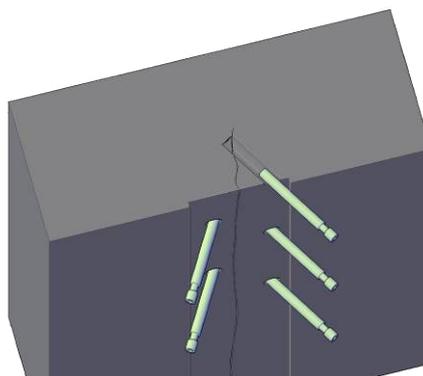
- Limpeza da fissura e dos furos através de jateamento com ar comprimido, eliminando-se óleo, graxa, sujeira ou pequenas partículas de concreto que possam prejudicar a penetração e aderência do selante, bem como entupir os furos. Em fissuras verticais o jateamento deve ser executado da parte superior para a inferior.
- Aplicar o jato de ar durante o tempo necessário para verificar e garantir perfeita comunicação entre os bicos. Caso não seja verificada, verificar a necessidade de instalação de novos bicos.
- Após a distribuição e fixação dos bicos injetores, calafetar superficialmente as fissuras entre os bicos com ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURAS, 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.

4.3.16.1.3 Preparo para injeção com bicos de perfuração ou de plástico



Bicos de Perfuração

- Execução de furos, visando a introdução de tubos plásticos (pressão até 3 Mpa) ou de alumínio (pressão até 20 MPa) para injeção, com diâmetro, espaçamento e profundidade conforme discriminado abaixo:
- Furação deve ser feita com brocas apropriadas para evitar a micro-fissuração nas regiões circunvizinhas. recomenda-se que os furos sejam executados a partir de pré-furos com broca mais fina e, sucessivamente, amplia-se o furo até o diâmetro desejado.
- Os furos devem ser alternados em cada lado da fissura em um ângulo de 45° cruzando a fissura à meia profundidade.
- O espaçamento entre os bicos (medido ao longo do comprimento da fissura) deve ser normalmente a metade da espessura da estrutura a ser injetada, respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm.
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm.
- Para fixar os bicos e transferir o produto para dentro da fissura, são necessários furos com brocas de 12,5 de diâmetro, compatíveis com o diâmetro dos bicos de injeção.
- A técnica de furação a 45° tem a finalidade de assegurar que, mesmo com a mudança de direção da fissura no interior da peça, o furo realizado mantenha a intersecção com a fissura (v. detalhe abaixo).



4.3.16.1.4 Preparo para injeção com bicos de adesão



Bicos de Adesão

- Colar os bicos sobre a fissura com ARGAMASSA/ADESIVO PARA CALAFETAÇÃO DE FISSURA, com espaçamento igual à espessura da peça estrutural (medido ao longo do comprimento da fissura), respeitando-se os máximos:
 - a cada 15 cm – fissuras com abertura $\leq 0,5$ mm.
 - a cada 30 cm – fissuras com abertura $> 1,0$ mm.
- Selar a fissura com o mesmo adesivo, entre os bicos.

4.3.16.1.5 Cuidados durante a injeção

- Uma vez curada a resina de calafetação da fissura, realizar teste de intercomunicabilidade entre bicos injetores, utilizando-se ar comprimido filtrado (pressões inferiores a $2,00$ kgf/cm²). Injeta-se ar comprimido em um dos bicos, verificando-se a saída do ar no bico adjacente no trecho da fissura ensaiado, vedando-se os outros bicos fixados. Caso não esteja ocorrendo à comunicação entre os bicos, instalar mais um bico intermediário.
- Observar os tempos de uso (pot-life, open-time e shelf-life) de cada produto, seguindo orientações do fabricante.
- É expressamente proibido o fracionamento de qualquer embalagem.

4.3.16.1.6 Injeção de resina epóxi em superfícies secas

- Injeção de RESINA PARA INJEÇÃO BASE EPOXI PARA AREAS SEM UMIDADE (resina + endurecedor, sem solvente), pré-formulado (será vedado o uso de sistemas formulados pelo próprio empreiteiro, a partir de resinas básicas adquiridas junto aos fabricantes de resinas). Somente serão aceitas resinas pré-dosadas fornecidas em latas fechadas, com datas de fabricação, validade e nº de lote de fabricação e de baixa viscosidade (para fissuras com abertura inferior a $0,5$ mm injetar sistemas epóxi com viscosidade inferior a 150 cps), com pressão máxima de $3,0$ kgf/cm².
- No caso de fissuras verticais, injeção deve ser iniciada pelos tubos inferiores de modo que o produto penetre no sentido ascendente. Assim que for verificada a saída de resina pelo tubo imediatamente acima do que está sendo injetado, este deve ser tamponado, prosseguindo-se a operação pelo seguinte e assim sucessivamente.
- Para as superfícies horizontais o processo deverá ser mantido, sendo que a injeção deverá ser iniciada por qualquer uma das extremidades.
- Somente deverá ser permitido o emprego de resinas que não tenham atingido o seu “pot-life” (tempo após a mistura dos componentes em que a resina pode ser usada).
- A operação de injeção de resina não deve ser efetivada quando a temperatura

ambiente estiver acima de 30 °C ou inferior a 8°C.

- A manutenção de pressão constante: a pressão depende da viscosidade do material e da abertura da fissura. como orientação preliminar 1,0 MPa atende à maioria dos casos. fissuras mais abertas pedem menos pressão: 0,6 MPa a 0,8 MPa.
- A fissura poderá ser considerada como injetada quando for possível manter a pressão de aplicação da resina. Caso isso não ocorra, é sinal que a resina ainda está penetrando na fissura ou saindo para outro local.
- Após a injeção, em cada furo deverá ser mantida uma pressão em torno de 0,6 MPa, visando garantir a penetração de resina pelas porosidades e capilaridades do concreto. Deve-se tomar cuidado para que a pressão aplicada não provoque danos à peça, decorrente da ação hidráulica do fluido.

4.3.16.1.7 *Serviços finais*

Após o término da injeção, do endurecimento da resina e da cura final (tempo indicado pelo fornecedor do produto e da ordem de 24 horas à temperatura ambiente de 20 oC), proceder-se-á ao corte dos tubos e acabamento da superfície, removendo a calafetação com espátula.

4.3.16.1.8 *Ensaio para controle de qualidade*

A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços, caso necessário, 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 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos (somente em casos excepcionais).
- 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 - 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 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

4.3.17 Anexo X – Metodologia para limpeza de superfície por hidrojateamento

4.3.17.1 Área a ser reparada

Trata-se de toda a superfície da OAE.

4.3.17.2 Sequência executiva

Em regiões com manchas de óleo ou graxa, realizar a limpeza da superfície com detergente neutro ou detergente específico para limpeza de superfícies de concreto.

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

4.4 Anexos

4.4.1 Planilha de quantidades

PLANILHA DE QUANTIDADES



OBRA: Ponte s/ Rio Sertões				DATA: Julho/2023	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1000	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1001	SINALIZAÇÃO - TAPUME MÓVEL	m²	100,00		
1002	SINALIZAÇÃO - ILUMINAÇÃO	m	100,00		
1003	CIMBRAMENTOS E ANDAIMES				
1004	ANDAIME TUBULAR	m³	55,00		
1005	PLATAFORMA DE MADEIRA, CAPACIDADE DE CARGA 150KG/M2	m²	40,00		
1006	REPAROS SUPERFICIAIS LOCALIZADOS COM ARGAMASSA POLIMÉRICA				
1007	DEMARCAÇÃO DA ÁREA COM DISCO DE CORTE	m	30,00		
1008	ESCARIFICAÇÃO MANUAL ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE	m²	11,00		
1009	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	10,00		
1010	LIMPEZA MANUAL COM ESCOVA DE ACO P/ ACO	m	50,00		
1011	TRATAMENTO DE ARMADURA COM PRIMER RICO EM ZINCO	m²	20,00		
1012	PONTE DE ADERENCIA ACRÍLICA	m²	20,00		
1013	RECOMPOSIÇÃO DA SEÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA INDUSTRIALIZADA ESP ATÉ 5,0CM	m²	10,00		
1014	CURA QUÍMICA	m²	10,00		
1015	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	300,00		
1016	TRATAMENTO DE FISSURAS NA PAREDE				
1017	JATEAMENTO EM ESTR. CONCRETO COM AGUA	m²	10,00		
1018	CORTE SUPERFICIAL DE CONCRETO ATÉ 5 CM DE PROFUNDIDADE	m²	12,00		
1019	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	11,00		
1020	COLMATAÇÃO DE FISSURAS COM FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE PASTA EPÓXI	m	11,00		
1021	RECUPERAÇÃO DA PAREDE EM PEDRA ARGAMASSADA				
1022	APICOAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO	m²	0,50		
1023	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	0,45		
1024	SATURAÇÃO DO CONCRETO COM ÁGUA	m²	0,12		
1025	ARGAMASSA CIMENTO E AREIA TRAÇO 1:3	m³	0,92		
1026	CURA ÚMIDA	m²	0,92		
1027	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	2,00		
1028	IMPLANTAÇÃO/ RECUPERAÇÃO DE JUNTAS NOS ENCONTROS COM GEOTÊXTIL				
1029	REMOÇÃO DA CAMADA DE ROLAMENTO	m³	1,50		
1030	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	25,00		
1031	IMPRIMADURA BET. AUXILIAR DE LIGAÇÃO	m²	25,00		
1032	GEOGRELHA POLIÉSTER DE ALTO MÓDULO – RESIST TRAÇÃO 12KN/m	m²	45,00		
1033	CAMADA DE ROLAMENTO CBUQ	m³	2,50		
1034	REMOÇÃO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	130,00		
1035	IMPLANTAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL				
1036	IMPLANTAÇÃO DE ELEMENTOS REFLETIVOS EM BARREIRA RÍGIDA	und	2,00		
1037	TRATAMENTO DE FISSURA EM PAVIMENTO ASFÁLTICO				
1038	DEMARCAÇÃO DA ÁREA COM DISCO DE CORTE	m	2,50		
1039	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	0,15		
1040	SELAGEM DE TRINCA COM MÁSTIQUE ASFÁLTICO	l	2,20		
1041	PROLONGAMENTO DE BUZINOTES				
1042	DEMOLIÇÃO MANUAL DO CONCRETO	m³	2,00		
1043	LIXAMENTO MANUAL	m²	1,50		
1044	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE AR	m²	1,10		
1045	PONTE DE ADERENCIA ACRÍLICA	m²	1,10		
1046	RECOMPOSIÇÃO DA SEÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA INDUSTRIALIZADA	m²	1,10		

PLANILHA DE QUANTIDADES



OBRA: Ponte s/ Rio Sertões				DATA: Julho/2023	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1047	TUBO DE PVC PERFURADO OU NAO D=0,10M	m	22,00		
1048	REMOCAO, CARGA E TRANSP. ENTULHO EM GERAL	txkm	32,00		
1049	TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – PINTURA IMPERMEABILIZANTE BASE RESINA ACRÍLICA PURA – TINTA OU VERNIZ				
1050	LIXAMENTO MECÂNICO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	42,10		
1051	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA	m²	65,20		
1052	SATURAÇÃO DO CONCRETO COM ÁGUA	m²	42,50		
1053	APLICACAO MANUAL E PREPARO DE PASTA PARA ESTUCAMENTO EM OAE, SEM PINTURA	m²	42,50		
1054	LIXAMENTO MANUAL DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	42,50		
1055	APLICACÃO DE PRIMER	m²	42,50		
1056	APLICACÃO DE TINTA ACRÍLICA POLIURETANO 2 DEMÃOS	m²	42,50		
1057	TRATAMENTO SUPERFICIAL DO CONCRETO – PINTURA BASE LÁTEX ACRÍLICO				
1058	LIXAMENTO MECÂNICO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	m²	33,20		
1059	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE ATRAVÉS DE JATEAMENTO DE ÁGUA	m²	56,00		
1060	APLICACAO MANUAL E PREPARO DE PASTA PARA ESTUCAMENTO EM OAE, SEM PINTURA	m²	33,20		
1061	APLICACÃO DE TINTA LÁTEX ACRÍLICA 2 DEMÃOS	m²	33,20		
	Subtotal dos serviços				
15	CANTEIRO				
15.1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	%	0,02		
15.2	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO	%	0,01		
15.3	DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO	%	0,00		
	Total dos serviços				

4.4.2 Ensaio destrutivo – Corpo de prova resistência à compressão



TESTEMUNHOS DE CONCRETO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

RELATÓRIO DE ENSAIO
CSP DSD BBLT 01-2023

Prosul Projetos Supervisão e Planejamento Ltda.
CNPJ: 80.996.861/0001-00

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE TESTEMUNHOS

Solicitante:

Prosul Projetos Supervisão e Planejamento Ltda.

Solicitado:

Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda.

Executantes:

Evandro Carlos Lower

Elaboração:

Fernanda Vandresen

Vistoria:

Evandro Carlos Lower

Aprovação:

Engº Rodolfo Antônio Mecabô

Junho, 2023

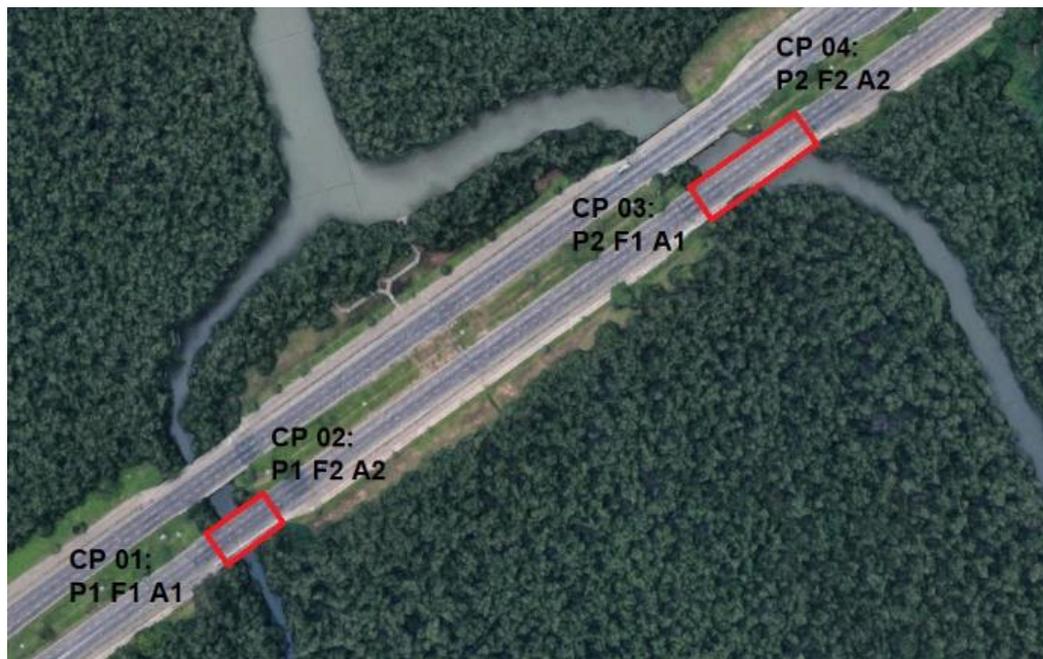
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 MÉTODO DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS	5
3 PREPARO DOS TESTEMUNHOS	5
4 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	5
5 OBSERVAÇÕES	6
APÊNDICE A – Fotos dos testemunhos (antes do ensaio).....	7
APÊNDICE B – Fotos dos testemunhos (após o ensaio).....	7

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados de ensaios de determinação da resistência à compressão referente a uma amostra composta por testemunhos extraídos, de duas pontes localizadas na Avenida da Saudade, Itacorubi – Florianópolis - SC. As amostras receberam as seguintes identificações:

Identificação Souza Papaleo	Data da extração	Data da concretagem	fck (MPa)	Identificação da peça concretada
BBLT 01	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 01 – P01 – F01 – A01 – ponte sobre o Rio Sertões
BBLT 02	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 02 – P01 – F02 – A02 – ponte sobre o Rio Sertões
BBLT 03	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 03 – P02 – F01 – A01 – ponte sobre o Rio Itacorubi
BBLT 04	não indicada	aprox. 20 anos	n.i.	CP 04 – P02 – F01 – A02 – ponte sobre o Rio Itacorubi



Data do Ensaio: 19/06/2023

Idade na data de ensaio: não indicada

Descontinuidade: não se observou descontinuidade nas amostras extraídas.

Materiais estranhos: sem a presença de materiais estranhos no interior das amostras.

2 MÉTODO DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS

ABNT NBR 5739:2018	Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.
ABNT NBR 7680-1:2015	Concreto – Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.
ABNT NBR 12655:2022	Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento.
ABNT NBR 6118:2014	Projeto de estruturas de concreto – procedimento.

3 PREPARO DOS TESTEMUNHOS

Os testemunhos foram preparados pela Souza Papaleo sendo suas extremidades arrematadas com serra de disco diamantada, formando-se planos paralelos entre si e perpendiculares ao eixo do testemunho.

Os testemunhos foram mantidos nas condições de seco ao ar (em laboratório) durante pelo menos 72 horas conforme o que estabelece o item 4.5.4 da ABNT NBR 7680-1.

4 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A resistência à compressão de cada testemunho foi realizada conforme o que preconiza a ABNT NBR 5739. Ensaio realizado em prensa hidráulica classe 1, conforme NBR NM-ISO 7500-1:2016 (Marca: Emic – PC150C NO: 9002 NS:003).

Os resultados obtidos na determinação da resistência à compressão dos testemunhos extraídos são apresentados na tabela a seguir.

identificação	Corpo de prova				Carga de ruptura		h/d	Coef. de correção				Tensão (MPa)
	diâmetro (mm)		altura (mm)	área (mm ²)	lida (kN)	corrigida (kN)		k1	k2	k3	k4	
	1	2										
BBLT 01	99,50	99,00	178,00	7736,63	283,50	283,50	1,79	-0,02	0,06	0,05	-0,04	38,6
BBLT 02	99,50	99,50	189,30	7775,66	294,90	294,90	1,90	-0,01	0,06	0,05	-0,04	40,3
BBLT 03	99,50	99,60	182,00	7783,47	244,40	244,40	1,83	-0,01	0,06	0,05	-0,04	33,2
BBLT 04	99,60	99,30	142,50	7767,84	264,00	264,00	1,43	-0,05	0,06	0,05	-0,04	34,7

Coeficientes de correção:

(k1) Relação h/d;

(k2) Efeito de broqueamento;

(k3) Direção da extração em relação ao lançamento;

(k4) Efeito da umidade do testemunho.

5 OBSERVAÇÕES

Os resultados dos ensaios devem ser submetidos à avaliação do engenheiro projetista. O conteúdo deste relatório somente poderá ser reproduzido por inteiro, mediante aprovação formal deste laboratório.

A Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda, não se responsabiliza em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento, cuja reprodução parcial ou total das partes requer aprovação por escrito da Souza Papaleo Moldagem de Concreto Ltda. Os resultados dos ensaios têm seu valor restrito às amostras ensaiadas.

Palhoça, 19 de junho de 2023.



Engº Rodolfo Antônio Mecabô

CREA/SC 139981-1

APÊNDICE A – Fotos dos testemunhos (antes do ensaio)



APÊNDICE B – Fotos dos testemunhos (após o ensaio)



5 PROJETO DE RECUPERAÇÃO PONTE SOBRE O RIO ITACORUBI

O presente documento tem por objetivo apresentar o memorial descritivo do projeto de readequação da ponte sobre o Rio Sertão, sentido Sul da Avenida da Saúde no município de Florianópolis/SC.

5.1 Memorial descritivo – Obra Existente

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 40m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16m e dois balanços extremos de 4,00m. A superestrutura possui arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,35m, faixas de rodagem no sentido Sul totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição. A laje de transição é desacoplada do restante da OAE.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

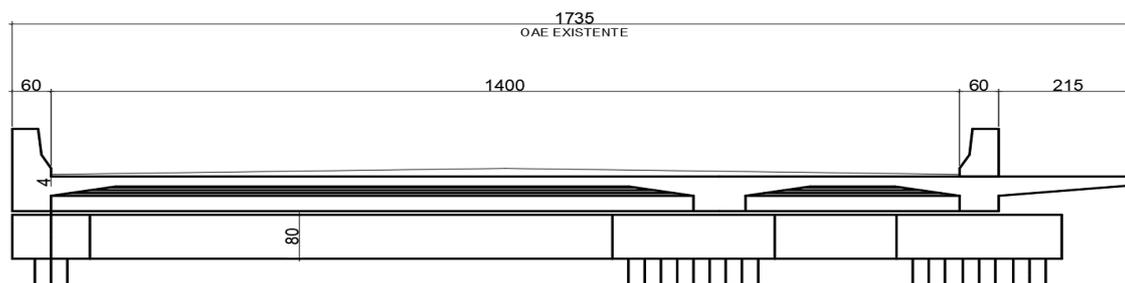


Figura 5.1: Seção transversal da Obra Existente

5.2 Procedimento para Recuperação dos elementos de concreto

A execução deve ser realizada por empresa especializada em reforços de OAE's

com capacidade técnica comprovada garantindo a expertise necessária para complexidade da obra.

5.2.1 Recuperação - Logarinas

O procedimento para recuperação das longarinas envolve a utilização de balsas flutuantes, para esse serviço, deve-se atentar à variação da maré. Para a recuperação das extremidades das longarinas, o projeto prevê a utilização de plataforma de madeira apoiada diretamente sobre o solo, nesses locais, deve-se prever a execução na mínima maré e considerar a máxima maré para fixação da plataforma.

Segue abaixo a metodologia para recuperação das patologias:

- As superfícies de concreto das longarinas deverá ser completamente limpa, removendo toda a matéria orgânica;
- Prever utilização de hidrojateamento de alta pressão para garantir que todo substrato de concreto esteja isento de sujeira e/ou matéria orgânica;
- Escarificar o concreto com som cavo até que a armadura esteja exposta, apicoar as áreas em que o revestimento esteja com som sólido e textura íntegra, sem sinais de oxidação das armaduras.
- Limpar novamente a estrutura com utilização de hidrojateamento e limpar as armaduras com escova metálica;
- Aplicação da primeira demão de argamassa polimérica, aplicar em toda a extensão da longarina escarificada e apicoada. A aplicação deverá envolver toda a armadura sem deixar falhas, tempo de espera 30min para segunda demão;
- Aplicação da segunda demão na área de intervenção, aguardar 30min para terceira demão. A aplicação da terceira demão deverá contornar os cantos reformulando a seção escarificada, avivando as quinas e contornos.

5.2.2 Recuperação - Travessas

O procedimento para recuperação da travessa central envolve a utilização de balsas flutuantes, para esse serviço, deve-se atentar à variação da maré. Para a recuperação das travessas extremas, o projeto prevê a utilização de plataforma de madeira apoiada diretamente sobre o solo, nesses locais, deve-se prever a execução na mínima maré e considerar a máxima maré para fixação da plataforma.

Segue abaixo a metodologia para recuperação das patologias:

- As superfícies de concreto das travessas deverão ser completamente limpa, removendo toda a matéria orgânica;
- Prever utilização de hidrojateamento de alta pressão para garantir que todo substrato de concreto esteja isento de sujeira e/ou matéria orgânica;
- Escarificar o concreto com som cavo até que a armadura esteja exposta, apicoar as áreas em que o revestimento esteja com som sólido e textura íntegra, sem sinais de oxidação das armaduras.
- Limpar novamente a estrutura com utilização de hidrojateamento e limpeza das armaduras com escova metálica;
- Perfurar as longarinas para ancoragem da armadura de recuperação, conforme

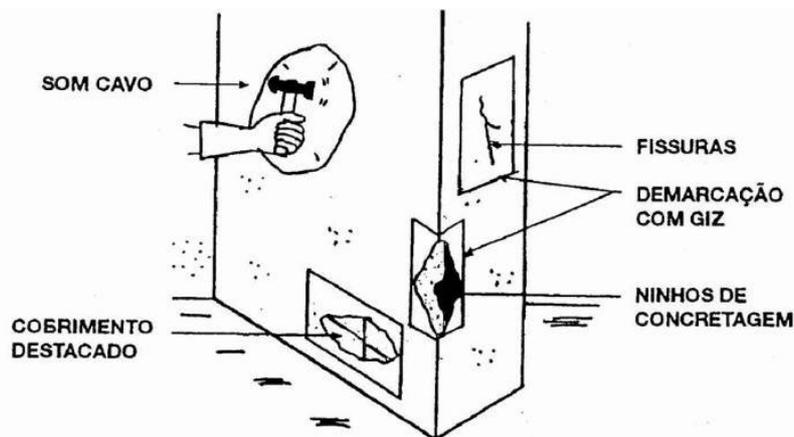
detalhamento das armaduras, furos transversais nas travessas e longitudinais nos apoios;

- Fixar as armaduras dos pinos CA-50 barra $\varnothing 8,0\text{mm}$ c/20cm, com ancoragem química conforme especificado em projeto. Preencher o furo com Epoxi, penetrar o pino de ancoragem com auxílio de martelete. A armadura deve ser penetrada até o transbordo do epoxi;
- Fixar a espera das armaduras longitudinais, pinos de CA-50 barra de $\varnothing 16\text{mm}$, embutimento de 15cm. Engastamento com ancoragem química conforme especificado em projeto. Preencher o furo com Epoxi, penetrar o pino de ancoragem com auxílio de martelete. A armadura deve ser penetrada até o transbordo do epoxi;
- Alocar as armaduras longitudinais de acordo com o arranjo apresentado no projeto garantindo o cobrimento especificado;
- Posicionar e fixar a armadura transversal abraçando a armadura longitudinal, conforme detalhado em projeto;
- Posicionar os espaçadores da armadura (5cm de recobrimento) e montar a forma (aplicar desmoldante) deixando abertura no formato de cachimbo para concretagem;
- Executar a concretagem pelo cachimbo e vibrar forma após concretagem;
- Remover o cachimbo de concretagem e fazer o fechamento da estrutura com graute.

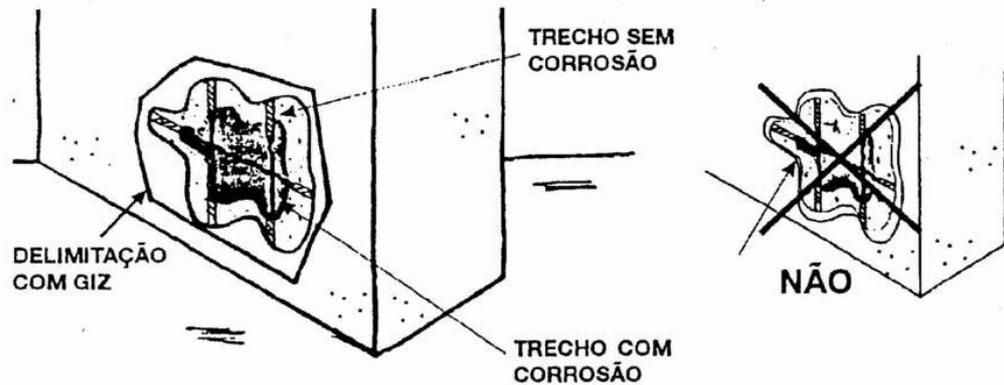
5.2.3 Procedimento para Recuperação das Armaduras Exposta da Meso e Superestrutura

Nas áreas que há presença de armadura expostas corroídas e/ou concreto desagregado, realizar o procedimento abaixo:

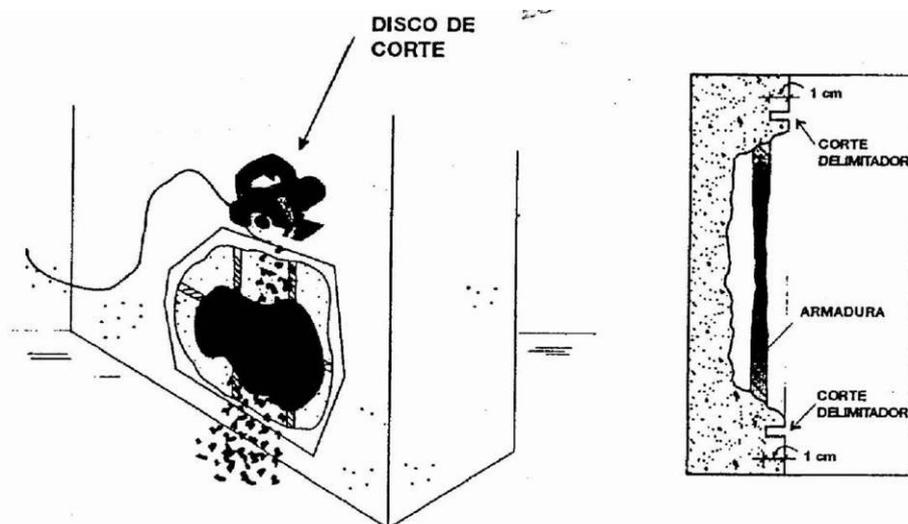
- Localizar e identificar as regiões da estrutura que estejam apresentando as manifestações patológicas apresentadas no relatório de patologia, através de exame visual;

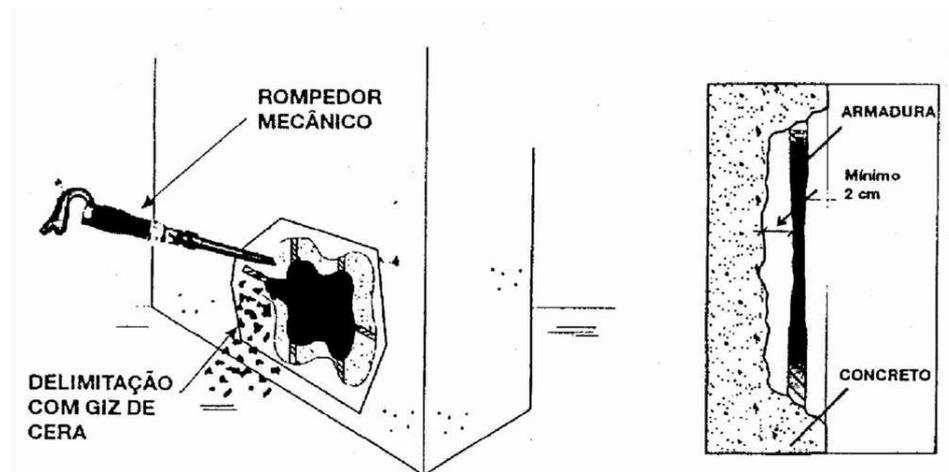


- Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;

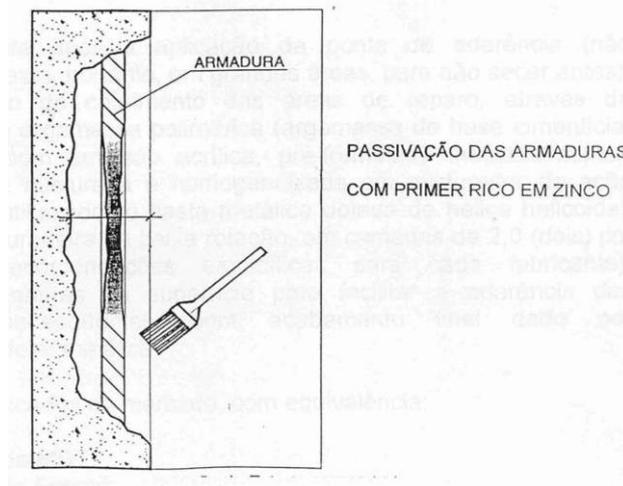


- Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou marteletes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima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





- 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.
- Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2007.
- Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.
- 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 ADESIVO EP ZN de fabricação da BAUTECH
 - VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL



Para a recomposição da seção da área de concreto removida para o tratamento de aço, seguir procedimento abaixo:

- Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto)
- Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada 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
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE
- KZ Acrílico de fabricação da VIAPOL

Para reparos com pequenas dimensões ($a < 10 \times 10$ cm), 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.

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 uma haste metálica dotada de hélice helicoidal acoplada a uma furadeira de baixa rotação.

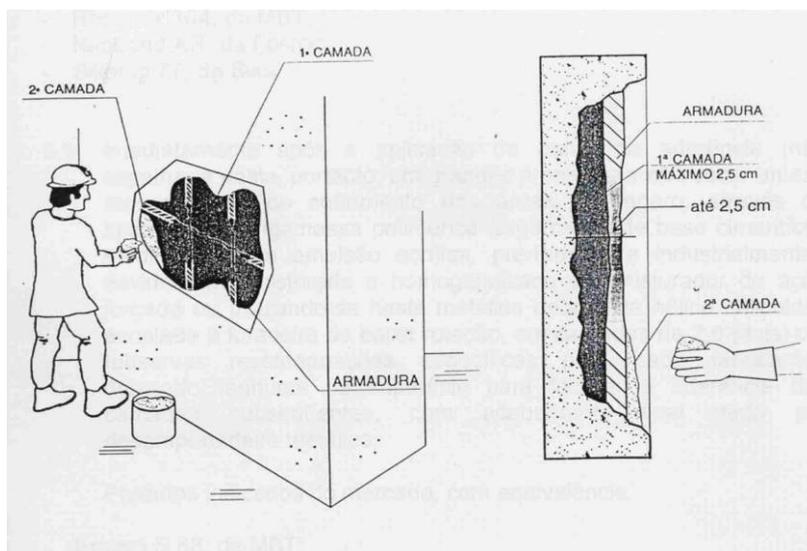
Aplicar a argamassa de reparo em camadas de no máximo 2,5 cm de espessura (observar recomendações específicas para cada fabricante), deixando ranhuras na

superfície para facilitar a aderência das camadas subsequentes, 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.
- EMACO S168 de fabricação da BASF.
- SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
- ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
- ZENTRIFIX GM2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE

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 QUARTZOLIT ou VIAPLUS ST TIX de fabricação da VIAPOL, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da ANCHORMASSA SHIM, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.



5.3 Materiais

Concreto p/ Estacas

Aço CA 50

f_{ck} 40 MPa (fator $a/c < 0,45$)

f_{yk} 500 MPa

5.4 Coeficientes de Segurança

$\gamma_f = 1,35$ (cargas permanentes); $\gamma_f = 1,5$ (cargas acidentais);

$\gamma_s = 1,15$ (aço);

$\gamma_c = 1,4$ (elementos de concreto)

5.5 Ações

Permanentes (peso próprio da estrutura, pavimento, lastro de solo, barreiras, etc);

Variáveis (trem-tipo rodoviário TB 45, frenagem, temperatura, vento, etc);

5.6 Solicitações

Cálculo convencional comportamento elástico.

5.7 Bibliografia

NBR6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

NBR7188/2013 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre

NBR6122/2019 – Projeto e Execução de Fundações

NBR7187/2021 – Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido

NBR8681/2004 – Ações e Segurança nas Estruturas

NBR9783/1987 – Aparelhos de Apoio de Elastômero Fretado.

NBR6123/1988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações.

Fundamentos da técnica de armar - Péricles B. Fusco

Técnicas de armar as estruturas de concreto - Péricles B. Fusco

Construções de concreto - F. Leonhardt / E. Monnig

Hormigon Armado – P. J. Montoya

Pontes em concreto armado e protendido – Jayme Mason

Pontes em concreto armado Vol. 1 e 2 – Walter Pfeil

Aparelhos de Apoio das Estruturas – Walter de Almeida Braga

Tabelas para dimensionamento de lajes retangulares de pontes – Rüsç B.

5.8 Software utilizado

Strap Structural Analysis Programs 2021

5.9 Critérios de Cálculo

- Cálculo no regime elástico;

- Dimensionamento no Estado Limite Último (NBR 8681 e NBR 6118);
- Trem Tipo TB45 conforme NBR 7188/13;

5.10 Critério de análise

Com a geometria final da OAE alargada são realizados os estudos de distribuição de cargas permanentes para as vigas longarinas existentes e novas por de área de influência. Sendo que todos os carregamentos permanentes da estrutura existente são absorvidos pelas vigas existentes.

Para o estudo dos efeitos da carga móvel do TB45, são realizados os estudos do trem tipo de cada viga longarina considerando que o tabuleiro final da OAE funcione como uma obra monolítica. Para garantir essa capacidade à OAE, as transversinas são acopladas às transversinas existentes.

A distribuição transversal das cargas móveis é realizada aplicando o método de Engesser-Courbon e levando em consideração à assimetria final da obra alargada em relação ao centro elástico da seção transversal.

Com as novas ações distribuídas sobre as longarinas existentes e novas, elabora-se um modelo de barras no software de análise STRAP, com o objetivo de obter as envoltórias de esforços finais.

5.11 Modelo de análise e Carregamentos

O modelo de análise foi desenvolvido com o auxílio do software Strap. Trata-se de um modelo de barras planas para a viga longarina da OAE. Os carregamentos aplicados são os apresentados acima. Sendo g_1 – p.p. dos elementos de concreto (viga+laje colaborante), g_3 – acabamentos + CBUQ + Reações das transversinas de apoio e intermediárias. As cargas móveis são obtidas das envoltórias geradas pelo software Strap, e são aplicadas como Q_{min} – envoltória de momento fletor mínimos e Q_{max} – envoltória de momento fletor máximo.

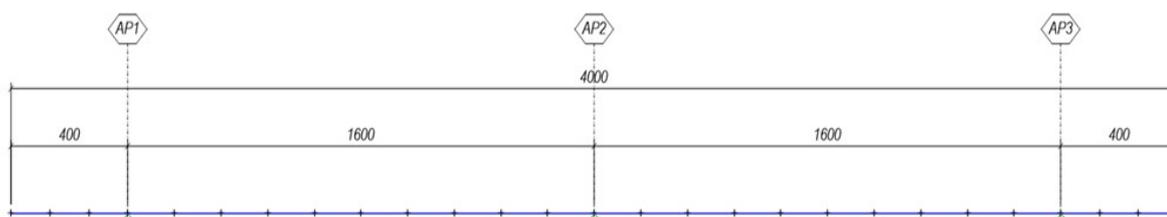


Figura 5.2: Geometria do Modelo de Análise

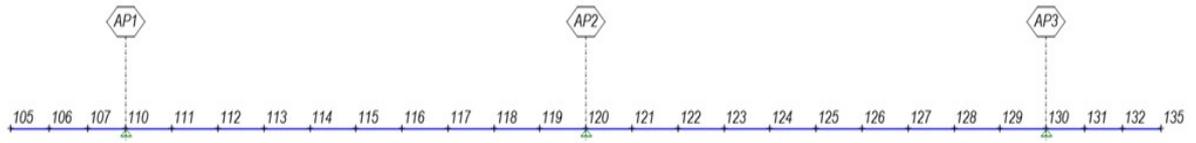


Figura 5.3: Numeração dos Nós

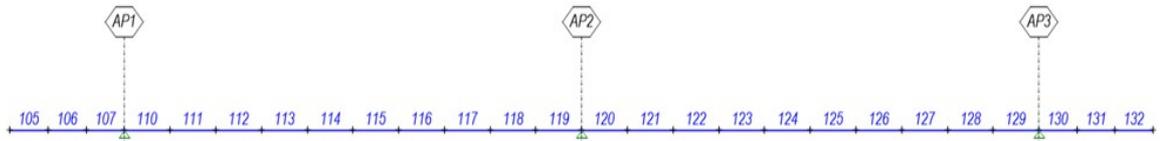
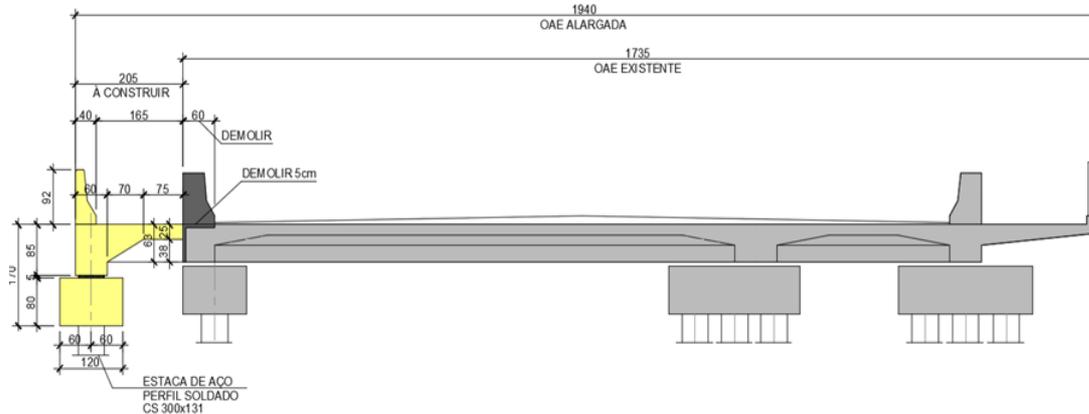


Figura 5.4: Numeração das Barras

5.12 Carregamentos

Os carregamentos são calculados como distribuídos equivalentes uniformes. As cargas das transversinas são definidas como cargas concentradas equivalentes.

Cargas Permanentes Distribuídas



g1 - peso próprio dos elementos de concreto = $Ac \times 2,5t/m^3$

VL1 $g1 = 0,84m^2 \times 2,5t/m^3 = 2,10t/m$ - peso próprio seção da viga + laje colaborante

g2 - incorporado no g1 - estrutura executada com escoramento completo

VL1 $g2 = 0$

g3 - p.p. CBUQ (2x7cm) + p.p. G.R.

VL1 $g3 = 2 \times 0,07 \times 2,25m \times 2,4t/m^3 + 0,24m^2 \times 2,5t/m^3 = 1,36t/m$ - CBUQ + G.Rodas

Cargas Permanentes Concentradas

VL1 - G2 - Rg-T.E. + Rg-T.I. + Rg-T.A.

Rg-T.E. = $[0,46m^2 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,36t$ - Transversina de Entrada/Cortina

Rg-T.I. = $[0,65 \times 0,63 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,10t$ - Transversina Intermediária

Rg-T.A. = $[0,65 \times 0,63 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,10t$ - Transversina Apoio

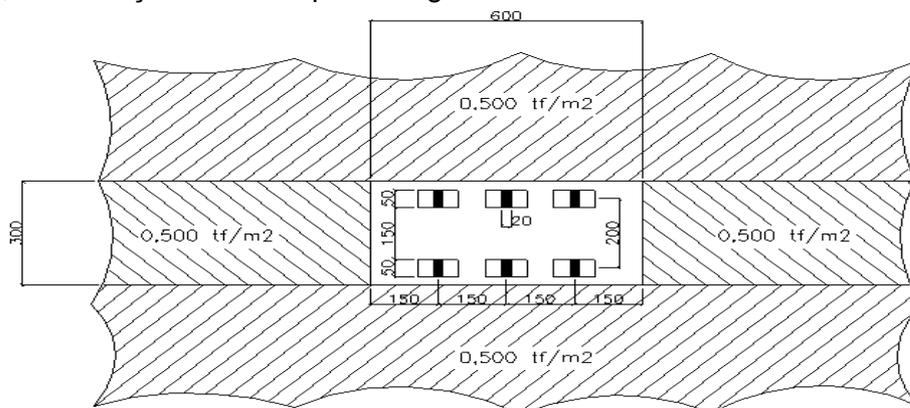
VL1 - G3 - Rg-L.T. + Rg-Solo + Rg-CBUQ_LT.

Rg-L.T. = $[0,3 \times 5,0/2 \times 2,05/2m] \times 2,5t/m^3 = 1,95t$ - Reação da Laje de Transição

Rg-Solo = $[0,3 \times 5,0/2 \times 2,05/2] \times 1,8m^3 = 1,69t$ - R.g. Solo sobre L.T.

Rg-CBUQ = $[2 \times 0,07m \times 5/2 + 2,05/2] \times 2,4t/m^3 = 0,86t$ - R.g. CBUQ sobre LT

O trem tipo de cada viga é definido com o TB45 (6 rodas $P=7,5tf$) e carga de multidão $q=0,5tf/m^2$, com adoção do trem tipo homogeneizado.



Carga Móvel Conf. NBR.7188 (2013) TB = 450kN = 45 t. P = 6 x 7,5 t. ; p = 0,5 t/m2 ; P' = (45 - 18x0,5)/6 = 6,0 t. ; $\gamma_{p'} = (8,30^2 + 6,25^2 + 4,33^2 + 8,30^2) = 195,6$ n. = 4 ; 1/n = 0,25 ; l = Cte. ; $\lambda = 8,30\text{m}$ (Centro Elástico) ; CIA=1,25 CNF=1,0 viga "VLN1" : $\gamma_1 a = 1/4 + [8,30^2/195,6] = 0,60$; $\gamma_2 a = 1/4 - [(8,30^2)/195,6] = -0,10$ $Q = 1,36 \times 6t \times (0,59 + 0,51) = \mathbf{8,98t}$; $q = 1,36 \times 0,5t/m^2 \times (0,6 \times 14,75/2) = \mathbf{3,00t/m}$	VÃO	BALANÇO	CIV
	$\phi 1 = 1 + 1,06 \times (20/(16+50)) = 1,32$	$\phi 2 = 1 + 1,06 \times (20/(4+50)) = 1,39$	1,36

5.13 Diagramas

As envoltórias de esforços são apresentadas para as combinações g (somatório de todas as cargas permanentes), Qmax (envoltória de solicitações positivas da carga móvel) e Qmin (envoltória de solicitações negativas da carga móvel).

Definição das combinações

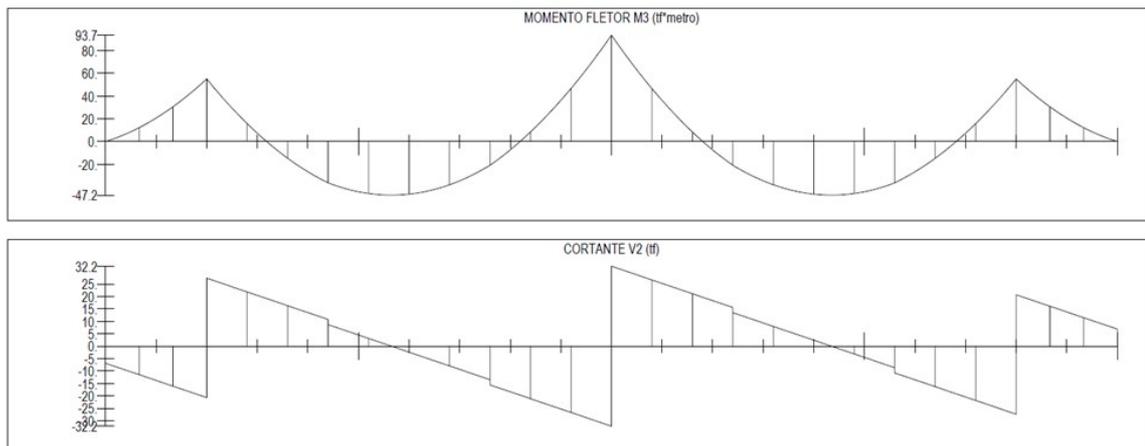
Nº	Título	1:g1 - p.p. das vigas	2:g2 - parcela da laje	3:g3 - CBUQ + G.R...	4:Qmax	5:Qmin
1	g_iso = g1 + g2	1	1			
2	g = g1 + g2 + g3	1	1	1		
3	Qmax				1	
4	Qmin					1

Os diagramas de esforços são para as cargas em valores característicos.

POA134-21-Ponte s/ Rio Sertões-VLN1-TB45	Página: 1
Preparado por:	Data: 16/03/22

RESULTADOS DE BARRA Nº 105 - 132 L=40

COMB. Nº 1 g = g1 + g3



5.14 Reações da Superestrutura

As reações para as cargas permanentes e cargas móveis da superestrutura são apresentadas abaixo para cada viga longitudinal. As reações são apresentadas por carregamento, os carregamentos de cada viga são

apresentados no quadro resumo abaixo:

LISTA DE CARREGAMENTOS

<i>Nº</i>	<i>Nº nos result.</i>	<i>nome</i>
1	1	g1 - peso próprio da viga + laje colaborante
2	2	g3 - CBUQ
3	3	Qmax
4	4	Qmin

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)

<i>nó</i>	<i>carreg</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X6</i>
110	1	0.000	22.579	0.000
	2	0.000	27.591	0.000
	3	0.000	67.185	0.000
	4	0.000	-5.518	0.000
	Máx	0.000	67.185	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-5.518	0.000
	Carg	1	4	4
120	1	0.000	38.843	0.000
	2	0.000	27.639	0.000
	3	0.000	86.685	0.000
	4	0.000	-10.484	0.000
	Máx	0.000	86.685	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-10.484	0.000
	Carg	1	4	4
130	1	0.000	22.579	0.000
	2	0.000	27.591	0.000
	3	0.000	67.185	0.000
	4	0.000	-5.518	0.000
	Máx	0.000	67.185	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-5.518	0.000
	Carg	1	4	4

1 ANEXO – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Figura 5.5: Ponte Sertões - Travessas



Figura 5.6: Ponte Sertões - Travessas



Figura 5.7: Ponte Sertões - Travessas



Figura 5.8: Ponte Sertões – Viga Longarina



Figura 5.9: Ponte Sertões – Viga Longarina



Figura 5.10: Ponte Sertões – Junta de Concretagem

6 PROJETO DE RECUPERAÇÃO PONTE SOBRE O RIO SERTÕES

O presente documento tem por objetivo apresentar o memorial descritivo do projeto de readequação da ponte sobre o Rio Sertão, sentido Sul da Avenida da Saúde no município de Florianópolis/SC.

6.1 Memorial descritivo – Obra Existente

A OAE existente possui alinhamento retilíneo e normal, em nível longitudinalmente e transversalmente com caimento para ambas as laterais.

A OAE existente apresenta extensão de 40m, composta por tabuleiro contínuo com dois vãos centrais de 16m e dois balanços extremos de 4,00m. A superestrutura possui arranjo estrutural em grelha de vigas e transversinas. O sistema portante é formado por três vigas longitudinais e transversinas de apoio e intermediárias em concreto armado.

Transversalmente, a OAE existente apresenta largura total de 17,35m, faixas de rodagem no sentido Sul totalizando 14,0m de largura útil, guarda-rodas em ambas as laterais da OAE. Na lateral direita tem-se passeios e guarda-corpo.

A mesoestrutura é constituída por três linhas de apoio com blocos de concreto assentes sobre estacas de aço. As estacas são encamisadas no trecho inicial com camisa de concreto seção circular diâmetro de Ø50cm.

Os encontros são elementos de transição entre a estrutura da ponte e a pista de aproximação, e no presente caso são constituídos por transversinas de entrada e alas laterais de fechamento para contenção do terrapleno com laje de transição. A laje de transição é desacoplada do restante da OAE.

O pavimento sobre a OAE é do tipo flexível (CBUQ) e apresenta sinalização horizontal na pista de rolamento através de pintura de faixas e tachas refletivas.

As juntas posicionadas nos encontros, entre a superestrutura e o terrapleno, apresentam-se recobertas pelo pavimento asfáltico com sinais de ruptura, impossibilitando sua caracterização e funcionamento.

Na ausência do projeto original, estima-se, pelas características da estrutura, que a obra foi projetada e executada com base na Norma NB-01 (antecessora da NBR 6118) e veículo classe 36 conforme NB-6 (antecessora da NBR 7188).

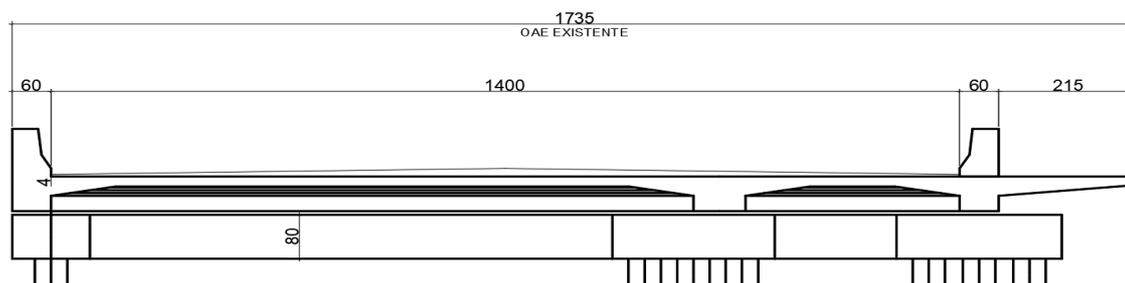


Figura 6.1: Seção transversal da Obra Existente

6.2 Procedimento para Recuperação dos elementos de concreto

A execução deve ser realizada por empresa especializada em reforços de OAE's

com capacidade técnica comprovada garantindo a expertise necessária para complexidade da obra.

6.2.1 Recuperação - Logarinas

O procedimento para recuperação das longarinas envolve a utilização de balsas flutuantes, para esse serviço, deve-se atentar à variação da maré. Para a recuperação das extremidades das longarinas, o projeto prevê a utilização de plataforma de madeira apoiada diretamente sobre o solo, nesses locais, deve-se prever a execução na mínima maré e considerar a máxima maré para fixação da plataforma.

Segue abaixo a metodologia para recuperação das patologias:

- As superfícies de concreto das longarinas deverá ser completamente limpa, removendo toda a matéria orgânica;
- Prever utilização de hidrojateamento de alta pressão para garantir que todo substrato de concreto esteja isento de sujeira e/ou matéria orgânica;
- Escarificar o concreto com som cavo até que a armadura esteja exposta, apicoar as áreas em que o revestimento esteja com som sólido e textura íntegra, sem sinais de oxidação das armaduras.
- Limpar novamente a estrutura com utilização de hidrojateamento e limpar as armaduras com escova metálica;
- Aplicação da primeira demão de argamassa polimérica, aplicar em toda a extensão da longarina escarificada e apicoada. A aplicação deverá envolver toda a armadura sem deixar falhas, tempo de espera 30min para segunda demão;
- Aplicação da segunda demão na área de intervenção, aguardar 30min para terceira demão. A aplicação da terceira demão deverá contornar os cantos reformulando a seção escarificada, avivando as quinas e contornos.

6.2.2 Recuperação - Travessas

O procedimento para recuperação da travessa central envolve a utilização de balsas flutuantes, para esse serviço, deve-se atentar à variação da maré. Para a recuperação das travessas extremas, o projeto prevê a utilização de plataforma de madeira apoiada diretamente sobre o solo, nesses locais, deve-se prever a execução na mínima maré e considerar a máxima maré para fixação da plataforma.

Segue abaixo a metodologia para recuperação das patologias:

- As superfícies de concreto das travessas deverão ser completamente limpa, removendo toda a matéria orgânica;
- Prever utilização de hidrojateamento de alta pressão para garantir que todo substrato de concreto esteja isento de sujeira e/ou matéria orgânica;
- Escarificar o concreto com som cavo até que a armadura esteja exposta, apicoar as áreas em que o revestimento esteja com som sólido e textura íntegra, sem sinais de oxidação das armaduras.
- Limpar novamente a estrutura com utilização de hidrojateamento e limpeza das armaduras com escova metálica;
- Perfurar as longarinas para ancoragem da armadura de recuperação, conforme

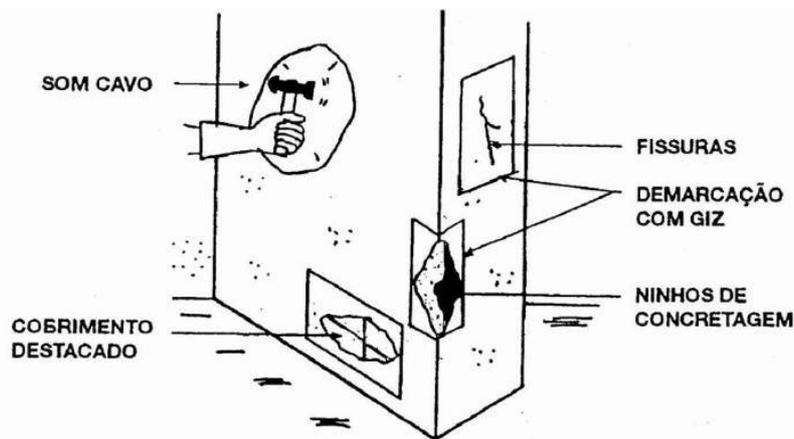
detalhamento das armaduras, furos transversais nas travessas e longitudinais nos apoios;

- Fixar as armaduras dos pinos CA-50 barra $\varnothing 8,0\text{mm}$ c/20cm, com ancoragem química conforme especificado em projeto. Preencher o furo com Epoxi, penetrar o pino de ancoragem com auxílio de martelete. A armadura deve ser penetrada até o transbordo do epoxi;
- Fixar a espera das armaduras longitudinais, pinos de CA-50 barra de $\varnothing 16\text{mm}$, embutimento de 15cm. Engastamento com ancoragem química conforme especificado em projeto. Preencher o furo com Epoxi, penetrar o pino de ancoragem com auxílio de martelete. A armadura deve ser penetrada até o transbordo do epoxi;
- Alocar as armaduras longitudinais de acordo com o arranjo apresentado no projeto garantindo o cobrimento especificado;
- Posicionar e fixar a armadura transversal abraçando a armadura longitudinal, conforme detalhado em projeto;
- Posicionar os espaçadores da armadura (5cm de recobrimento) e montar a forma (aplicar desmoldante) deixando abertura no formato de cachimbo para concretagem;
- Executar a concretagem pelo cachimbo e vibrar forma após concretagem;
- Remover o cachimbo de concretagem e fazer o fechamento da estrutura com graute.

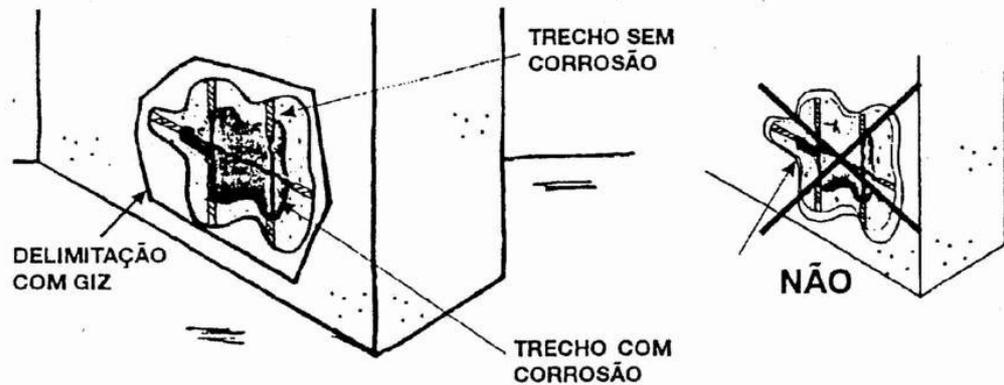
6.2.3 Procedimento para Recuperação das Armaduras Exposta da Meso e Superestrutura

Nas áreas que há presença de armadura expostas corroídas e/ou concreto desagregado, realizar o procedimento abaixo:

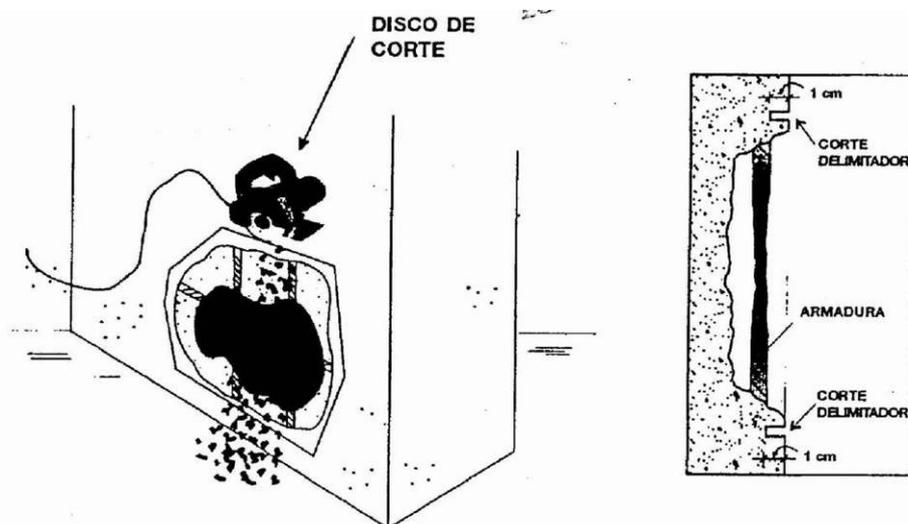
- Localizar e identificar as regiões da estrutura que estejam apresentando as manifestações patológicas apresentadas no relatório de patologia, através de exame visual;

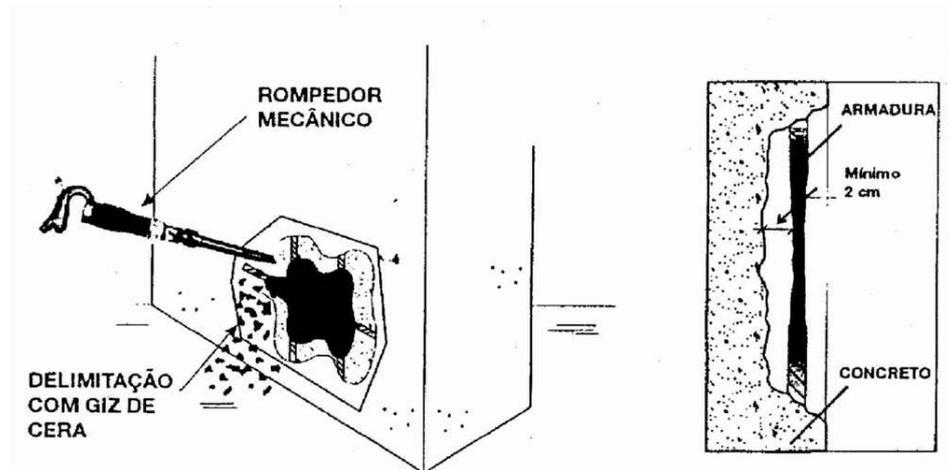


- Demarcação com giz de cera (ou escolar) das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90°) que envolvam com folga estas áreas; não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;

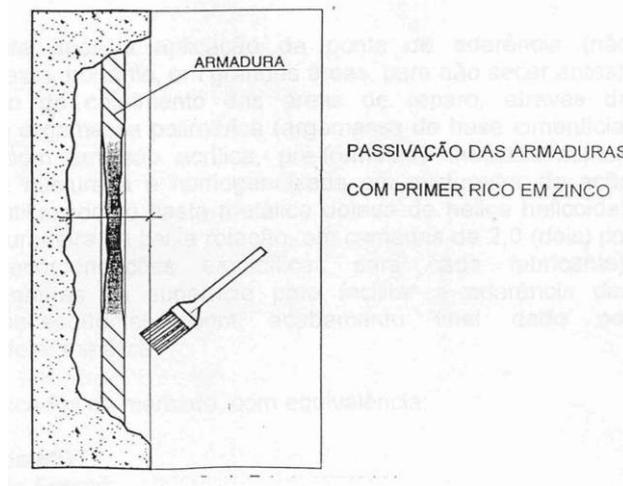


- Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves, de até 6 kg, ou marteletes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima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





- 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.
- Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2007.
- Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto: respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.
- 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 ADESIVO EP ZN de fabricação da BAUTECH
 - VIAPLUS FERROPROTEC de fabricação da VIAPOL



Para a recomposição da seção da área de concreto removida para o tratamento de aço, seguir procedimento abaixo:

- Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto)
- Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada 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
- BAUTECH ACRÍLICO de fabricação da BAUTECH
- ZENTRIFIX KMH de fabricação da MC-BAUCHEMIE
- KZ Acrílico de fabricação da VIAPOL

Para reparos com pequenas dimensões (a < 10x10 cm), 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.

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 uma haste metálica dotada de hélice helicoidal acoplada a uma furadeira de baixa rotação.

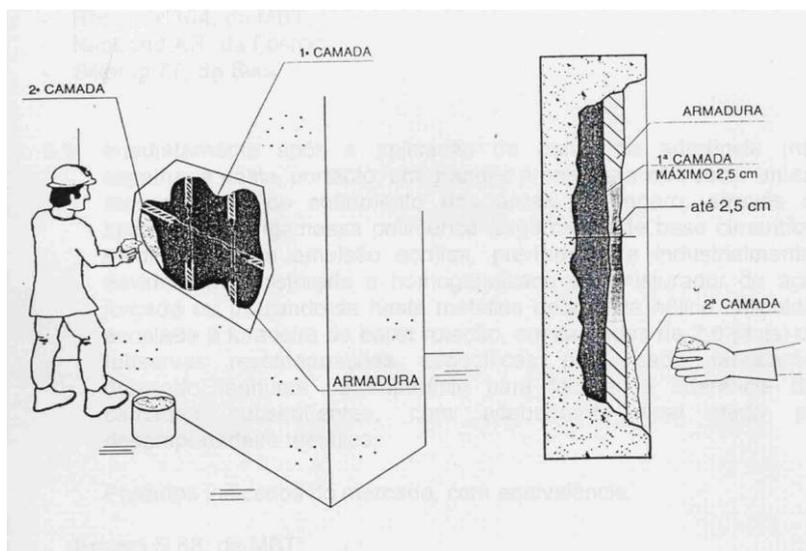
Aplicar a argamassa de reparo em camadas de no máximo 2,5 cm de espessura (observar recomendações específicas para cada fabricante), deixando ranhuras na

superfície para facilitar a aderência das camadas subsequentes, 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.
- EMACO S168 de fabricação da BASF.
- SIKATOP 122 PLUS de fabricação da SIKA.
- ARGAMASSA ESTRUTURAL 250 de fabricação da OTTO BAUNGART/VEDACIT.
- DENVERTEC 700 de fabricação da DENVER IMPERMEABILIZANTES.
- BAUTECH KIT TRAFIX S2 de fabricação da BAUTECH.
- VIAPLUS ST de fabricação da VIAPOL.
- ZENTRIFIX GM2 de fabricação da MC-BAUCHEMIE

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 QUARTZOLIT ou VIAPLUS ST TIX de fabricação da VIAPOL, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da ANCHORMASSA SHIM, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.



6.3 Materiais

Concreto p/ Estacas

Aço CA 50

fck 40 MPa (fator a/c<0,45)

fyk 500 MPa

6.4 Coeficientes de Segurança

$\gamma_f = 1,35$ (cargas permanentes); $\gamma_f = 1,5$ (cargas acidentais);

$\gamma_s = 1,15$ (aço);

$\gamma_c = 1,4$ (elementos de concreto)

6.5 Ações

Permanentes (peso próprio da estrutura, pavimento, lastro de solo, barreiras, etc);

Variáveis (trem-tipo rodoviário TB 45, frenagem, temperatura, vento, etc);

6.6 Solicitações

Cálculo convencional comportamento elástico.

6.7 Bibliografia

NBR6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

NBR7188/2013 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre

NBR6122/2019 – Projeto e Execução de Fundações

NBR7187/2021 – Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido

NBR8681/2004 – Ações e Segurança nas Estruturas

NBR9783/1987 – Aparelhos de Apoio de Elastômero Fretado.

NBR6123/1988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações.

Fundamentos da técnica de armar - Péricles B. Fusco

Técnicas de armar as estruturas de concreto - Péricles B. Fusco

Construções de concreto - F. Leonhardt / E. Monnig

Hormigon Armado – P. J. Montoya

Pontes em concreto armado e protendido – Jayme Mason

Pontes em concreto armado Vol. 1 e 2 – Walter Pfeil

Aparelhos de Apoio das Estruturas – Walter de Almeida Braga

Tabelas para dimensionamento de lajes retangulares de pontes – Rüsç B.

6.8 Software utilizado

Strap Structural Analysis Programs 2021

6.9 Critérios de Cálculo

- Cálculo no regime elástico;

- Dimensionamento no Estado Limite Último (NBR 8681 e NBR 6118);
- Trem Tipo TB45 conforme NBR 7188/13;

6.10 Critério de análise

Com a geometria final da OAE alargada são realizados os estudos de distribuição de cargas permanentes para as vigas longarinas existentes e novas por de área de influência. Sendo que todos os carregamentos permanentes da estrutura existente são absorvidos pelas vigas existentes.

Para o estudo dos efeitos da carga móvel do TB45, são realizados os estudos do trem tipo de cada viga longarina considerando que o tabuleiro final da OAE funcione como uma obra monolítica. Para garantir essa capacidade à OAE, as transversinas são acopladas às transversinas existentes.

A distribuição transversal das cargas móveis é realizada aplicando o método de Engesser-Courbon e levando em consideração à assimetria final da obra alargada em relação ao centro elástico da seção transversal.

Com as novas ações distribuídas sobre as longarinas existentes e novas, elabora-se um modelo de barras no software de análise STRAP, com o objetivo de obter as envoltórias de esforços finais.

6.11 Modelo de análise e Carregamentos

O modelo de análise foi desenvolvido com o auxílio do software Strap. Trata-se de um modelo de barras planas para a viga longarina da OAE. Os carregamentos aplicados são os apresentados acima. Sendo g_1 – p.p. dos elementos de concreto (viga+laje colaborante), g_3 – acabamentos + CBUQ + Reações das transversinas de apoio e intermediárias. As cargas móveis são obtidas das envoltórias geradas pelo software Strap, e são aplicadas como Q_{min} – envoltória de momento fletor mínimos e Q_{max} – envoltória de momento fletor máximo.

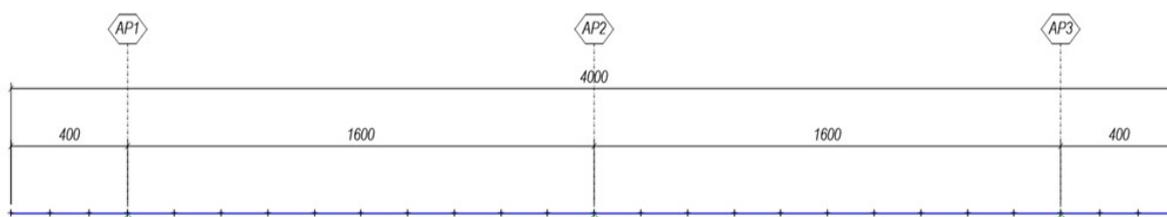


Figura 6.2: Geometria do Modelo de Análise

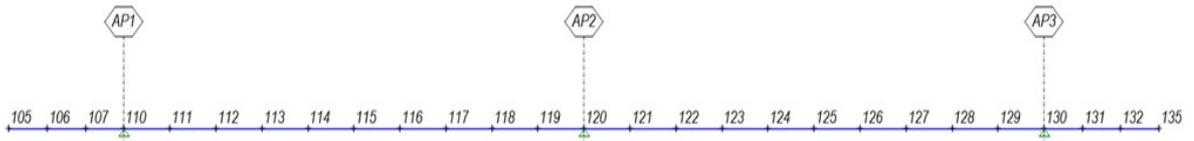


Figura 6.3: Numeração dos Nós

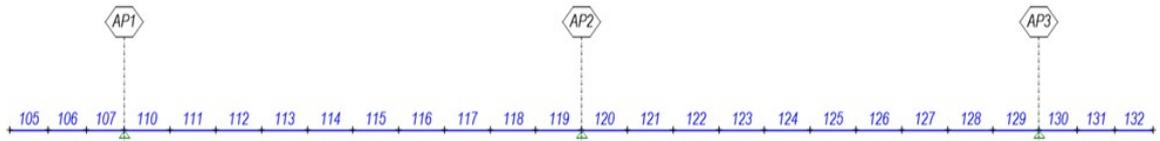
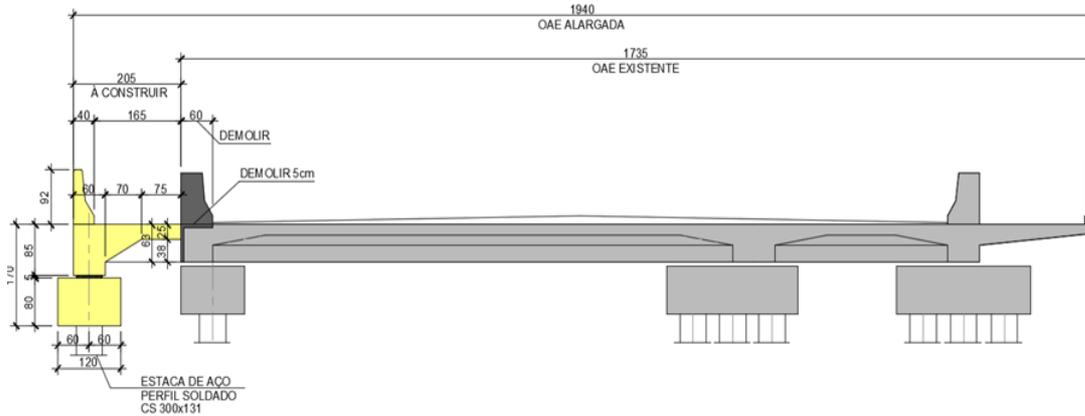


Figura 6.4: Numeração das Barras

6.12 Carregamentos

Os carregamentos são calculados como distribuídos equivalentes uniformes. As cargas das transversinas são definidas como cargas concentradas equivalentes.

Cargas Permanentes Distribuídas



g1 - peso próprio dos elementos de concreto = $Ac \times 2,5t/m^3$

VL1 $g1 = 0,84m^2 \times 2,5t/m^3 = 2,10t/m$ - peso próprio seção da viga + laje colaborante

g2 - incorporado no g1 - estrutura executada com escoramento completo

VL1 $g2 = 0$

g3 - p.p. CBUQ (2x7cm) + p.p. G.R.

VL1 $g3 = 2 \times 0,07 \times 2,25m \times 2,4t/m^3 + 0,24m^2 \times 2,5t/m^3 = 1,36t/m$ - CBUQ + G.Rodas

Cargas Permanentes Concentradas

VL1 - G2 - Rg-T.E. + Rg-T.I. + Rg-T.A.

Rg-T.E. = $[0,46m^2 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,36t$ - Transversina de Entrada/Cortina

Rg-T.I. = $[0,65 \times 0,63 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,10t$ - Transversina Intermediária

Rg-T.A. = $[0,65 \times 0,63 \times 2,05m] \times 2,5t/m^3 = 2,10t$ - Transversina Apoio

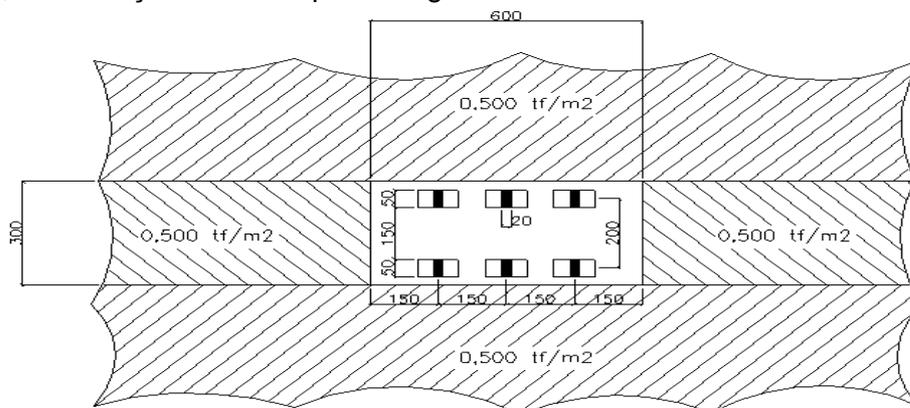
VL1 - G3 - Rg-L.T. + Rg-Solo + Rg-CBUQ_LT.

Rg-L.T. = $[0,3 \times 5,0/2 \times 2,05/2m] \times 2,5t/m^3 = 1,95t$ - Reação da Laje de Transição

Rg-Solo = $[0,3 \times 5,0/2 \times 2,05/2] \times 1,8m^3 = 1,69t$ - R.g. Solo sobre L.T.

Rg-CBUQ = $[2 \times 0,07m \times 5/2 + 2,05/2] \times 2,4t/m^3 = 0,86t$ - R.g. CBUQ sobre LT

O trem tipo de cada viga é definido com o TB45 (6 rodas $P=7,5tf$) e carga de multidão $q=0,5tf/m^2$, com adoção do trem tipo homogeneizado.



Carga Móvel Conf. NBR.7188 (2013)

TB = 450kN = 45 t.

P = 6 x 7,5 t. ; p = 0,5 t/m² ; P' = (45 - 18x0,5)/6 = 6,0 t. ;

n. = 4 ; 1/n = 0,25 ; l = Cte. ; λ = 8,30m (Centro Elástico) ;

viga "VLN1" : $\eta_1 a = 1/4 + [8,30^2/195,6] = 0,60$

Q = 1,36 x 6t x (0,59 + 0,51) = **8,98t**

VÃO	BALANÇO	CIV
$\phi 1 = 1 + 1,06x(20/(16+50)) = 1,32$	$\phi 2 = 1 + 1,06x(20/(4+50)) = 1,39$	1,36

$\eta_2 \rho = (8,30^2 + 6,25^2 + 4,33^2 + 8,30^2) = 195,6$

CIA = 1,25 CNF = 1,0

$\eta_2 a = 1/4 - [(8,30^2)/195,6] = -0,10$

q = 1,36 x 0,5t/m² x (0,6x14,75/2) = **3,00t/m**

6.13 Diagramas

As envoltórias de esforços são apresentadas para as combinações g (somatório de todas as cargas permanentes), Qmax (envoltória de solicitações positivas da carga móvel) e Qmin (envoltória de solicitações negativas da carga móvel).

Definição das combinações

Nº	Título	1:g1 - p.p. das vigas	2:g2 - parcela da laje	3:g3 - CBUQ + G.R...	4:Qmax	5:Qmin
1	g_iso = g1 + g2	1	1			
2	g = g1 + g2 + g3	1	1	1		
3	Qmax				1	
4	Qmin					1

Os diagramas de esforços são para as cargas em valores característicos.

POA134-21-Ponte s/ Rio Sertões-VLN1-TB45

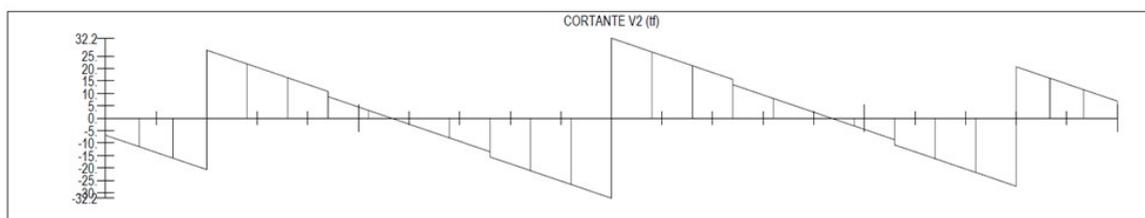
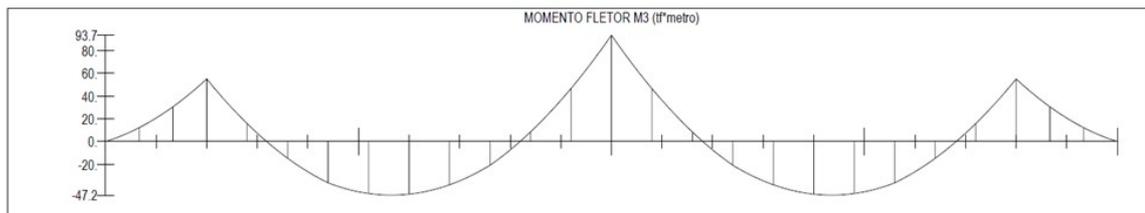
Preparado por:

Página: 1

Data: 16/03/22

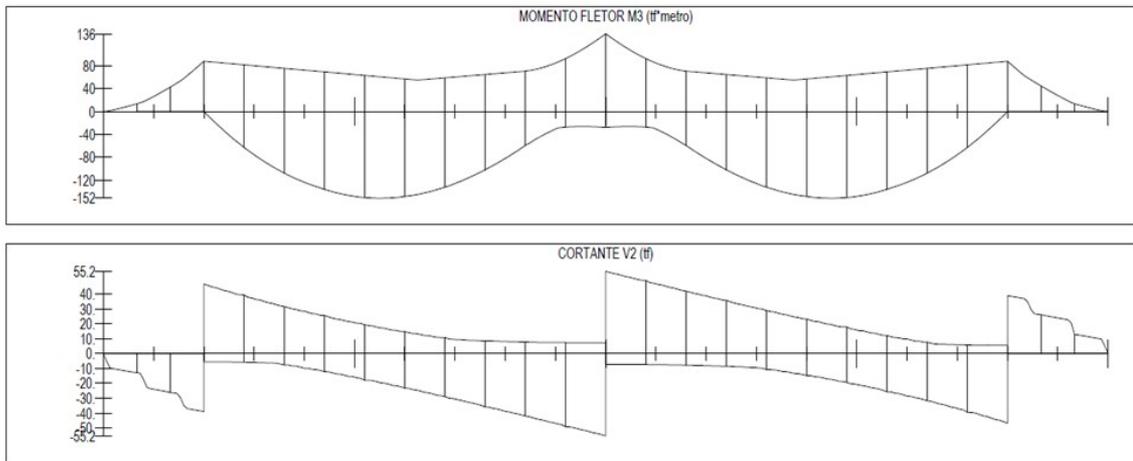
RESULTADOS DE BARRA Nº 105 - 132 L=40

COMB. Nº 1 g = g1 + g3



RESULTADOS DE BARRA Nº 105 - 132 L=40

COMB.: ENVOLTÓRIA



6.14 Reações da Superestrutura

As reações para as cargas permanentes e cargas móveis da superestrutura são apresentadas abaixo para cada viga longarina. As reações são apresentadas por carregamento, os carregamentos de cada viga são apresentados no quadro resumo abaixo:

LISTA DE CARREGAMENTOS

Nº	Nº nos result.	nome
1	1	g1 - peso próprio da viga + laje colaborante
2	2	g3 - CBUQ
3	3	Qmax
4	4	Qmin

REAÇÕES (Unids: tf, tf*metro)

<i>nó</i>	<i>carreg</i>	X1	X2	X6
110	1	0.000	22.579	0.000
	2	0.000	27.591	0.000
	3	0.000	67.185	0.000
	4	0.000	-5.518	0.000
	Máx	0.000	67.185	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-5.518	0.000
	Carg	1	4	4
120	1	0.000	38.843	0.000
	2	0.000	27.639	0.000
	3	0.000	86.685	0.000
	4	0.000	-10.484	0.000
	Máx	0.000	86.685	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-10.484	0.000
	Carg	1	4	4
130	1	0.000	22.579	0.000
	2	0.000	27.591	0.000
	3	0.000	67.185	0.000
	4	0.000	-5.518	0.000
	Máx	0.000	67.185	0.000
	Carg	1	3	3
	Min	0.000	-5.518	0.000
	Carg	1	4	4

1 ANEXO – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Figura 6.5: Ponte Sertões - Travessas



Figura 6.6: Ponte Sertões - Travessas



Figura 6.7: Ponte Sertões - Travessas



Figura 6.8: Ponte Sertões – Viga Longarina

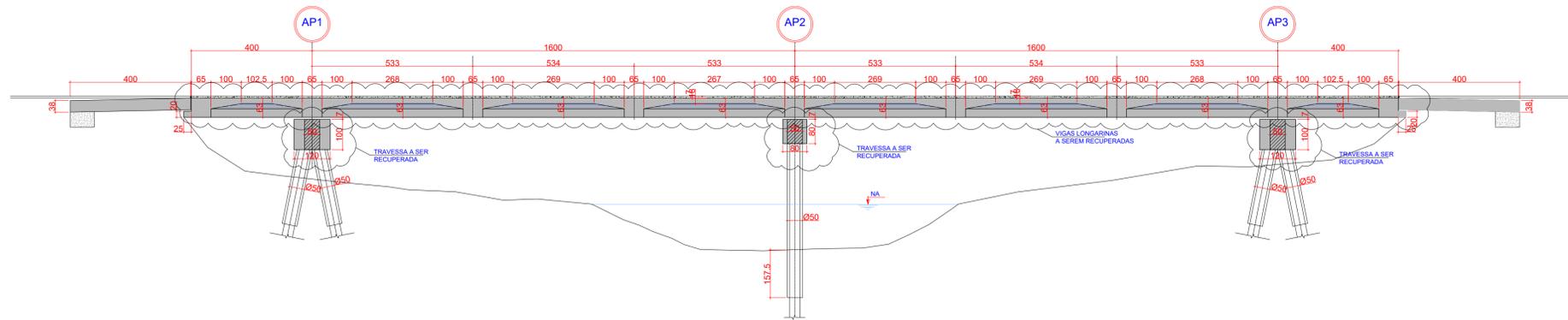


Figura 6.9: Ponte Sertões – Viga Longarina

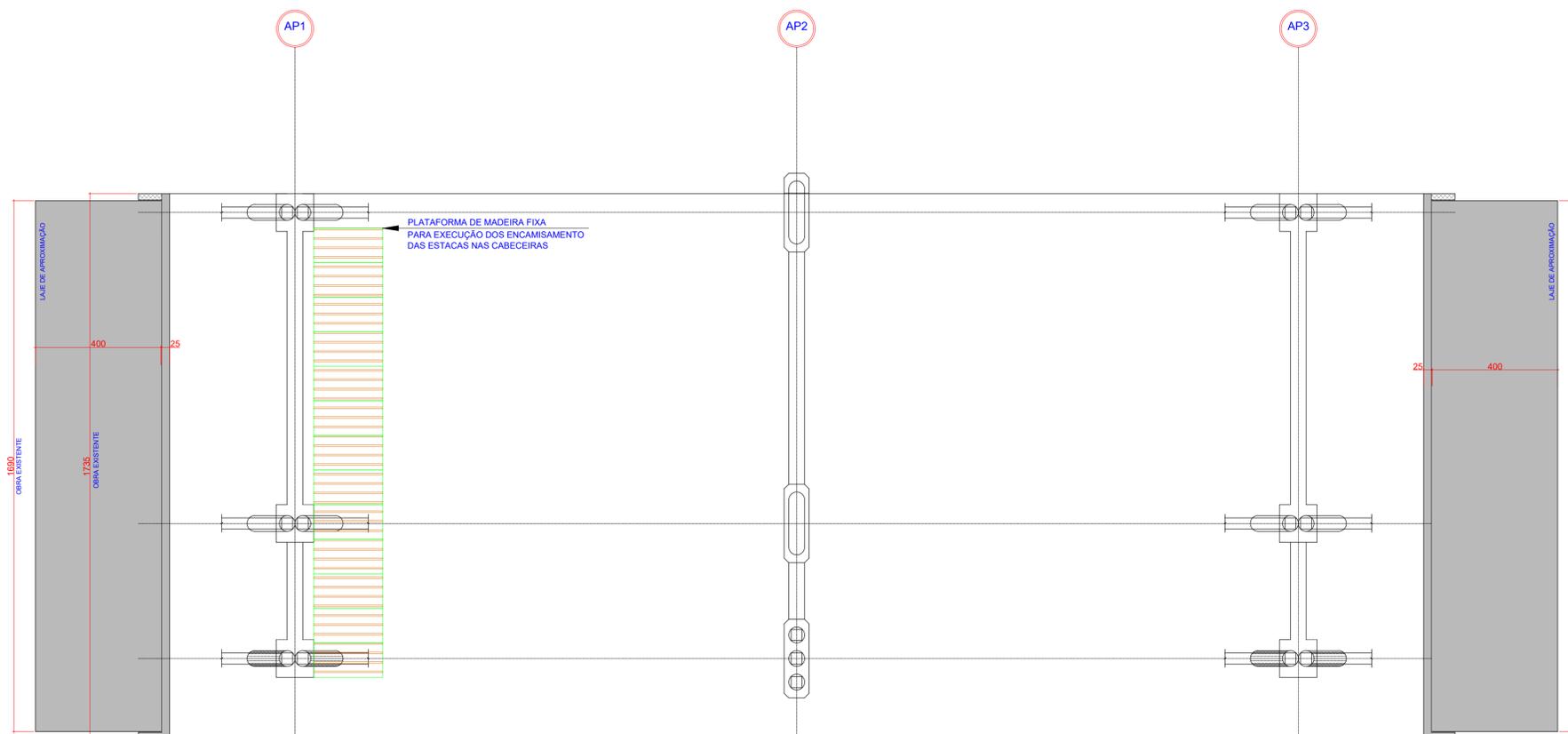


Figura 6.10: Ponte Sertões – Junta de Concretagem

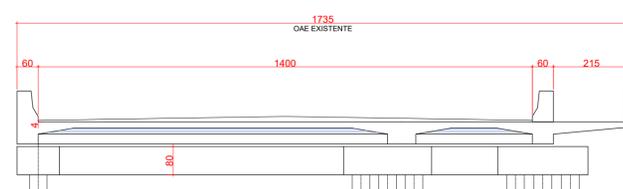
7 PRANCHAS



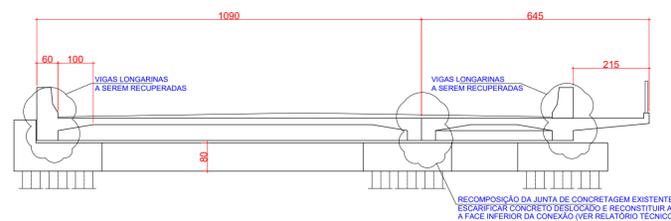
1 CORTE LONGITUDINAL DA OAE EXISTENTE
ESCALA 1:100



2 LOCAÇÃO DAS ESTACAS A SEREM RESTAURADAS
ESCALA 1:100

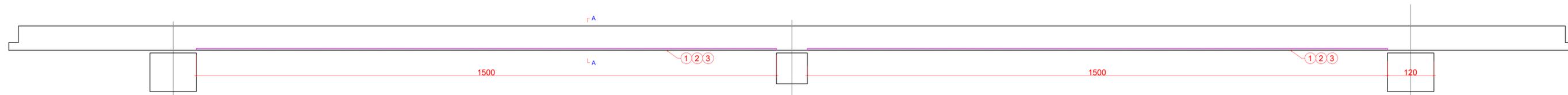


3 SEÇÃO TRANSVERAL - AP1 E 3
ESCALA 1:100



4 SEÇÃO TRANSVERAL - AP2
ESCALA 1:100

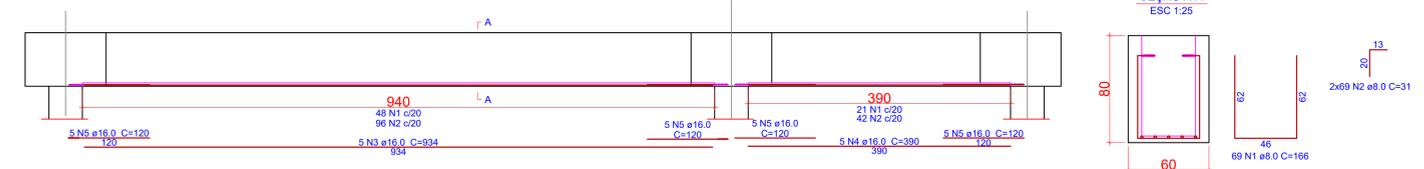
	PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA		AVENIDA DAS SAUDADES	
	DISCIPLINA: PROJETO ESTRUTURAL			
	ASSUNTO: PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO- PONTE SOBRE RIO SERTÃO CORTE LONGITUDINAL OAE EXISTENTE, LOCAÇÃO DAS ESTACAS A SEREM RESTAURADA, SEÇÕES TRANSVERSAIS			
	PROJETO DE ENGENHARIA	OBRA: 180-23	ESCALA HOR: INDICADA	ESCALA VERT: -



- ETAPA - RECUPERAÇÃO DAS LONGARINAS**
1. Escarificação da face inferior das longarinas;
 2. Escarificar até a armadura existente;
 3. Limpeza com hidrojato toda a seção e limpeza da armadura com escova metálica;
 4. Aplicar primeira demão de argamassa polimérica;
 5. Aplicar segunda e terceira demão de argamassa polimérica (intervalo de demão = 30min);
 6. Demão final deve formar a superfície regularizada.

1 RECUPERAÇÃO DAS LONGARINAS 2X
ESCALA 1:50

DETALHE - RECUPERAÇÃO DAS TRAVESSAS AP1=AP3 (2x)



Relação do aço

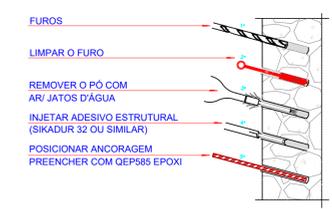
AP2 2xAP1 = AP3

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	8.0	192	166	31672
	2	8.0	384	31	11904
	3	16.0	10	934	9340
	4	16.0	10	390	3900
	5	16.0	60	120	7200
	6	16.0	5	230	1150
	7	16.0	5	784	3920

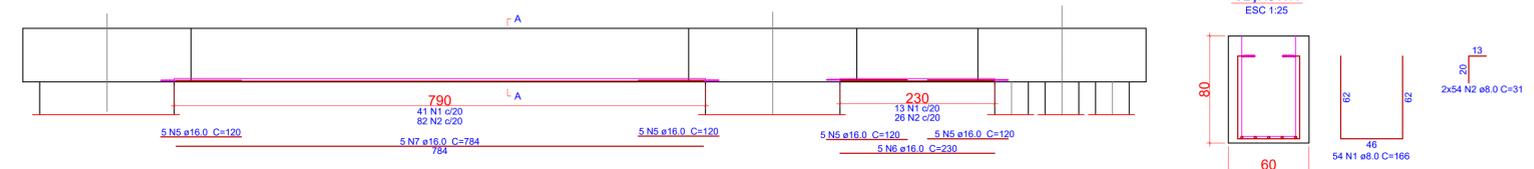
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO (kg)
CA50	8.0	437.8	172.7
	16.0	255.1	402.6
PESO TOTAL (kg)			575.4

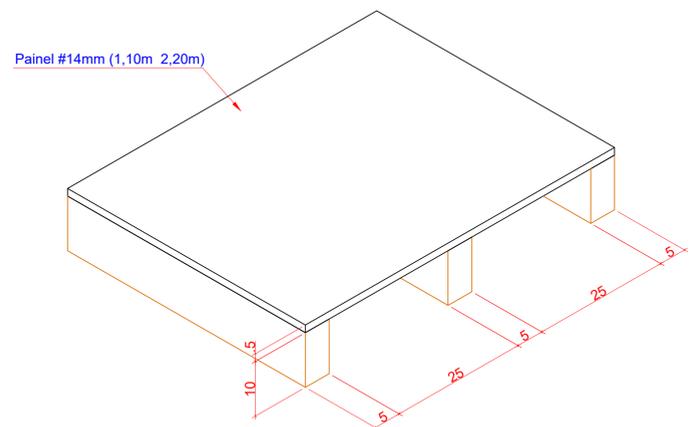
Volume de concreto (C40) = 1.21 m³
 Área de forma = 80.56 m²
 QEP585 Epoxi = 0.005 m³
 Área de escarificação = 77.28 m²



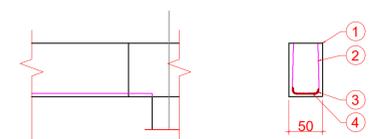
DETALHE - RECUPERAÇÃO DAS TRAVESSAS AP2



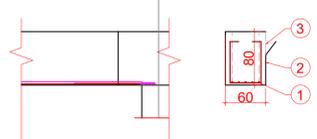
4 DETALHE FURAÇÃO P/ ANGOCAREM COM ESTRUTURA DE CONCRETO
ESCALA REPRESENTATIVA



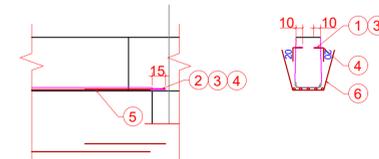
2 RECUPERAÇÃO DAS TRANSVERSINAS
ESCALA 1:50



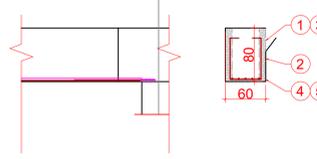
- 1ª ETAPA - ESCARIFICAÇÃO E LIMPEZA**
1. Limpar a superfície com hidrojato, remover todas as matérias orgânicas, entre outras impurezas;
 2. Escarificar as faces da estrutura, removendo concretos soltos e estrutura com som cavo, até o nível da armadura (1.5cm a 2.5cm de escarificação);
 3. Limpeza das faces para remoção de impurezas, poeiras e aflns;
 4. Aplicar proteção das armaduras com aplicação de pintura passivadora.



- 3ª ETAPA - FORMAS**
1. Colocação dos espaçadores da armadura - 50mm;
 2. montagem da forma da estrutura com as dimensões detalhadas;
 3. deixar caiximbo de concretagem.



- 2ª ETAPA - ARMAÇÃO DE REFORÇO**
1. Furação nas faces laterais das vigas com Ø10mm, profundidade de 10cm;
 2. Furação longitudinal nas extremidades das vigas e/ou pilares/blocos, profundidade de 15cm;
 3. Limpeza da furação;
 4. Preenchimento com epoxi (QEP585) e colocação da armadura de espera até transbordo do epoxi, utilizar auxílio de martelo;
 5. Colocação da armadura da armadura longitudinal e amarrar nas esperas;
 6. Colocação das armaduras transversais e amarrar nas esperas.



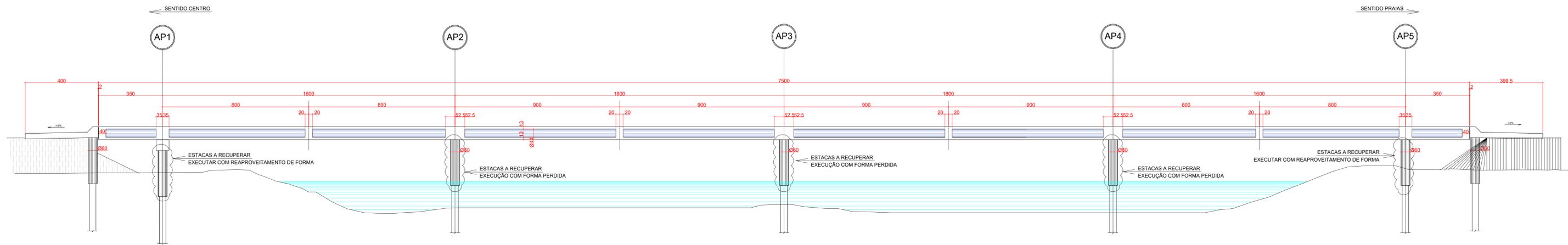
- 4ª ETAPA - CONCRETAGEM**
1. Lançamento do concreto e preenchimento integral da seção;
 2. Vibração da forma;
 3. Fechamento do caiximbo;
 4. Cura do concreto;
 5. Desforma;
 6. Acabamento com grout no encontro entre o reforço e a estrutura.

3 ETAPAS CONSTRUTIVAS DAS TRAVESSAS
ESCALA 1:50

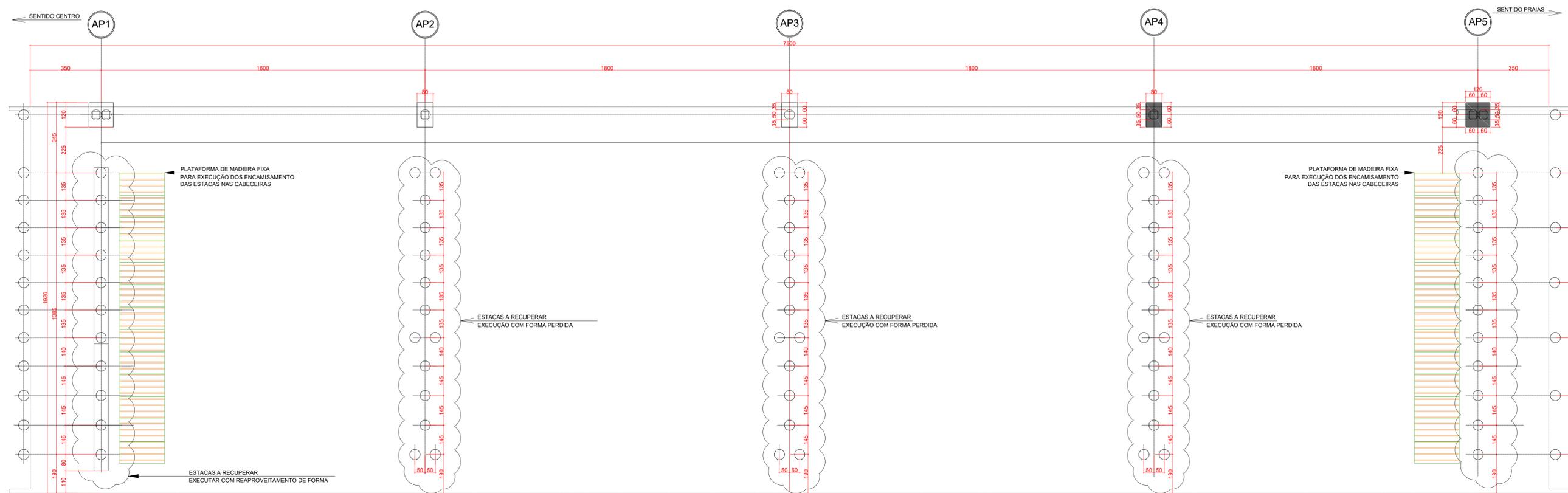
5 DETALHE PLATAFORMA FIXA
ESCALA REPRESENTATIVA

	PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA		AVENIDA DAS SAUDADES	
	DISCIPLINA: PROJETO ESTRUTURAL			
ASSUNTO: PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO- PONTE SOBRE RIO SERTÃO RECUPERAÇÃO DAS LONGARINAS, RECUPERAÇÃO DAS TRANSVERSINAS, ETAPAS CONSTRUTIVAS DAS TRAVESSAS E DETALHES				
PROJETO DE ENGENHARIA	OBRA: 180-23	ESCALA HOR.: INDICADA	ESCALA VERT.: -	FOLHA: 180_23_OAE_002_a

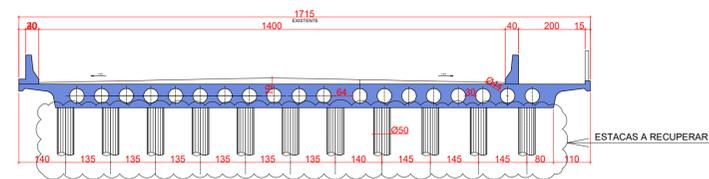
Direitos Autorais Lei 9.610/98 art. 70, itens X e XI (art.), Único.



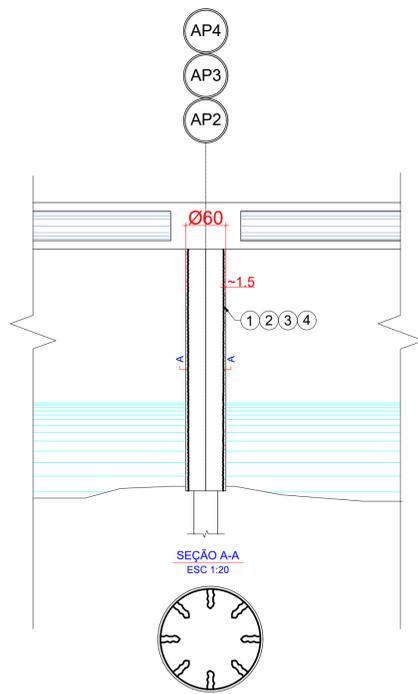
1 CORTE LONGITUDINAL DA OAE EXISTENTE
ESCALA 1:100



2 LOCAÇÃO DAS ESTACAS A SEREM RESTAURADAS
ESCALA 1:100

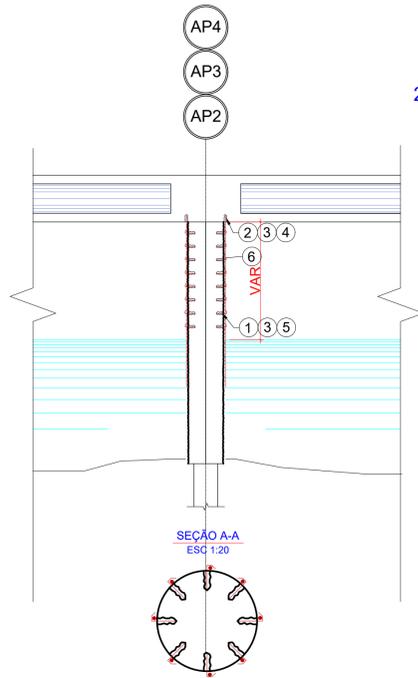


3 PERFIL TRANSVERSAL DA OAE A SER RECUPERADA
ESCALA 1:100



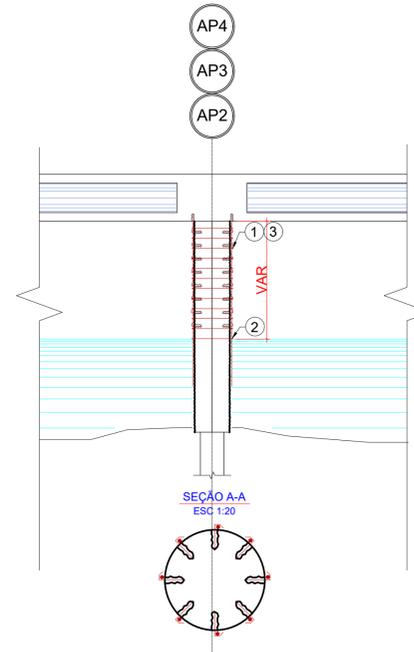
1ª ETAPA - PREPARAÇÃO DO SERVIÇO;

1. Escarificação da face do pilar até a armadura ou ~1,5cm;
2. Remoção de impurezas e matéria orgânica;
3. limpeza da área escarificada, com hidrojato;
4. Proteção das armaduras com aplicação de pintura passivadora;



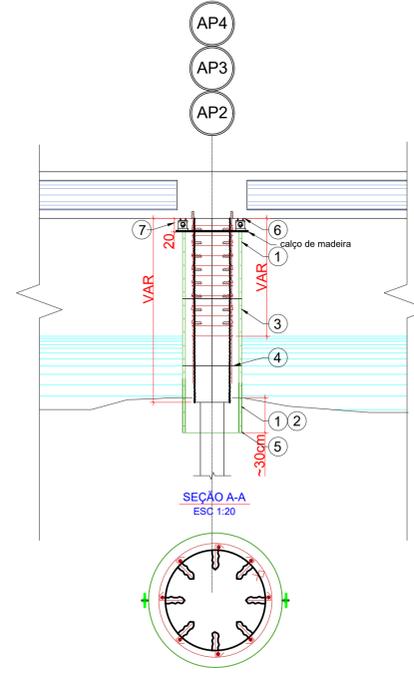
2ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA ARMADURA;

1. Efetuar furação na estaca, furos de Ø10mm c/20cm - até a linha d'água da maré baixa;
2. Furação na laje, 10cm de comprimento com 8xØ13,5mm;
3. Limpeza dos furos com jato de ar conforme especificação;
4. Aplicar Epoxi QEP585 no furo da laje e posicionar armadura de espera, aplicação com auxílio de martelete até o transbordo do epoxi;
5. Aplicar Epoxi QEP585 no furo da estaca e posicionar pinos de Ø10mm,
6. Ajeitar posição dos ganchos colocando e amarrando a armadura longitudinal.



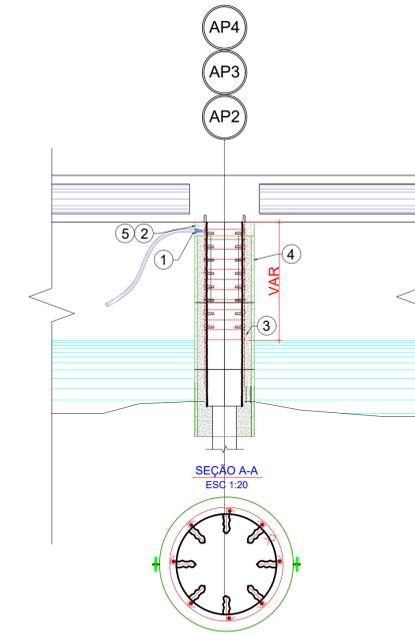
3ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA ARMADURA TRANSVERSAL;

1. Posicionar armadura transversal aberta, Ø6,3mm c/20 e fechar abraçando a armadura longitudinal
2. Armadura transversal deve estender-se até a linha d'água da maré baixa;
3. Fixar o espaçadores doletes de 5cm.



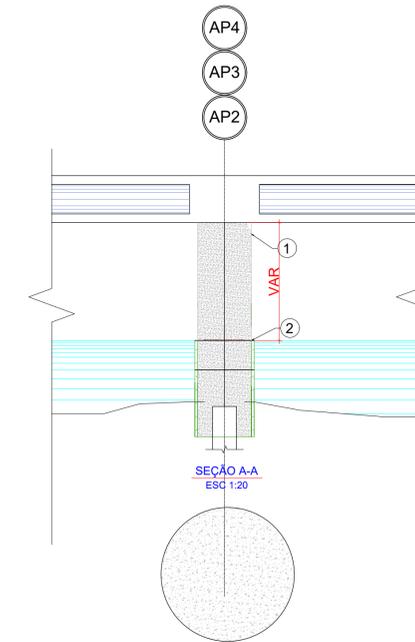
4ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA FORMA

1. Posicionar duas meia lua de forma e atarrachar as laterais com braçadeiras e borrachas de vedação.
2. Descer o primeiro módulo até a altura próximo à linha d'água;
3. Posicionar as duas partes do segundo módulo sobre o primeiro e atarrachar as laterais com braçadeiras e borrachas de vedação;
4. Soldar integralmente o encontro entre as duas formas e reposiciona-las;
5. Descer até encostar no fundo do leito;
6. Utilizar macado hidráulico para penetrar no mínimo 30cm de embutido no solo;
7. Deixar 20cm de folta com a superestrutura para concretagem.



5ª ETAPA - CONCRETAGEM

1. Lançar o mangote de lançamento do concreto até o fundo da forma;
2. Sugar a água da forma, em sequência, lançar concreto bombeado sob pressão;
3. Lançar o concreto até o transbordo das impurezas, contaminação e água na forma;
4. Vibrar a forma;
5. Fechamento da abertura de concretagem com graute.

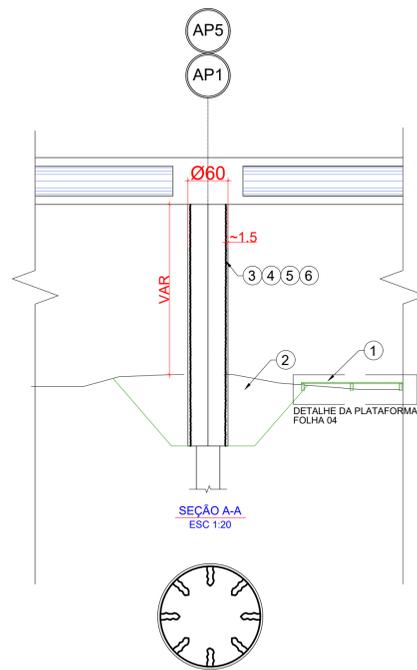


6ª ETAPA - DESFORMA

1. Efetuar desforma do pilar no 4º dia; no período de baixa maré;
2. Utilizando maçarico de corte, cortar a forma próximo à linha d'água.

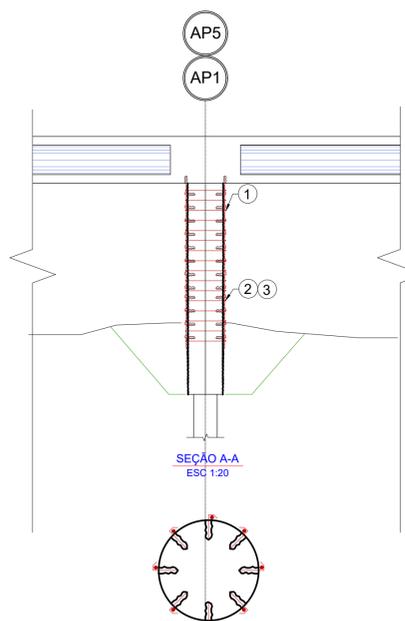
1 ETAPAS DE EXECUÇÃO - LEITO

ESCALA 1:50



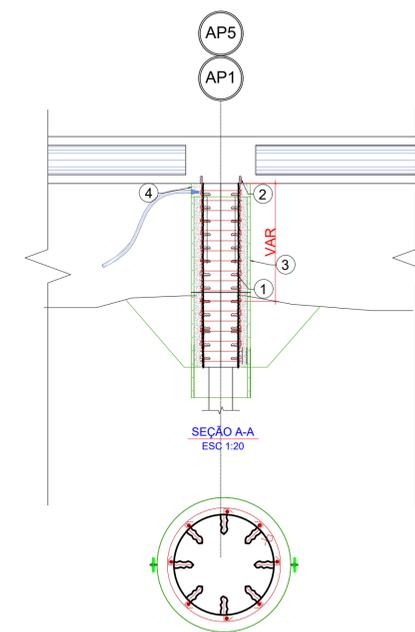
1ª ETAPA - PREPARAÇÃO DO SERVIÇO;

1. Posicionar estrado de madeira para trabalho sobre solo mole, fixar estrutura para dias de maré cheia;
2. Escavação do solo junto à estaca ~1m;
3. Escarificação da face do pilar até a armadura ou ~1,5cm;
4. Remoção de impurezas;
5. limpeza da área escarificada, com jato à ar-comprimido;
6. Proteção das armaduras com aplicação de pintura passivadora.



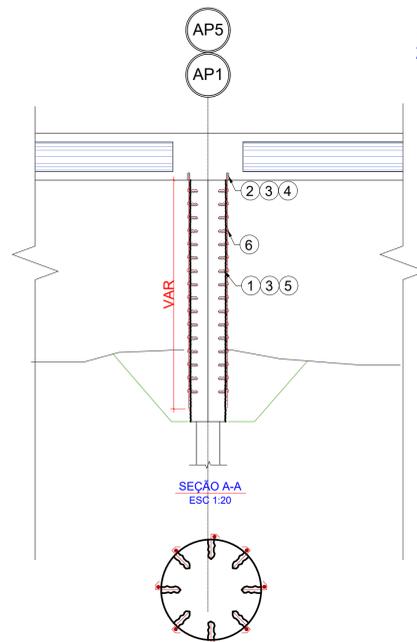
3ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA ARMADURA TRANSVERSAL;

1. Posicionar armadura transversal aberta, Ø6,3mm c/20 e fechar abraçando a armadura longitudinal
2. Armadura transversal deve estender-se até a armadura longitudinal;
3. Fixar o espaçadores doletes de 5cm.



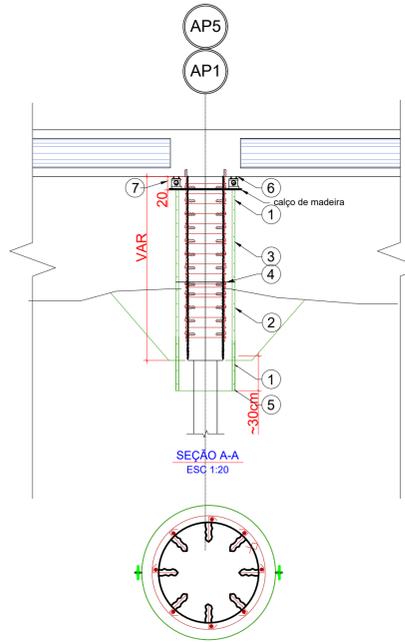
5ª ETAPA - CONCRETAGEM

1. Lançar concreto bombeado sob pressão na abertura superior;
2. Aplicar o concreto até a retirada completa de impurezas;
3. Vibrar a forma;
4. Fechamento da abertura de concretagem com graute.



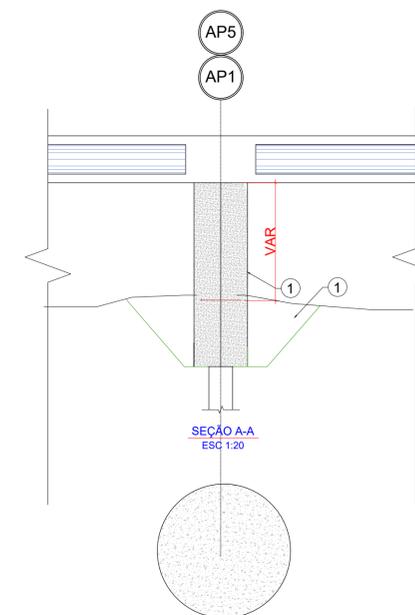
2ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA ARMADURA;

1. Efetuar furação na estaca, furos de Ø10mm c/20cm - até o fundo da cava junto à estaca;
2. Furação na laje, 10cm de comprimento com 8xØ13,5mm;
3. Limpeza dos furos com jato de ar conforme especificação;
4. Aplicar Epoxi QEP585 no furo da laje e posicionar armadura de espera, firmar aplicação com auxílio de martelete;
5. Aplicar Epoxi QEP585 no furo da estaca e posicionar pinos de Ø10mm,
6. Ajeitar posição dos ganchos colocando e amarrando a armadura longitudinal.



4ª ETAPA - COLOCAÇÃO DA FORMA

1. Posicionar duas meia lua de forma e atarrachar as laterais com braçadeiras e borrachas de vedação.
2. Descer o primeiro módulo até o fundo da cava;
3. Posicionar as duas partes do segundo módulo sobre o primeiro e atarrachar as laterais com braçadeiras e borrachas de vedação;
4. Soldar integralmente o encontro entre as duas formas e reposiciona-las;
5. Descer até encostar no fundo da cava;
6. Utilizar macado hidráulico para penetrar no mínimo 30cm de embutido no solo;
7. Deixar 20cm de folta com a superestrutura para concretagem.

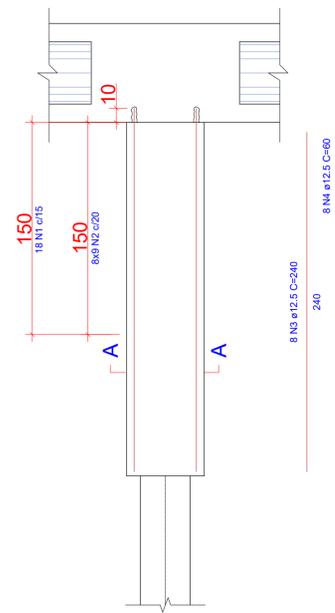


6ª ETAPA - DESFORMA

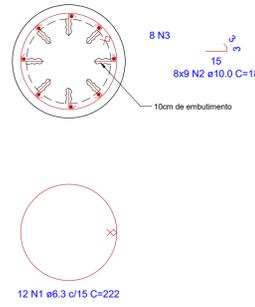
1. Efetuar desforma do pilar no 4º dia;
2. Fechar a cava.

1 ETAPAS DE EXECUÇÃO - SOLO
ESCALA 1:50

ESTACA 64X
ESC 1:25



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



Relação do aço

64xREDUPERAÇÃO ESTACA

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	768	222	170496
	2	10.0	4608	18	82944
	3	12.5	512	240	122880
	4	12.5	512	60	30720

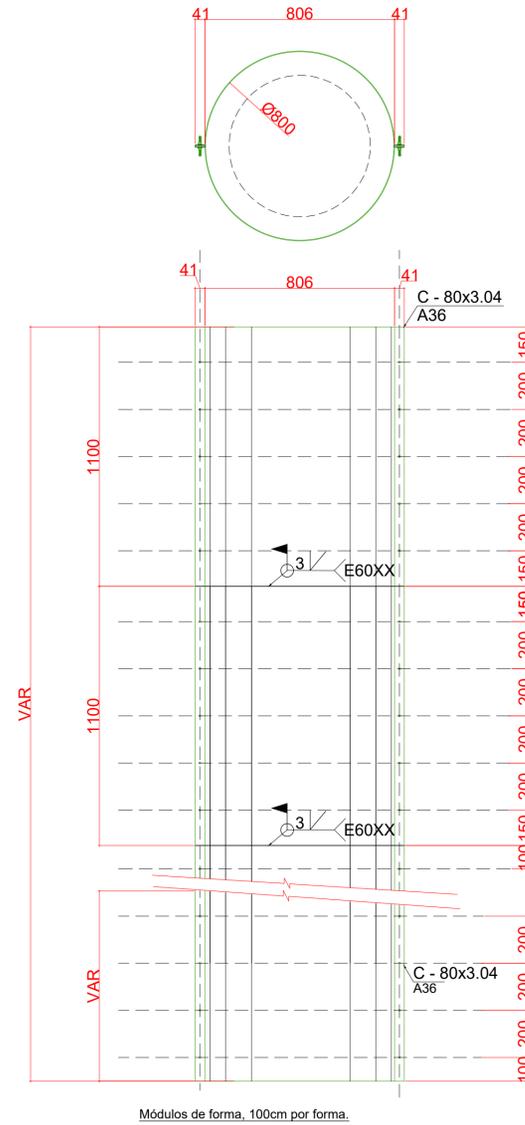
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO (kg)
CA50	6.3	1705	417.2
	10.0	829.5	511.4
	12.5	1536	1479.7

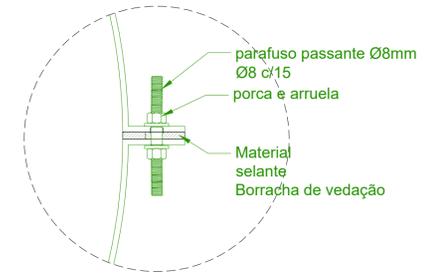
PESO TOTAL (kg)	
CA50	2408.3

Volume de concreto (C40) = 35,2 m³
 Área de forma = 42x6,3 + 22x5,03 = 374,48m²
 Área de de escarificação = 64x4,72 = 301,59 m²
 Epoxi QEP585 = 0,053m³

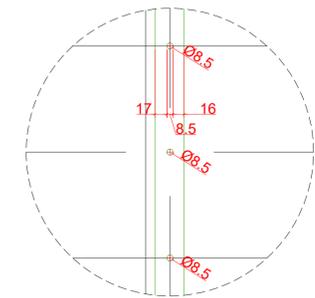
MÓDULOS DE FORMAS
ESC 1:15



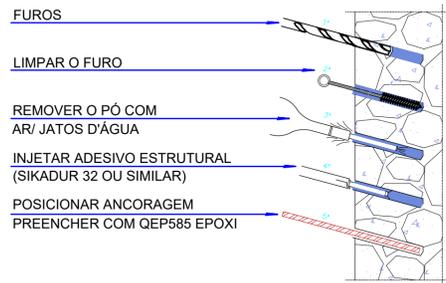
1 DETALHAMENTO DO PILAR A SER RECUPERADO
ESCALA 1:5



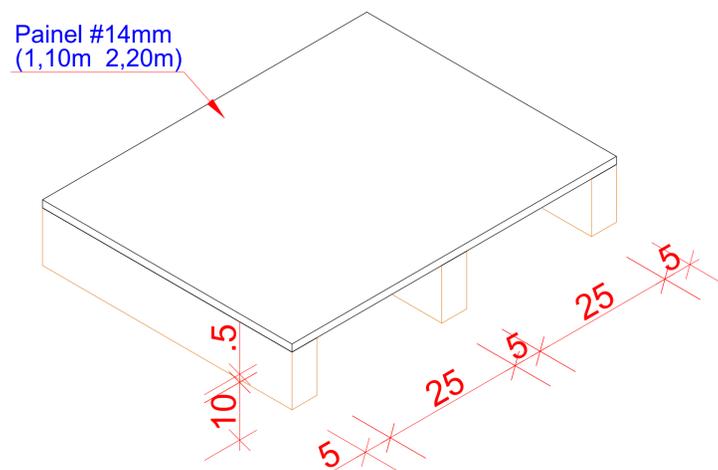
1 DETALHAMENTO LIGAÇÃO DA FORMA
ESCALA 1:5



1 DETALHAMENTO DO PILAR A SER RECUPERADO
ESCALA 1:25



1 DETALHE FURAÇÃO P/ ANGOCAREM COM ESTRUTURA DE CONCRETO
ESCALA 5:1



1 DETALHE PLATAFORMA FIXA
ESCALA 1:5

1 DETALHAMENTO DA FORMA METÁLICA
ESCALA INDICADA - MEDIDAS EM mm

Lista de Elementos

Elemento	Material	Comprimento [m]	Quant [un]	Massa Unit. [kg/m]	Massa [kg]	Superfície [m²]	Volume [m³]
C - 80x3,04	A36	1,10	352	32,61	12626,59	517,30	1,61
Total					12626,59	517,30	1,61

Resumo de materiais

Material	Massa [kg]	Superfície [m²]	Volume [m³]
AÇO - A36	12626,59	517,30	1,33
Total	12626,59	517,30	1,33

Ligações

Material	Quantidade
Parafuso: Ø8 mm, ISO 898	3520x0,1m = 352m
Porca com arruela	7040 [un]
Borracha de vedação	352x2x1,1m=774,5m