

[illegible]

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 2 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## ÍNDICE

1	OBJETIVO .....	4
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	4
2.1	DOCUMENTOS REFERENTES AOS LEVANTAMENTOS EM CAMPO .....	4
2.2	NORMAS TÉCNICAS .....	4
3	VIDA ÚTIL DAS ESTRUTURAS .....	4
4	CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA .....	5
5	INSPEÇÕES TÉCNICAS .....	8
5.1	INSPEÇÃO SUBMERSA .....	8
5.2	INSPEÇÃO EMERSA.....	8
5.3	INVESTIGAÇÕES NAS PEÇAS:.....	8
5.4	ENSAIOS .....	9
6	RESULTADOS DAS INSPEÇÕES TÉCNICAS .....	9
6.1	RESULTADOS DA INSPEÇÃO SUBMERSA COM TÉCNICAS SUBAQUÁTICAS.....	9
6.2	RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL EMERSA REALIZADA EM 2011 .....	12
6.3	RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES REALIZADAS EM 2011 .....	24
6.3.1	VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-33 e T-62).....	24
6.3.2	VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-51 e T-80).....	24
6.3.3	VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-51 e T-80).....	25
6.4	RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS EM 2011 .....	25
6.4.1	MEDIÇÕES DAS ESPESSURAS DAS CAMISAS METÁLICAS: .....	25
6.4.2	AVALIAÇÃO DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO / PH “IN LOCO”:.....	26
6.4.3	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ELETROQUÍMICO DO CONCRETO “IN LOCO” .....	28
6.4.4	ENSAIOS QUÍMICOS NO CONCRETO (LABORATÓRIO) .....	29
6.4.5	VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO .....	32
6.4.6	ENSAIOS DE DURABILIDADE (LABORATÓRIO) .....	32
6.5	RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL EMERSA REALIZADA EM 2017 .....	34

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 3 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

6.5.1	VIGA TRANSVERSAL DE FECHAMENTO DO TABULEIRO VSI.....	34
6.5.2	VIGA TRANSVERSAL DE FECHAMENTO DO TABULEIRO VSE.....	35
6.5.3	VIGA LONGITUDINAL PRINCIPAL EXTERNA (VPE-1) E CAPITEL.....	37
6.6	RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS EM 2017.....	38
6.6.1	AVALIAÇÃO DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO / PH “IN LOCO” (FENOLFTALEÍNA) .....	40
6.6.2	ENSAIOS QUÍMICOS – LABORATÓRIO.....	43
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	45
7.1	INFRAESTRUTURA .....	45
7.2	SUPERESTRUTURA.....	45
7.2.1	PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS CONSTATADAS EM 2011 .....	45
7.2.2	PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS CONSTATADAS EM 2017 .....	50
7.2.3	METODOLOGIAS PARA REPAROS DAS ANOMALIAS .....	51
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 4 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 1 OBJETIVO

O objetivo do presente relatório técnico é o de apresentar a consolidação dos resultados obtidos através dos dados coletados nos levantamentos de campo e ensaios realizados recentemente (2017) e dos realizados anteriormente (2011), referentes às condições gerais das estruturas de concreto que compõem a infraestrutura e a superestrutura do Berço 103, situado no Porto de Itaqui, de propriedade da EMAP – Empresa Maranhense de Administração Portuária, em São Luís – MA.

## 2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

### 2.1 DOCUMENTOS REFERENTES AOS LEVANTAMENTOS EM CAMPO

- BNA/59.615/218.293/01/11 - Relatório de Avaliação e Inspeção das Estruturas – Berço 103 – Desenvolvido pela Empresa Falcão Bauer em 29/07/2011;
- BNA/59.615/218.293/02/11 – Relatório de Patologias – Berço 103 – Desenvolvido pela Empresa Falcão Bauer em 29/07/2011;
- RL-B01-B03-0005-Relatório Técnico – Levantamento das Patologias do Berço 103 (27/04/2017)
- Ensaios de Fenolfetaleína (2011/2017).
- 2017.14-ET-GER-1001-0001-R00 - Especificação Técnica-Metodologia de recuperação dos berços.

### 2.2 NORMAS TÉCNICAS

- NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;

## 3 VIDA ÚTIL DAS ESTRUTURAS

Foram realizadas duas inspeções, uma em 2011 e outra em 2017, em ambas se constatou a presença de processos de deterioração das estruturas de concreto armado e protendido, indicando um processo de desgaste contínuo, com abreviação da vida útil da estrutura.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 5 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

A consolidação dos dados levantados em épocas distintas, visa mapear a evolução dos mecanismos de envelhecimento e deterioração da estrutura, detectar o surgimento de novas patologias e diagnosticar o comprometimento da integridade da obra, prescrevendo as intervenções reparadoras, em obediência às prescrições da NBR-6118 no que diz respeito aos requisitos mínimos de qualidade, como a capacidade resistente, o desempenho em serviço e a durabilidade.

#### 4 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Com idade aproximada em torno de 43 anos, trata-se de um cais com capacidade para atracação de navios de até 100.000 TBP conforme Relatório de Revisão do PDZ nº RL-F00-A00-0001-B.



Foto1 – Vista aérea do Berço 103.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 6 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

O Berço 103 possui uma área de implantação de 8.100 m<sup>2</sup>, sendo 30 m de largura e 270 m de comprimento, sua estrutura possui 31 vãos, com comprimentos variando de 6 a 10 m, e apoiados transversalmente em quadros com quatro linhas de estacas, espaçadas de 11,00m, 11,45m e 11,45m. As exceções são os vãos 1, 2, 28, 29, 30, e 31 que possuem geometria diferente das demais.

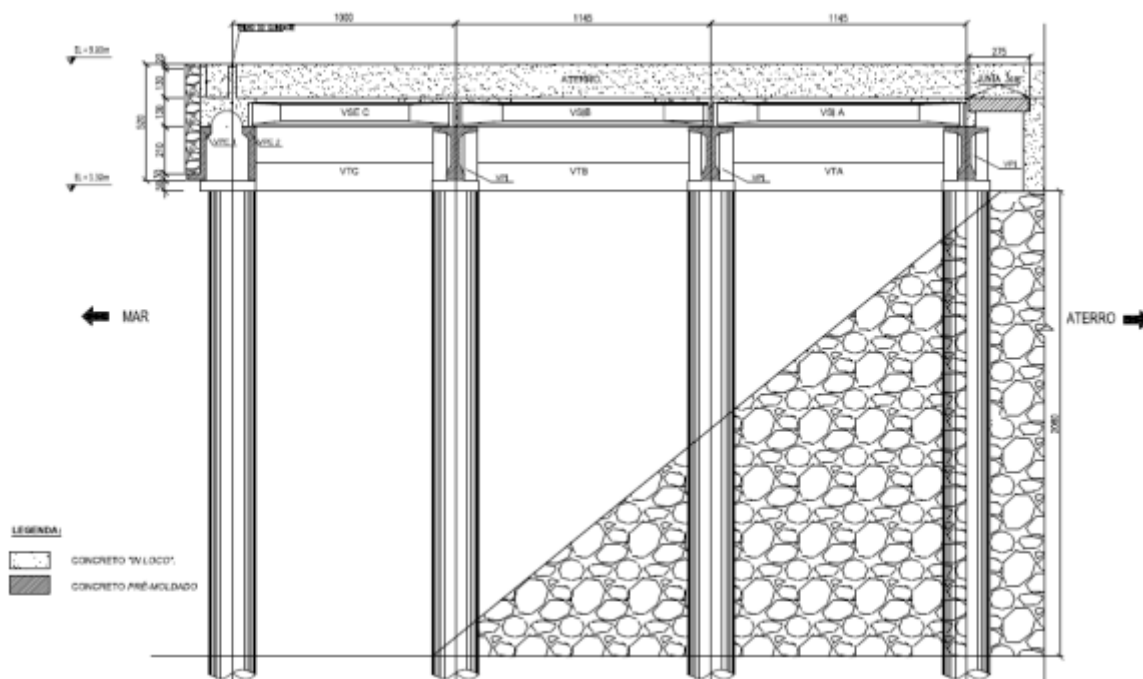


Figura 1 – Seção Transversal do Berço 103

De acordo com a seção transversal, a estrutura é constituída por:

- Elementos da Infraestrutura:

A infraestrutura é composta por 117 Estacas, todas em concreto armado revestidas por camisas metálicas, com diâmetro de 210 cm e com espessura da camisa igual a 9,00 mm.

Os comprimentos das estacas variam de 20 a 45 m.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 7 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

- Elementos da Superestrutura:

1 - Capitéis: Peças de concreto armado pré-moldado com dimensões de 2,10x2,10x0,50m, posicionados sob o topo das estacas;

2 - Vigas Transversais: Vigas de seção transversal 0,40x1,30m e comprimento de 9,30m, do tipo pré-moldadas nas extremidades e moldadas “in loco” no vão central com a função de travar as estacas no sentido transversal;

3 - Vigas VPI: Trata-se de vigas pré-moldadas e protendidas, com comprimento de 10,0m, dispostas em 3 linhas paralelas posicionadas nos eixos entre as estacas T-1 a T-28, T-29 a T-57 e T-58 a T-87. Apresentam seção variável, tendo como largura da mesa superior 2,0m, da mesa inferior 0,80 m e altura igual a 2,30m.

4 - Vigas VSIa e VSIb: Trata-se de 388 vigas pré-moldadas, distribuídas transversalmente entre as estacas T-1 a T-28 e T-58 a T-87; se solidarizam posteriormente às vigas longitudinais VPI.

5 - Vigas VSE: Trata-se de 201 vigas pré-moldadas, distribuídas transversalmente entre as estacas T-58 a T-87 e T-88 a T-117 que se solidarizam posteriormente às vigas longitudinais VPI e VPE.

6 - Vigas VPE 1 e VPE 2: Trata-se de vigas pré-moldadas com comprimento de 10,0m, localizadas entre as estacas T-88 a T-117, dispostas no sentido longitudinal, com geometria específica.

7 - Vigas Transversinas: Trata-se de peças em concreto protendido moldadas “in loco”, de dimensões 0,20x1,40x2,00m, distribuídas a cada 1,80m de distância, travando lateralmente as vigas VPE 1 e VPE2.



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 8 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

8 - Laje de Fechamento entre VPE 1 e VPE 2: Laje ligada às VPE em arco de concreto armado moldado “in loco”.

9 - Paramento Vertical 1: Localizado entre as estacas T-88 a T-114, com 5,00m de altura, constituído por tijolos de concreto armado, assentados sobre a mesa inferior da VPE 1.

10 - Paramento Vertical 2: Localizado entre as estacas T-114 a T-117, constituído por placas de concreto armado de dimensões 2,00x5,00m distribuídas ao longo do trecho.

## 5 INSPEÇÕES TÉCNICAS

Para verificação das condições gerais de cada elemento estrutural, a inspeção contemplou metodologias distintas, de acordo com cada situação, visando mapear as patologias ocorridos e avaliar o grau de deterioração das peças.

### 5.1 INSPEÇÃO SUBMERSA

Inspeção realizada com técnicas subaquáticas, para avaliação do estado geral das estacas.

### 5.2 INSPEÇÃO EMERSA

Realizada de forma tátil visual nos elementos da Superestrutura, possibilitou identificar e registrar as patologias aparentes, bem como os dados mais relevantes relacionados com o estado em que se encontra a estrutura.

### 5.3 INVESTIGAÇÕES NAS PEÇAS:

Realizada com o objetivo de avaliar as anomalias das armaduras

- Medição da espessura do concreto de cobrimento das armaduras;
- Identificação dos focos de corrosão;
- Identificação das perdas de seção das armaduras;



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 9 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 5.4 ENSAIOS

Realizados nas estacas e nos elementos da superestrutura.

- Avaliação da Frente de Carbonatação / pH “in loco”;
- Avaliação do pH (em laboratório);
- Ensaios químicos no concreto – (teores de cloretos e sulfatos) - Laboratório;
- Ensaios de resistência mecânica do concreto – Laboratório;
- Ensaio de Avaliação de Potencial Eletroquímico de Concreto “in loco”;
- Ensaios de Durabilidade – Laboratório;

## 6 RESULTADOS DAS INSPEÇÕES TÉCNICAS

### 6.1 RESULTADOS DA INSPEÇÃO SUBMERSA COM TÉCNICAS SUBAQUÁTICAS

(Realizada em 2011)

Foram inspecionadas 26 estacas que corresponde a uma amostragem de 22% do número total do cais. O critério de avaliação foi realizado por método tátil, devido a turbidez da água.

Constatou-se como principais ocorrências focos de corrosão de forma generalizada, apresentando forma alveolar a uniforme e focos de corrosão de intensidade severa.

Os focos de corrosão apresentaram-se em estágio avançado e em extensões significativas nas camisas metálicas, com considerável perda de seção do aço, chegando até a perfurar as peças e consequentemente permitir a exposição do concreto.

A numeração das estacas obedeceu aos desenhos do projeto.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 10 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### QUADRO RESUMO DAS OCORRÊNCIAS:

Estacas Nº	O (m)	Comp. (m)	Extensão da Corrosão	Forma da Corrosão	Intensidade da Corrosão	Observações
31	2,12	1,85	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
59	2,12	6,89	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
60	2,12	6,10	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
61	2,08	8,45	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
62	2,12	6,20	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
63	2,12	6,20	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
81	2,13	10,52	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 3,80 metros da cota de fundo.
82	2,14	6,05	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 2,05 metros da cota de fundo.
83	2,13	6,66	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 2,85 metros da cota do topo da estaca.
84	2,14	6,80	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 1,40 metro da cota do topo da estaca.
88	2,12	9,57	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 11 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### QUADRO RESUMO DAS OCORRÊNCIAS:

Estacas Nº	O (m)	Comp. (m)	Extensão da Corrosão	Forma da Corrosão	Intensidade da Corrosão	Observações
89	2,10	10,50	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
90	2,10	13,00	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
91	2,12	11,30	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
92	2,12	11,30	Generalizada	Uniforme	Severa	Camisa Metálica perfurada devido à corrosão com exposição do concreto na dimensão de 60x10 cm.
97	2,14	11,25	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 3,70 metros da cota do topo da estaca.
98	2,14	11,80	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca.
110	2,12	13,00	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
111	2,10	11,30	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
112	2,10	11,60	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.
113	2,16	12,70	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 2,70 metros da cota de fundo.
114	2,12	17,15	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM
115	2,12	13,00	Generalizada	Uniforme	Severa	Distribuída ao longo da extensão da estaca, exceto a 3,00 metros da cota de fundo.
116	2,15	14,00	Dispersa	Alveolar	Severa	Anomalias na ZVM.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 12 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

Constatou-se de forma geral a presença de focos de corrosão de intensidade severa e na maioria dos casos em estágio avançado, com perda considerável de seção do aço das camisas metálicas, perfuração da camisa e exposição do concreto, conforme ilustrado nas Fotos 2 e 3.



Foto 2 – Vista da estaca T-92.



Foto 3 – Vista da estaca T-91.

## 6.2 RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL EMERSA REALIZADA EM 2011

### VIGAS TRANSVERSAIS

Constatou-se a presença de incrustações dura de maneira generalizada na face inferior, além de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada de maneira localizada também na face inferior e na região próxima as estacas, e ainda concreto segregado superficial e profundo, conforme ilustrado nas Fotos de 4 a 8.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 13 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 4- Incrustações dura na face inferior



Foto 5- Concreto disgregado com armadura exposta e oxidada próximo ao apoio.(entre estacas T-32 a T-61)



Foto 6- Concreto segregado profundo (entre estacas T-32 a T-62)



Foto 7- Concreto segregado superficial (entre estacas T-60 a T-80)



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 14 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 8- Concreto segregado superficial  
(entre estacas T-36 a T-65)

#### VIGA LONGITUDINAL PRINCINCIPAL (VPI)

Observou-se em diversos pontos a presença de incrustações, pontos de concreto segregado, e concreto disgregado com armadura exposta e oxidada, conforme ilustrado nas Fotos de 9 a 13.



Foto 9- Incrustações dura na face inferior



Foto 10- Concreto segregado  
(entre estacas T-33 a T-34)

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 15 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 11- Concreto segregado



Foto 12- Mesa superior da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada (entre as estacas T-4 a T-31)



Foto 13- Mesa inferior da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada (entre as estacas T-4 a T-31)



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>E M A P</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 16 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### VIGA LONGITUDINAL PRINCINCIPAL EXTERNA (VPE 1)

Constatou-se a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada, conforme ilustrado nas Fotos 14 e 15.



Foto 14- Mesa superior da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada (entre as estacas T-90 a T-91)



Foto 15- Mesa superior da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada (entre as estacas T-90 a T-91)

### VIGA LONGITUDINAL PRINCINCIPAL INTERNA (VPE 2)

Constatou-se a presença de incrustações dura, concreto disgregado com armadura exposta e oxidada e concreto segregado superficial, conforme ilustrado nas Fotos 16 a 18.



Foto 16- Mesa superior da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.



Foto 17- Alma da viga com a presença de concreto segregado superficial.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 17 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 18- Incrustações dura na face inferior.

#### TRANSVERSINAS:

Constatou-se a presença de incrustações dura, de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada, conforme ilustrado nas Fotos de 19 a 21.



Foto 19- Incrustações dura na face inferior.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 18 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 20- Lateral da viga com a presença de concreto disgregado com armadura oxidada.



Foto 21- Lateral da viga com a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.

#### PARAMENTO VERTICAL (ENTRE ESTACAS T-188 A T-114)

Verificou-se no revestimento de concreto armado a presença de desgaste superficial com exposição do agregado graúdo de maneira generalizada em toda a extensão do berço, além de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada, conforme ilustrado nas Fotos 22 e 23.



Foto 22- Desgaste superficial.



Foto 23- Desgaste superficial e concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 19 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### PARAMENTO VERTICAL (ENTRE ESTACAS T-114 A T-117)

Verificou-se a ausência de um trecho com aproximadamente 2,00 m de placa, além da ruptura da placa de alinhamento da viga longitudinal externa do berço, presença de fissuras, e de concreto disgregado conforme ilustrado nas Fotos de 24 a 27.



Foto 24- Vista geral



Foto 25- Fissura originada da ruptura da placa de concreto.



Foto 26- Concreto disgregado na borda da placa.



Foto 27- Placa de concreto com ruptura da seção transversal,

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 20 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## CAPITEL

Constatou-se a presença de desgaste superficial com a exposição de agregado graúdo, perda de formas e concreto disgregado, conforme ilustrado nas Fotos 28 e 29.



Foto 28- Capitel sobre a estaca T-88 com desgaste superficial e exposição de agregado graúdo.



Foto 29- Capitel sobre a estaca T-70 com a presença de concreto disgregado.

## LAJE EM ARCO

Verificou-se a presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada na maioria das lajes, e fissuras na face inferior, conforme ilustrado nas Fotos 30 e 31.



Foto 30- Face inferior da laje apresentando concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.



Foto 31- Fissuras na face inferior da laje

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 21 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### VIGA TRANSVERSAL DE FECHAMENTO DO TABULEIRO (VSE e VSI)

Constatou-se a presença de manchas de eflorescência, manchas de oxidação, concreto disgregado com armadura exposta e oxidada, de fissuras transversais, e de ruptura de cordoalhas, conforme ilustrado nas Fotos 32 e 31.



Foto 32- Face inferior da mesa superior com manchas de eflorescência na VSE.



Foto 33- Face inferior da mesa superior com manchas de eflorescência e oxidação na VSE.

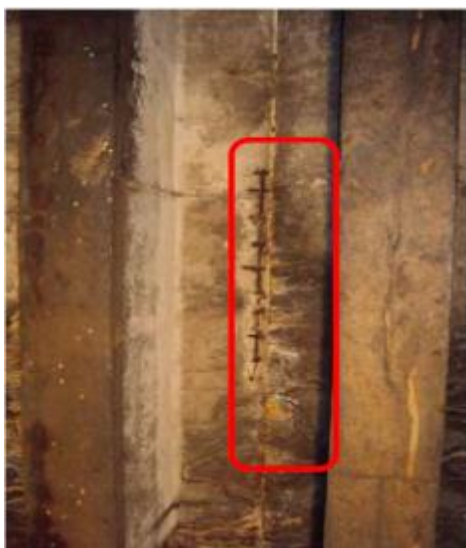


Foto 34- Face inferior da mesa superior da viga VSE com concreto disgregado e armadura exposta e oxidada.



Foto 35- Face inferior da mesa superior da viga VSE com concreto disgregado e armadura exposta e oxidada.



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>E M A P</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 22 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 36- VSE7c -Apresentando fissuras transversais na região da alma próximo ao apoio da peça.



Foto 37- VSE66c- Apresentando fissuras transversais na alma.



Foto 38- Mesa inferior da VSEc63 presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.



Foto 39- Mesa inferior da VSIb103 presença de concreto disgregado com armadura exposta e oxidada.



Foto 40- Mesa inferior da VSIb23 presença de armadura exposta e oxidada.



Foto 41- Mesa inferior da VSIb103 presença de armadura exposta e oxidada



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 23 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 42- Mesa inferior da VS1b35 com concreto disgregado e fissuras.



Foto 43- Mesa inferior VS1a com concreto disgregado e fissuras.



Foto 44- Lateral da VSEb93 (faceNW) com cordoalhas rompidas



Foto 45- Face inferior da VSEb93 com cordoalhas rompidas.

#### QUADRO RESUMO DAS OCORRÊNCIAS NAS VIGAS VSE e VSI

Nível de Degradação	Total de Vigas	Identificação
1ª Situação (atinge as cordoalhas)	42 peças	VS1b2, VS1b3, VSEc13, VSEc14, VS1b24, VSEc20, VSEc23, VSEc29, VSEc31, VS1b37, VS1b40, VS1b45, VS1b70, VSEc71, VSEc74, VS1b86, VS1b88, VSEc85, VS1b91, VSEc91, VSEc92, VSEc93, VSEc97, VSEc120, VSEc132, VSEc134, VSEc142, VSEc143, VSEc146, VSEc171, VS1b36, VSEc36, VS1b43, VSEc63, VS1b87, VSEc86, VS1b96, VS1b121, VS1b127, VS1133, VSEc148 e VSEb93.
2ª Situação (não atinge as cordoalhas)	-x-	Demais Vigas VSI e VSE

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 24 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### 6.3 RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES REALIZADAS EM 2011

Foram investigados mediante a abertura de janelas as seguintes nas peças:

#### 6.3.1 VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-33 e T-62).

Investigação	Localização	Projeto	Campo
1	Viga Transversal - VTB entre as estacas T33-T62	Armadura principal: 25,0mm	Armadura principal: 21,8 mm (devido à corrosão).
		Estribo: 10,0 mm	Estribo: 8,1 mm (devido à corrosão)
		Cobrimento: 4,0 cm	Cobrimento: 3,4 cm

#### 6.3.2 VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-51 e T-80).

Investigação	Localização	Projeto	Campo
2	Viga Transversal - VTB entre as estacas T51-T80	Armadura principal: 25,0 mm.	Armadura principal: 23,5 mm (devido à corrosão).
		Estribo: 10,0 mm.	Estribo: 6,6 mm (devido à corrosão).
		Cobrimento: 4,0 cm.	Cobrimento: 4,0 cm.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 25 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### 6.3.3 VIGA TRANSVERSAL VTB (ENTRE ESTACAS T-51 e T-80).

Investigação	Localização	Projeto	Campo
3	Viga Transversal – VTB entre as estacas T51-T80	Armadura principal: 25,0 mm.	Armadura principal: 24,2 mm (devido à corrosão).
		Estribo: 10,0 mm.	Estribo: 6,8 mm (devido à corrosão).
		Cobrimento: 4,0 cm.	Cobrimento: 3,2 cm.

## 6.4 RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS EM 2011

### 6.4.1 MEDIÇÕES DAS ESPESSURAS DAS CAMISAS METÁLICAS:

#### Quadro representativo das medições de espessura das camisas metálicas:

Estaca	Ponto de Medição	Medição de espessura em região íntegra (mm)	Média espessura em região íntegra (mm)	Medição de espessura em região degradada (mm)	Média espessura em região degradada (mm)	Porcentagem de redução da espessura entre as regiões íntegras e regiões degradadas (%)	Taxa Média de Perda de Seção (mm/ano)
T63	1	11,6	10,3	4,1	3,6	65,4	0,17
	2	13,3		3,7			
	3	15,8		3,9			
	4	9,2		3,7			
	5	10,2		3,0			
	6	9,0		2,9			
	7	7,9		3,4			
	8	8,0		3,6			
	9	7,5		3,7			
T83	1	5,2	6,3	3,6	4,1	35,9	0,06
	2	6,6		3,5			
	3	6,5		3,8			
	4	6,6		4,2			
	5	6,2		4,5			
	6	6,5		4,5			
	7	6,4		4,6			
	8	6,5		4,2			
	9	6,4		3,6			
T109	1	9,9	9,8	7,4	7,4	24,6	0,06
	2	9,4		7,3			
	3	10,8		7,1			
	4	7,1		7,0			
	5	10,4		7,9			
	6	9,8		7,7			
	7	9,5		7,5			
	8	10,3		7,4			
	9	10,7		7,0			
T110	1	6,7	6,7	3,89	3,9	41,6	0,07
	2	6,8		3,94			
	3	6,8		3,94			
	4	6,5		3,77			
	5	6,8		3,94			
	6	6,9		4,00			
	7	6,7		3,89			
	8	6,6		3,83			
	9	6,9		4,00			
T111	1	6,2	6,4	3,8	4,1	35,8	0,06
	2	6,8		3,6			
	3	6,1		5,8			
	4	6,3		3,1			
	5	–		3,8			
	6	–		2,9			
	7	–		3,9			
	8	–		3,0			
	9	–		–			
T114	1	8,2	7,7	3,4	3,6	53,5	0,10
	2	7,0		3,4			
	3	7,9		3,7			
	4	8,4		3,9			
	5	8,1		3,3			
	6	7,6		3,2			
	7	6,9		4,6			
	8	7,9		3,3			
	9	7,3		3,4			

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 26 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

#### 6.4.2 AVALIAÇÃO DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO / PH “IN LOCO”:

Esse ensaio foi realizado nos seguintes elementos da superestrutura:

- Viga VPE 1/ VPE 2
- Vigas VPI e Vigas Transversais

Esse ensaio, realizado com a aplicação de solução de fenolftaleína à 1%, determina a existência da perda da alcalinidade em profundidade no concreto, permitindo a instalação de processos de oxidação nas armaduras.

#### Quadro do cobrimento de concreto e da espessura da perda de alcalinidade

Ensaio	Elemento	Localização	Cobrimento Médio (cm)	Espessura de queda de alcalinidade (mm)
EC-01	Viga VPE2	Entre as estacas T93 - T94	4,2	0,0
EC-02	Viga VPI	Entre as estacas T64 - T65	6,4	0,0
EC-03	Viga Transversal - VTc	Entre as estacas T65 - T94	6,7	0,0
EC-04	Viga Transversal - VTa	Entre as estacas T19 - T46	6,8	0,0
EC-05	Viga VPI	Entre as estacas T46 - T45	6,6	0,0
EC-06	Viga VPE1	Entre as estacas T103 - T104	1,9	0,0
EC-07	Viga VPI	Entre as estacas T64 - T65	6,3	0,0
EC-08	Viga Transversal - VTb	Entre as estacas T84 - T55	4,1	0,0
EC-09	Viga VPE2	Entre as estacas T114 - T113	4,5	0,0
EC-10	Viga Transversal - VTb	Entre as estacas T42 - T71	4,3	0,0
EC-11	Viga VPE1	Entre as estacas T93 - T94	2,8	0,0
EC-12	Viga Transversal - VTb	Entre as estacas T31 - T60	3,9	0,0
EC-13	Viga VPE2	Entre as estacas T89 - T90	5,8	0,0
EC-14	Viga VPE1	Entre as estacas T89 - T90	6,4	0,0
EC-15	Viga Transversal - Vta	Entre as estacas T12 - T39	5,8	0,0
EC-16	Viga Transversal - VTc	Entre as estacas T77 - T106	5,1	0,0

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 27 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

Ensaio	Elemento	Localização	Cobrimento Médio (cm)	Espessura de queda de alcalinidade (mm)
EC-17	Viga VPE2	Entre as estacas T103 - T104	5,6	0,0
EC-18	Viga VPE1	Entre as estacas T105 - T106	4,7	0,0
EC-19	Viga VPI	Entre as estacas T76 - T77	6,7	1,0
EC-20	Viga VPE1	Entre as estacas T97 - T98	4,2	0,0
EC-21	Viga VPI	Entre as estacas T68 - T69	4,8	0,0



Foto 46- Detalhe da região preparada para a execução do ensaio



Foto 47- Detalhe da região após aplicação da fenolftaleína

De forma geral, constatou-se que os resultados apresentados não indicaram rebaixamento do pH.

Os ensaios aferiram também a espessura de cobrimento das armaduras, e na maioria dos casos os valores verificados atenderam ao valor recomendado pela NBR-6118 da época e NBR-6118/2014, ou seja, um cobrimento > 4 cm, exceto nos ensaios EC6, EC11 e EC12, onde as espessuras apresentaram um cobrimento insuficiente (<4cm).

Quanto ao estado das barras de aço inseridas no concreto, constatou-se que em todos os pontos ensaiados, quando da fratura do concreto de cobrimento, o início de processos de corrosão.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 28 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

#### 6.4.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ELETROQUÍMICO DO CONCRETO “IN LOCO”

Esse ensaio foi realizado em 10 regiões, nos seguintes elementos da superestrutura:

- 3 ensaios em vigas transversais;
- 3 ensaios em vigas principais VPI;
- 2 ensaios em vigas principais VPE 1;
- 2 ensaios em vigas principais VPE 2;

Esse ensaio avalia a probabilidade de desencadeamento de processos de oxidação das armaduras não perceptíveis visualmente, através da determinação dos níveis de potencial eletroquímico do concreto.

Os ensaios foram realizados de forma localizada, e podem ser extrapolados às demais estruturas semelhantes.

Os resultados de todos os ensaios mostram que as peças de concreto armado apresentam em média 90% de probabilidade de ocorrência da corrosão.

Essa tendência se deve a saturação dos poros de concreto por água salina, que propicia um meio eletrolítico forte, gerando diferença de potencial do aço em função do eletrólito formado, propiciando com isso o desenvolvimento do processo de corrosão.



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 29 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

#### Quadro representativo dos percentuais na faixa de tensão:

Ensaio	Elemento	Localização	Porcentagem de resultados contidos na faixa de tensão		
			Mais negativo -350 mV	-350 mV a -200 mV	Mais positivo -200 mV
EP-01	Viga Transversal VTc	Entre as estacas T65 - T94	100%	-x-	-x-
EP-02	Viga Transversal VTb	Entre as estacas T55 - T84	100%	-x-	-x-
EP-03	Viga VPI	Entre as estacas T64 - T65	100%	-x-	-x-
EP-04	Viga VPE2	Entre as estacas T93 - T94	100%	-x-	-x-
EP-05	Viga Transversal VTa	Entre as estacas T19 - T46	100%	-x-	-x-
EP-06	Viga VPE2	Entre as estacas T103 - T104	100%	-x-	-x-
EP-07	Viga VPE1	Entre as estacas T103 - T104	100%	-x-	-x-
EP-08	Viga VPI	Entre as estacas T45 - T46	100%	-x-	--
EP-09	Viga VPE1	Entre as estacas T93 - T94	100%	-x-	-x-
EP-10	Viga VPI	Entre as estacas T94 - T85	100%	-x-	-x-

#### 6.4.4 ENSAIOS QUÍMICOS NO CONCRETO (LABORATÓRIO)

Esse ensaio permite avaliar a presença de elementos químicos agressivos, teores de cloreto e de sulfatos, comuns em ambientes de exposição.

- 4 ensaios em vigas transversais;
- 3 ensaios em vigas principais VPI;
- 1 ensaio em viga principal VPE 1;
- 1 ensaios em viga principal VPE 2;



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 30 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

**Quadro representativo dos resultados obtidos nos ensaios:**

Região de Amostragem.	Elemento	Localização	Amostra	Profundidade (cm)	Resultados		
					pH	Sulfatos (%)	Cl <sup>-</sup> (%)
01	Viga Transversal - VTc	Entre T65 - T94	EQ-01	0-2	11,96	0,42	0,82
			EQ-02	2-4	12,10	0,31	0,61
			EQ-03	4-6	12,14	0,24	0,36
02	Viga VPI	Entre T64 - T65	EQ-04	0-2	12,88	1,06	0,39
			EQ-05	2-4	12,02	0,58	0,41
			EQ-06	4-6	11,66	0,82	0,43
03	Viga Transversal – Vta	Entre T19 - T46	EQ-07	0-2	12,18	0,68	0,42
			EQ-08	2-4	12,20	0,53	0,28
			EQ-09	4-6	12,25	0,55	0,32
04	Viga VPI	Entre T45 - T46	EQ-10	0-2	11,20	0,56	0,68
			EQ-11	2-4	12,25	0,47	0,50
			EQ-12	4-6	12,33	0,44	0,48
05	Viga VPE2	Entre T93 - T94	EQ-13	0-2	11,48	0,78	0,68
			EQ-14	2-4	11,63	0,59	0,42
			EQ-15	4-6	12,03	0,56	0,44
06	Viga Transversal - VTb	Entre T42 - T71	EQ-16	0-2	11,77	1,37	0,61
			EQ-17	2-4	12,27	0,66	0,57
			EQ-18	4-6	12,26	0,85	0,49

**Quadro representativo dos resultados obtidos nos ensaios:**

Região de Amostragem.	Elemento	Localização	Amostra	Profundidade (cm)	Resultados		
					pH	Sulfatos (%)	Cl <sup>-</sup> (%)
07	Viga VPI	Entre T14 - T15	EQ-19	0-2	12,47	0,79	0,49
			EQ-20	2-4	12,46	0,55	0,41
			EQ-21	4-6	12,53	0,37	0,84
08	Viga Transversal - VTc	Entre T65 - T94	EQ-22	0-2	11,01	0,54	0,74
			EQ-23	2-4	11,91	0,45	0,62
			EQ-24	4-6	12,00	0,45	0,50
09	Viga VPI	Entre T64 - T65	EQ-25	0-2	11,63	0,52	1,12
			EQ-26	2-4	11,76	0,68	0,61
			EQ-27	4-6	12,10	0,82	0,54
10	Viga VPE1	Entre T93 - T94	EQ-28	0-2	11,43	0,88	1,02
			EQ-29	2-4	11,82	0,81	0,75
			EQ-30	4-6	12,12	0,86	0,65

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 31 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

Foram avaliados os teores de cloretos, a queda do pH normal do concreto e os teores de sulfato, em amostras retiradas em profundidades até 6 cm.

### Teores de Cloretos

Da análise dos resultados, constatou-se que todas as amostras apresentaram teores de cloretos acima do recomendado, cuja disseminação foi verificada em toda a profundidade, inclusive na região das armaduras.

### pH

Da análise, constatou-se que os resultados para o pH, foram satisfatórios.

### Teores de Sulfatos

Os sulfatos são nocivos ao concreto, são altamente expansivos, provocando a desagregação do concreto, perda de seção dos elementos, e a queda de alcalinidade das armaduras, propiciando a corrosão.

Os ensaios indicaram a presença do sulfato acima do limite aceitável da especificação da Norma 11578/91, decorrentes da contaminação do meio marinho.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 32 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

#### 6.4.5 VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

Esses ensaios foram realizados de acordo com a NBR 5739/2007- Concreto-Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

Quadro representativo dos fcks encontrados:

Corpo de Prova	Elemento	Localização	Resistência a Compressão (MPa)
05	Viga VT	Entre Estacas T75-T104	56,1
06	Viga VPE2	Entre Estacas T103-T104	50,7
07	Viga VPE1	Entre Estacas T103-T104	62,9
10	Viga VT	Entre Estacas T103-T104	50,9

De modo geral todos os resultados foram considerados satisfatórios, com sus limites especificados.

#### 6.4.6 ENSAIOS DE DURABILIDADE (LABORATÓRIO)

Esse ensaio permite determinar as seguintes propriedades mecânicas do concreto:

- Absorção de água (%máxima =8%, considerada boa=10%)
- Índice de vazios (bom entre 9% e 12%)
- Massa específica

A amostragem realizada visou abranger as regiões com maiores incidências de anomalias.

Foram ensaiadas duas amostras, visando abranger as regiões com maiores incidências de anomalias:

- Vigas VPI;
- Vigas VT.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 33 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

**Quadro com os resultados das amostras:**

Amostra	Corpo de Prova	Localização	Absorção (%)	Índice de Vazios (%)	Massa Específica (g/cm³)		
					Amostra Seca	Amostra Saturada	Real
1	1	Viga VPI Entre Estacas T64-T65	3,5	8,5	2,42	2,50	2,64
	2	Viga VPI Entre Estacas T64-T65	2,8	6,7	2,37	2,43	2,54
	3	Viga VPI Entre Estacas T45-T46	3,2	8,0	2,47	2,55	2,69
Média			3,2	7,7	2,42	2,50	2,62

Amostra	Corpo de Prova	Localização	Absorção (%)	Índice de Vazios (%)	Massa Específica (g/cm³)		
					Amostra Seca	Amostra Saturada	Real
2	4	Viga VT Entre Estacas T19-T46	3,2	7,4	2,35	2,42	2,54
	8	Viga VT Entre Estacas T37-T66	4,3	9,9	2,30	2,40	2,55
	9	Viga VT Entre Estacas T65-T94	3,0	6,9	2,33	2,40	2,51
Média			3,5	8,1	2,33	2,41	2,53

De modo geral todos os resultados de absorção de água e de índice de vazios mostraram-se satisfatórios, com superação dos limites, constatando-se que o concreto apresenta qualidade satisfatória quanto à penetração de agentes agressivos em seu interior.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 34 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 6.5 RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL EMERSA REALIZADA EM 2017

### 6.5.1 VIGA TRANSVERSAL DE FECHAMENTO DO TABULEIRO VSI

Para essas vigas, observou-se a ocorrência de concreto disgregado superficial (profundidade<4cm), concreto disgregado profundo (profundidade>4cm), manchas de oxidação, concreto disgregado com exposição de armaduras já oxidadas, conforme ilustrado nas Fotos de 48 a 51.



Foto 48- VSIb-Concreto disgregado superficial



Foto 49- VSIc177-Concreto disgregado profundo



Foto 50- VSIb85-Manchas de oxidação



Foto 51-Concreto disgregado profundo armadura exposta e oxidada

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 35 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 6.5.2 VIGA TRANSVERSAL DE FECHAMENTO DO TABULEIRO VSE

Para essas vigas, observou-se a ocorrência de concreto disgregado profundo (profundidade>4cm) com armadura exposta e oxidada, concreto diegregado profundo, manchas de eflorescência, manchas de oxidação, e fissuras com abertura maior que 0,3mm, conforme ilustrado nas Fotos de 52 a 60.

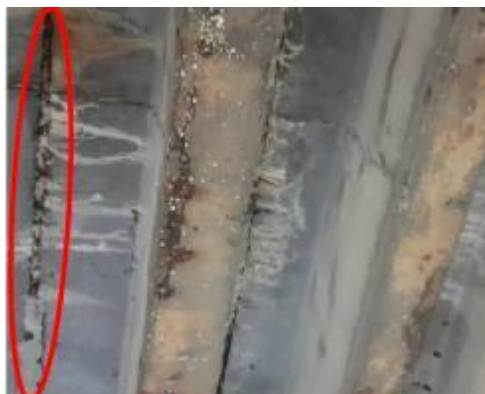


Foto 52- VSEc-Concreto disgregado profundo



Foto 53- VSEc22-Concreto disgregado profundo com armadura exposta e oxidada



Foto 54- VSEc20-Manchas de eflorescência



Foto 55- VSE-Concreto disgregado profundo com armadura exposta e oxidada



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 36 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 56- VSEc148-Manchas de eflorescência



Foto 57- VSEc13 e VSEc14- manchas de oxidação



Foto 58- VSEc20- fissuras



Foto 59- VSEc36- fissuras



Foto 60- VSEc29- viga fissurada



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 37 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### 6.5.3 VIGA LONGITUDINAL PRINCIPAL EXTERNA (VPE-1) E CAPITEL

Constatou-se a exposição do agregado graúdo e concreto lixiviado, conforme ilustrado nas Fotos de 61 a 63.



Foto 61- Agregado graúdo exposto



Foto 62- Concreto lixiviado



Foto 63-Concreto lixiviado na via de ligação das estacas

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>E M A P</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 38 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 6.6 RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS EM 2017.

Foram realizados ensaios químicos para avaliação da frente de carbonatação e para verificação da queda de alcalinidade do concreto.

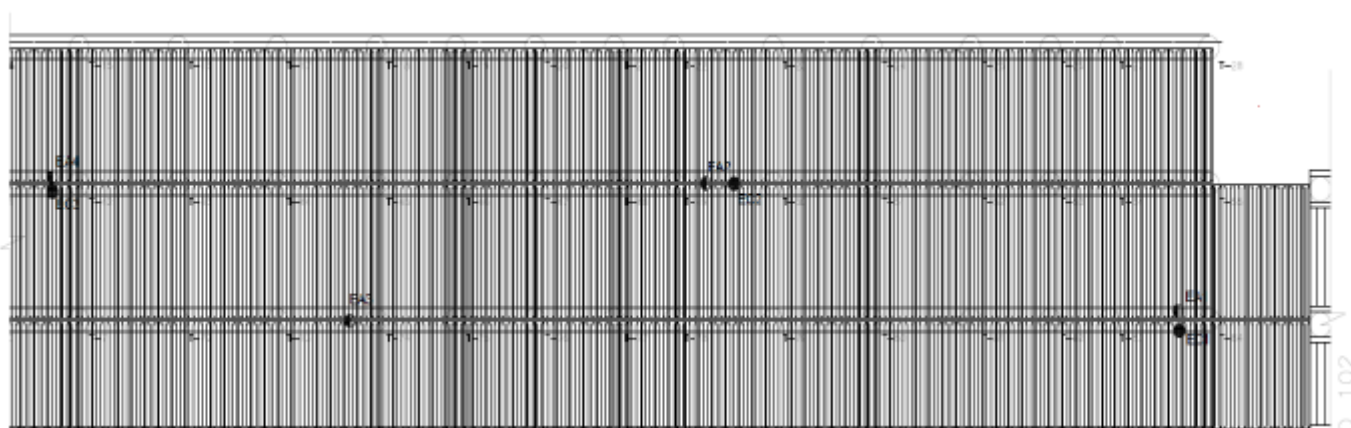


Figura 2– Locação dos pontos de Ensaios –Parte 1 de 2

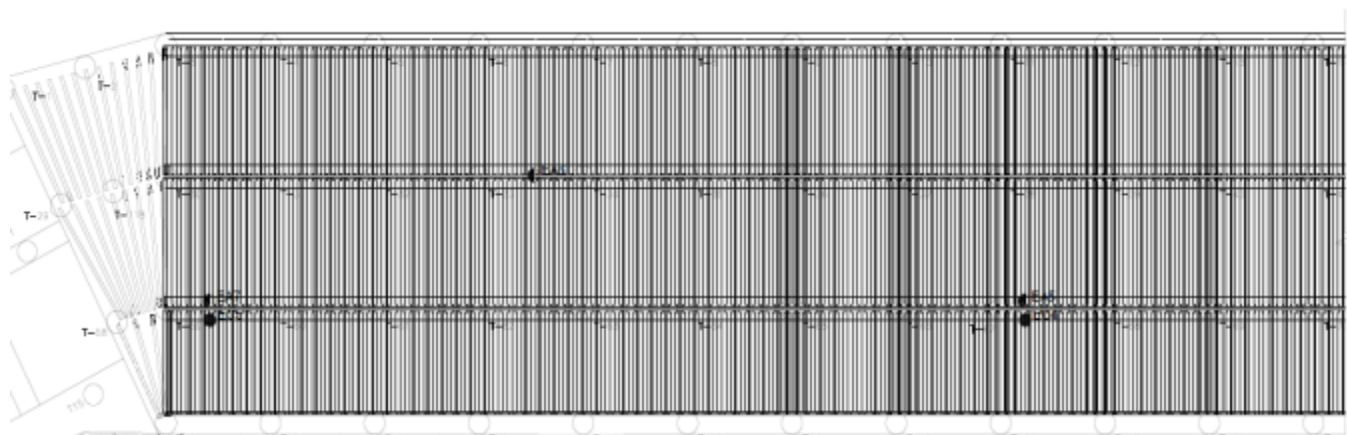


Figura 3– Locação dos pontos de Ensaios –Parte 2 de 2

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 39 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

A seguir tabela com indicação das amostras analisadas no Berço 103:

ABCP	Identificação do interessado
206448	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 2,0mm
206449	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 2,0mm
206450	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 6,0mm
206451	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 2,0mm
206452	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 4,0mm
206453	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 6,0mm
206454	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 2,0mm
206455	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 4,0mm
206456	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 6,0mm
206457	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 2,0mm
206458	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 4,0mm
206459	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 6,0mm
206460	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 2,0mm

ABCP	Identificação do interessado
206461	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 4,0mm
206462	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 6,0mm
206463	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 2,0mm
206464	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 4,0mm
206465	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 6,0mm
206466	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 2,0mm
206467	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 4,0mm
206468	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 6,0mm

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 40 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

#### 6.6.1 AVALIAÇÃO DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO / PH “IN LOCO” (FENOLFTALEÍNA)

Ensaio para determinação a espessura ou profundidade do rebaixamento da alcalinidade normal do concreto, indicando “in loco” o pH do concreto (normal entre 11 e 13).

Esse ensaio aplica-se a verificação quanto a intensidade de prováveis processos de queda de alcalinidade; regiões passíveis de instalação do processo de oxidação das armaduras, decorrente da queda de alcalinidade do concreto na espessura ao qual as armaduras encontram-se inseridas; orientar locais para retirada de amostras para análise química do concreto.

Os ensaios foram realizados em pontos distintos dos elementos estruturais mediante a aplicação de fenolftaleína, colorador indicativo da faixa de Ph.

Rosa e vermelho-carmim – pH entre 8,3 e 9,5.

Vermelho-carmim – Ph>9,5

Incolor – Ph<8,3

Os resultados das 7 amostras ensaiadas foram ilustrados nas Fotos de 64 a 77.



Foto 64 – Amostra EA1



Foto 65- Amostra EA1



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 41 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 66- Amostra EA2



Foto 67- Amostra EA2



Foto 68- Amostra EA3

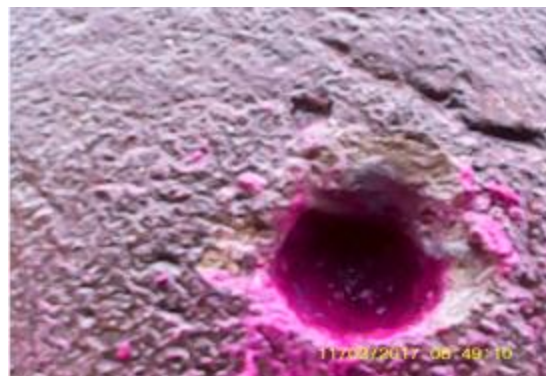


Foto 69 - Amostra EA3



Foto 70 - Amostra EA4



Foto 71 - Amostra EA4

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 42 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B



Foto 72 - Amostra EA5



Foto 73 - Amostra EA5



Foto 74 - Amostra EA6



Foto 75 - Amostra EA6



Foto 76 - Amostra EA7



Foto 77 - Amostra EA7



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 43 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 6.6.2 ENSAIOS QUÍMICOS – LABORATÓRIO

Consistem em ensaios realizados em amostras de concreto retiradas de elementos estruturais em pontos específicos para avaliação da presença de elementos químicos agressivos, como teores de cloreto e de sulfatos, mais comuns em ambientes de exposição.

Identificação das Amostras		Teor (% em massa)		
ABCP	Interessado	SO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	pH
206461	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 4,0mm	1,14	0,11	10,67
206462	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 6,0mm	0,56	0,04	10,72
206463	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 2,0mm	<b>0,91</b>	<b>0,27</b>	<b>9,52</b>
206464	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 4,0mm	<b>0,42</b>	<b>0,19</b>	<b>10,42</b>
206465	AMOSTRA:BERÇO 103 EA6 6,0mm	<b>0,27</b>	<b>0,15</b>	<b>10,52</b>
206466	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 2,0mm	0,27	0,02	9,49
206467	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 4,0mm	0,43	0,09	10,17
206468	AMOSTRA:BERÇO 103 EA7 6,0mm	0,47	0,33	10,67
206448	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 2,0mm	0,30	0,07	10,42
206449	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 4,0mm	0,25	0,15	9,50
206450	AMOSTRA:BERÇO 103 EA1 6,0mm	0,30	0,20	9,74
206451	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 2,0mm	<b>0,61</b>	<b>0,21</b>	<b>10,09</b>
206452	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 4,0mm	<b>0,36</b>	<b>0,12</b>	<b>10,26</b>
206453	AMOSTRA:BERÇO 103 EA2 6,0mm	<b>0,27</b>	<b>0,08</b>	<b>10,58</b>
206454	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 2,0mm	0,31	0,14	9,65
206455	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 4,0mm	0,52	0,20	10,43
206456	AMOSTRA:BERÇO 103 EA3 6,0mm	0,56	0,23	10,48
206457	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 2,0mm	<b>1,31</b>	<b>0,08</b>	<b>10,02</b>
206458	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 4,0mm	<b>0,71</b>	<b>0,19</b>	<b>10,74</b>
206459	AMOSTRA:BERÇO 103 EA4 6,0mm	<b>0,42</b>	<b>0,06</b>	<b>10,70</b>
206460	AMOSTRA:BERÇO 103 EA5 2,0mm	0,42	0,27	10,86

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 44 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### Teores de Cloretos

O comitê 201 do ACI (American Concrete Institute) recomenda que o limite do íon cloreto contido no concreto, seja de 0,10% em relação a massa de cimento, com vistas a preservação das armaduras contra o processo de oxidação do aço.

Da análise dos resultados, constatou-se que quase todas as amostras apresentaram disseminações de cloreto no interior do concreto com tendência a contaminação decrescente para o núcleo da peça, resultados não satisfatórios, com teores de cloretos acima do recomendado.

### pH

O pH normal do concreto ou de outros materiais onde é empregado cimento, situa-se na faixa de 11 a 13, valores esses considerados ideais para passivação do aço inserido no concreto. Da análise, constatou-se que os resultados para o pH, foram satisfatórios.

### Teores de Sulfatos

Para o teor de sulfatos a NBR-11578/91-Cimento Portland Composto estabelece que o valor máximo admissível é de 4% para o trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub> sulfeto), fazendo uma correlação entre as massas moleculares, para sulfato tem-se que o valor admissível é de 4,8%.

Utilizando-se o consumo de cimento adotado anteriormente, ou seja, 350 Kg/m<sup>3</sup>, e massa específica de 2200 Kg/m<sup>3</sup>, o valor aceitável em relação à massa de concreto é de 0,76%.

Em algumas amostras os ensaios indicaram a presença do sulfato acima do limite aceitável da especificação da Norma 11578/91, decorrentes da contaminação do meio marinho.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 45 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 7.1 INFRAESTRUTURA

Essa análise baseou-se no levantamento realizado em 2011, constante do relatório de inspeção apresentado pela EMPRESA Falcão Bauer, dos quais destacam-se como principais anomalias:

-Focos de oxidação dispersas a generalizada em extensões significativas nas camisas metálicas, apresentando perda considerável da seção do aço em especial na estaca T-92 que apresentou maior nível de degradação, inclusive com perfuração da camisa e exposição do concreto.

Esses ataques ao aço estão relacionados com os processos de corrosão instalados e em processo de evolução, que tendem a se agravar ao longo do tempo.

### 7.2 SUPERESTRUTURA

#### 7.2.1 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS CONSTATADAS EM 2011

Principais ocorrências constatadas nos elementos estruturais de concreto armado e /ou protendido resultantes dos levantamentos realizados em 2011:

- Fissuras em lajes das abóbadas, encontradas nas faces inferiores com configuração transversal e/ou longitudinal aos painéis, com aberturas de até 1,0mm e/ou colmatadas;
- Manchas de oxidação;
- Manchas de carbonatação e/ou eflorescência – são inofensivas ao concreto, porém diminuem a sua alcalinidade, e conseqüentemente a proteção do aço contra a oxidação, encontradas de forma sistemática na superfície das mesas superiores das vigas VSE e VSI.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 46 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

- Concreto lixiviado – Decorrente da reação de agentes químicos agressivos com a pasta de cimento, permite a deterioração da camada de cobrimento comprometendo a proteção das armaduras, suscetibilizando a instalação do processo de corrosão.
- Desgastes e/ou exposição de agregados – Perda da argamassa da superfície do concreto, causando sua erosão, podendo ser superficial ou profunda com exposição dos agregados graúdos; foram verificados nos tijolos de concreto e placas de concreto do paramento, borda inferior da viga de apoio do paramento VPE, capitéis e vigas transversais VT.
- Concreto segregado – Essas anomalias são provenientes de falhas na execução, e proporcionam através de sua porosidade a penetração de agentes agressivos permitindo o desencadeamento do processo de corrosão das armaduras, instalados em diversos elementos estruturais, especificamente na região junto às arestas (bordas) das peças, não atingindo as armaduras e abrangendo a camada superficial do concreto; foram encontradas nas faces inferiores e próximo as juntas de concretagem e/ou ligação das Vigas Transversais e Capitéis.
- Corrosão das Armaduras – Devido à alta agressividade ambiental, as peças de concreto sujeitam-se ao desencadeamento de focos de corrosão, comprometendo a seção das armaduras projetadas. Esses focos foram verificados na maioria das peças estruturais, tendo como consequência a redução da seção das barras das armaduras; sendo os focos anômalos mais significativos, verificados nos capitéis, nas vigas transversais VT, nas vigas longitudinais VPE1 e VPE2, nas vigas secundárias VSI e VSE, nas transversinas, apenas nas armaduras passivas, nas lajes em arco, nos paramentos verticais.
- Concreto disgregado – Caracterizado pela evolução do processo de corrosão da armadura, destacamento do concreto de cobrimento, permitindo a penetração de agentes agressivos que aceleram o processo de deterioração das peças estruturais,

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>E M A P</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 47 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

principalmente nas vigas transversais onde os focos de corrosão se caracterizam pelas manchas de oxidação, fissuras de cobrimentos e exposição de barras.

- Ruptura de placas de paramentos: Principais ocorrências constatadas nos ensaios nas estruturais de concreto armado e /ou protendido nos ensaios realizados em 2011. A amostragem realizada visou abranger as regiões que apresentaram maiores incidências de anomalias:
- Avaliação da frente de carbonatação / ph - esse ensaio determinou a espessura ou profundidade do rebaixamento da alcalinidade normal do concreto, e constatou-se que tal rebaixamento não atingiu as armaduras; ainda como resultado do ensaio, foram avaliadas as espessuras de cobrimento, verificando-se que nas amostras retiradas do elemento 2, da alma 1 do elemento 8, da viga transversal e do elemento 10, o cobrimento encontra-se inferior ao especificado; em todos os pontos ensaiados, as barras de aço inseridas no concreto apresentaram processos de corrosão iniciais.
- Ensaio de Avaliação de potencial eletroquímico do concreto – esse ensaio avalia a abrangência e a probabilidade de desencadeamento dos processos de oxidação das armaduras não perceptíveis visualmente; em todos os ensaios as peças de concreto armado apresentaram sintomas de 90% de probabilidade de ocorrência de corrosão, mesmo em regiões consideradas íntegras.
- Ensaio químico do concreto – esse ensaio realizado em amostras de concreto avalia a presença de elementos químicos agressivos mais comuns no ambiente de exposição:
  - Teor de ph - foram considerados satisfatórios;
  - Teor de cloreto – Todas as amostras encontraram-se acima do recomendado.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 48 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

- Teor de sulfato – De modo geral encontramos a presença de sulfato acima do limite aceitável, como esses compostos são expansivos e friáveis, atingindo até duas vezes o seu volume inicial, provocam nos elementos estruturais a desagregação do concreto, e a perda da seção e ainda a queda da alcalinidade atacando as armaduras e propiciando a corrosão.

- Ensaio de Resistência à Compressão – o objetivo deste ensaio é o de avaliar as propriedades mecânicas do concreto utilizado nas estruturas em estudo, quanto a resistência à compressão; de modo geral, todos os resultados foram satisfatórios.
- Ensaio de Durabilidade quanto a absorção de água – a porcentagem máxima para um concreto de boa qualidade é de 8% a 10%; as amostras apresentaram resultados não satisfatórios, e em consequência um concreto de baixa qualidade, poroso, permitindo a penetração de agentes agressivos contaminadores no interior do concreto, atacando as armaduras e reduzindo a vida útil dos elementos estruturais atingidos.
- Ensaio de Durabilidade quanto ao índice de vazios– a porcentagem máxima para um concreto de boa qualidade é de 8% a 12%; as amostras demonstraram como resultados um concreto com desempenho não satisfatório, devido ao elevado índice de vazios, indicando a presença de poros ou capilares que permitem a penetração de agentes agressivos, e consequentemente o processo de corrosão das armaduras.



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>E M A P</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 49 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## QUADRO RESUMO DAS PRINCIPAIS ANOMALIAS VERIFICADAS

Situação	1.ª	Nível de Degradação	Severo
<b>Caracterização das patologias</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradação do concreto atinge as armaduras ativas do sistema de protensão;</li> <li>- Disgregação profunda do concreto;</li> <li>- Ruptura parcial de barras passivas principais e/ou ativas e/ou instalação de processos de corrosão com perda de seção generalizada superior a 20%;</li> <li>- Manchamentos generalizados por oxidação e/ou fissuras longitudinais generalizadas da mesa inferior de vigas.</li> </ul>			
<b>Elementos estruturais</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda considerada da seção de concreto e ruptura de armaduras ativas: Viga VS1b95;</li> <li>- Presença de focos significativos de corrosão de armadura e disgregação do concreto da mesa inferior e provável instalação de processos corrosão em armaduras ativas: VS1b2, VS1b3, VSEc13, VSEc14, VS1b24, VSEc20, VSEc23, VSEc29, VSEc31, VS1b37, VS1b40, VS1b45, VS1b70, VSEc71, VSEc74, VS1b86, VS1b88, VSEc85, VS1b91, VSEc91, VSEc92, VSEc93, VSEc97, VSEc120, VSEc132, VSEc134, VSEc142, VSEc143, VSEc146 e VSEc171.</li> <li>- Manchamentos/Disgregações generalizados, com provável instalação significativa de processos de corrosão em armaduras passivas e de forma inicial em armaduras ativas: VS1b36, VSEc36, VS1b43, VSEc63, VS1b87, VSEc86, VS1b96, VS1b121, VS1b127, VS1133 e VSEc148;</li> <li>- Placas de Concreto (Paramento).</li> </ul>			

Situação	2.ª	Nível de Degradação	Crítico
<b>Caracterização das patologias</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disgregação profunda do concreto;</li> <li>- Ruptura localizada de barras passivas transversais (estribos) e de barras longitudinais com perda de seção generalizada superior a 20% porém não atingindo as armaduras de protensão;</li> <li>- Manchamentos localizados da mesa inferior de vigas;</li> <li>- Manchamentos e/ou disgregação do concreto de forma generalizada das abas superiores de vigas.</li> </ul>			
<b>Elementos estruturais</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas as mesas inferiores das vigas VSE e VSI com exceção as que se encontram na 1ª Situação.</li> </ul>			

Situação	3.ª	Nível de Degradação	Moderado
<b>Caracterização das patologias</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fissuras em Lajes em arco (Abóbodas);</li> <li>- Manchas de Oxidação;</li> <li>- Manchas de Carbonatação / Eflorescências;</li> <li>- Concreto Lixiviado;</li> <li>- Desgaste Superficial / Exposição do Agregado Graúdo;</li> <li>- Concreto Segregado;</li> <li>- Corrosão das Armaduras;</li> <li>- Concreto Disgregado e/ou Destacamentos do Concreto / Fissuras Sobre os Cobrimentos.</li> </ul>			
<b>Elementos estruturais</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capitéis;</li> <li>- Vigas Transversais VTa,b,c;</li> <li>- Vigas Principais VPE 1, VPE2 e VPI;</li> <li>- Transversinas;</li> <li>- Laje em arco (Abóboda);</li> <li>- Tijolo de Concreto (Paramento).</li> </ul>			

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 50 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

## 7.2.2 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS CONSTATADAS EM 2017

Principais ocorrências constatadas nos elementos estruturais de concreto armado e /ou protendido nos levantamentos realizados em 2017:

Os focos de degradação do concreto nos elementos que compõem o Berço 103, estão relacionados com os resultados da inspeção tátil visual realizada e estão relacionados a seguir:

- Concreto disgregado superficial e profundo– Caracterizado pela evolução do processo de corrosão da armadura, destacamento do concreto de cobrimento, permitindo a penetração de agentes agressivos que aceleram o processo de deterioração das peças estruturais, principalmente nas vigas VSI, VSE onde os focos de corrosão se caracterizam pelas manchas de oxidação, fissuras de cobrimentos e em alguns casos constatação de armaduras expostas e já oxidadas.
- Manchas de carbonatação e/ou eflorescência – são inofensivas ao concreto, porém diminuem a sua alcalinidade, e conseqüentemente a proteção do aço contra a oxidação, encontradas de forma sistemática nas vigas VSE.
- Manchas de oxidação encontradas nas vigas VSE e VSI.
- Desgastes e/ou exposição de agregados – Perda da argamassa da superfície do concreto, causando sua erosão, podendo ser superficial ou profunda com exposição dos agregados graúdos; foram verificados na viga VPE1.
- Concreto lixiviado – Constatado na viga VPE1, decorrente da reação de agentes químicos agressivos com a pasta de cimento, permite a deterioração da camada de cobrimento comprometendo a proteção das armaduras, suscetibilizando a instalação do processo de corrosão;
- Fissuras com aberturas superiores a 0,3mm nas vigas VSE;

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 51 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

### 7.2.3 METODOLOGIAS PARA REPAROS DAS ANOMALIAS

A execução dos serviços relacionados, necessários a recuperação dos elementos estruturais, deverá ser feita observando-se as metodologias de serviços descritas a seguir:

- Metodologias relacionadas em 2011

- 1-Metodologia para hidrojateamento /lavagem das superfícies de concreto;
- 2- Metodologia para serviços iniciais de reparo estrutural;
- 3-Metodologia para remoção de formas e/ou resquícios de formas de elementos estruturais;
- 4-Metodologia para ancoragem de barras;
- 5-Metodologia para realização de reparos superficiais com argamassa polimérica ( $e < 4,0\text{cm}$ );
- 6-Metodologia para realização de reparos profundos com graute ( $e > 4,0\text{cm}$ );
- 7-Metodologia para reparos profundos de forma generalizada das vigas protendidas VSI E VSEa,b,c;
- 8-Metodologia/projeto para reforço/aumento de seção de vigas protendidas-VSI e VSEa,b,c;
- 9-Metodologia para reparos profundos dos painéis pré-moldados do paramento lado mar;
- 10-Metodologia para tratamento de fissuras;
- 11-Metodologia para limpeza das superfícies das camisas metálicas;
- 12-Metodologia para tratamento e proteção superficial de estacas metálicas dos trechos de variação de maré (ZVM)-Aplicação de argamassa adesiva epóxi-poliamida;
- 13-Metodologia para tratamento e proteção superficial do concreto de elementos estruturais-com resina epoxy de base aquosa, dispersão sem solventes;

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 52 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

- Metodologias relacionadas em 2017: (procedimentos descritos na ET-B01-B03-0001)

- 1 – Metodologia para Hidrojateamento / Lavagem de Concreto;
- 2 – Metodologia para Serviços Iniciais para Reparo Estrutural;
- 3 – Metodologia para Remoção de Restos de Escoramentos e/ou Resquícios de Formas de Elementos Estruturais;
- 4 – Metodologia para Ancoragem de Barras no Concreto;
- 5 – Metodologia para Realização de Reparos Superficiais com Argamassa de Base Cimentícia Polimérica (e<6,0cm);
- 6 – Metodologia para Realização de Reparos Profundos (e>6,0cm);
- 7 – Metodologia para Reparos Profundos de Forma Generalizada em Vigas de Concreto Armado (Berços 102 e 106);
- 8 – Metodologia / Projeto para Reforço e Aumento de Seção de Vigas Protendidas (Berço 103);
- 9 – Metodologia para Reparos Profundos com Aplicação de Microconcreto Fluido;
- 10 – Metodologia para Tratamento de Trincas e Fissuras Colmatadas;
- 11 – Metodologia para Tratamento de Trincas e Fissuras Abertas - Injeção de Microcimento;
- 12 – Metodologia para Limpeza das Superfícies das Camisas Metálicas;
- 13 – Metodologia para Tratamento e Proteção Superficial de Estacas Metálicas dos Trechos de Variação de Maré (ZVM);
- 14 – Metodologia para Tratamento em Regiões com Desgaste Superficial – Aplicação de Estucamento;

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 53 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

15 – Metodologia para Tratamento e Proteção Superficial do Concreto de Elementos Estruturais - Resina Epóxi de Base Aquosa, Dispersão sem Solventes

PLANILHA RESUMO DAS QUANTIDADES DAS PATOLOGIAS -2011  
COM RESPECTIVAS TÉCNICAS DE REPARO:

Anomalia(*)	Anexo do relatório BNA/59.615/218.293/03/11			
	1 e 13 Área (m²)	1, 2, 5 e 13 Área (m²)	1, 2, 4, 6 e 13 Área (m²)	1, 2, 10 e 13 Comprimento (m²)
Concreto disgregado superficial (CD Sup.)	-	196,5	-	-
Concreto disgregado profundo(CD - Prof.)	-	-	63	-
Concreto disgregado com armadura exposta e oxidada superficial (CD+AEO - Sup.)	-	802,4	-	-
Concreto disgregado com armadura exposta e oxidada profundo (CD+AEO - Prof.)	-	-	68,55	-
Concreto Segregado superficial (CS – Sup.)	-	112,4	-	-
Concreto segregado com armadura exposta e oxidada profundo(CS+AEO - Prof.)	-	-	26,2	-
Armadura exposta e oxidada (AEO)	-	-	1.226,0	-
Reparo com argamassa deficiente (RA)	-	-	-	-
Manchas de Carbonatação / Mancha de eflorescência (MC)	-	1.550,0	-	-
Manchas de Oxidação (MO)	-	17	-	-
Exposição de Agregado graúdo	-	235,8	-	-
Concreto Lixiviado	89,65	-	-	-
Fissuras	-	-	-	57,0
<b>Total</b>	<b>89,65</b>	<b>2.914,10</b>	<b>1.384,0</b>	<b>57,0</b>

(\*) Neste quadro não está computado as anomalias constadas nas faces laterais e inferior das vigas VSE e VSI, pois nestas regiões será considerada a recuperação integral do elemento devido ao quadro patológico generalizado.


Nível de Degradação	Total de Vigas	Identificação	Metodologia para a adequação do elemento
1ª Situação	42	VSIb2, VSIb3, VSEc13, VSEc14, VSIb24, VSEc20, VSEc23, VSEc29, VSEc31, VSIb37, VSIb40, VSIb45, VSIb70, VSEc71, VSEc74, VSIb86, VSIb88, VSEc85, VSIb91, VSEc91, VSEc92, VSEc93, VSEc97, VSEc120, VSEc132, VSEc134, VSEc142, VSEc143, VSEc146, VSEc171, VSIb36, VSEc36, VSIb43, VSEc63, VSIb87, VSEc86, VSIb96, VSIb121, VSIb127, VSI133 e VSEc148	Anexo 8 do relatório BNA/59.615/218.293/03/11
2ª Situação	534	As demais vigas VSI e VSE	Anexo7 do relatório BNA/59.615/218.293/03/11



	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 54 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

**PLANILHA RESUMO DAS QUANTIDADES DAS PATOLOGIAS -2017  
COM RESPECTIVAS TÉCNICAS DE REPARO**

	<b>PROJETO DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL DOS BERÇOS 101, 102, 103, 104 E 106 - PORTO DO ITAQUI</b>				
	<b>PLANILHA RESUMO DE ANOMALIAS - BERÇO 103</b>				
ANOMALIA	TÉCNICAS DE REPARO				
	1, 2, 5 e 15	1, 2, 4, 6 e 15	1, 2, 14 e 15	1, 2, 10, 11 e 15	1, 2, 8 e 15
	Área (m²)	Área (m²)	Área (m²)	Comp. (m)	Área (m²)
Concreto Disgregado Superficial	571,00	-	-	-	820,00
Concreto Disgregado Profundo	-	135,00	-	-	205,00
Concreto Disgregado com Armadura Exposta e Oxidada Superficial	-	-	-	-	-
Concreto Disgregado com Armadura Exposta e Oxidada Profundo	-	123,00	-	-	-
Concreto Segregado Superficial	-	-	-	-	-
Concreto Segregado com Armadura Exposta e Oxidada Profundo	-	-	-	-	-
Armadura Exposta e Oxidada	-	-	-	-	-
Mancha de Eflorescência	1444,00	-	-	-	-
Mancha de Oxidação	1221,00	-	-	-	-
Exposição do Agredado Graúdo	-	-	634,00	-	-
Concreto Lixiviado	-	-	244,00	-	-
Fissuras	-	-	-	427,00	-
<b>TOTAL</b>	<b>3236,00</b>	<b>258,00</b>	<b>878,00</b>	<b>427,00</b>	<b>1025,00</b>

De forma geral, os focos anômalos relacionados em ambos os levantamentos, de 2011 e 2017, repetiram-se, e consegue-se observar que nesse intervalo de tempo, as manifestações patológicas evoluíram e se agravaram, aumentando as áreas de intervenção reparadora.

	<b>EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA</b> <b>EMAP</b> GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: <b>PROJETO EXECUTIVO – RELATÓRIO TÉCNICO – CONSOLIDAÇÃO E ATUALIZAÇÃODAS PATOLOGIAS DO BERÇO 103</b>			
	PROJETO: <b>Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.</b>			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1203.0002 – R00	DATA: 08-2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 55 de 55

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-B03-0006-B

Foram diagnosticados focos evolutivos em regiões dos elementos estruturais que antes não se apresentavam, tipo armaduras expostas, concreto disgregado. Nesse período surgiram em pontos distintos novas patologias e as existentes evoluíram.

As ações reparadoras estão associadas à reconstituição das seções dos elementos estruturais, mediante ações localizadas, e especificadas para cada tipo de anomalia, com o objetivo de restabelecer as características de funcionalidade, segurança e garantia da vida útil dos elementos afetados.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das constatações obtidas das inspeções e ensaios realizados em períodos distintos, tendemos a considerar que existem focos de degradação do concreto em todos os elementos estruturais que compõem a superestrutura, relacionados pela presença de diversos tipos de anomalias, algumas já se apresentando em estágio avançado, outras sem implicações estruturais significativas ou danos que indiquem comprometimento quanto à estabilidade global.

A fim de restabelecer as condições de integridade, manutenção da vida útil e funcionalidade das estruturas, e tendo em vista tratar de focos anômalos de natureza evolutiva, recomenda-se a adoção corretiva para recuperação dos elementos estruturais.