

LUÍS HENRIQUE POY

**INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE
DE NÍVEL
DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Perícia

Goiânia/GO
2021

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

RESUMO

O presente trabalho consiste na síntese de uma perícia extrajudicial preliminar, realizada no píer de um porto privado, com área total de 15.355,73m². Trata-se de uma estrutura em concreto armado, com idade aprox. de 20 anos, executada em módulos e em épocas distintas, com uso de sistemas construtivos diversos. Em se tratando de construção inserida em ambiente marinho, a agressividade ambiental existente impôs forte degradação à estrutura e foi objetivo da perícia realizada, mediante inspeção sensorial, a identificação das principais manifestações patológicas presentes e do nível de degradação correspondente, para avaliação do grau de risco e determinação das providências a serem implementadas. Concluídos os trabalhos fez-se possível indicar reparos a serem implementados, medidas de restrição de uso nas áreas mais críticas e a necessidade de realização de inspeção detalhada, para elaboração de um projeto de reabilitação estrutural geral.

PALAVRAS-CHAVE: *Inspeção; Agressividade ambiental; Píer de concreto armado*

1 INTRODUÇÃO

O Terminal Portuário é um porto privado. Em seu píer são realizadas as atividades de carga e descarga de materiais siderúrgicos, como bobinas e vergalhões, mas também, com menos frequência, de fertilizantes e outros insumos a granel. Em passado recente também havia intensa movimentação de contêineres. Trata-se o píer de uma estrutura em concreto armado, com partes pré- moldadas e outras moldadas *in loco*, com área total de 15.355,73 m², sendo composto por dois sistemas construtivos bastante distintos: o sistema construtivo A (doravante sendo chamado de Sistema A) e o sistema construtivo B (doravante sendo nomeado de Sistema B). O Sistema A apresenta-se em 04 módulos (de I a IV) que totalizam cerca de 178 estacas e 4.860m² de área de laje. É constituído por estacas circulares, munidas de camisa metálica, vigas de concreto armado (moldadas *in loco*) e por uma laje composta (pré-laje pré-fabricada do tipo “U invertido” complementada por concreto armado moldado *in loco*). Foi o primeiro a ser implantado, por volta do ano de 2000. Já o Sistema B constitui-se em 05 módulos de (I a V), totalizando cerca de 303 estacas e 8.790m² de área de laje. Foi construído com estacas de seção quadrada (protendidas), encimadas por blocos de coroamento e vigas pré-moldadas, sobre as quais se assenta uma laje plana, do tipo composto (pré-laje plana e pré-fabricada, complementada por concreto armado, moldado *in loco*). Sua construção é mais recente, por volta do ano de 2008. Compõe, ainda, uma extensão chamada de “Ponte de acesso”, também usada atualmente como píer e que possui uma área aproximada de 1.700m². No lado direito do píer, de quem olha para o mar (Berços 300 e 301), a profundidade gira em torno de 8 a 11 metros, enquanto que no lado esquerdo (Berço 302), a profundidade apresenta-se com mínimo de 1 metro e máximo de 8 metros.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

1.1 OBJETIVOS DESTE TRABALHO

- i. Análise da documentação técnica disponibilizada;
- ii. Inspeção Cadastral Visual para identificar e caracterizar as principais anomalias presentes, com uso de embarcação de pequeno porte;
- iii. Análise estrutural preliminar, para avaliação do grau de risco presente.

1.2 JUSTIFICATIVA PARA A REALIZAÇÃO DO PRESENTE TRABALHO

O píer apresenta-se em local de elevada agressividade ambiental e inspeções anteriores já identificaram processos de degradação importantes, em curso. Sendo assim, para resguardar o nível de segurança desejado e, também, em face da atualização permanente e evolutiva dos modais de movimentação de cargas, julgou-se recomendável a realização desta inspeção preliminar visando constatar o atual estágio dos problemas presentes, identificando o grau de risco envolvido e sugerindo providências.

1.3 PRESSUPOSTOS E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Tratando-se de um trabalho preliminar, este se restringiu à identificação das eventuais anomalias detectáveis por inspeção visual da estrutura que compõe o píer e da rápida análise de sua documentação técnica (disponibilizada pelo Terminal Portuário), não fazendo parte do escopo ora contratado a realização de ensaios/testes de caracterização e/ou verificações estruturais mais elaboradas REFERENCIAL TEÓRICO. Para fundamentação do presente trabalho foi utilizada literatura consagrada bem como artigos acadêmicos relacionados ao tema. Por analogia registre-se que as superfícies de rolamento dos píeres podem ser equiparadas aos pisos industriais, estando sujeitas a tráfego intenso de equipamentos pesados, a desgaste superficial, a impactos diversos e a outras solicitações mais severas. Lima e Brito (2016) realizaram trabalho de inspeção de píer no porto de Cabedelo-PB. Localizado às margens do estuário do Rio Paraíba, frente a Ilha da Restinga e sob a administração da DOCAS-PB (Companhia DOCAS da Paraíba), aquela estrutura tem aproximadamente 600m de extensão. Lá constataram que devido à ação marinha houve deterioração da estrutura em concreto armado, sendo relevantes: o desgaste do concreto, devido aos fenômenos físicos de abrasão, erosão e cristalização dos sais, bem como a corrosão das armaduras, devido à carbonatação ou ao ingresso de íons cloreto. Esses fenômenos podem causar, mais comumente, as seguintes manifestações patológicas:

- i. Perda de massa superficial:

Devido a fenômenos físicos de abrasão e erosão, ocorrendo, geralmente, nas zonas de variação de maré, pelo impacto da água do mar, sempre em movimento;

- ii. Fissuração:

Provocada pela cristalização dos sais nos vazios do concreto, processo que ocorre devido às etapas de molhagem e secagem a que a estrutura está exposta, assim como pela expansão do aço que compõe as armaduras. O destacamento do concreto pode ocorrer após o surgimento das fissuras, pois a expansão dos sais

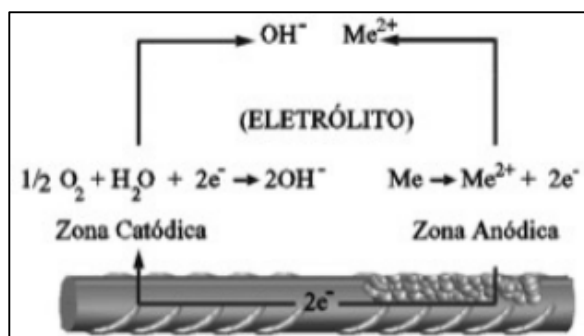
INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

provoca esforços de tração no interior da matriz de concreto;

iii. Corrosão:

Seus dois grandes mecanismos de ocorrência são a carbonatação e a ação dos cloretos, pois ambos destroem a camada passivadora do aço, permitindo, assim, seu contato com o oxigênio do ar. Em determinada fase do fenômeno o aço expande, provocando o rompimento do concreto. Ainda sobre corrosão, Alconpat (2013) defende que, na grande maioria das vezes, trata-se de um fenômeno de natureza eletroquímica, com formação de uma pilha eletroquímica. Assim, nas armaduras ocorre a formação de uma região anódica (na qual acontece a oxidação/corrosão, quando o material passa do estado metálico para o estado iônico) e de outra catódica, para onde migram os elétrons gerados pela região anódica, mediante uma diferença de potencial elétrico, com participação do concreto como eletrólito

Figura 1 – Pilha de corrosão em um mesmo metal

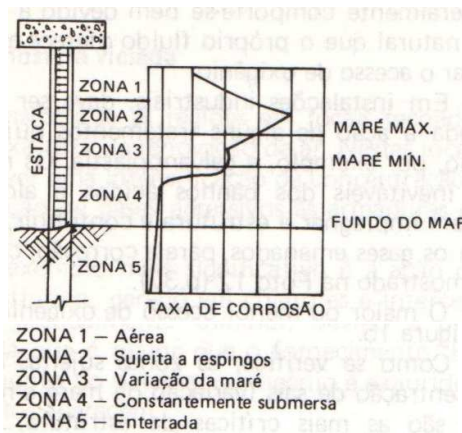


Fonte: Alconpat (2013)

Segundo Helene (1986) a atmosfera marinha contém cloretos de sódio e de magnésio e também pode apresentar sulfatos, que são elementos extremamente agressivos que contribuem para a aceleração do processo de corrosão das armaduras. A velocidade de corrosão em atmosfera marinha é da ordem de 30 a 40 vezes superior àquela em atmosfera rural. A corrosão depende da qualidade e da uniformidade do cobrimento do concreto. Sendo assim, as técnicas construtivas adotadas são determinantes para uma maior ou menor proteção das armaduras. A figura 2 traz um indicativo da taxa de corrosão em função da posição, para estacas em mar. As variações expressas se devem às diferentes ofertas de oxigênio (elemento essencial para ocorrência da corrosão), concentrações de sais e condições alternadas de aeração e umidade. Quanto mais presentes esses fatores, maior o grau de corrosão observado.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 2 – Variação das taxas de corrosão, segundo a posição relativa para uma estaca em mar



Fonte: Helene (1986)

No que tange às lajes que compõe os píeres e que suportam o trânsito intenso decorrente da movimentação de cargas cabe analogia ao que ocorre nos pisos industriais. A literatura relacionada descreve os principais aspectos e anomalias relacionadas, sendo especialmente relevantes:

i. Fissuras:

Há dois tipos de fissuras, as estruturais e as de retração, sendo diferenciadas por suas causas e consequências na vida útil da estrutura. As fissuras podem ser originadas por causas diversas - recalques de fundação, erros de projeto, procedimentos executivos inadequados, falha dos materiais e ou sobrecargas. Se não tratadas, podem gerar esborcinamento (que é a quebra das bordas, quando expostas ao tráfego) (Chodounskye e Viecili, 2007). Para o processo de recuperação de fissuras deve-se iniciar com uma investigação visual da atividade das fissuras, detectando se as fissuras ainda estão com movimentos alternados de abertura e fechamento (fissuras ativas) ou se já foram cessados seus movimentos (fissuras passivas). Para fissuras ativas deve-se utilizar materiais flexíveis, os quais acomodam as movimentações e tem função de selamento superficial, evitando o ingresso de detritos para o interior da estrutura. Já para fissuras passivas ou mesmo para aquelas ativas onde as causas das movimentações foram tratadas e anuladas, podem haver reparo com uso de materiais rígidos. Assim, além de selar, ocorre o restabelecimento do monolitismo para a placa de concreto (Chodounskye e Viecili, 2007).

ii. Juntas de construção:

As juntas de construção, oriundas das formas, são função das condições executivas, principalmente dos equipamentos empregados, além de delimitarem as dimensões da placa de concreto (RODRIGUES, 2010). Sob o ponto de vista operacional e de manutenção, as juntas de construção são mais frágeis, em razão, principalmente, da grande concentração de argamassa que apresentam em suas bordas, e exigem obrigatoriamente o emprego de reforço de borda, quando há tráfego de empilhadeiras de rodas rígidas. Essa necessidade sinaliza que projetos com menor quantidade de juntas de construção apresentam menores custos iniciais de manutenção (RODRIGUES, 2010).

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

iii. Juntas de dilatação:

As juntas de dilatação têm a função de absorver as tensões permitindo a movimentação do piso, tendo aberturas geralmente de 10 a 20 mm. Portanto elas devem ser preenchidas com materiais de grande elasticidade, de excelente estanqueidade, baixa absorção de água, boa resistência à compressão, ótima aderência às bordas e que suportem esforços sem sofrer perfuração (Chodounskye e Viecili, 2007). Quando houver fluxo de veículos no piso recomenda-se o uso de perfis metálicos (cantoneiras) ou argamassa polimérica (lábio polimérico) para reforçar as bordas, pois por apresentarem maiores aberturas, são mais sensíveis aos choques das rodas dos veículos (Chodounskye e Viecili, 2007).

1.4 NORMAS RELACIONADAS

A norma técnica atualmente em vigor - ABNT: NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento (2014) -, estabelece classes de agressividade ambiental que estão relacionadas a ações físicas e químicas às quais a estrutura está exposta e são independentes das ações prevista em projeto, como ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica entre outras.

A tabela 1, a seguir reproduzida traz estas informações.

Tabela 1 – Classe de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fracá	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

O referido documento normativo estabelece, também, algumas recomendações quanto à qualidade do concreto e ao cobrimento nominal para a classe de agressividade ambiental na qual a estrutura está inserida, sendo o contido nas tabelas 2 e 3, a seguir reproduzidas:

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Tabela 2 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Tabela 3 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade (Tabela 1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (2014)

Subsidiariamente, por analogia e na falta de documento técnico mais específico, outra referência utilizada no presente trabalho será a Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), que estabelece e classifica o grau de risco presente. A referida norma traz as seguintes informações, no seu item 4 Definições:

4.4. GRAU DE RISCO

Critério de classificação das anomalias e falhas existente na edificação, e constatadas em uma inspeção predial, considerado o risco oferecido aos

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da inspeção predial. As anomalias e falhas são classificadas nos seguintes graus de risco:

4.4.1 CRÍTICO

Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.

4.4.2 MÉDIO

Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce.

4.4.3 MÍNIMO

Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

2 ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA COMPLEMENTAR OBTIDA

Da análise preliminar da documentação técnica analisada, pode-se elaborar um quadro comparativo, visando expressar as características mais relevantes que distinguem os dois sistemas construtivos que compõe o píer, como demonstrado na Tabela 4, a seguir apresentada.

Tabela 4 – Diferenças dos sistemas construtivos (Continua)

	Sistema A	Sistema B
ÁREA	4.860m ² (32% do total)	8.790m ² (57% do total)
FCK	22 MPa	≥40 MPa
COBRIMENTO	NI*	5cm
AÇO	NI*	CA50-A
LAJE	Laje composta: Pré-laje pré-moldada do tipo “U invertido”, com 10cm de espessura e suas vigas com 50cm de altura. Capa concretada <i>in loco</i> com 25cm de espessura	Laje composta: Pré-laje pré-moldada do tipo plana, com 25cm de espessura Capa concretada <i>in loco</i> com 25cm de espessura
VIGA	Viga composta: Pré-viga do tipo “U” Parte concretada <i>in loco</i> , com seção retangular base de 95cm e altura de 125cm	Viga pré-moldada em concreto armado, com seção cônica com base inferior de 80cm e altura de 130cm
ESTACA	Seção circular concretada <i>in loco</i> com diâmetro de 100cm, munida de camisa metálica	Pré-moldada de seção quadrada (70x70), em concreto protendido, com bloco de coroamento na cabeça Seção circular concretada <i>in loco</i> com diâmetro de 60cm, munida de camisa metálica

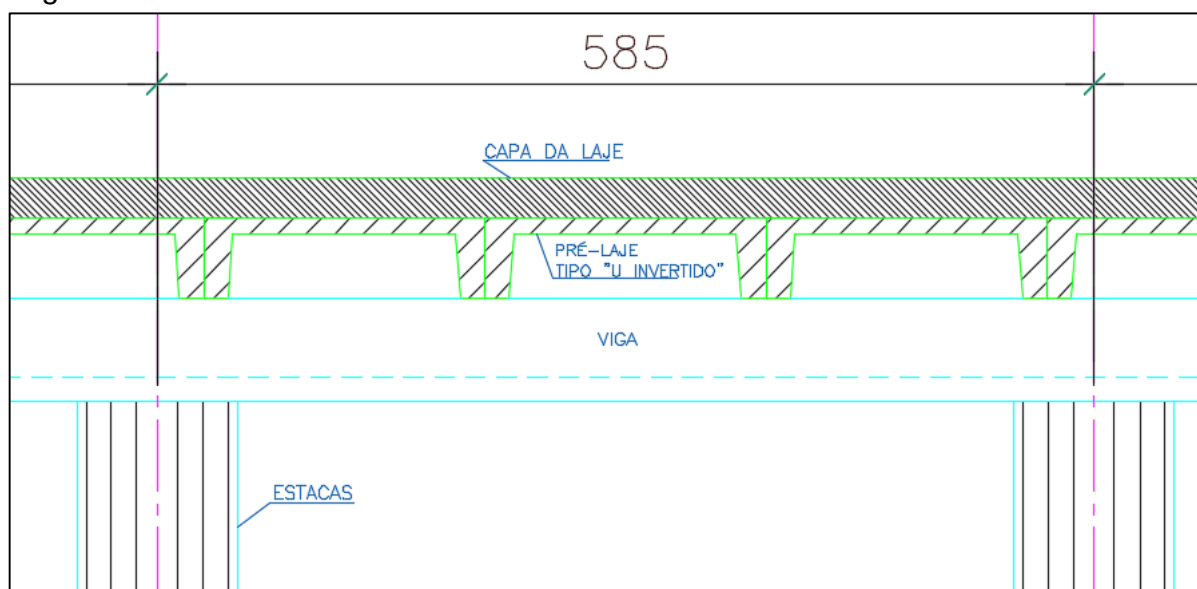
INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Tabela 4 – Diferenças dos sistemas construtivos (Conclusão)

DEFENSAS	Foi colocado na região das defensas na cabeça das duas estacas próximas a borda externa uma viga de travamento para absorver os impactos dos navios	Foi colocado na linha F estacas em “X” para absorver os impactos dos navios
NOTA: *NI = não informado OBS.: Apenas as estacas quadradas (70x70), são em concreto protendido, sendo todos os elementos restantes em concreto armado.		

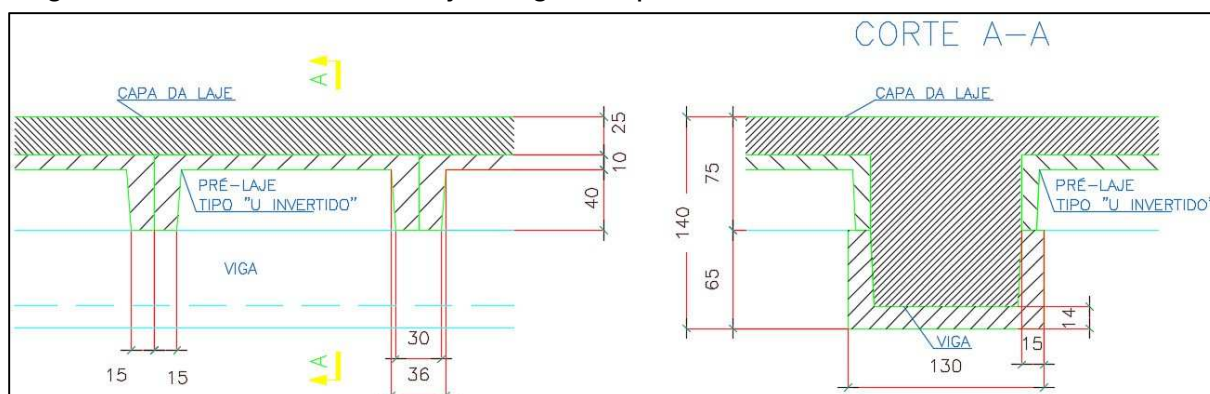
Complementando as informações da Tabela 4 e para melhor entendimento, seguem figuras que ilustram o descrito. Para maiores detalhes dos projetos:

Figura 3 – Elementos estruturais do Sistema A



Fonte: Adaptado de documentos fornecidos Projeto GR.03-F.08

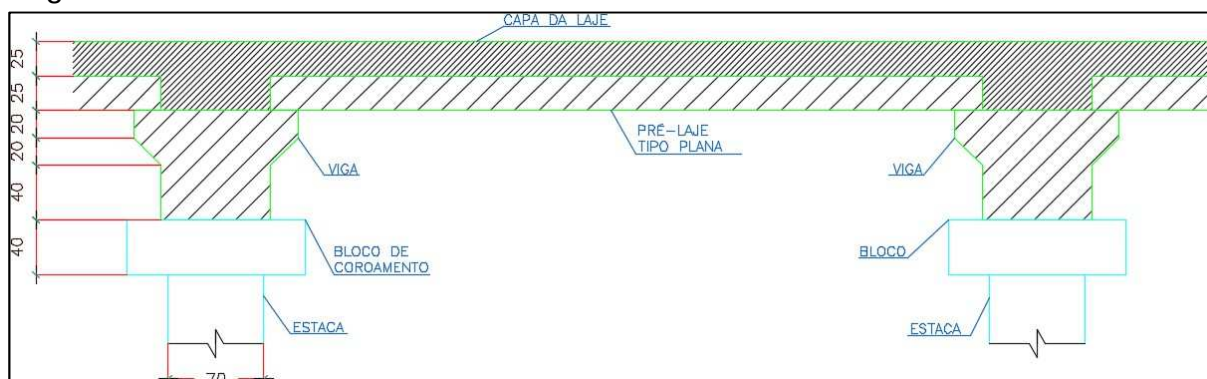
Figura 4 – Detalhamento da laje e viga composta do Sistema A



Fonte: Adaptado de documentos fornecidos (Projeto GR.03-F.08)

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 5 – Elementos estruturais do Sistema B



Fonte: Adaptado de documentos fornecidos (Projeto DE-0637-PI-ARM-09)

I. Cargas de utilização e equipamentos de movimentação, empregados no píer

Foi relatado pelo Engenheiro do Terminal Portuário que não há depósito de cargas sobre o píer. Assim, as operações de carga e descarga são realizadas mediante a imediata movimentação, a partir de caminhões. Em menor escala, ocorre o uso de guindastes de grande porte, para auxílio destas operações. Isto posto, restaram estabelecidas as principais cargas impostas ao píer, como abaixo se descreve:

II. Caminhões:

São utilizados predominantemente os bitrens de 9 eixos (conforme Figura 6), os quais operam com carga máxima regulamentar de 74 toneladas¹.

Figura 6 – Bitrem utilizado para carga e descarga do píer



III. Guindaste gm06, modelo ghmk8410, utilizado em modo de translação (situação mais crítica):

Segundo documentação disponibilizada são estas as características operacionais do referido equipamento: Peso do guindaste: 600 toneladas Nr. de eixos de translação: 10 eixos Carga em cada eixo: 60 toneladas Nr. de pneus em

¹ Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/lei/qresumof.asp#Anchor-41360>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

cada eixo: 4 Carga em cada pneu: 15 toneladas Área de apoio: 1.690 cm²
Pressão de cada pneu sobre o cais (em modo de translação): **8,88 kg/cm²**.

A Tabela 5, a seguir reproduzida traz estas informações, a partir do catálogo técnico do equipamento.

Tabela 5 – Pressão aplicada em cada pneu com equipamento no modo de translação

Pressure under wheels:

Axle Load:	60 t
Wheels / Axle:	4
Load / Wheel:	15,00 t
Supporting Area / Wheel:	1690 cm ²
Pressure under Wheel:	8.88 kg/cm²

Fonte: Disponibilizado pelo Terminal Portuário

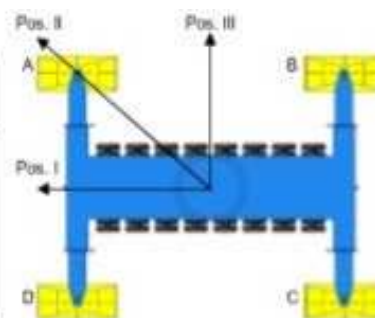
IV. Guindaste gm06, modelo ghmk8410, em operação com carga máxima:

Quando o equipamento está em operação e com a carga suspensa máxima de aproximadamente 98 toneladas, seu esforço máximo aplicado sobre o solo diminui posto que fica apoiado por 4 sapatas (de 9m² cada), fazendo com que a área de contato seja maior, diminuindo a carga distribuída, que passa a ser de **3,58 kg/cm²**, conforme mostra a Figura 8, a seguir reproduzida.

Figura 8 – Notar pressão máxima aplicada por suas sapatas com equipamento em operação

Maximum propping forces [Heavy load - 75%]

Boom Position	I	II	III
Load:	97,9 t	97,9 t	97,9 t
Radius:	34 m	34 m	34 m
Stabilizer pad loading:	260,0 t	322,1 t	294,8 t
Pad(s) on which load is exerted:	A, D	A	A, B
Stabilizer Pad Area:	9,00 m ²	9,00 m ²	9,00 m ²
Ground Pressure :	2.89 kg/cm ²	3.58 kg/cm²	3.28 kg/cm ²

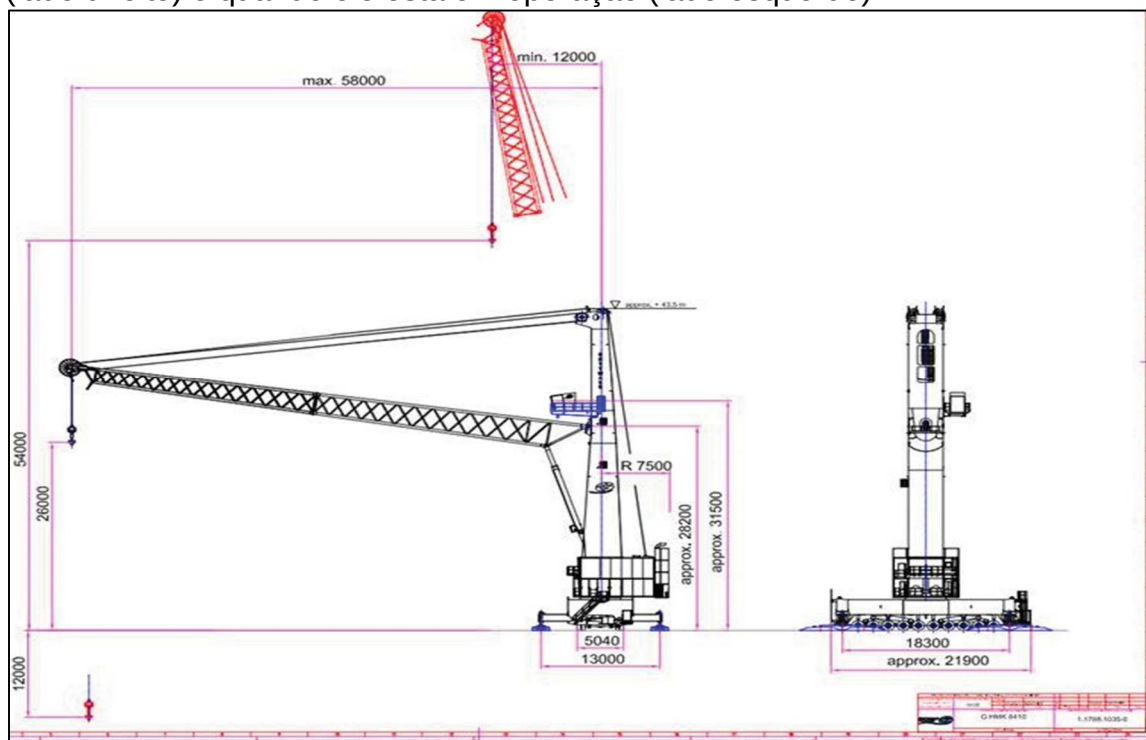


Fonte: Disponibilizado pelo Terminal Portuário

A figura 9 a seguir, mostra o guindaste GM06, modelo GHMK8410, quando em translação e quando em operação.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 9 – Guindaste GM06, modelo GHMK8410, quando ele está em translação (lado direito) e quando ele está em operação (lado esquerdo)



Fonte: Disponibilizado pelo Terminal Portuário

3 INSPEÇÃO

A inspeção do píer foi dividida em duas etapas: porção superior e porção inferior.

3.1 PORÇÃO SUPERIOR: SUPERFÍCIE DA LAJE, EXPOSTA AO TRÂNSITO

Nos dias 05 de setembro de 2018, a partir das 9:00hs e 09 de outubro de 2018, a partir das 15:00hs, foi procedida a inspeção na face superior do píer e da ponte de acesso, na companhia do Engenheiro do Terminal Portuário.

Na ocasião foi possível registrar e observar as principais características construtivas e as anomalias presentes, sendo elas:

- iv. Juntas de construção;
- v. Fissuras;
- vi. Juntas de dilatação com desníveis entre placas, esborcinamento e falta de manutenção;
- vii. Concreto deteriorado;
- viii. Armaduras expostas;
- ix. Trilhos sem utilização;
- x. Empoçamentos das águas de chuva.

As imagens a seguir, ilustram o descrito.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 10 – PORÇÃO SUPERIOR. Vista frontal da extensão do Píer



Figura 11 – PORÇÃO SUPERIOR. Vista parcial da Ponte de acesso



Figura 12 – PORÇÃO SUPERIOR. Equipamentos utilizados no píer

Figura 13 – PORÇÃO SUPERIOR. Junta de concretagem observada *in loco* (círculo amarelo)

Figura 14 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 15 – PORÇÃO SUPERIOR. Fissuras encontradas e com tratamento com epóxi (círculo amarelo)



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 16 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 17 – PORÇÃO SUPERIOR. Levantamento de fissuras por amostragem (área-padrão)



Figura 18 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior

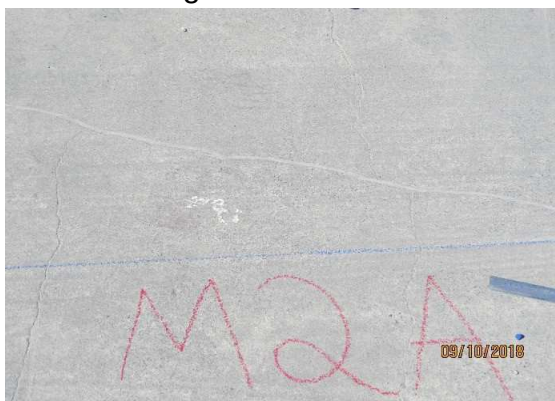


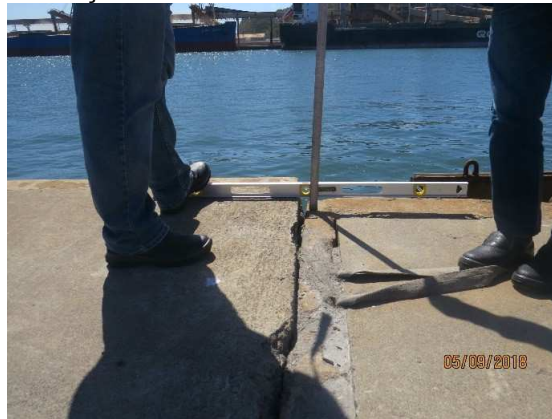
Figura 19 – PORÇÃO SUPERIOR. Junta de dilatação (círculo amarelo). Notar temperatura do substrato igual a 40°C



Figura 20 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior. Observar abertura de 2cm



Figura 21 – PORÇÃO SUPERIOR. Análise de desnível nas juntas de dilatação



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 22 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior. Observar desnível de aprox. 5,5cm



Figura 23 – PORÇÃO SUPERIOR. Ocorrência de esborcinamento na junta de dilatação (círculo amarelo)



Figura 24 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 25 – PORÇÃO SUPERIOR. Observar concreto danificado



Figura 26 – PORÇÃO SUPERIOR. Observar falha no concreto causando empoçamento de água



Figura 27 – PORÇÃO SUPERIOR. Concreto danificado com armadura exposta na borda do Píer (Sistema A)



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 28 – PORÇÃO SUPERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 29 – FACE SUPERIOR. Observar trilho em desuso



Figura 30 – FACE SUPERIOR. Detalhe da figura anterior. Notar trilho oxidado e sem uso



3.2 PORÇÃO INFERIOR: COMPOSTA PELA FACE INFERIOR DA LAJE, VIGAS, BLOCOS DE COROAMENTO E ESTACAS, SUJEITAS À AÇÃO DO MAR

Nos dias 08 e 09 de outubro de 2018, foi procedida a inspeção na face inferior do píer e da ponte de acesso. Para tanto a inspeção se deu por mar, com uso de embarcação de pequeno porte, fazendo-se necessário conciliar diversos fatores, tais como: condições climáticas favoráveis (principalmente ventos de baixa intensidade), maré baixa (para melhor acesso e visualização dos elementos a inspecionar) e baixo nível de atividade no píer (em face da restrição de acesso, durante operações de manobra de navios). Durante a inspeção pode-se observar e registrar os seguintes e principais aspectos:

- i. Armaduras expostas nos elementos estruturais, já em corrosão avançada;
- ii. Sistema B em melhores condições aparentes do que o Sistema A;
- iii. Paramentos do Sistema A com concreto danificado;
- iv. Sistema construtivo da Ponte de Acesso, o qual não se encontrava

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

contemplado nos projetos disponibilizados.

As imagens a seguir, ilustram o descrito:

Figura 31 – PORÇÃO INFERIOR. Embarcação utilizada para inspeção



Figura 32 – PORÇÃO INFERIOR. Vista da frentedo píer



Figura 33 – PORÇÃO INFERIOR. Vista da lateral do Sistema B



Figura 34 – PORÇÃO INFERIOR. Vista da lateral do Sistema A



Figura 35 – PORÇÃO INFERIOR. Vista da lateral da ponte de acesso. Notar presença de estacas- prancha metálicas



Figura 36 – PORÇÃO INFERIOR. Notar encontro do Sistema A (lado esquerdo) com o Sistema B (lado direito) formando a junta de dilatação entre os módulos 4 e 5



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 37 – PORÇÃO INFERIOR. Notar paramento com concreto danificado, armadura rompida, exposta e com indícios de corrosão



Figura 38 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 39 – PORÇÃO INFERIOR. Notar junta de dilatação sendo travada por parafusos (círculo vermelho)



Figura 40 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior

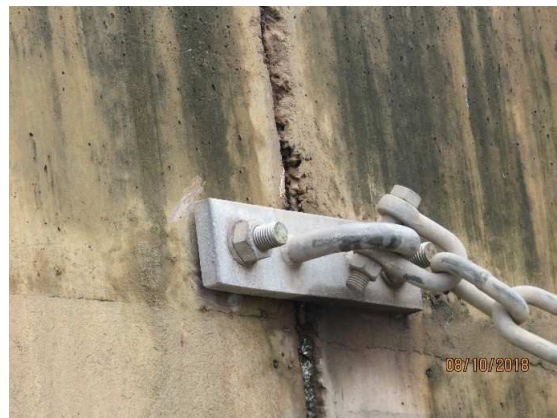


Figura 41 – PORÇÃO INFERIOR. Notar sistema construtivo (Sistema B)



Figura 42 – PORÇÃO INFERIOR. Notar sistema construtivo (Sistema A)



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 43 – PORÇÃO INFERIOR. Notar encontro dos SISTEMAS A e B



Figura 44 – PORÇÃO INFERIOR. Notar sistema construtivo da ponte de acesso (Sistema B)



Figura 45 – PORÇÃO INFERIOR. Notar estaca prancha metálica (seta amarela) da ponte de acesso, vista pelo lado interno



Figura 46 – PORÇÃO INFERIOR. Notar tirante encontrado na região da ponte de acesso (com 4cm de diâmetro)



Figura 47 – PORÇÃO INFERIOR. Notar peça metálica remanescente, utilizada para implantação do Sistema A (região da junta de dilatação)



Figura 48 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior. Nota: a peça metálica não possui mais função estrutural.



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 49 – PORÇÃO INFERIOR. Notar estaca do Sistema A, fora de uso (círculo amarelo)



Figura 50 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 51 – PORÇÃO INFERIOR. Notar viga da pré-laje pré-moldada tipo “U invertida” do Sistema A, com armadura exposta e com corrosão expressiva (retângulo amarelo)

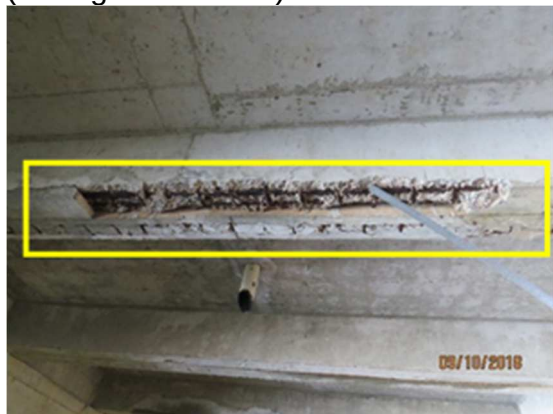


Figura 52 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 53 – PORÇÃO INFERIOR. Notar viga principal do Sistema A, com armadura exposta e com indícios de corrosão (retângulo vermelho)



Figura 54 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 55 – PORÇÃO INFERIOR. Notar encontro da viga principal do Sistema A com armadura exposta e apresentando corrosão



Figura 56 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 57 – PORÇÃO INFERIOR. Notar quina da viga de travamento do Sistema A na região das defensas, com armadura exposta e em corrosão expressiva



Figura 58 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 59 – PORÇÃO INFERIOR. Notar estaca do Sistema A com armadura exposta e em corrosão expressiva



Figura 60 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 61 – PORÇÃO INFERIOR. Notar estaca do Sistema A com perda de seção de concreto, armadura exposta e rompida, devida a corrosão expressiva



Figura 62 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Figura 63 – PORÇÃO INFERIOR. Notar viga de travamento do Sistema A na região da defesa com sua face inferior com grande deslocamento de concreto, armadura exposta e corrosão expressiva

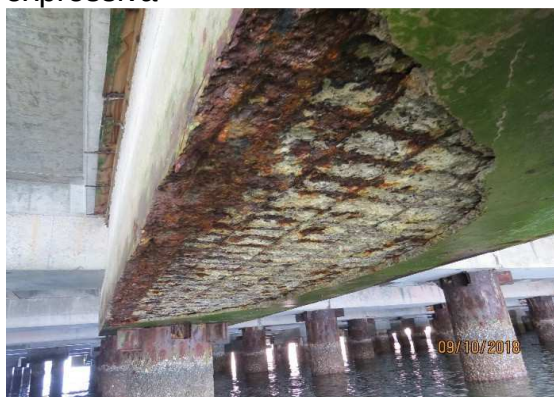


Figura 64 – PORÇÃO INFERIOR. Notar bloco de coroamento do Sistema B com armadura exposta e já em corrosão



Figura 65 – PORÇÃO INFERIOR. Notar laje da borda da extremidade do Sistema A com armadura exposta e indícios de corrosão



Figura 66 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 67 – PORÇÃO INFERIOR. Notar laje da borda da extremidade do Sistema A com deslocamento do concreto



Figura 68 – PORÇÃO INFERIOR. Detalhe da figura anterior



Ainda da inspeção, pode ser observado *in loco* uma representação da variação da taxa de corrosão da estrutura do píer, conforme mostram as figuras a seguir.

Figura 69 – Variação das taxas de corrosão da própria estrutura do píer (Sistema A)

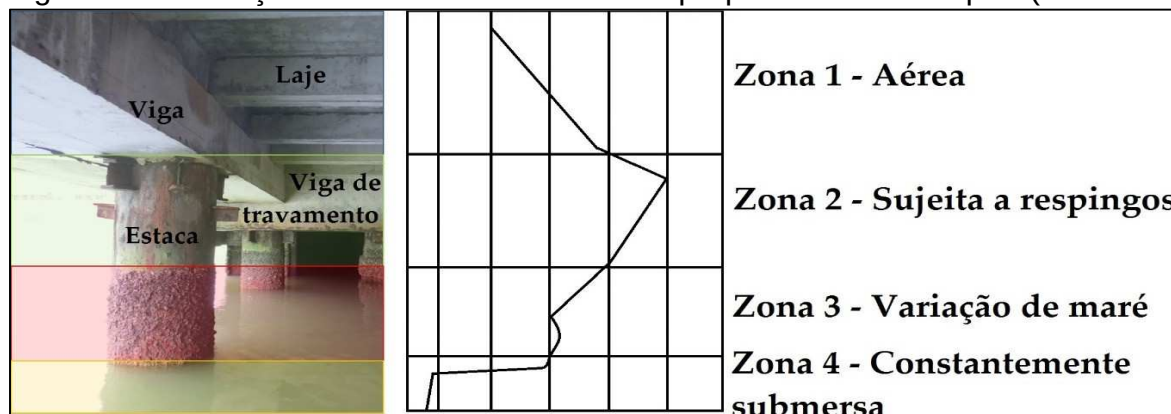
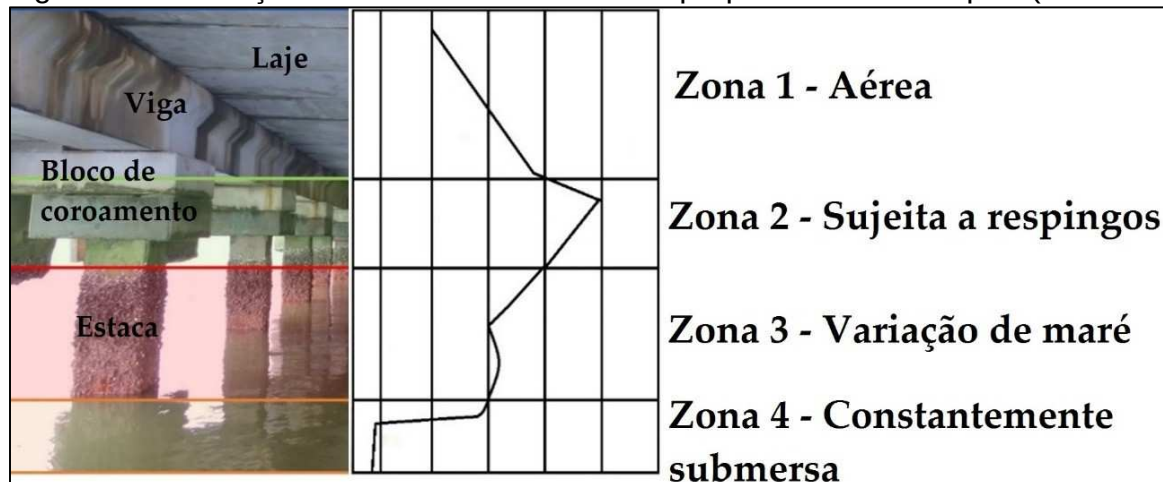


Figura 70 – Variação das taxas de corrosão da própria estrutura do píer (Sistema B)



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**4.1 CONCLUSÕES PRELIMINARES**

Em face de todo o anteriormente descrito e relatado, torna-se possível estabelecer uma série de comentários, conforme descrito na sequência.

4.1.1 Quanto aos principais danos observados:**a) Porção superior:****i. Juntas de dilatação e juntas de construção:**

Juntas de dilatação: apresentam desníveis entre placas contíguas que chegam a até 5,5cm (figuras 21 e 22, retro apresentadas) – o que guarda compatibilidade com as vibrações percebidas, dado impacto havido, durante o tráfego de caminhões, conforme relatado pelo Engenheiro do Terminal Portuário. Notado, ainda, o esborcinamento (que é a quebra das bordas das juntas, ocasionado pelo tráfego, vide figuras 23 e 24, retro apresentadas) e pela movimentação térmica, dada presença de detritos em seu interior, em face da ausência do correto selamento destas juntas;

Juntas de construção: a presença de juntas de construção decorre da necessidade de se realizar a concretagem das lajes em módulos, face à grande dimensão do píer. Porém, essas juntas, se não devidamente tratadas, poderão facilitar o ingresso de agentes indesejáveis para o interior da estrutura, propiciando sua deterioração precoce. Vide figuras 13 e 14, retro apresentadas.

ii. Fissuras:

Ocorre grande incidência de fissuras na porção superior da laje do píer. Seu surgimento se deve a falhas no processo executivo, no que tange à cura do concreto. Da mesma maneira que as juntas de construção, sua presença pode vir a ser prejudicial à durabilidade, por permitir o ingresso de agentes agressivos ao interior da estrutura. Vide figuras 15, 16, 17 e 20, retro apresentadas.

iii. Concreto danificado:

Foram encontrados trechos com concreto danificado ao longo das bordas do píer ou nas suas proximidades. Tal fato se deve à ocorrência de impactos relacionados às operações de carga/ descarga dos navios. Em função dos danos ao concreto, ocorre a exposição das armaduras, que pela agressividade natural do ambiente, tendem a sofrer deterioração acelerada, o que reduz a capacidade estrutural do elemento danificado. Vide figuras 25, 27 e 28, retro apresentadas.

b) Porção inferior:

Durante a inspeção tornou-se evidente que as anomalias relacionadas à deterioração estrutural se encontram concentradas no Sistema A. Tal fato se explica, em parte, pela idade mais avançada deste sistema (cerca de 8 a 10 anos a mais do que o Sistema B), mas, sobretudo, pela baixa resistência de seu concreto (22MPa contra 40MPa do Sistema B) e pelo menor cobrimento adotado.

Dito isto, são dignas de registro as seguintes anomalias observadas:

i. Estacas:

Foram encontradas diversas estacas do Sistema A que apresentavam,

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

armadura exposta em sua extremidade superior (junto às vigas), com algumas, inclusive, já rompidas (vide figuras 59 a 62, retro apresentadas). Foi também encontrado um único bloco de coroamento do Sistema B, com armadura exposta, já em processo de corrosão (figura 64, retro apresentada).

ii. Vigas principais:

As vigas principais assim como as estacas, apresentaram problemas apenas no Sistema A. Foi observado anomalias junto à cabeça das estacas (figuras 55 e 56, retro apresentadas) e nas suas faces inferiores (figura 53 e 54, retro apresentadas), com armaduras expostas e indícios de corrosão pronunciada.

iii. Lajes:

As vigas das lajes pré-moldadas tipo “U invertido”, encontradas no Sistema A, apresentam-se em boa parte danificadas, com armadura exposta e com corrosão expressiva (figuras 51 e 52, retro apresentadas).

iv. Vigas de travamento:

As vigas de travamento estão localizadas na região das defensas do Sistema A e apresentam-se com várias regiões de deslocamento do concreto, o que expõe indevidamente as armaduras. Muitas destas já se encontram rompidas, em face de corrosão expressiva (figuras 57, 58 e 63, retro apresentadas).

v. Paramentos:

Foi observado que boa parte dos paramentos do Sistema A se encontravam bem danificados e com suas armaduras expostas e rompidas, provavelmente em decorrência dos impactos de navios. Para maiores informações vide figuras 39 e 40, retro apresentadas.

4.1.2 Quanto ao grau de risco estrutural presente:

c) Porção superior:

Tornou-se possível estimar o quantitativo dos problemas encontrados. Para as juntas de construção foi realizada medição *in loco*. Já para fissuras, dada sua grande incidência, foi utilizado o “método de amostragem por área-padrão”. As juntas de dilatação foram quantificadas com base nos projetos disponibilizados. Os trechos com concreto danificado não foram estimados, posto que demandariam alguns testes *in loco*, para definir a extensão do reparo necessário.

A Tabela 6, a seguir, traz as quantidades estimadas.

Tabela 6 – Quantitativo estimado dos problemas encontrados

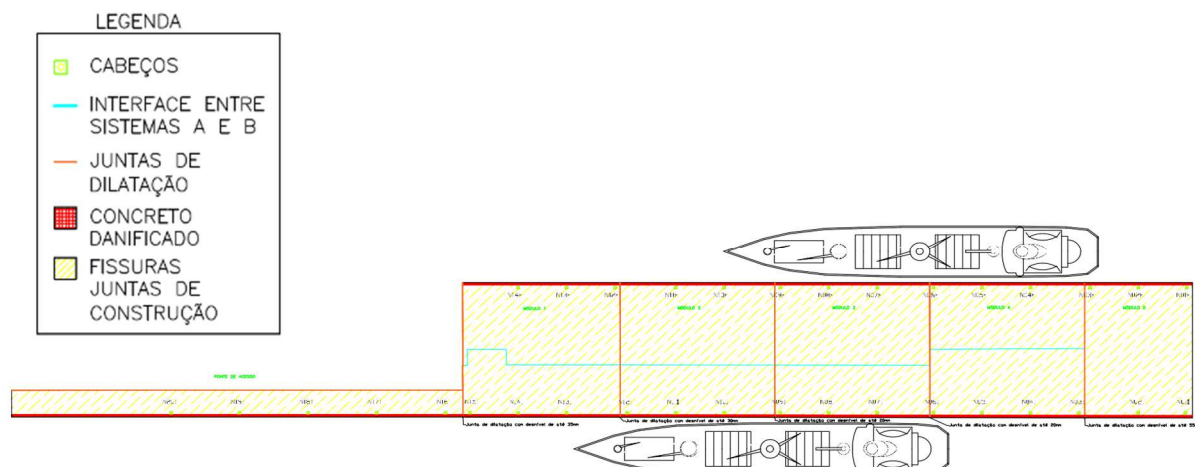
PROBLEMAS	QUANTIFICAÇÃO	UNID.
a) JUNTAS DE CONSTRUÇÃO	1.550	m
b) FISSURAS	Taxa de 1,2m/ m ² , ou o equivalente a aprox. 18.000m	-
c) JUNTAS DE DILATAÇÃO	260	m
d) CONCRETO DANIFICADO	A quantificar	-

Ainda que os problemas encontrados e acima citados colaborem para a deterioração da estrutura e consequente redução de sua vida útil, dada sua natureza

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

e magnitude torna-se possível considerar que, ao menos por hora, representam grau de risco é mínimo. A seguir a Figura 71, apresenta a localização e risco dos problemas da porção superior.

Figura 71, Mapa de danos/riscos – superior



d) Porção inferior:

A porção inferior do píer é aquela com maior incidência de anomalias, em face de sua exposição direta ao ambiente marinho. Para estabelecer um percentual de incidência destas anomalias foi também utilizado o “método de amostragem por área-padrão”. A tabela 7, a seguir apresentada, representa o percentual de incidência de anomalias percebidas visualmente para o Sistema A. O Sistema B se mostrou livre de anomalias perceptíveis visualmente.

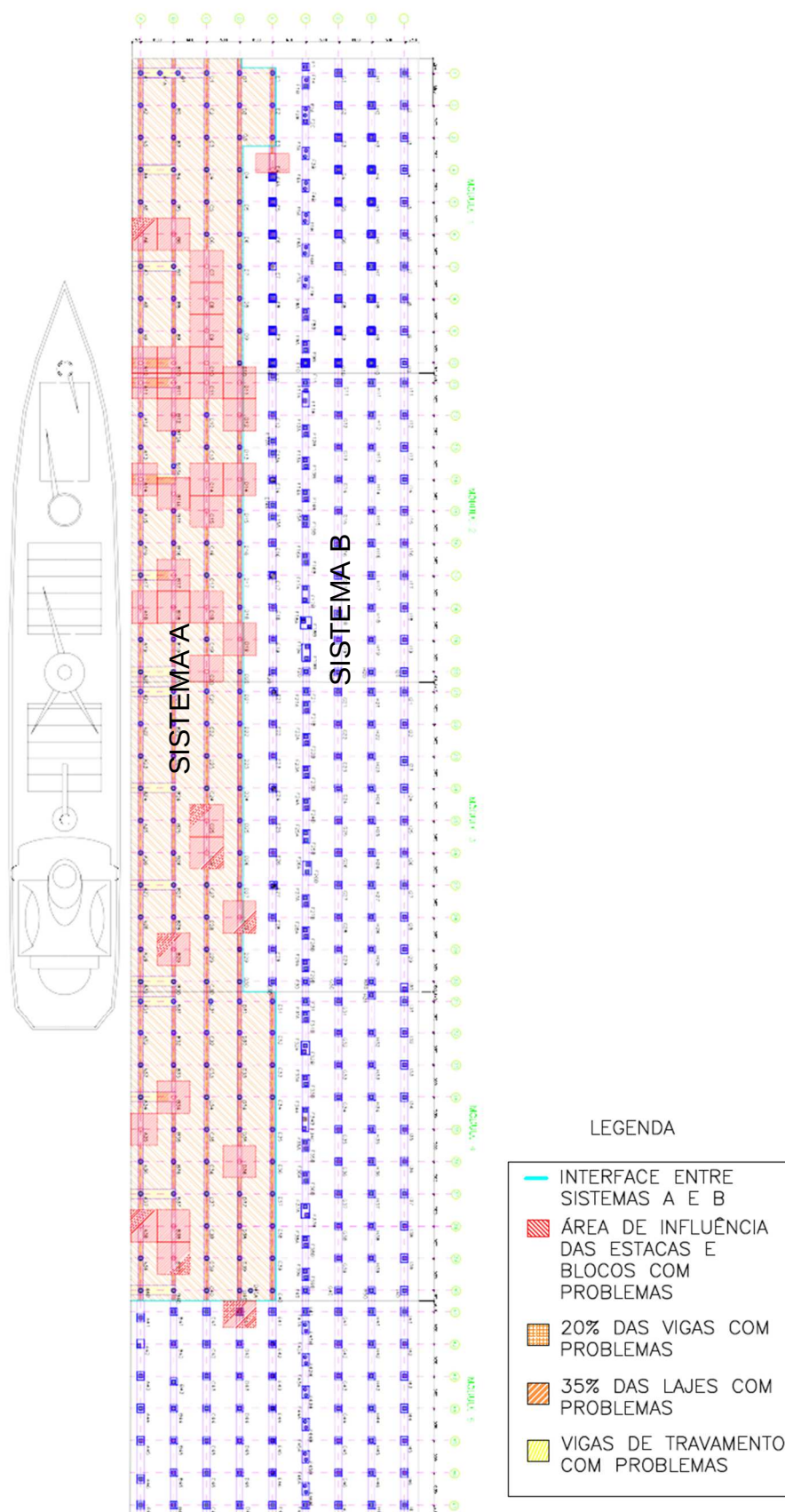
Tabela 7 – Porcentagem dos elementos estruturais com algum problema (Sistema A)

PROBLEMAS (Sistema A)		INCIDÊNCIA
a) ESTACAS		15%
b) VIGAS		20%
c) LAJES		35%
d) VIGAS DE TRAVAMENTO		100%

Considerando que as anomalias percebidas decorrem principalmente de processos de corrosão intensos já visualmente perceptíveis e dado que sua incidência é elevada e atinge a todos os elementos que compõe o Sistema A (estacas, vigas, lajes e vigas de travamento) tem-se que está presente grau de risco é crítico, ao menos até que se realize investigação e avaliação mais específica e minuciosa. A seguir, a Figura 72, mapa de danos/riscos – inferior, apresenta a localização e risco dos problemas da porção inferior.

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

Figura 72 - Mapa de danos/riscos



INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

4.2 RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista os danos e anomalias já percebidos, tendo em vista seu comportamento evolutivo e considerando que o avanço tecnológico tende a modificar as cargas atuantes sobre o píer, em função de alterações de logística, com tendência de elevação das capacidades de carga dos dispositivos de movimentação, tornam-se aplicáveis as seguintes recomendações:

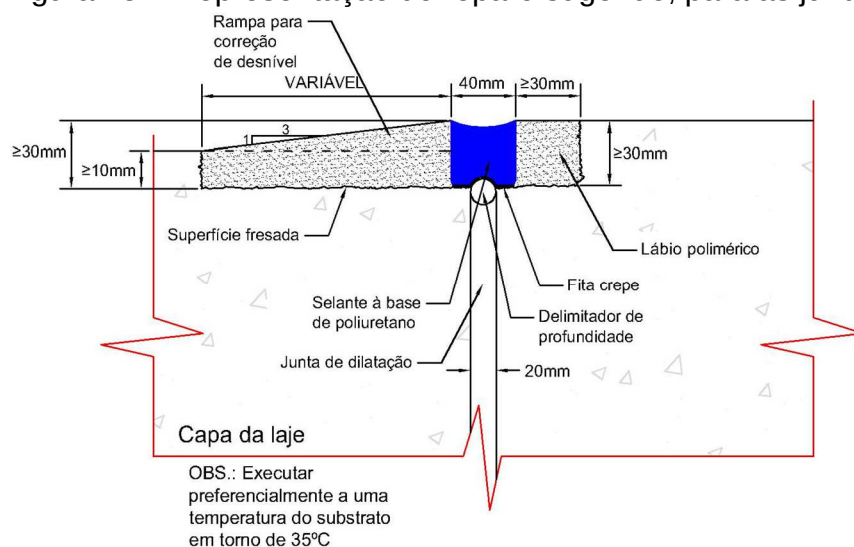
a) Porção superior:

Ainda que os problemas encontrados representem um grau de risco mínimo, recomenda-se que sejam realizados os devidos reparos para que se restabeleçam as condições de conforto de operação e garanta-se a durabilidade exigível. Para os problemas encontrados, seguem abaixo as seguintes recomendações de reparos:

i. Juntas de dilatação:

As juntas possuem atualmente uma abertura média de 20mm (para uma temperatura do concreto de 40°C). Dadas as dimensões das placas de concreto e em face das variações de temperatura estimadas, tornar-se-á necessário ajustar esta dimensão para 40mm. Para tanto recomenda-se recortar as duas bordas na proporção mínima de 3cm de largura (para cada lado da junta) e no mínimo 3cm de profundidade. O local deverá ser preenchido e recomposto com argamassa epóxi de alta resistência, mantida a nova abertura da junta em 40mm. Este procedimento é chamado de “lábios poliméricos” (ref. comercial VIAFLOOR RB). Com a mesma argamassa, deverá ser confeccionada uma rampa para corrigir os locais onde houver desnível entre as placas, sendo desejável a adoção de uma inclinação não superior a 3 para 1. Por fim, a junta deverá ser preenchida com selante elastomérico à base de poliuretano (ref. comercial VITPOLI JUNTA AN). Observação: Este procedimento deverá ser preferencialmente executado com uma temperatura do substrato em torno de 35°C. Para maiores informações vide figura 73, a seguir apresentada.

Figura 73 – Representação do reparo sugerido, para as juntas de dilatação



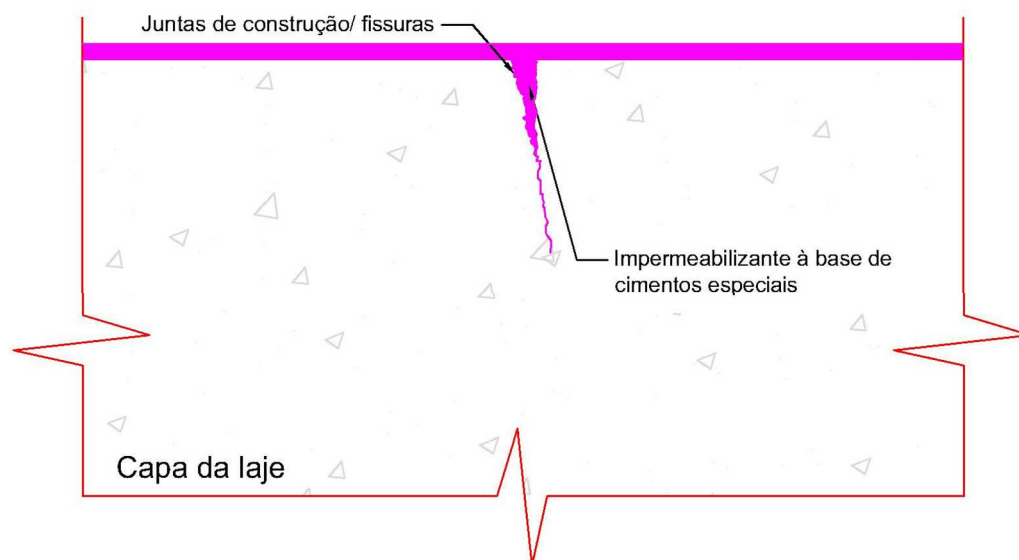
INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

ii. Juntas de construção e fissuras:

Dada sua elevada incidência, recomenda-se que o tratamento/ correção, seja aplicado em toda a porção superior. Para tanto indica-se a aplicação de um impermeabilizante à base de cimentos especiais (ref. Comercial HEY'DIPEX CRISTAL). Este produto penetra também nos poros do concreto, promovendo a costura de quaisquer juntas e fissuras passivas com abertura de até 0,4mm, impedindo o ingresso de agentes agressivos e protegendo a estrutura.

Para maiores informações vide figura 74, a seguir apresentada

Figura 74 – Representação do reparo sugerido, para juntas de construção e fissuras



iii. Concreto danificado:

A reparação das regiões de borda com concreto danificado deverá ser precedida da identificação e da delimitação do trecho a reparar. Assim, após a quebra do concreto e limpeza das armaduras poder-se-ia realizar o devido reparo, visando a recomposição do concreto removido. Para estes reparos torna-se recomendável o emprego de GRAUTE MINERAL (ref. Comercial VIAGRAUTE), em face de seu rápido ganho de resistência e de sua excelente aderência, o que garantirá a performance desejada e a rápida liberação para uso.

b) Porção inferior:

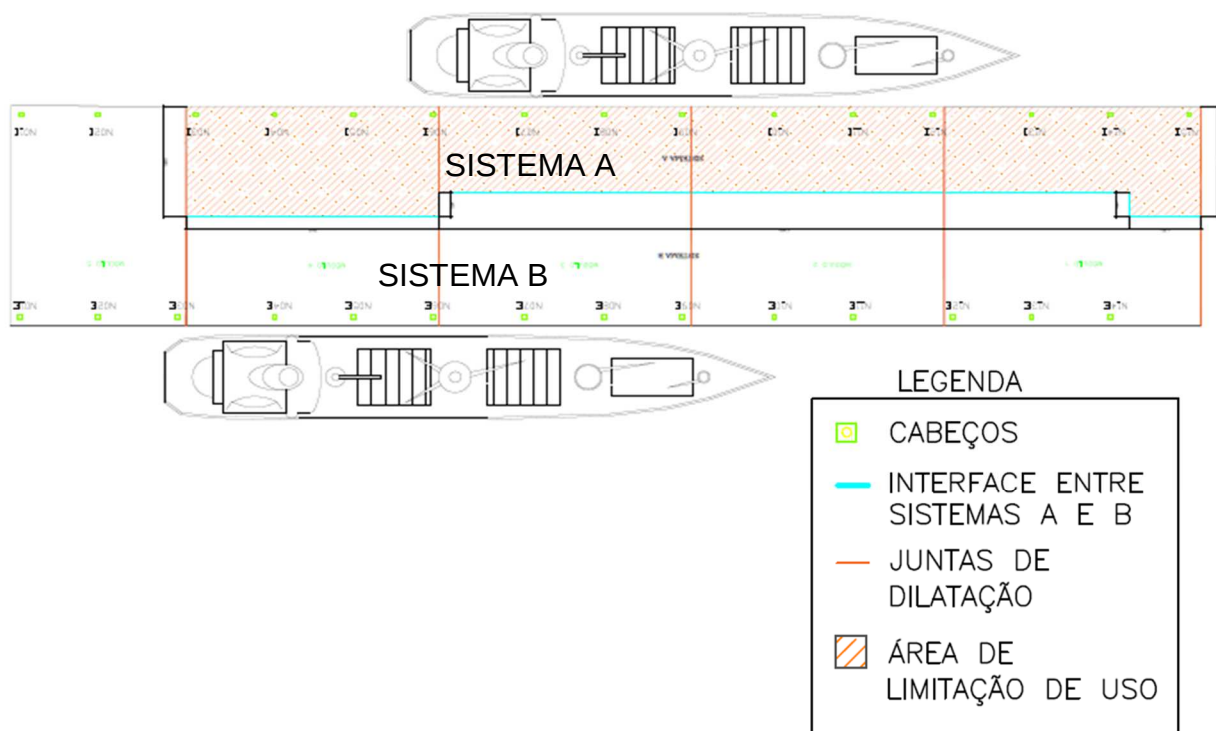
Dada inexistência de documentação técnica completa e de informações fidedignas quanto ao dimensionamento do sistema estrutural bem como quanto ao processo construtivo do píer (no que tange ao Sistema A) e, sobretudo, tendo em vista que os problemas relatados são recorrentes e apresentam comportamento evolutivo, para indicar providências e medidas que de fato possam mitigar as anomalias, recomenda-se a realização de Estudo Técnico mais aprofundado.

Tal estudo deverá melhor caracterizar as anomalias presentes. Assim, mediante verificações, testes e ensaios diversos – p.ex., teor/ perfil de cloretos, teor de sulfatos, mensuração do grau, potencial e/ou taxa de corrosão, avaliação estrutural das cargas vs. capacidade atual da estrutura, etc.. - , será possível

INSPEÇÃO PRELIMINAR EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

determinar a extensão dos danos bem como o grau de comprometimento da capacidade portante de cada elemento estrutural danificado, determinando as medidas de reparação aplicáveis em cada caso. Levando-se em consideração o nível de danos já percebidos visualmente, tem-se como presente **Grau de Risco Crítico** (no que tange ao Sistema A). Sendo assim, recomenda-se, por hora e até a realização de Estudo Técnico mais aprofundado, que haja limitação quanto ao uso do píer. Para tanto, e partindo-se do contido no mapa de danos/ riscos – inferior (figura 72, retro apresentada), torna-se possível estabelecer as regiões do píer que deverão permanecer com restrição de tráfego aos equipamentos de maior porte (no caso, o guindaste GM06, modelo GHMK8410, como visto no item 3c). A seguir apresenta-se a Figura 75 contendo o mapa de limitação de uso para a porção superior, o qual indica as regiões do píer onde o referido guindaste não poderá circular ou operar, até a realização de Estudo Técnico específico, da porção inferior.

Figura 75 - Mapa de limitação de uso para a porção superior



INSPEÇÃO SENSORIAL EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

5 BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 256 p;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996. 8 p;

BOLETIM TECNICO. Mérida: Alconpat, mar. 2013;

BRASIL. **Leis nº 5.194** de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Brasília, DF, 24 dez. 1966;

_____. **Lei nº 6.496** de 7 de dezembro de 1977. Institui a "Anotação de Responsabilidade Técnica" na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia; autoriza a criação, pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA, de uma Mútua de Assistência Profissional; e dá outras providências. Brasília, DF, 7 de dez. 1977;

CHODOUNSKYE, Marcel Aranha; VIECILI, Fábio André. **Pisos Industriais de Concreto**: Aspectos Teóricos e Executivos. São Paulo: Reggenza, 2007. 371 p;

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. **Resolução nº 218** de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Rio de Janeiro, RJ, 31 de jul. 1973;

_____. **Resolução nº 1.002** de 26 de novembro de 2002. Adota o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e dá outras providências. Brasília, DF, 26 de nov. De 2002;

_____. **Resolução 1.010** de 22 de agosto de 2005. Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no SISTEMA Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília, DF, 22 de ago. 2005;

HELENE; Paulo R. L. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo: Pini, 1986. 47 p;

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **NORMA DE INSPEÇÃO PRECIAL NACIONAL**. São Paulo: 2012. 17 p.

LIMA, Amanda Oliveira de; BRITO, Valkisfran Lira de. Plano de Manutenção de Estruturas de Concreto Armado Sujeitas a Agressividade Marinha: Estudo de Caso no Porto de Cabedelo-PB. **InterScientia**. Paraíba, v. 3, n. 4, p. 7-18 .2016;

INSPEÇÃO SENSORIAL EM PIER DE PORTO PRIVADO: ANÁLISE DE NÍVEL DE DANO E GRAU DE RISCO. UM ESTUDO DE CASO.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Manual de Pisos Industriais:** Fibras de Aço e Protendido. São Paulo: Pini, 2010. 143 p.