

Laudo Técnico

Inspeção Predial

Galpão E1

Local:

Cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Porto, área operacional.

Solicitante:

Superintendência do Porto do Rio Grande.

Responsáveis Técnicos:

Eng. Civil Alexandre Lovatel Pontel CREA-RS nº 237178.

Eng. Mecânico Ricardo Pongiluppi CREA-RS nº 173186

13 agosto de 2021

SUMÁRIO

1. OBJETIVO DO LAUDO

2. IDENTIFICAÇÃO DA PARTE CONTRATANTE

3. IDENTIFICAÇÃO DA PARTE CONTRATADA

4. DADOS DA HISTÓRIA TÉCNICA

5. METODOS DE ANÁLISE

6. RESULTADOS E REGISTRO DOS DADOS

7. CONCLUSÃO

1. OBJETIVO DO LAUDO

O presente laudo tem como objetivo inspecionar e diagnosticar patologias estruturas do **Armazém E1** e avaliar a capacidade de recuperação da sua estrutura utilizando técnicas modernas e compatíveis com a função de utilização do galpão.

Neste respectivo laudo também será avaliado os valores econômicos das edificações como seu valor venal além de um estudo analisando a viabilidade econômica de sua recuperação e formas de melhoria visando tornar a operação dos armazéns mais eficiente.

2. IDENTIFICAÇÃO DA PARTE CONTRATANTE

Razão Social da Empresa: Superintendência Porto de Rio Grande – SUPRG

Nome Fantasia: Portos RS

CNPJ: 01.039.203/0001-54

Endereço: Av. Honório Bicalho, s/no, na cidade do Rio Grande/RS

CEP: 96201-020

EMAIL: regis-oppelt@portosrs.com.br e savio@portosrs.com.br

FONE: (53) 3231-1366

Nº CONTRATO: Nº 1141/2021

3. IDENTIFICAÇÃO DA PARTE CONTRATADA

Razão Social da Empresa: Engeppe Serviços de Engenharia LTDA

Nome Fantasia: Engeppe

CNPJ: 30.232.735/0001-01

Endereço: Rua do Guia Lopes, 773, 21 - Caxias do Sul / RS

CEP: 95020390

Nome: Ricardo Pongiluppi

Formação: Engenheiro Mecânico - CREA RS173186

EMAIL: vendas@engeppe.com.br

FONE: (54) 99978-5447

Nome: Alexandre Lovatel Pontel

Formação: Engenheiro Civil - CREA RS237178

EMAIL: alexandrepontel@yahoo.com.br

FONE: (54) 98110-9261

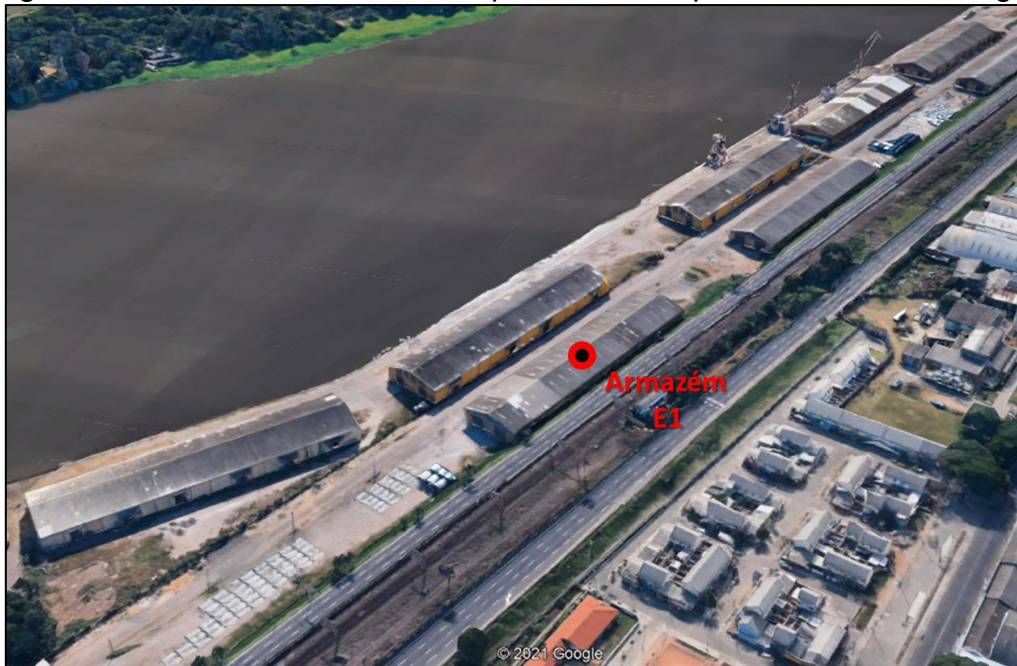
4. DADOS DA VISTORIA TÉCNICA

4.1 Data e Local da Inspeção

A vistoria técnica foi realizada entre os dias 05/07/2021 e 09/07/2021 entre às 8:00 horas e 18:00 horas. Durante estes dias foram inspecionados os seguintes armazens: C6, D, D1, D2, D3, D4, E1, E2, E4 e E5 localizados no Cais Navegantes que fica localizado no centro histórico da cidade de Porto Alegre.

O armazém **E1** está localizado na região operacional do porto de Porto Alegre. $30^{\circ}00'50.28''S$ $51^{\circ}12'49.84''W$ e pode ser visualizado na figura 01.

Figura 01 – Armazém E1 na área operacional do porto de Porto de Alegre



Fonte: Google Earth

4.2 Presentes na Inspeção Técnica

As inspeções foram realizadas pelos Engenheiros Alexandre Lovatel Pontel e Ricardo Pongiluppi e acompanhadas pelos funcionários do porto Alessandro Massena e Regis Oppelt. Além disso também se solicitou a visita de quatro empresas privadas sendo duas destas de ensaios e análise de concreto, uma de fornecimento de concreto e aditivos especiais para argamassas e uma de inspeção predial.

4.3 Dados Gerais da Vistoria

As inspeções foram realizadas na parte externa e interna da edificação. Atualmente o galpão está interditado devido ao colapso parcial da estrutura do telhado.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EDIFICAÇÃO

PRÉDIO E1

- 1) Largura máxima: 26m
- 2) Comprimento máximo: 130m
- 3) Modulação máxima: (26 x 6,5)m
- 4) Espaçamento entre vigas: 6,5m
- 5) Altura mínima livre: 6m
- 6) Inclinação da cobertura: 16%
- 7) Quantidade de águas: 2
- 8) Área total do prédio: 3.380m²

MARQUISE E1

- 1) Largura: 2m
- 2) Comprimento: 130m
- 3) Modulação: (2 x 6,5)m
- 4) Espaçamento entre vigas: 6,5m
- 5) Altura mínima livre: 5,30m
- 6) Inclinação da cobertura: 16%
- 7) Área total da Marquise: 260m²

Tabela 1 – Características Gerais da Edificação.

Nº	Itens	Descrição
1	Utilização atual	Armazenamento de fertilizantes.
2	Estrutura	Pilares, paredes e vigas em concreto armado.
3	Aberturas	Portões de correr metálicos. Com aberturas de luz em cima dos portões na parte frontal e traseira. Não possui janelas ou abertura de luz nas laterais.
4	Dimensões totais	130 x 26 m
5	Área total	3.380 m ²
6	Sistema Elétrico	Possui rede elétrica.
7	Sistema SPDA	Possui rede de descarga elétrica.
8	Rede Hidráulica	Não Possui rede de água pluvial, potável ou esgoto.
9	Projetos anteriores	Não foram encontrados projetos anteriores do pavilhão no acervo bibliográfico do Porto de Porto Alegre.
10	Cobertura	Telhado em fibrocimento, apoiadas em treliças e terças metálicas.
11	Piso	Concreto Armado
12	Revestimentos	Sem revestimentos nas paredes (Interno e Externo)
13	Marquise	Nas laterais da edificação (Extensão do telhado)

Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

5. METODOS DE ANALISE

A metodologia adotada neste trabalho para a inspeção predial são os procedimentos estabelecidos segundo o manual de inspeção predial nacional 2012 do instituto brasileiro de avaliações e pericias de engenharia – IBAPE Nacional. Além disso também se utilizara as normas NBR14653, NBR6118 e NBR 6123 como referência de consulta neste trabalho.

Também serão executados ensaios não destrutivos para se verificar e diagnosticar as estruturas com uma maior assertividade. Os ensaios previstos são: profundidade de carbonatação, ultrassom, ensaios químicos (cloretos e sulfatos), resistividade do concreto, potencial de corrosão além da extração ensaio de um corpo de prova. Os resultados destes ensaios estão em anexo neste laudo e servirão como referência para os demais armazéns que possuem as mesmas características construtivas que o E1.

Para a avaliação financeira do armazém em questão neste laudo será utilizado o método combinado de Ross-Heidecke e o método comparativo para verificar se existe nexos entre os dois métodos. Além disso será utilizado o suporte da norma técnica NBR 14653 e da biografia, Princípios da Engenharia de Avaliação escrito pelo Eng. Alberto Lelio Moreira

6. RESULTADOS E REGISTRO DOS DADOS

6.1 Nível de Inspeções Atribuído

O nível de inspeção atribuído foi o nível dois (02). Segundo o IBAPE, a inspeção nesse nível é realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.

6.2 Grau de Risco

Segundo o IBAPE, Critério de classificação das anomalias e falhas existentes na edificação, e constatadas em uma inspeção predial, considerado o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da inspeção predial.

Foi considerado para o **galpão E1** o grau de risco **CRÍTICO**. Segundo o IBAPE, é o 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.

6.3 Classificação das Anomalias e Falhas

Segundo o IBAPE, as anomalias e falhas constituem não conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na ABNT NBR 15575.

As não conformidades podem estar relacionadas a desvios técnicos e de qualidade da construção ou manutenção da edificação. Podem ainda, não atender aos parâmetros de conformidade previstos para os sistemas construtivos e equipamentos instalados, tais como: dados e recomendações dos fabricantes, manuais técnicos em geral, projetos e memoriais descritivos, normas, etc.

6.4 Classificação das Anomalias Encontradas Galpão E1

Endógenas: Originaria da própria edificação (projeto, materiais e execução).

Exógenas: Originaria de fatores externos a edificação, provocados por terceiros.

Natural: Originaria de fenômenos da natureza.

Funcional: Originaria da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e conseqüente término da vida útil.

6.5 Classificação das Falhas Encontradas Galpão E1

Planejamento: Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas de uso de operação de exposição ambiental e principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.

Execução: Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.

Operacional: Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.

Gerenciais: Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

6.6 Classificação das Condições de Uso Galpão E1

Segundo definições do IBAPE, inexistência de qualquer parâmetro de utilização.

6.7 Registro fotográfico in loco do Galpão E1

Na figura 2 se observa a fachada norte do galpão E1. Na imagem se observa alguns vidros quebrados e seus dois portões de acesso que estão em ruim estado de conservação. Além disso pode-se observar a existência de vegetação na lateral da edificação.

Figura 2 – Fachada Norte do galpão E1



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Na figura 3 se observa a fachada sul do galpão E1. Na imagem se observa fechamento em telha ao invés de vidro e seus dois portões de acesso que estão em ruim estado de conservação além da sua marquise na lateral.

Figura 3 – Fachada Sul galpão E1.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Na figura 4 se observa a fachada lateral oeste do galpão E1. Na imagem se observa um portão em péssimo estado e a marquise na região onde a estrutura metálica colapsou.

Figura 4 – Fachada lateral Oeste.



Fonte: Fonte: Eng. Civil AlexandreL. Pontel.

Na figura 5 se observa a parte interno do galpão E1. Na imagem se observa uma grande oxidação da estrutura metálica e diversas peças danificadas nas tesouras que ainda estão sustentando o telhado.

Figura 5 – Desabamento parcial do telhado.



Fonte: Eng. Civil AlexandreL. Pontel.

Na figura 6 se observa a parte interno do galpão E1. Na imagem se observa um pilar improvisada para sustentação da tesoura metálica além de algumas telhas translucidas de cobertura.

Figura 6 – Parte do telhado que não desabou.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 7 – Paredes internas com armadura exposta e desgastes na superfície.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 8 – Danos causados nos cantos dos pilares no (Portão fachada Norte).



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 9 – Sistema Elétrico da edificação, inadequado (Fachada Oeste/Norte).



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 10 – Vista interna da fachada Norte.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 11 – Dejeito de pássaros e resto de entulhos em meio à armadura exposta.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel

Figura 12 – Armadura exposta em pilar.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 13 – Oxidação na treliça que colapsou.



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 14 – Ferragem exposta e pontos com deslocamento de concreto



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 15 – Armadura exposta na base do pilar e porosidade dos agregados



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 16 – Vedação parcial e inadequada entre as paredes e o telhado



Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Figura 17 – Viga baldrame com armadura exposta (Fachada oeste)




Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.



6.8 DESCRIÇÃO, LIAME CASUAL E SOLUÇÃO.


As descrições feitas na tabela 2 não se restringem apenas as imagens expostas, mas em todas as situações idênticas encontradas na edificação.

Tabela 2 - Descrição, liame casual e solução.

Nº	Descrição e Observações	Liame casual	Solução
1	Vidros quebrados / estrutura danificada. As aberturas possibilitam o acesso de pássaros na edificação	Falta de manutenção	Substituição dos vidros e manutenção da estrutura dos vidros
			
2	Crescimento da Vegetação na edificação. O crescimento da vegetação danifica os revestimentos, podendo até mesmo implicar em danos estruturais a edificação.	Falta de manutenção	Corte da vegetação ao redor da edificação
			

3	<p>Portões oxidados, amassados, com perda de seção ou degradados.</p>	<p>Falta de manutenção / Proteção inadequada aos produtos químicos ali armazenados/ Sobrecarga horizontal</p>	<p>Substituição dos portões/ manutenção ou substituição por alvenaria.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>			
4	<p>Exposição das armaduras na parte externa e interna da estrutura.</p>	<p>Cobrimento inadequado / Falta de manutenção / Batidas com veículos / deslocamento do concreto devido à oxidação das barras e aço.</p>	<p>Limpeza, tratamento ou substituição de barras, cobrimento adequado com material adequado e finalização com pintura.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>			

5	Colapso da cobertura	Falta de manutenção/Contato direto com fertilizantes / Pintura inadequada	Substituição completa da Estrutura metálica da cobertura
			
6	Sistema Elétrico interno.	Instalação inadequada, fora de normas.	Adequação do sistema elétrico as normas vigentes, bem como a iluminação do pavilhão.
			

6	SPDA	Sistema danificado/ Falta de manutenção.	Realizar a manutenção preventiva/ substituir os cabos danificados e os revestimentos de proteção.
			

6.9 Recuperação de Estruturas em Concreto Armado

Os elementos em concreto armado são muito resistentes e podem durar por anos. Segundo Helene (1992, p. 15), se o concreto receber manutenção sistemática e programada, pode ser considerado um material praticamente eterno, porém existem construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidência significativas, acarretando elevados custos para sua correção. Salienta ainda que, frente às manifestações patológicas, muitas vezes ocorre um descaso inconsequente dos profissionais responsáveis, que leva a reparos meramente superficiais, ou a demolições ou reforços injustificados.

De acordo com Mehta e Monteiro (2014, p. 13), o concreto simples é um material composto por água, cimento, agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia), e ar. A esse material ainda podem ser acrescentados alguns componentes como aditivos químicos e adições (sílica ativa, pozolanas, cinza volante, entre outras) cuja finalidade é modificar e/ou melhorar as propriedades básicas da mistura.

A NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 3) define um elemento de concreto armado como sendo aquele cujo desempenho estrutural dependa da solidariedade da armadura com o concreto e não existam forças de tração aplicadas previamente no aço antes da existência desta aderência.

A exposição dos elementos em concreto armado a determinados ambientes, como por exemplo, fertilizante como acontece nesse caso, afeta diretamente os elementos estruturais, visto a situação que se encontram hoje em dia. Segundo Aguiar (2006, p. 90), um dos problemas mais graves referentes à durabilidade do concreto armado são a alta permeabilidade, baixa compactação e deficiência da camada de cobrimento das armaduras.

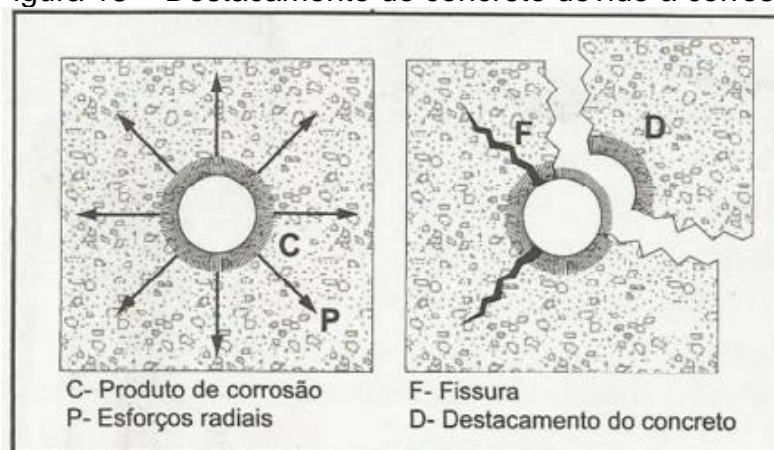
Ainda, a NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 13) que diz que a durabilidade é a capacidade da estrutura em resistir às influências do meio ambiente que foram previstas no momento da elaboração do projeto. Portanto uma edificação deve conservar sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período pré-estabelecido pelo projetista.

A oxidação não é o processo mais crítico de deterioração do aço, cabendo à corrosão, propriamente dita, esta preocupação. A classificação da corrosão pode ser: corrosão generalizada, corrosão por pite ou puntiforme, e corrosão sob tensão fraturante. A primeira ocorre em toda a barra de aço, podendo ser uniforme ou não uniforme. A segunda ocorre em uma região pontual da barra, e é mais grave quanto maior for a relação entre a área catódica e a área anódica. Esta corrosão, dentre as três, é a considerada mais preocupante. E por fim a corrosão sob tensão ocorre concomitantemente com uma tensão de tração da armadura, dando origem a propagação de fissuras (CASCUDO, 1997, p. 18).

Quando um aço é afetado pela corrosão, a área atingida perde as propriedades metálicas essenciais, tais como ductilidade, elasticidade e resistência mecânica.

As reações corrosivas produzem compostos ferrosos cujo volume é muito maior que o material original. Esse aumento contínuo de volume causa pressões internas no concreto ocasionando fissuras ou destacamento do concreto.

Figura 18 – Destacamento do concreto devido à corrosão



Fonte: Cascudo, 1997, p. 63

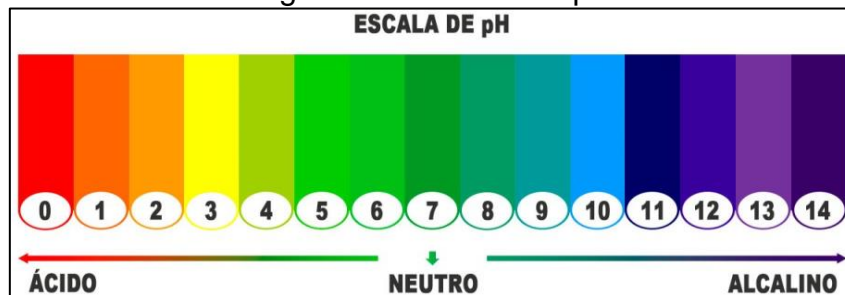
Para evitar o desencadeamento do processo corrosivo, a armadura deve estar protegida dentro do componente estrutural. Existem dois tipos de proteção, a física e a química. A proteção química é fornecida pela formação de um ambiente alcalino, nas primeiras idades, pela reação de hidratação do cimento, e como envelhecimento essas características recaem principalmente sobre o hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de potássio (KOH) originários

dos álcalis do cimento (CASCUDO, 1997, p. 39) Estas soluções tornam o meio onde a armadura está inserida altamente alcalino, com pH em torno de 12,5, o que fornece uma passividade para as reações de corrosão.

A proteção física da armadura se deve ao cobrimento fornecido pelo concreto. O cobrimento deve ter um concreto de alta compacidade, sem falhas de concretagem, que garanta a impermeabilização do material para proteger o aço do ataque de agentes agressivos externos.

Segundo a Eng^a Naguisa Tokudome, Assessora Técnico Comercial da Itambé. O concreto normalmente possui pH entre 12,6 e 13,5. Ao se carbonatar, estes números reduzem para valores próximos de 8,5. A carbonatação inicia-se na superfície da estrutura e forma a “frente de carbonatação”, composta por duas zonas com pH distintas (uma básica e outra neutra). Esta frente avança em direção ao interior do concreto e quando alcança a armadura ocorre a despasseivação do aço e este se torna vulnerável.

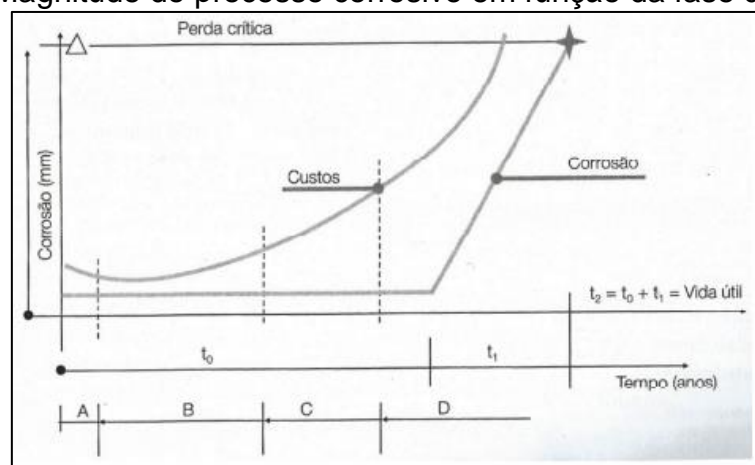
Figura 19 – Escala de pH



Fonte: canalmetrologia

Podemos observar na imagem a seguir que os custos se elevam em relação à proliferação ou gravidade dos efeitos da corrosão em virtude do tempo. Ou seja, a demora ou negligência para realizar as correções ou manutenção na estrutura podem incidir em elevados custos de recuperação, chegando ao ponto da perda crítica, onde não há mais solução.

Figura 20 - Magnitude do processo corrosivo em função da fase de intervenção



Fonte: Ribeiro et al., 2014, p. 46

Antes de ser realizada a manutenção no prédio, todo o telhado deverá ser removido. O principal objetivo da recomposição estrutural, no caso da corrosão de armaduras, é restaurar a proteção à armadura reestabelecendo as

propriedades físicas e características estéticas e geométricas do componente de concreto.

A recuperação de tais fenômenos patológicos requer mão de obra especializada. Basicamente nesse caso serão realizadas as seguintes etapas de recuperação:

- 1º) Remoção completa do telhado;
- 2º) Remoção de entulhos, vegetação, lixo ou qualquer material que não faça parte da estrutura;
- 3º) Limpeza da estrutura do prédio com hidrojateamento;

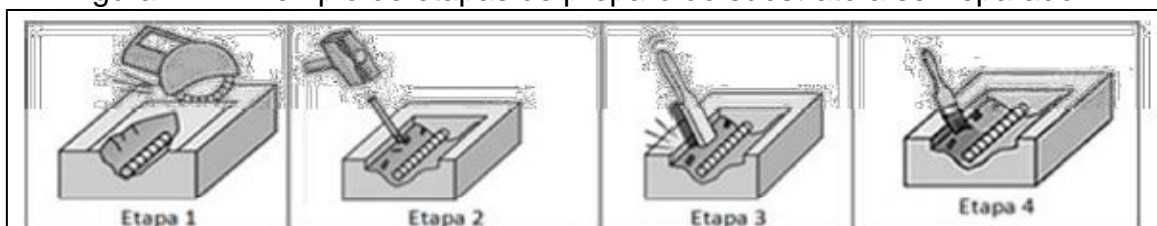
Figura 21 – Exemplo de Hidrojateamento



Fonte: Ambientalbr

4º) Preparar corretamente o substrato a ser reparado, deixando livre de concreto ou revestimentos soltos, óleos, graxas, produtos químicos, etc. Aconselhamos a retirada do concreto de baixa resistência ou danificado localizado em torno próximo das armaduras com corrosão;

Figura 22 – Exemplo de etapas de preparo do substrato a ser reparado



Fonte: www.aecweb.com.br

Sendo:

- Etapa 01: Delimitação do contorno de reparo;
- Etapa 02: Remoção do material deteriorado;
- Etapa 03: Limpeza;
- Etapa 04: Preparação da camada de aderência.

Poderão ser utilizadas outras ferramentas e técnicas para preparação do substrato como, por exemplo:

Desbaste, conforme imagem a seguir:

Figura 23 – Exemplo de desbaste em parede de concreto.



Fonte: Maxxima Diamantados.

Remoção de camadas com rompedor martetele, conforme imagem a seguir:

Figura 24 – Exemplo de remoção com ferramenta elétrica.



Fonte: Merax Maquinas.

5º) limpeza das armaduras para retirada da carepa de oxidação e medição da espessura das barras de aço expostas para verificar se houve perda significativa, sendo esta considerada como redução em mais que 5% da área da seção transversal da barra e substituição das barras com esta perda de seção por outras de diâmetro igual ou superior;

A limpeza das barras pode ser realizada por meio manual (escova de aço) ou mecânico (pistola de agulha, hidrojato ou lixadeira elétrica). Conforme imagens a seguir:

Figura 25 – Remoção da corrosão com escova de aço



Fonte: Silveira, 2019.

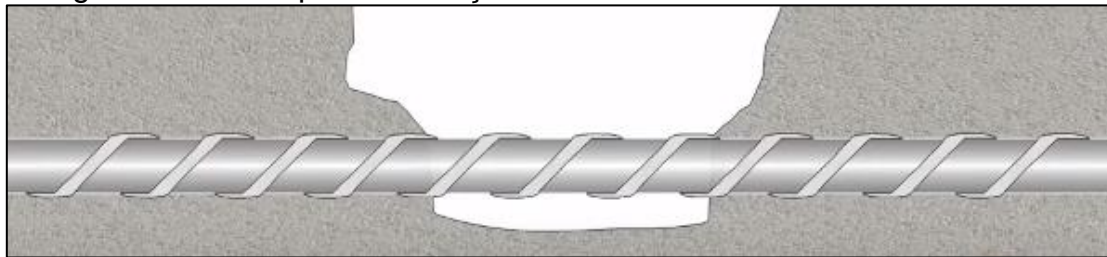
Figura 26 – Remoção da corrosão com lixadeira elétrica



Fonte: Dashofer, 2010.

Lembrando que, a região das barras de aço a ser tratado o concreto deverá ser removido em toda sua volta, conforme a imagem 27.

Figura 27 – Exemplo de remoção do concreto de um barra a ser tratada



Fonte: SA Soluções em Engenharia

6º) Tratamento da armadura e recomposição do concreto danificado

Após a limpeza da armadura é necessário proteger a armadura afetada pela corrosão e em seguida a restauração do concreto danificado.

O objetivo da etapa de tratamento da armadura é a recuperação da armadura sadia, e garantir que o processo de corrosão não volte a acontecer.

Figura 28 – Etapa de limpeza, tratamento da armadura e restauração.



Fonte: Sika Brasil

Para essa situação aconselhamos o revestimento da armadura, onde será criada uma barreira física onde irá isolar a estrutura contra os agentes agressivos, controlando o acesso de umidade e oxigênio até a armadura.

Pinturas epoxídicas ricas em zinco são as mais recomendadas para o tratamento superficial de armaduras. Esse elemento adicionado ao composto tem a função de atuar como ânodo de sacrifício, beneficiando desta forma, a durabilidade do aço (CASCUDO, 1997, p. 99).

Essa é uma etapa delicada, onde qualquer descuido relativo à qualidade do serviço pode gerar graves consequências e colocar tudo a perder, deve-se ter um controle sobre o método de aplicação, os tempos máximos e mínimos de demãos entre pinturas, a correta mistura dos componentes das tintas, entre outros fatores.

Figura 29 – Exemplo de aplicação de proteção a corrosão



Fonte: Nakamura; Faria, 2013

Realizada a proteção das armaduras será realizado o reparo na estrutura do concreto. O material utilizado deverá ser específico para tais reparos, será industrializado e recomendado pelos fabricantes ou indicado por empresas de concretagem para tais fins. Poderá ser empregado groute e/ou argamassas poliméricas para este fim específico. O tempo de aplicação, cura e camadas deverá ser seguido pelo executor conforme a orientação dos fabricantes.

O cobrimento mínimo proposto a ser adotado nesse caso, devido o armazenamento de fertilizantes e/ou outros materiais agressivos é o exigido na NBR 6118, nível IV, Viga/Pilar de 50mm, conforme imagem a seguir:

Figura 30 – Tabela 7.2 da NBR 6118

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
	Laje ^b	20	25	35	45
Concreto armado	Viga/pilar	25	30	40	50

^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.

Fonte: NBR 6118

6º) Proteção da superfície do concreto (Pilares e paredes).

Após a realização de todas as etapas de recuperação de estruturas afetadas por corrosão de armaduras, passando pela remoção do material contaminado, limpeza do substrato, e recomposição do material cimentício, chega o momento de finalizar a intervenção. Nesta etapa procura-se proteger todo o elemento estrutural criando uma camada de isolamento para não haver a penetração dos agentes que promovem a corrosão da armadura, como água, íons cloreto, oxigênio e gás carbônico. O objetivo é o mesmo que o revestimento da armadura que visa proteger o aço (RIBEIRO, 2014, p. 161).

Recomendamos a pintura epóxi, acrílica ou poliuretana, outros tipos poderão ser utilizados, desde que sejam recomendadas pelo fabricante e que atendam ao ambiente e condições impostas nessa situação.

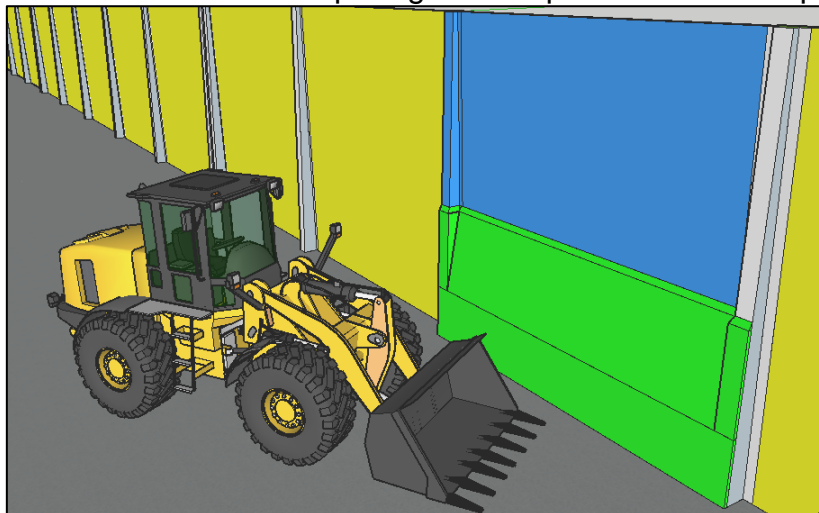
7º) Piso de concreto.

Por se tratar de uma edificação mais antiga e também devido à falta de projetos e o cuidado em não sobrecarregar a estrutura, aconselhamos a realizar o tratamento do piso ao invés de uma sobreposição de um piso novo, visto que entre os fatores já explanados a altura seria afetada. O tratamento deverá contemplar a placa de concreto onde a mesma foi deteriorada pela abrasão, preenchimento de vãos e tratamento de fissuras e juntas da mesma. Por fim, a aplicação de proteção superficial conforme o item anterior.

6.10 Sugestões e Recomendações de Melhorias

Eliminar os “dentes” dos pilares no primeiro metro, com o objetivo de não danificar os elementos estruturais e evitar o acúmulo de substâncias em quinas de pilares. Além disso, criar inclinação a partir do primeiro metro à aproximadamente um metro e meio de altura, possibilitando maior proteção para os elementos estruturais onde seu contato é mais constante e conseqüentemente evitar a acumulação no elemento de proteção. Conforme imagem a seguir

Figura 31 – Verde concreto protegido com pintura e em azul pintura

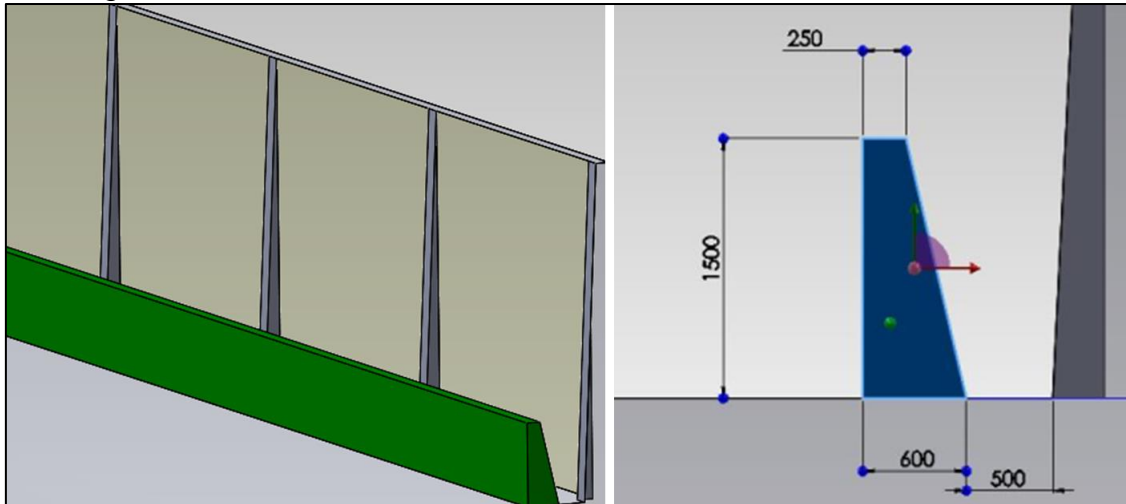


Fonte: Eng. Civil Alexandre L. Pontel.

Utilizar vergalhões de grafeno que são mais baratos, leves e não oxidam como os vergalhões tradicionais. Produto extremamente recente e inovador já se encontra disponível no mercado. Fabricado e vendido pela empresa “Vergraf”.

Construção de um passeio nas laterais da edificação como mostra a imagem abaixo. Este passeio facilitaria o acesso a todo armazém mesmo quando a material armazenado nele.

Figura 32 – Verde mureta de concreto, em azul dimensões da mureta



Esta mureta também pode ser substituída por blocos de concreto como foi visualizado no armazém D3 de Rio Grande.

Figura 33 – Verde concreto protegido com pintura e em azul pintura



6.11 Avaliação da Edificação

Para a realização da avaliação do galpão será utilizado o método de Ross-Heidecke e para verificação de seu nexa será comparado com o método comparativo com bens similares que se encontram a venda no mercado de imóveis.

Iniciaremos pelo método comparativo onde foram coletados preços de imóveis similares ao bem em questão deste laudo. Cabe salientar que todos os imóveis coletados nesta amostragem são da cidade de Porto Alegre e estão em regiões próximas a localização do Porto de Porto Alegre. Abaixo segue uma tabela com todas as amostras coletadas.

Tabela 3 – Resumo dos dados coletados no mercado de imóveis

Amostra	Estado do imóvel	m ²	Bairro	Valor total do imóvel	Valor (R\$/m ²)
1	Bom estado	1014	São Geraldo	R\$ 1.980.000,00	R\$ 1.952,00
2	Bom estado	294	Navegantes	R\$ 450.000,00	R\$ 1.530,00
3	Bom estado	1557	Floresta	R\$ 2.292.000,00	R\$ 1.472,00
4	Bom estado	10487	Centro Historico	R\$ 15.000.000,00	R\$ 1.430,00
5	Bom estado	2800	Navegantes	R\$ 4.500.000,00	R\$ 1.607,00
6	Ruim estado	450	Floresta	R\$ 550.000,00	R\$ 1.222,00
7	Ruim estado	1200	Floresta	R\$ 2.100.000,00	R\$ 1.750,00

Analisando a tabela 3 verifica-se que o valor médio de edificações nesta região esta na faixa de R\$ 1.566,14 por “ m² ” sendo que esta edificações estão em melhor estado de conservação que o armazém E1. Nesta avaliação está sendo considerado o terreno da edificação.

Para obter maior coerência na comparação com o método de Ross-Heidecke vamos avaliar valores de terrenos nestas regiões e subtrair da média encontrada nos galpões. A tabela 4 mostra o resumo das amostras de terrenos a venda na mesma região dos galpões.

Tabela 3 – Resumo dos dados coletados no mercado de imóveis

Amostra	Estado do imóvel	m ²	Bairro	Valor total do imóvel	Valor (R\$/m ²)
1	Bom estado	476	Navegantes	R\$ 750.000,00	R\$ 1.575,63
2	Bom estado	477	São Geraldo	R\$ 700.000,00	R\$ 1.467,51
3	Bom estado	736	Floresta	R\$ 1.060.000,00	R\$ 1.440,22
4	Bom estado	3117	Navegantes	R\$ 3.200.000,00	R\$ 1.026,63

Analisando a tabela 4 verifica-se que o valor médio dos terrenos nesta região está na faixa de R\$ 1.377,50 por “ m² ” sendo que terrenos com áreas menores tendem a ter valores por m² maiores.

Quando subtraímos R\$ 1.566,14 por R\$ 1.377,50 encontramos o valor de R\$ 188,64 que consiste apenas no valor da edificação, sem o valor do terreno.

Portanto o valor de R\$ 188,64 será utilizado como referência para o resultado encontrado no método Ross-Heidecke.

Abaixo segue fonte de consulta de cada amostra exibida na tabela 3 e 4.

Amostras galpão 1:

<https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-galpao-deposito-armazem-sao-geraldo-porto-alegre-rs-1014m2-id-2523824018/>

Amostras galpão 2:

<https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-galpao-deposito-armazem-navegantes-porto-alegre-rs-294m2-id-2508382052/>

Amostras galpão 3:

<https://www.chavesnamao.com.br/imovel/galpao-a-venda-rs-porto-alegre-floresta-959m2-RS2292000/id-4360063/>

Amostras galpão 4:

<https://www.chavesnamao.com.br/imovel/galpao-a-venda-rs-porto-alegre-centro-historico-11410m2-RS15000000/id-4393607/>

Amostras galpão 5:

<https://www.chavesnamao.com.br/imovel/galpao-a-venda-4-salas-rs-porto-alegre-navegantes-2800m2-RS4500000/id-1185435/>

Amostras galpão 6:

<https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-galpao-deposito-armazem-floresta-porto-alegre-rs-450m2-id-2513368901/>

Amostras galpão 7:

<https://www.chavesnamao.com.br/imovel/galpao-a-venda-6-salas-com-garagem-rs-porto-alegre-floresta-1200m2-RS21000000/id-3370979/>

Amostras terreno 1:

<https://www.vivareal.com.br/imovel/lote-terreno-navegantes-bairros-porto-alegre-476m2-venda-RS750000-id-2517878846/>

Amostras terreno 2:

<https://www.vivareal.com.br/imovel/lote-terreno-sao-geraldo-bairros-porto-alegre-477m2-venda-RS700000-id-2521060622/>

Amostras terreno 3:

<https://www.vivareal.com.br/imovel/lote-terreno-floresta-bairros-porto-alegre-736m2-venda-RS1060000-id-2520173393/>

Amostras terreno 4:

<https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-terreno-lote-condominio-navegantes-porto-alegre-rs-3117m2-id-2525759602/>

Agora vamos analisar o imóvel pelo método de Ross-Heidecke. Vamos classificar o estado da construção como sendo (g), reparos importantes, para o armazém E1. A vida útil considerada para o armazém será de 100 anos.

Então temos:

Idade do bem (i) = 60 anos (Baseado na data do projeto da biblioteca D-4)

Vida Útil (Vu) = 100 anos

$i/Vu = 60\%$

$k' =$ tabela de Ross-Heidecke = 75,3

$d = (100 - k) / 100 = (100 - 75,3) / 100 = 0,247$

Valor de novo: R\$733m² (media das consultas a fabricantes)

$Vn = R\$733m^2 \times 3.380m^2 = R\$2.477.540,00$

$Vd = R\$2.477.540,00 \times 0,247$

$Vd = R\$ 611.952,00$

Dividindo este valor pela área do armazém E1 encontra-se R\$181,05m². Comparando este valor com os dados de mercado visualiza-se coerência na grandeza dos valores. Cabe salientar que a ciência da avaliação não é uma ciência exata e que existem várias variáveis que influenciam no valor de um bem. Os dados aqui apresentados são apenas uma referência com o que foi pesquisado.

Empresas consultadas para se obter valor estimados de estrutura nova:

Medabil: 750 R\$/m² - montagem, pilares, vigas, terça, telha fibrocimento, com fechamento. Contato Eng. Andrigo (51) 99739-3198

Fepol: 550 R\$/m² - montagem, pilares, vigas pré-moldados, terça, telha metálica e fechamento. Contato Eng. Everton (54)9929-1527

Zanon Pré-moldados: 900 R\$/m² - montagem, pilares, vigas, terça, telha metálica e fechamento. Contato Eng. Vinicius (54) 98145-1731

Observação: Os valores passados são estimados baseados em obras realizadas a 3 meses pelas empresas. Não foi realizado um orçamento específico apenas um levantamento dos valores das últimas obras vendidas pela empresa. Cabe dizer que o ambiente dos armazéns é extremamente agressivo e necessita de proteção superficial especial não podendo ser comparado a um galpão convencional.

6.12 Quantitativo de Materiais Estimativo

Telha Metálica TP40 espessura 0,65 branca nas 2 faces = 4.056m²

Arremate de Cumeeira = 52m

Arremate oitão = 64 m

Lanternin com tela anti-pássaro = 3 x 26m = 78m

Telhas translucidas = 12 x 15,6m = 188m

Tela anti-pássaro nas laterais= 1m x 130m x 2 = 260m²

Vidros dos oitões = 60 peças

Perfil Laminado Pórtico = 65.883 kg

Chumbador Ø1.1/2"= 1.300 kg

Chapas de ligação e Acessórios = 2.000 kg

Terças = 21.622 kg

Perfil de travamento Pilares = 5.850 kg

Peso Total Estimado = 96.655 kg = 27,53kg/m²

(Em anexo projeto estrutural da estrutura metálica)

Recuperação da estrutura de concreto

90% dos 42 pilares necessita reparos conforme foi descrito no item 6.9

50% das necessita reparos conforme foi descrito no item 6.9

Recuperar piso de concreto: 3.510m²

Adição de mureta de 1,5m para passeio: 260 m

(Detalhes podem ser visualizados nos projetos arquitetônicos)

7. CONCLUSÃO

Conforme foi apresentado neste laudo são inúmeros os defeitos estruturais existentes no armazém E1 e a grande maioria dos seus defeitos foi gerado pela falta de manutenção ou manutenção inadequada entre outros fatores como o operacional e o produto armazenado que também causaram danos a estrutura do prédio.

Porém como se pode visualizar nos itens 6.9 existe a viabilidade de recuperação das estruturas de concreto. Os ensaios destrutivos e não destrutivos mostraram uma boa qualidade do concreto das estruturas.

Com relação a estrutura metálica da cobertura do armazém E1 devido ao seu alto grau de corrosão e por ser fabricada em peças de baixa espessura, esta não tem recuperação e deve ser totalmente substituída. Observa-se que os galpões com tesouras pré-moldadas ou com estruturas metálicas compostas por peças de elevada espessura se mostraram mais eficientes para a aplicação de armazenamento de fertilizante pois não colapsaram como ocorreu no galpão E1 que possuía uma estrutura metálica singular quando comparado com os demais galpões.

Visando uma obra mais econômica e que também atenda as demandas operacionais existentes no armazém se adotou a utilização de pórticos metálicos independentes das estruturas de concreto existente. Deste modo a recuperação da estrutura de concreto não vai necessitar de um nível rigoroso de qualidade. A estrutura metálica adotada é composta por perfis laminados de fácil acesso no mercado e com grandes espessuras. Deste modo esta estrutura conseguiu resistir a corrosão melhor que estruturas metálicas de chapas finas. A estrutura adotada não possui banzo inferior o que diminui o risco operacional do caminhão basculante colidir nela.

No item 6.11 foi feita uma avaliação da estrutura. Para maior assertividade e verificação de nexos se utilizou dois métodos o comparativo e o de Ross-Heidecke. O valor da avaliação do Galpão E1 ficou em R\$ 611.952,00 considerando seu estado atual. As taxas de (R\$/m²) do galpão E1 com os galpões encontrados no mercado ficaram bem próximas apesar do Galpão E1 ter um estado de conservação pior que os levantados no mercado. Porém como são inúmeras as variáveis na avaliação principalmente nos tempos atuais de pandemia onde as matérias-primas sofrem reajuste constantemente vamos manter o valor R\$ 611.952,00 como sendo sua avaliação final. A proximidade destes valores de (R\$/m²) mostra coerência e nexos de um modo global para esta avaliação.