

**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiano

Campus
Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA FÁBRICA DE
PRODUTOS DERIVADOS DO PROCESSAMENTO DE MILHO CONVENCIONAL**

Giancarlo Kunan Lima dos Santos

**Rio Verde, GO
2024**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**Estudo de manifestações patológicas em uma fábrica de produtos derivados do
processamento de milho convencional**

Giancarlo Kunan Lima dos Santos

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde,
como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Hiochio Sato

Rio Verde – GO dezembro, 2024

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

S237e

Santos, Giancarlo Kunan Lima dos.

Estudo de manifestações patológicas em uma fábrica de produtos derivados do processamento de milho convencional [manuscrito] / Giancarlo Kunan Lima dos Santos. – Rio Verde, GO: IF Goiano, 2024.

40 fls. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Hiochio Sato.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. Manifestação patológica. 2. Trincas. 3. Fissuras. 4. Armazenagem de grãos. I. Sato, Flavio Hiochio. II. Título. III. Instituto Federal Goiano.

CDU 624.01

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Giancarlo Kunan Lima dos Santos

Matrícula:

2018102200840173

Título do trabalho:

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA FÁBRICA DE PRODUTOS DERIVADOS DO
PROCESSAMENTO DE MILHO CONVENCIONAL

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15 /01 /2025

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 **GIANCARLO KUNAN LIMA DOS SANTOS**
Data: 10/01/2025 16:05:54 -0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Verde, Goiás

Local

10 / 01 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

FLAVIO HIOCHIO SATO:06162543854

Assinado de forma digital por FLAVIO HIOCHIO
SATO:06162543854
Dados: 2025.01.10 16:17:05 -0300'

Assinatura do(a) orientador(a)

Ata de defesa

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos **25** dias do mês de **novembro** de **dois mil e vinte e quatro**, às 14:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. **Flávio Hiochio Sato** (orientador), Prof. **Philippe Barbosa Silva** e Prof. **Alexsandro dos Santos Felipe**, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado **“ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA FÁBRICA DE PRODUTOS DERIVADOS DO PROCESSAMENTO DE MILHO CONVENCIONAL”** de **Giancarlo Kunan Lima dos Santos**, estudante do curso de **ENGENHARIA CIVIL** do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº **2018102200840173**. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do(a) estudante após a apresentação das correções. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.

Rio Verde, 25 de novembro de 2024.

Flávio Hiochio Sato

Orientador

Philippe Barbosa Silva

Membro da Banca Examinadora

Alexsandro dos Santos Felipe

Membro Externo da Banca Examinadora

Assinado pelo Orientador

Flávio Hiochio Sato

Mediador de TC

Documento assinado eletronicamente por:

- **Flavio Hiochío Sato, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 09/01/2025 17:26:00.
- **Philippe Barbosa Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/01/2025 11:02:21.
- **Charles Pereira Chaves, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCBEC-RV**, em 10/01/2025 11:08:09.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/11/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 654829
Código de Autenticação: ed488008ba



RESUMO

dos Santos, Giancarlo Kunan Lima. **Estudo de manifestações patológicas em uma fábrica de produtos derivados do processamento de milho convencional**. 2024. 49p. Monografia (Curso Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde, Rio Verde, GO, 2024.

Este trabalho tem como objetivo identificar e descrever as principais manifestações patológicas ocorrentes em uma fábrica de processamento de milho convencional localizada em Rio Verde - Goiás. Foram realizados levantamentos de campo na fábrica e revisões bibliográficas. Nas visitas levantou-se todas as manifestações patológicas visíveis e a partir da quantidade de ocorrências, chegou-se as mais comuns. A fim de entender o funcionamento e aparecimento das patologias realizou-se uma revisão bibliográfica acerca de patologias em construções civis, origem, causa, diagnóstico e tratamento das manifestações patológicas, além de apresentar os principais tipos de patologias que ocorrem em edificações. No levantamento de imagens foi possível identificar vários tipos de manifestações patológicas as quais se enquadram as manchas, trincas, fissuras, armações aparentes e desgastes em pisos e paredes. Em suma, faz-se necessário uma ação corretiva e um monitoramento para cada manifestação patológica observada, a fim de garantir desempenho e durabilidade para a edificação.

Palavras-chave: Manifestação patológica, trincas, fissuras, armazenagem de grãos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplos de causas que podem afetar o desempenho do projeto	06
Figura 2: Fluxograma de resoluções de patologias em construções	08
Figura 3: Infiltração	09
Figura 4: Fissura	13
Figura 5: Trinca	13
Figura 6: Fluxograma de atuação para a resolução dos problemas patológicos	15
Figura 7: Infiltração no piso térreo da planta	19
Figura 8A: Infiltração encontrada no piso térreo da planta. 8B- Infiltração encontrada no primeiro pavimento da planta. 8C- Infiltração encontrada no segundo pavimento da planta ...	20
Figura 9: Fissura encontrada na linha do Pré-gel, próxima a um dos portões de acesso	21
Figura 10: Fissura encontrada em uma das paredes do setor de empacotamento	21
Figura 11: Fissura encontrada em uma das paredes do setor de ensaque	22
Figura 12: Trinca encontrada no piso do primeiro pavimento, abaixo de um dos plansifters	23
Figura 13A e 13B: Desgaste do piso da caldeira resultante do vazamento de produtos químicos	23
Figura 14: Manchas e trincas na parede resultantes de vazamentos, piso térreo da fábrica	24
Figura 15: Trincas na parede da entrada da caldeira	25
Figura 16: Trincas na parede no local da caldeira	25
Figura 17: Fissuras e trincas na tubulação da caldeira	26
Figura 18: Armações aparentes no piso térreo da fábrica	26
Figura 19: Desgastes na parede resultantes de batidas de pallets e empilhadeiras, no piso térreo da fábrica	27

Figura 20: Desgastes na parede de concreto no separador de grãos	27
Figura 21: Desgaste nas paredes e barra de aço no local de carga/descarga de veículos	28
Figura 22: Armações aparentes do primeiro piso da fábrica	28
Figura 23: Índice de relevância de acordo com o tipo de patologia	31
Figura 24: Índice de performance de acordo com o tipo de patologia	32
Figura 25: Índice de importância de acordo com o tipo de patologia	33
Figura 26: Índice de severidade de acordo com o tipo de patologia	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Possíveis causas para a ocorrência de manifestações patológicas e suas exemplificações	04
Tabela 2: Causas da umidade e suas respectivas áreas de atuação em construções	10
Tabela 3: Diferenças dimensionais entre fissuras, trincas e rachaduras	11
Tabela 4: Categorização das manifestações patológicas	18
Tabela 5: Índices de correlação adotados e índice de relevância para cada patologia	29
Tabela 6: Índices de performance adotados para cada patologia	30
Tabela 7: Índices de relevância, perda de performance, importância e severidade	31
Tabela 8: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo trinca	34
Tabela 9: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo infiltração	35
Tabela 10: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo fissura	35
Tabela 11: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas dos tipos armações aparentes e desgastes na estrutura	36
Tabela 12: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo vazamentos	36

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	1
	1.1 OBJETIVO	2
	1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
2.	REVISÃO DE LITERATURA	3
	2.1 DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	3
	2.2 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	4
	2.3 DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	7
	2.4 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	8
	2.4.1 INFILTRAÇÕES	8
	2.4.2 TRINCAS E FISSURAS	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS	14
	3.1 LOCAL DA PESQUISA	14
	3.2 COLETA DE MATERIAL FOTOGRÁFICO.....	15
	3.3 MÉTODO PARA ABORDAGEM DE PATOLOGIAS	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5	CONCLUSÃO.....	37
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Manifestações patológicas podem ocorrer em todas as etapas do processo construtivo, desde o projeto até as fases de execução e finalização da obra. A falta de controle de qualidade adequado em todas essas fases é um fator crucial para o surgimento dessas patologias. Além disso, problemas decorrentes de erros no projeto e uso inadequado das construções em geral, também podem contribuir para essas manifestações indesejadas.

Embora o tema das patologias em construções seja frequentemente discutido em relação a edificações residenciais e comerciais, sua relevância é igualmente significativa no contexto industrial. Nas instalações industriais, a ocorrência de manifestações patológicas pode comprometer não apenas a integridade estrutural, mas também a eficiência operacional e a segurança dos trabalhadores.

A cidade onde o estudo de caso foi realizado é Rio Verde, localizada no estado de Goiás, e apesar de ser reconhecida como uma potência no agronegócio, também se destaca por sua diversidade industrial. A cidade abriga importantes empresas, como *BRF*, *Comigo*, *Marfrig*, *Videplast* e *Crown Embalagens*, que contribuem significativamente para a economia local. Nesse cenário, a gestão adequada das construções industriais torna-se fundamental, pois as particularidades dessas indústrias podem influenciar a ocorrência de manifestações patológicas. O estudo de caso realizado na indústria escolhida para este trabalho pode oferecer *insights* valiosos que se aplicam a outras empresas na cidade, auxiliando na detecção, solução e prevenção de danos similares.

A fábrica desse estudo de caso pode ser classificada como uma indústria de moinho-seco, onde as estruturas estão sujeitas constantemente à agentes patológicos, principalmente, pelo pó gerado no processamento do milho, infiltrações de tubulações que servem para resfriamento e pré-cozimento dos produtos acabados, além de outros agentes que não participam do processo, como movimentação de máquinas, veículos, produtos e pessoas.

Para manter a vida útil de uma estrutura que passa diariamente por grandes estressores, é fundamental a análise e correção de patologias existentes, de modo a garantir que prédio e maquinário estejam nas melhores condições para atendimento no rendimento e qualidade exigidos.

O tema foi escolhido pensando na quantidade de manifestações presentes nas estruturas observadas ao longo da pesquisa, assim absorvendo o máximo de conhecimento e exemplificando e propondo soluções para os pontos de melhoria observados e citados. Tal levantamento pode ser aproveitado também por outras empresas presentes no município, ou

também por futuras companhias que possuam interesse em implementar suas atividades no local.

1.1 Objetivo

Identificar e classificar as manifestações patológicas em uma fábrica de alimentos derivados do processamento de milho.

1.2 Justificativa

As fábricas de produtos para alimentação humana possuem padrões de qualidade com níveis de rigorosidade altíssimos, portanto, é de suma importância que as edificações estejam em pleno estado de conservação, para evitar possíveis contaminações cruzadas advindas de más condições das estruturas.

A partir da pesquisa, a empresa, e outras indústrias também presentes na região, podem utilizar os resultados como embasamento para atuação na correção e prevenção das manifestações patológicas encontradas.

Além disso, o pesquisador em sua posição de colaborador da indústria de alimentos estudada, viu a oportunidade de levantamento de pontos de melhoria dentro de seu ambiente de trabalho, relacionando o mesmo com a graduação em que se está inserido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de patologia na construção civil

O termo “patologia” no campo da construção civil é consistente com a definição da medicina, onde se estudam a origem, os sintomas e a natureza das doenças. Patologias das Edificações são todas as manifestações que ocorrem durante o ciclo de vida de uma edificação e que podem prejudicar o desempenho esperado da edificação e de seus componentes (subsistemas, elementos e conjuntos) (GONÇALVES, 2015).

De acordo com Souza e Ripper (1998), designa-se genericamente o termo de Patologia das Estruturas o campo da Engenharia Civil que estuda as origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas. No entanto, esse termo não é limitado apenas no aspecto de identificação e conhecimento das anomalias, mas também se refere à concepção e ao projeto de estruturas, e mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil.

As causas dos fenômenos patológicos podem variar muito, incluindo o envelhecimento natural, os acidentes, a indiscrição de profissionais e usuários que optam por utilizar materiais fora da sua profissão ou não realizam a correta manutenção da estrutura, por vezes por razões econômicas, entre outras externas (KAGEYAMA, 2006).

Na construção civil, as causas para manifestações patológicas mais comuns, como falhas de elementos estruturais e fissuras de proteção, podem ser divididos em duas formas, causas simples e causas complexas. Para problemas de natureza simples, as regulamentações são aceitáveis e não requerem profissionais com conhecimentos muito avançados para resolvê-los, enquanto para problemas de natureza complexa, é necessária uma verificação cuidadosa do problema e é obrigatório conhecimento avançado sobre o problema. Tema do problema, para este tipo de fiscalização é necessário utilizar o formulário de análise de problemas para auxiliar os profissionais na análise da situação (CARMO, 2003).

O estudo da patologia em construções é de grande importância na prossecução da qualidade do processo construtivo e na evolução da habitabilidade e resistência dos edifícios. Para evitar o aparecimento de manifestações patológicas, é necessário realizar estudos detalhados para melhor compreender este fenômeno e determinar o significado das manifestações e planos de ação para o problema (NEVES; VÁZQUEZ, 2021).

2.2 Origem das manifestações patológicas

As manifestações patológicas que ocorrem na construção civil foram caracterizadas por Berthi et al. (2019) como falhas graves em todas as etapas da obra, envolvendo a utilização de materiais inadequados ou de má qualidade, ocorrendo nas seguintes proporções: 34 % na fase de planejamento, no início do projeto; 40% das obras mal executadas (incluindo mão de obra insuficientes e falta de fiscalização de qualidade); 18% dos materiais são de má qualidade; 8% se não houver manutenção preventiva.

Conforme relata Verçosa (1991), as manifestações patológicas podem ser geradas por diversos fatores, a tabela 1 exemplifica alguns desses fatores:

Causa	Definição
Deficiência no projeto	Dimensionamento equivocado da estrutura, escolha incorreta dos materiais ou falhas no planejamento geral da construção.
Deficiência na execução	Problemas que ocorreram durante a execução da construção, resultantes de falta de mão de obra qualificada, supervisão inadequada, uso de materiais de baixa qualidade ou uso de técnicas inadequadas para o processo de construção.
Ação de agentes externos	Falhas decorrentes de condições ambientais adversas, por exemplo, umidade excessiva, variações extremas de temperatura, exposição a produtos químicos corrosivos, exposição à agentes biológicos ou fenômenos naturais, como enchentes e terremotos.
Movimentação do solo	Recalques diferenciais (afundamentos desiguais), expansão ou contração de solos argilosos, subsidência devido à exploração de recursos naturais, podem gerar manifestações patológicas, como fissuras e trincas nas estruturas.
Falta de manutenção adequada	A falta de manutenção preventiva e corretiva ao longo do tempo pode levar ao envelhecimento prematuro das construções e deterioração dos materiais e sistemas.
Uso inadequado ou abuso	Utilização indevida ou excessiva das construções, sobrecarregando as estruturas além de sua capacidade de suporte, falta de cuidado no manuseio de equipamentos ou produtos químicos, podem causar danos e falhas nas construções.

Tabela 1: Possíveis causas para a ocorrência de manifestações patológicas e suas exemplificações.

Fonte: Verçosa (1991).

No estudo feito para esse trabalho, percebemos que as origens principais são decorrentes de erros de projeto e execução.

Segundo Daniel e Helene (2014), a raiz do problema da patologia é que a maioria das manifestações da patologia em construções tem origem na fase de projeto, quando as decisões tomadas podem ser decisivas na qualidade da implementação do projeto. A qualidade dos materiais do concreto pode afetar suas propriedades, levando a possíveis anomalias no futuro. Os defeitos nestes materiais afetam as propriedades mais importantes do concreto, nomeadamente resistência mecânica, estabilidade e durabilidade. Esses fatores estão intimamente relacionados à uniformidade e compacidade, duas propriedades intimamente relacionadas que dependem da qualidade da dosagem do concreto e das técnicas adequadas utilizadas na sua fabricação e manuseio (PINTAN, 2013).

Segundo Bolina (2019), as causas das manifestações patológicas podem ser divididas em dois aspectos distintos. O primeiro é o intrínseco, que está intimamente ligado à construção e tem origem nos materiais e peças utilizados, estão relacionadas a falhas humanas, como por exemplo o cálculo errado na quantidade de materiais necessários, ou defeitos nos materiais empregados na edificação, como deficiências na qualidade dos materiais utilizados, presença de gás carbônico e uso de materiais reativos. O segundo aspecto é o extrínseco, que se refere a fatores externos que afetam a construção e não dependem diretamente dela. Incluem agentes químicos, sobrecargas, impactos, vibrações mecânicas e ação do fogo, que atuam de fora para dentro, afetando a integridade da estrutura. Essas classificações são apresentadas como forma de entender as origens das manifestações patológicas em construções (BOLINA, 2019).

A investigação de patologias em edificações requer um mapeamento e avaliação adequados dos problemas. Esse processo é essencial e justifica o esforço empreendido por especialistas e instituições renomadas ao redor do mundo para conduzir estudos detalhados sobre danos em diferentes tipos de construções. Ao analisar os problemas com base em suas características específicas e compreender sua origem, é possível realizar uma avaliação mais profunda das causas subjacentes. Isso auxilia na elaboração de planos de reparo e manutenção, reduzindo a ocorrência de falhas futuras (ANDRADE; DAL MOLIN, 1997).

De acordo com Zanzarini (2018), as patologias podem ser causadas por três aspectos ou mesmo pela combinação desses três fatores, a saber, projeto, execução e manutenção. Na figura 2 estão listados alguns exemplos de causas que podem afetar o desempenho do projeto.

Projeto	Execução	Manutenção
Não contratar engenheiro ou arquiteto adequado e especializado para a realização do planejamento do projeto.	Falta de acompanhamento da execução da obra	Falta de profissionais que realizem a adequada manutenção e limpeza
Não escolher os materiais adequados para a construção.	Falha em compreender as informações corretas da realização do projeto	Falta de manutenção.
Não prever as juntas de dilatação.	Deduzir informações ausentes.	Falta de limpeza.
Falha no planejamento do projeto.	Descumprir normas e técnicas.	
Não seguir as normas técnicas e requisitos das leis estabelecidas para a realização do projeto.	Ausência de fiscalização.	
Não conhecer as características do solo e do clima da região.	Desconhecimento das normas, especificações e conceitos básicos para realização da obra.	
Não especificar os materiais e serviços.	Acondicionamento de produtos em locais inadequados.	
Não contratar mão de obra qualificada.	Falta de atenção.	
	Falta de comprometimento	

Figura 1: Exemplos de causas que podem afetar o desempenho do projeto.

Fonte: Adaptado de Zanzarini (2018)

2.3 Diagnóstico das manifestações patológicas

O diagnóstico é a etapa mais importante do processo, é ele quem define o sucesso ou o fracasso posteriormente determinado. A sua formatação completa passa por várias etapas, nomeadamente a informação recolhida desde o primeiro local de inspeção, e os dados recolhidos para posterior desenvolvimento de um diagnóstico (SANTUCCI, 2015).

Broomfield (1997), relata que antes que uma estrutura possa ser avaliada por meio de ensaios, primeiro deve ser realizada uma inspeção visual, que pode ser documentada por fotografias e mapeamento de fissuras. É importante que todos os dados previamente coletados estejam interligados com o aspecto de formar um quadro patológico único, facilitando assim a integração das hipóteses propostas pelo patologista e ajudando a eliminar hipóteses que não se enquadram no caso. Mesmo assim, a incerteza pode permanecer porque diferentes doenças podem ser tratadas com os mesmos “medicamentos” e vice-versa (LAPA, 2008). Portanto, trabalhamos para diminuir a incerteza da suspeita do problema, pois de fato, o diagnóstico será válido quando a estrutura em tratamento responder satisfatoriamente a si mesma.

De acordo com Lapa (2008), no processo de tratamento de uma patologia na construção civil, o diagnóstico desempenha um papel fundamental, pois determina o sucesso ou fracasso das medidas adotadas para a recuperação. É essencial que o diagnóstico seja preciso, embasado em evidências científicas e leve em consideração os sintomas apresentados. Um diagnóstico equivocado pode resultar em intervenções ineficazes, dificultar análises futuras e desperdiçar tempo e recursos financeiros. Identificar a patologia o mais cedo possível minimiza seu impacto e facilita o tratamento, que pode envolver a reparação de danos menores, a restauração do desempenho original perdido ou o aumento desse desempenho. O gerenciamento eficiente de recursos é um aspecto importante ao longo de todo o processo de tratamento.

O método de Lichtenstein, utilizado nessa pesquisa como embasamento para a análise das manifestações patológicas encontradas, envolve três fases importantes: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta. Na primeira fase, o levantamento de subsídios, são coletadas informações essenciais para uma compreensão completa das manifestações patológicas. Isso inclui inspeções no local, análise do histórico do problema e do edifício, bem como resultados de análises realizadas. A segunda fase, o diagnóstico da situação, visa reduzir gradualmente a incerteza inicial por meio da obtenção de dados adicionais. Por fim, a terceira fase, a definição de conduta, tem como objetivo prescrever as ações a serem tomadas para resolver o problema. Isso inclui a escolha dos métodos e a previsão das consequências em

termos do desempenho final esperado (LICHTENSTEIN, 1985). Conforme evidenciado na Figura 3.

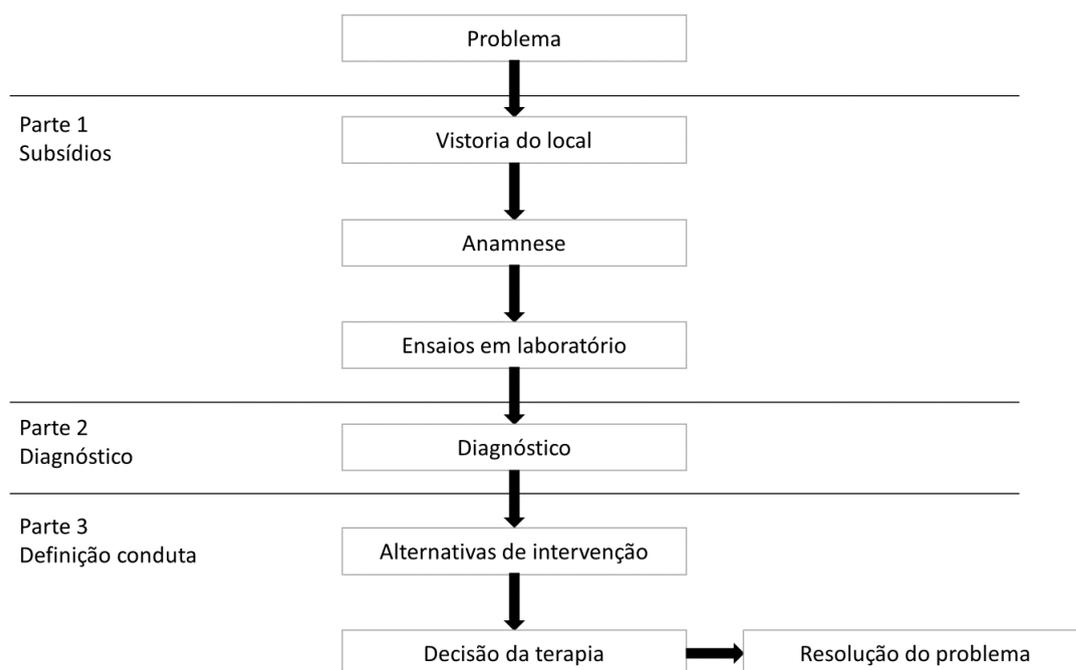


Figura 2: Fluxograma de resoluções de patologias em construções.

Fonte: Adaptado de (Lichtenstein, 1985).

2.4 Tipos de manifestações patológicas

A seguir, temos as definições das manifestações patológicas que foram encontradas durante as vistorias feitas no local. A compreensão das definições são essenciais para contextualizar os diagnósticos realizados e definições de conduta adotadas, visando a correção e prevenção de problemas futuros.

2.4.1 Infiltrações

Esse tipo de patologia é comumente visualizado em diversos tipos de construções (Figura 4), onde em sua maioria não são devidamente abordadas, pela ausência de conhecimento sobre soluções adequadas, falta de responsabilidade, ou até mesmo pela negligência dos profissionais responsáveis pela construção. Tal negligência também pode ser

vista como negligência à saúde das pessoas que utilizam da construção, uma vez que as infiltrações geradas pela umidade excessiva são prejudiciais à saúde (RIPPER,1998).



Figura 3: Infiltração.

Fonte: <https://forumdaconstrucao.com.br>.

De acordo com Verçoza (1991), as questões relacionadas à umidade, como mofo, bolor, descoloração de tintas, eflorescência e corrosão, têm um impacto direto sobre os ocupantes de uma edificação. Esses problemas não apenas prejudicam a estética do local, mas também comprometem a integridade estrutural da construção. Em casos mais graves, podem afetar a saúde das pessoas que utilizam o espaço. Portanto, é de suma importância reconhecer e identificar essas patologias a fim de prevenir e solucionar possíveis problemas futuros.

Nesse sentido, torna-se crucial antecipar e evitar, já na fase de projeto, condições que possam ocasionar umidade e acúmulo de água em locais indesejados. É igualmente importante adotar medidas apropriadas para prevenir danos decorrentes da umidade.

Na planta da fábrica, as causas raízes das infiltrações se resumiam a vazamentos de tubulações que possuem finalidade de transporte de fluidos, auxílio na condensação das linhas de produção, ou até mesmo auxílio no resfriamento das máquinas responsáveis pela moagem dos grãos de milho.

Com base em tais conceitos, de acordo com Klein (1999), a tabela 2 apresenta as seguintes afirmações acerca das causas e áreas de atuação da umidade em construções.

Causa da umidade	Área de atuação
Execução	Produção de concreto e argamassa e execução de pinturas.
Chuva	Cobertura, paredes, lajes.
Capilaridade	Ascensão da água no solo.
Vazamentos de redes de água e esgotos	Quaisquer estruturas nas proximidades do vazamento.

Tabela 2: Causas da umidade e suas respectivas áreas de atuação em construções.

Fonte: Adaptado de Klein (1999).

Com uma ampla área de atuação, torna-se imperativo adotar medidas de proteção para os elementos construtivos. A norma NBR 9575-2010 define a impermeabilização como um conjunto de componentes construtivos projetados para preservar a estrutura contra os efeitos prejudiciais de fluidos, vapores e umidade. Esse sistema é composto por várias camadas, cada uma com funções específicas.

Em algumas obras, incluindo novas construções, expansões ou reformas, a norma exige a elaboração de um projeto básico de impermeabilização. A escolha do tipo adequado de impermeabilização depende das necessidades de estanqueidade em diferentes partes da edificação, podendo ocorrer de quatro formas distintas. Portanto, é essencial contar com um projeto de impermeabilização abrangente que inclua informações gráficas e descritivas sobre todos os sistemas de impermeabilização utilizados na construção.

Vale ressaltar que a elaboração desse projeto deve ser realizada por um profissional habilitado, apto a atuar em obras de caráter público, coletivo e privado, conforme as diretrizes estabelecidas pela ABNT.

2.4.2 Trincas e Fissuras

Várias são as causas subjacentes à formação de fissuras, trincas e rachaduras em edificações, abrangendo questões como problemas estruturais, instalações inadequadas, excesso de umidade, variações climáticas e desafios relacionados às fundações. Essas manifestações patológicas podem afetar diversos elementos da construção, como alvenarias, vigas, pilares, lajes e pisos.

Manter uma avaliação periódica das edificações e abordar prontamente esses problemas é de suma importância. Isso não apenas previne danos mais graves, mas também prolonga a vida útil da construção. Destaca-se a necessidade crucial de envolver um profissional qualificado na avaliação e correção desses problemas, garantindo, assim, a segurança e integridade da edificação (THOMAZ, 1989).

De acordo com Oliveira (2012), as manifestações patológicas podem ser classificadas de acordo com seus tamanhos de abertura. A tabela 3 apresenta as dimensões que são entendidas para fissuras, trincas e rachaduras.

Manifestação patológica	Dimensão
Fissuras	Aberturas menores do que 0,5 mm
Trincas	Aberturas entre 0,5 e 1,5 mm
Rachaduras	Aberturas acima de 1,5 mm

Tabela 3: Diferenças dimensionais entre fissuras, trincas e rachaduras.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012).

Por outro lado, de acordo com Sahade (2013), a existência de aberturas em uma construção pode ter efeitos adversos sobre a estanqueidade, a vedação geral, o isolamento térmico e acústico, além de afetar a estética do edifício. Sahade também apresenta uma categorização das fissuras em três níveis, relacionados à manifestação.

As fissuras geométricas são aquelas que apresentam formas claramente definidas, como linhas retas, podendo ser diagonais, horizontais ou verticais, e são causadas por fatores como retração da argamassa, falta de juntas de dilatação ou uso de materiais diferentes, conforme exemplificado por Sahade (2013). Já as fissuras mapeadas, conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), são fissuras superficiais e irregulares, geralmente causadas por traços incorretos ou excesso de materiais na composição, não apresentando um padrão fixo ou distribuição na edificação.

As fissuras podem também ser classificadas conforme sua atividade e variação de abertura. As fissuras ativas variam de tamanho ao longo do tempo (NBR 13749, ABNT, 2013), enquanto as passivas não apresentam alteração no tamanho (NBR 13749, ABNT 2013). Quanto à variação de temperatura, as fissuras sazonais são influenciadas pelas condições climáticas, alterando-se em torno de um valor médio (SAHADE, 2013), enquanto as fissuras progressivas tendem a crescer continuamente (SAHADE, 2013).

Diversos fatores podem ser responsáveis pela ocorrência de fissuras em edificações. Fissuras horizontais, por exemplo, podem ser provocadas por expansão térmica, compactação inadequada das argamassas, falta de integração entre parede e viga superior, ou ainda pelo encanamento prematuro da estrutura. Fissuras aparentemente aleatórias geralmente estão relacionadas a problemas com argamassas e pinturas. Já as fissuras inclinadas são frequentemente associadas a questões nas fundações, como recalques na base da construção ou problemas em vergas e contravergas, conforme aponta Taguchi (2010).

Segundo Thomaz (1989), as principais causas de fissuras são as variações térmicas e as sobrecargas. As variações térmicas ocorrem pelas mudanças de temperatura, sejam elas sazonais ou diárias, provocando a dilatação e contração dos materiais. Tais movimentos geram esforços concentrados na zona afetada, resultando em fissuras, trincas e rachaduras como uma resposta da estrutura para aliviar esses esforços. Fatores como a utilização de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, exposição a diferentes solicitações térmicas naturais e o gradiente de temperatura ao longo de um componente contribuem para o aparecimento de fissuras.

Já as sobrecargas são forças externas que podem comprometer a integridade dos elementos estruturais e não estruturais, surgindo devido a falhas no projeto, carga superior à prevista ou erros de cálculo. Quando surgem fissuras em elementos de concreto armado por sobrecarga, há risco de ruptura ou instabilidade da estrutura. Nesse caso, a redistribuição de cargas pode ocorrer em outros componentes próximos, permitindo que a estrutura absorva essas solicitações adicionais.

Há três alternativas primárias para abordar a correção de fissuras em estruturas: injeção de fissuras, vedação de fissuras e costura de fissuras. No entanto, quando se trata de fissuras provocadas pela corrosão das armaduras, é necessária uma abordagem metodológica distinta. Antes de iniciar qualquer procedimento de reparo, é de extrema importância realizar uma preparação minuciosa e uma limpeza adequada da superfície afetada. Qualquer erro nessa etapa pode ter impactos adversos no resultado, mesmo que os materiais e técnicas empregados sejam os mais apropriados, conforme destacado por Helene (1992).

Conforme demonstrado por Zanzarini (2018), a Figura 4 representa a patologia das construções definida como Fissura.



Figura 4: Fissura.

Fonte: <http://mapadaobra.com.br>.

Conforme demonstrado por Zanzarini (2018), a figura 5 representa a patologia de edificações definida como Trinca.



Figura 5: Trinca.

Fonte: <https://forumdaconstrucao.com.br>.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da Pesquisa

Em acordo com os pontos abordados nos tópicos anteriores do trabalho, o local de estudo selecionado está localizado no município de Rio Verde, Goiás.

Para a realização do trabalho, foram vistoriadas as áreas externas e internas da indústria, analisando suas estruturas com o objetivo de identificar manifestações patológicas, para posteriormente classificá-las e definir medidas corretivas.

As áreas externas incluem a caldeira, responsável pelo tratamento de produtos químicos para a geração de vapor e calor, que são direcionados aos setores internos da indústria para o processamento de produtos acabados, expedição, onde ocorre o embarque desses produtos para os clientes, com intensa movimentação de veículos, máquinas (empilhadeiras) e pessoas, o armazém, no qual a matéria-prima utilizada na indústria é estocada, o setor de classificação, onde os grãos são avaliados de acordo com suas especificações e qualidade. Grãos que não atendem aos padrões exigidos para processamento são devolvidos aos produtores ou comercializados como *commodities*. A moega é destinada ao armazenamento de grãos e ingredientes que não são a matéria-prima principal (neste estudo de caso, o milho). Por fim, o pátio é a área onde ocorre a movimentação de caminhões, pessoas e máquinas.

As áreas internas incluem o prédio vertical, onde é feita a moagem bruta do grão que é direcionado dos armazéns ao quinto andar através de bombas pneumáticas. O grão chega íntegro no último andar e nos andares inferiores passa pelo processo de moagem e classificação, essa feita através de *plansifters*, que por atrito separam os grãos de acordo com sua granulometria. Nos andares mais próximos ao térreo, é feito o direcionamento dos grãos já separados, que chegam aos seus respectivos locais de ensaque, onde podem ser envasados em bags ou sacarias industriais. Parte desse produto é direcionado ao empacotamento, onde serão utilizados para produção de produtos para o consumidor final, ou seja, aqueles que são encontrados nas gôndolas dos supermercados. Um exemplo desses produtos é o fubá na embalagem de 500g.

Em 2021, a fábrica passou por uma reforma para automação de seu processo, e após a reforma observamos vários erros de projeto, através de dimensionamentos equivocados de tubulações, por exemplo. Também notamos erros de execução, através de técnicas inadequadas de construção que foram adotadas pela empresa responsável pela obra. Somado a esses dois fatores, temos a ação de agentes externos da fábrica, uma vez que toda parte civil está exposta

a geração de vapor, pó, tremores (advindos do funcionamento de máquinas), entre outros que fazem parte do processo operacional da fábrica.

3.2 Coleta de Material Fotográfico

A coleta de dados fotográficos foi feita presencialmente conforme toda a planta da fábrica, abrangendo tanto as áreas externas como internas. Foram feitas várias passagens sobre todo o *site* da fábrica, similar a uma auditoria, essa, porém, buscou patologias estruturais visíveis durante todos os pontos visitados, piso térreo e andares verticais da fábrica, setor de empacotamento, expedição, classificação de milho, silos e caldeira.

3.3 Método para Abordagem de Patologias

Para o levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas, foi empregada a metodologia do método de Lichtenstein (1985). Esse método compreende o levantamento de subsídios, o diagnóstico da situação e a definição de uma conduta adequada (Figura 6).

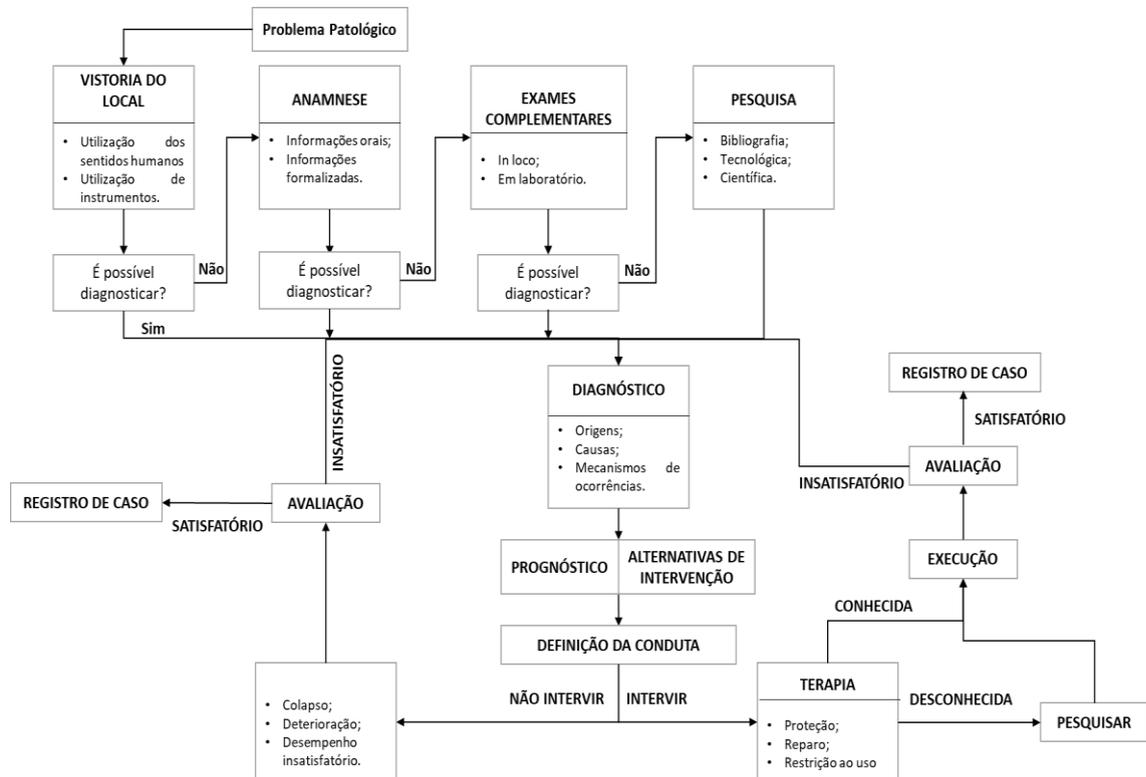


Figura 6: Fluxograma de atuação para a resolução dos problemas patológicos.

Fonte: Adaptado de Lichtenstein (1985).

Seguindo a metodologia de Lichtenstein (1985), as manifestações patológicas consideradas neste trabalho, foram aquelas perceptíveis aos sentidos humanos, primeiro passo da metodologia, compreendendo patologias visíveis, como por exemplo fissuras ou manchas em estruturas. Além disso, as patologias encontradas foram definidas como diagnosticáveis, dessa forma, foi possível determinar origem, causa e conduta a ser adotada.

Além do método de Lichtenstein, foi adotado uma metodologia de cálculo para a correlacionar as possíveis causas das patologias, adaptada de Bauer (2020). O cálculo consiste em organizar as patologias por suas possíveis causas, e a partir disso são feitos quatro cálculos, o índice de relevância, índice de perda de *performance*, indicador de importância e índice de gravidade, todos para cada manifestação patológica.

Para determinação do primeiro índice, de relevância, é necessário relacionar as manifestações patológicas de acordo com suas possíveis causas, considerando índices que possuem os valores de 2 para correlação forte, 1 para correlação fraca e 0 para quando não há correlação.

Determinados os índices para cada caso apresentado, calculamos o índice de importância de cada ocorrência utilizando a equação 1:

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_{ci}}{\mu_{cot}} \quad (1)$$

Onde I_c é o índice de relevância para cada patologia, N é o número de critérios apresentadas no estudo de caso, para este trabalho apresentamos três diferentes tipos, sendo eles erro de projeto, erro de execução e erro de manutenção. μ_{ci} é a média dos índices de correlação para as causas das patologias e μ_{cot} é a soma das médias divididos por seus respectivos μ_{ci} para todas as manifestações patológicas indicadas.

O índice de perda de performance, por sua vez, é determinado através da classificação das manifestações patológicas de acordo com três critérios, referenciados também de Bauer (2020), sendo eles estrutural, estanqueidade e estética. Similar ao índice de relevância, foram adotados valores de 2 para correlação forte com um dos critérios, 1 para correlação fraca e 0 quando não há correlação.

Após determinar os valores dos índices para cada caso apresentado, calculamos o índice de importância de cada ocorrência usando a equação 2:

$$I_P = \frac{\sum_{i=1}^N p_{ki}}{P_{ktotal}} \quad (2)$$

Onde IP significa o índice de perda de performance, N é o número de patologias apresentadas nesse estudo de caso (para este trabalho apresentamos sete diferentes tipos), p_{ki} é a soma dos índices de correlação para os critérios de performance e p_{ktotal} é a soma de todos os p_{ki} 's para as manifestações patológicas apresentadas.

Com I_c e IP calculados, prosseguimos para o cálculo do índice de severidade, GI . Para determinação do índice, é necessário primeiramente calcular o indicador de importância, o qual é resultado da multiplicação dos índices de relevância e índices de performance. Feito isso, podemos obter o índice de severidade, dividindo o índice de importância de cada patologia pelo maior valor encontrado entre os índices. A Equação 3 demonstra o índice de importância, e a Equação 4 demonstra o índice de severidade.

$$I = I_c * I_P \quad (3)$$

$$GI = \frac{I}{I_{máx}} \quad (4)$$

Onde I representa o índice de importância, I_c índice de relevância, IP índice de performance e GI índice de severidade.

A combinação dos métodos de avaliação de Lichtenstein (1985) e Bauer (2020) otimizam e simplificam o entendimento de como cada ocorrência foi analisada e qual o seu impacto no funcionamento da estrutura, além de contribuir para uma decisão mais assertiva sobre quais condutas são factíveis de serem tomadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para classificar as patologias identificadas durante as inspeções na fábrica, foi elaborada a Tabela 4. Esta tabela apresenta as manifestações patológicas, juntamente com os critérios de classificação seguindo Lichtenstein (1985) e Bauer (2020).

Local da fábrica	Figura	Classificação Bauer	Classificação Lichtenstein
Piso térreo	7	Infiltração	
Piso térreo	8A	Infiltração	
Primeiro piso	8B	Infiltração	
Segundo piso	8C	Infiltração	
Pré-gel	9	Fissura	
Empacotamento	10	Fissura	
Ensaque	11	Fissura	
<i>Plansifters</i>	12	Trinca	
Caldeira	13A	Vazamentos	
Caldeira	13B	Vazamentos	
Piso térreo	14	Trinca	Identificável e Diagnosticável
Caldeira	15	Trinca	
Caldeira	16	Trinca	
Caldeira	17	Trinca	
Piso térreo	18	Armações aparentes (Estrutural)	
Piso térreo	19	Desgastes na estrutura	
Classificação de grãos	20	Desgastes na estrutura	
Expedição	21	Desgastes na estrutura	
Primeiro piso	22	Armações aparentes (Estrutural)	

Tabela 4: Categorização das manifestações patológicas.

Fonte – Autor (2024).

Após apresentar a classificação adotada, prosseguimos com as fotografias de cada caso, acompanhadas de uma breve explicação de seu conteúdo. A Figura 7 ilustra uma infiltração causada por um vazamento na tubulação localizada dentro da parede, resultando em danos à pintura.



Figura 7: Infiltração no piso térreo da planta.

Fonte – Autor (2024).

Nas figuras 8 A e 8 C também identificamos danos à pintura ou estrutura (Para a figura 8 B, já que a estrutura é de *Drywall*), essas foram ocasionadas por escoamento de água proveniente das chuvas. Com o grande volume de água escorrendo por essas superfícies, houve danos à pintura e *Drywall*.

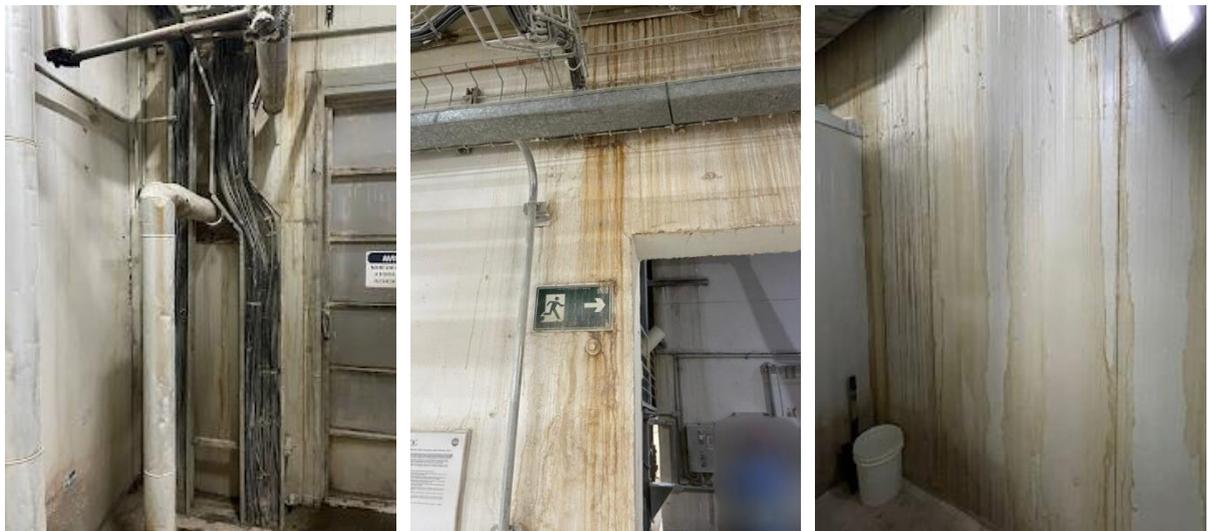


Figura 8A: Infiltração encontrada no piso térreo da planta. **8B-** Infiltração encontrada no primeiro pavimento da planta. **8C-** Infiltração encontrada no segundo pavimento da planta.

Fonte - Autor (2024).

A Figura 9 ilustra uma fissura horizontal localizada na linha do Pré-gel, provavelmente originada pela movimentação do portão instalado naquele local. Essa fissura pode ser classificada como geométrica, devido ao seu formato claramente delineado em linha reta na horizontal. Com a instalação do portão, a argamassa sofreu retração, gerando forças compressivas na estrutura que não haviam sido previstas nos cálculos de esforços, o que, por sua vez, ocasionou o aparecimento da fissura.

A figura 10 apresenta duas fissuras horizontais encontradas nas linhas de empacotamento, suas prováveis causas se encontram na sobrecarga sofrida pela estrutura pelo atrito que a máquina de empacotamento faz na parede e variações térmicas que ocorrem devido à operação da máquina, gerando assim sobrecargas nesse setor. Assim como na Figura 9, a fissura à esquerda (representada pelo retângulo maior) apresenta uma forma definida, com uma linha reta na horizontal, sendo classificada como fissura geométrica. Por outro lado, a fissura à direita (representada pelo retângulo menor) não possui um formato bem definido, sendo classificada como fissura mapeada, com possíveis causas relacionadas ao uso de materiais inadequados ou ao traço incorreto da argamassa.



Figura 9: Fissura encontrada na linha do Pré-gel, próxima a um dos portões de acesso.

Fonte - Autor (2024).



Figura 10: Fissura encontrada em uma das paredes do setor de empacotamento.

Fonte - Autor (2024).

Na Figura 11, é possível observar uma fissura no setor de ensaue, cuja provável causa é uma sobrecarga na estrutura. Isso ocorreu após uma reforma na planta, na qual foram adicionados novos andares, e a estrutura do setor de ensaue passou a absorver a carga de um desses andares. Assim, mais uma vez, uma sobrecarga de impactos não previstos afetou a construção da estrutura. Semelhante à fissura apresentada na Figura 10 (representada pelo retângulo menor), essa fissura não apresenta uma forma geométrica definida, sugerindo que outra possível causa seja o uso inadequado de materiais ou um traço incorreto da argamassa.

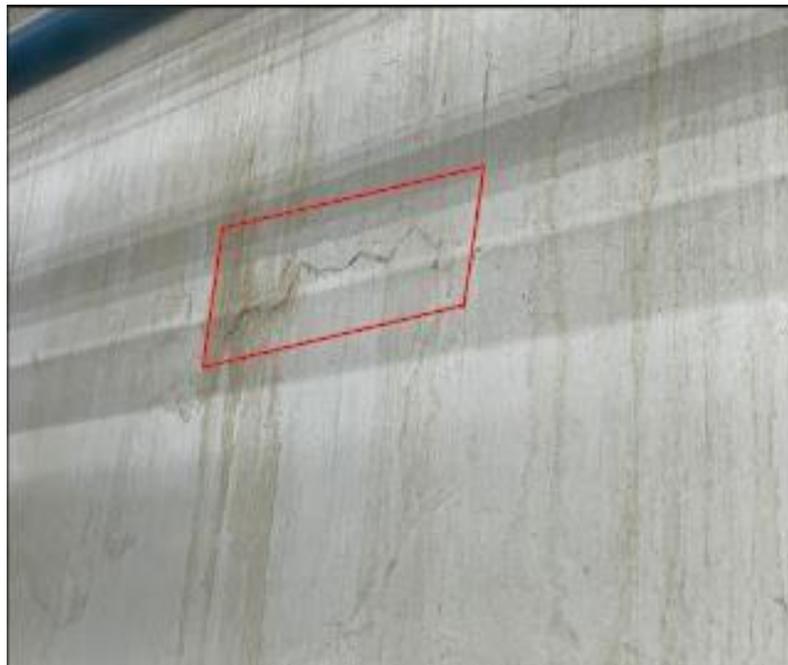


Figura 11: Fissura encontrada em uma das paredes do setor de ensaue.

Fonte - Autor (2024).

Na Figura 12, observa-se uma trinca no piso do primeiro pavimento, localizada logo abaixo de um dos *plansifters*, equipamentos usados para classificar grãos por granulometria por meio de atrito. O atrito gerado por vários *plansifters* causou sobrecarga no piso, resultando em diversas trincas ao longo dos andares que continham esse tipo de equipamento.



Figura 12: Trinca encontrada no piso do primeiro pavimento, abaixo de um dos plansifters.

Fonte - Autor (2024).

Nas Figuras 13A e 13B temos o vazamento de produtos químicos ocasionando o desgaste do piso da caldeira. Essas evidências podem causar uma gama de fatores como exemplo: exposição a produtos químicos diversos, tais como sais, ácidos e álcalis, utilizados em processos de produção, manutenção ou higienização de ambientes, máquinas e equipamentos. Tal exposição possivelmente ocorreu pela falta de manutenção preventiva e controle de qualidade da operação da caldeira.



Figura 13A e 13B: Desgaste do piso da caldeira resultante do vazamento de produtos químicos.

Fonte - Autor (2024).

Na Figura 14, em decorrência de vazamentos, houve o surgimento de manchas e trincas nas paredes localizadas no piso térreo da fábrica. Novamente temos trincas de classificação mapeadas pela forma aleatória que as trincas se dispõem, indicando uma possível causa em virtude de sobrecargas, que provavelmente foi ocasionada pela tubulação para mangueiras de incêndio localizada no local.



Figura 14: Manchas e trincas na parede resultantes de vazamentos, piso térreo da fábrica.

Fonte - Autor (2024).

As Figuras 15, 16 e 17 destacam as patologias conhecidas como fissuras e trincas, observadas nas paredes da entrada e outros locais da caldeira, localizada na área externa da fábrica. Considerando o contexto em que as estruturas estão, as possíveis causas das aberturas são a variação de temperatura, uma vez que para o funcionamento da caldeira é necessário a queima de lenha e produtos químicos, processo que gera altas temperaturas durante seu funcionamento, temperatura essa reduzida quando a caldeira não está em funcionamento. Tais variações ocasionam a dilatação da estrutura, além disso, a operação pode gerar também sobrecargas que contribuem para o surgimento das trincas no local.



Figura 15: Trincas na parede da entrada da caldeira.
Fonte - Autor (2024).



Figura 16: Trincas na parede no local da caldeira.
Fonte - Autor (2024).



Figura 17: Fissuras e trincas na tubulação da caldeira.

Fonte - Autor (2024).

Também podem ser vistas armaduras expostas nas paredes do piso térreo da fábrica (Figura 18). O acontecimento dessa separação pode ser devido a variados motivos, como por exemplo, dosagem inadequada do concreto, espaçamento insuficiente de armaduras, vibração inadequada e ainda lançamento do concreto a alturas elevadas.



Figura 18: Armações aparentes no piso térreo da fábrica.

Fonte - Autor (2024).

Foram encontrados também desgastes nas paredes de concreto localizados nos locais: piso térreo, separador de grãos, carga e descarga de veículos (Figuras 19, 20 e 21). Os desgastes evidenciados na fábrica provavelmente foram por abrasão, onde pode ter ocorrido vários atritos secos, provocando desgaste na superfície. O desgaste superficial das estruturas de concreto pode ocorrer por abrasão, erosão e cavitação, provocando perda progressiva de material (MEHTA; MONTEIRO, 2008).



Figura 19: Desgastes na parede resultantes de batidas de pallets e empilhadeiras, no piso térreo da fábrica.

Fonte - Autor (2024).



Figura 20: Desgastes na parede de concreto no separador de grãos.

Fonte - Autor (2024).



Figura 21: Desgaste nas paredes e barra de aço no local de carga/descarga de veículos.

Fonte - Autor (2024).

Na figura 22 podemos identificar uma abertura nas tubulações referentes ao primeiro piso da fábrica. A provável causa desse problema é a execução inadequada na etapa de concretagem dessa tubulação na laje, deixando as armaduras expostas.



Figura 22: Armações aparentes do primeiro piso da fábrica.

Fonte - Autor (2024).

Apresentados os registros fotográficos de todas as manifestações patológicas, seguiremos para as determinações dos índices referenciados de Bauer (2020) que foram obtidos através das equações 1 e 2. As tabelas 5, 6 e 7 correspondem aos índices adotados para cada patologia para determinação dos índices de correlação, performance e importância.

Local da fábrica	Figura	Tipo de Patologia	Índice de correlação (Erro de projeto).	Índice de correlação (Erro de execução).	Índice de correlação (Erro de uso / manutenção).	yci	ycot	Ic
Piso térreo	7	Infiltração	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Piso térreo	8A	Infiltração	1	1	2	4,00	6,45	0,62
Primeiro piso	8B	Infiltração	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Segundo piso	8C	Infiltração	1	1	1	3,00	5,45	0,55
Pré-gel	9	Fissura	1	2	1	4,00	6,21	0,64
Empacotamento	10	Fissura	1	2	1	4,00	6,21	0,64
Ensaque	11	Fissura	2	1	0	3,00	6,56	0,46
Plansifters	12	Trinca	2	2	0	4,00	7,32	0,55
Caldeira	13A	Vazamentos	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Caldeira	13B	Vazamentos	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Piso térreo	14	Trinca	0	2	1	3,00	4,10	0,73
Caldeira	15	Trinca	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Caldeira	16	Trinca	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Caldeira	17	Fissura	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Piso térreo	18	Armações aparentes (Estrutural)	0	2	2	4,00	5,10	0,78
Piso térreo	19	Desgastes na estrutura	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Separador de grãos	20	Desgastes na estrutura	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Expedição	21	Desgastes na estrutura	0	1	2	3,00	4,34	0,69
Primeiro piso	22	Armações aparentes (Estrutural)	1	2	2	5,00	7,21	0,69

Tabela 5: Índices de correlação adotados e índice de relevância para cada patologia.

Fonte - Autor (2024).

Os índices de correlação foram estabelecidos com base no histórico da patologia e em sua classificação. Nesse contexto, as infiltrações demonstraram a maior correlação com a execução e a manutenção, pois todas as ocorrências identificadas estavam relacionadas a práticas inadequadas de execução e à escassez ou inexistência de manutenção preventiva nas tubulações, que apresentaram vazamentos de líquidos, os quais acabaram infiltrando na construção.

No caso das fissuras e trincas, foram identificados dois cenários distintos na determinação dos índices de correlação. Nas patologias que ocorreram nas áreas internas da edificação (Figuras 9, 10 e 11), observou-se uma correlação entre os três fatores considerados: projeto, execução e manutenção. Isso se deve ao fato de que esses setores sofreram impactos decorrentes da reforma realizada na estrutura em 2021. Já nas patologias das áreas externas da edificação (Figuras 15, 16 e 17), as correlações mais fortes foram com os itens execução e manutenção. Como esses setores não passaram pela mesma reforma que as áreas internas, pode-

se concluir que as patologias resultaram de execuções inadequadas e da falta de manutenção preventiva.

Local da fábrica	Figura	Tipo de Patologia	Índice de performance (Estrutural).	Índice de performance (Estanqueidade).	Índice de performance (Estética).	pki	pktotal	Ip
Piso térreo	7	Infiltração	1	1	2	4,00	6,76	0,59
Piso térreo	8A	Infiltração	1	1	2	4,00	6,76	0,59
Primeiro piso	8B	Infiltração	1	0	2	3,00	4,05	0,74
Segundo piso	8C	Infiltração	1	0	2	3,00	4,05	0,74
Pré-gel	9	Fissura	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Empacotamento	10	Fissura	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Ensaque	11	Fissura	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Plansifters	12	Trinca	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Caldeira	13A	Vazamentos	2	2	1	5,00	9,15	0,55
Caldeira	13B	Vazamentos	2	2	1	5,00	9,15	0,55
Piso térreo	14	Trinca	0	1	2	3,00	6,08	0,49
Caldeira	15	Trinca	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Caldeira	16	Trinca	2	0	1	3,00	3,73	0,81
Caldeira	17	Fissura	2	0	2	4,00	4,73	0,85
Piso térreo	18	Armações aparentes (Estrutural)	2	0	2	4,00	4,73	0,85
Piso térreo	19	Desgastes na estrutura	1	0	1	2,00	3,05	0,66
Classificação de grãos	20	Desgastes na estrutura	1	0	1	2,00	3,05	0,66
Expedição	21	Desgastes na estrutura	1	0	1	2,00	3,05	0,66
Primeiro piso	22	Armações aparentes (Estrutural)	1	0	1	2,00	3,05	0,66

Tabela 6: Índices de performance adotados para cada patologia.

Fonte - Autor (2024).

Ao analisar os índices de performance, observam-se cenários que se repetem conforme o tipo de patologia. No caso das infiltrações, há uma correlação mais significativa com a estética da estrutura, uma vez que os vazamentos, em sua maioria, provocaram manchas nas pinturas das paredes, comprometendo sua aparência. Já para as fissuras e trincas, a correlação é mais expressiva com a performance da estrutura, pois sua ocorrência sugere um desequilíbrio na distribuição de cargas, afetando a eficiência, durabilidade e segurança da edificação.

Local da fábrica	Figura	Tipo de Patologia	Ic	Ip	I	GI
Piso térreo	7	Infiltração	0,70	0,58	0,41	0,60
Piso térreo	8A	Infiltração	0,64	0,58	0,37	0,54
Primeiro piso	8B	Infiltração	0,70	0,75	0,52	0,77
Segundo piso	8C	Infiltração	0,57	0,75	0,42	0,62
Pré-gel	9	Fissura	0,66	0,81	0,54	0,80
Empacotamento	10	Fissura	0,66	0,81	0,54	0,80
Ensaque	11	Fissura	0,48	0,81	0,39	0,57
Plansifters	12	Trinca	0,57	0,81	0,46	0,68
Caldeira	13A	Vazamentos	0,70	0,53	0,37	0,55
Caldeira	13B	Vazamentos	0,70	0,53	0,37	0,55
Piso térreo	14	Trinca	0,74	0,48	0,36	0,53
Caldeira	15	Trinca	0,70	0,81	0,57	0,84
Caldeira	16	Trinca	0,70	0,81	0,57	0,84
Caldeira	17	Fissura	0,70	0,85	0,60	0,88
Piso térreo	18	Armações aparentes (Estrutural)	0,79	0,85	0,68	1,00
Piso térreo	19	Desgastes na estrutura	0,70	0,66	0,46	0,68
Classificação de grãos	20	Desgastes na estrutura	0,70	0,66	0,46	0,68
Expedição	21	Desgastes na estrutura	0,70	0,66	0,46	0,68
Primeiro piso	22	Armações aparentes (Estrutural)	0,71	0,66	0,47	0,69

Tabela 7: Índices de relevância, perda de performance, importância e severidade.

Fonte - Autor (2024).

A Figura 23 apresenta um gráfico contendo os valores de I_c por tipo de patologia, onde compreendemos que o maior índice de relevância apresentado foi o do tipo “trinca”.

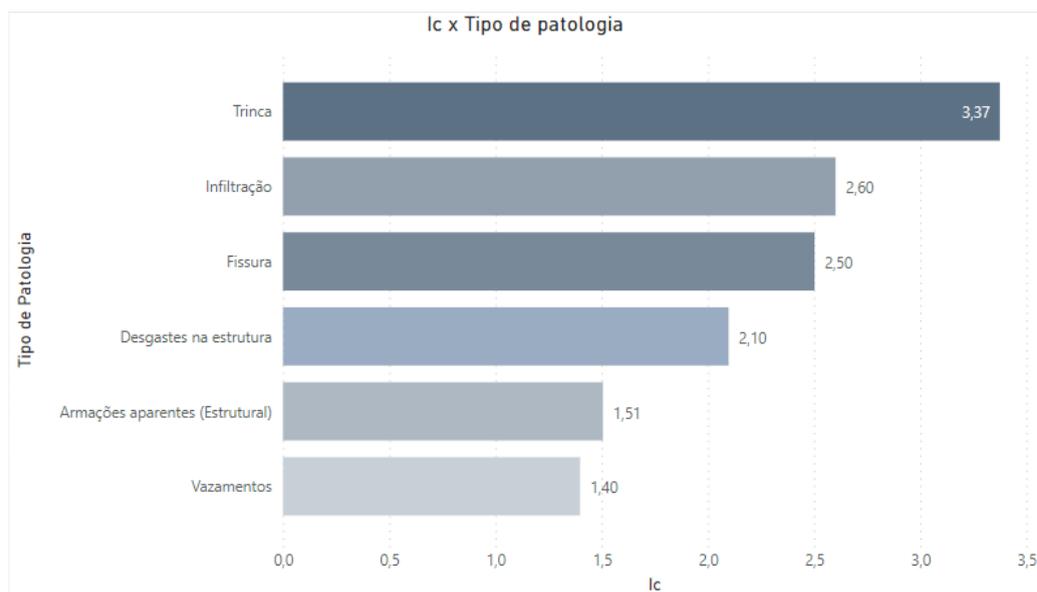


Figura 23: Índice de relevância de acordo com o tipo de patologia.

Fonte - Autor (2024).

A Figura 24 relaciona o índice de redução de *performance* de acordo com o tipo de patologia. Novamente percebemos que o tipo trinca foi o que obteve maior número de índice, indicando que não só é o mais relevante dentre os apontados, como também é o maior impactante na performance da estrutura.

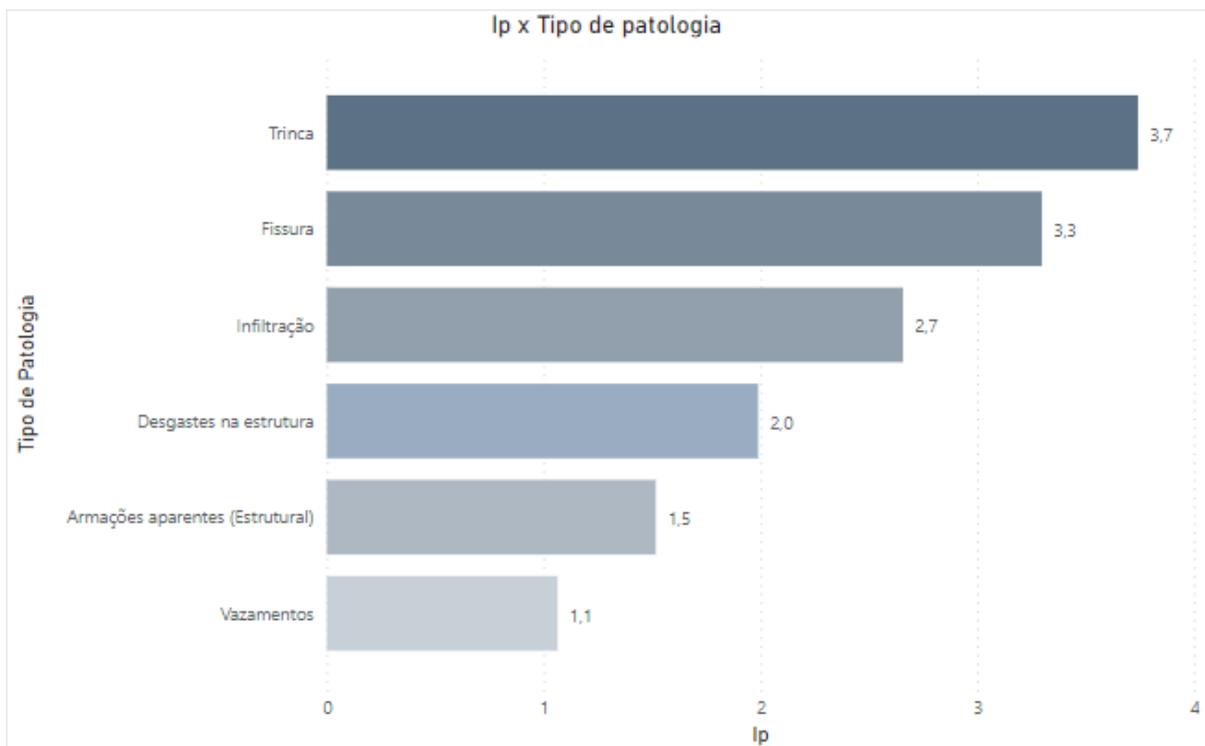


Figura 24: Índice de performance de acordo com o tipo de patologia.

Fonte - Autor (2024).

A Figura 25 relaciona o índice de importância por tipo de patologia, e a Figura 26, por sua vez, relaciona o índice de severidade por tipo de patologia.

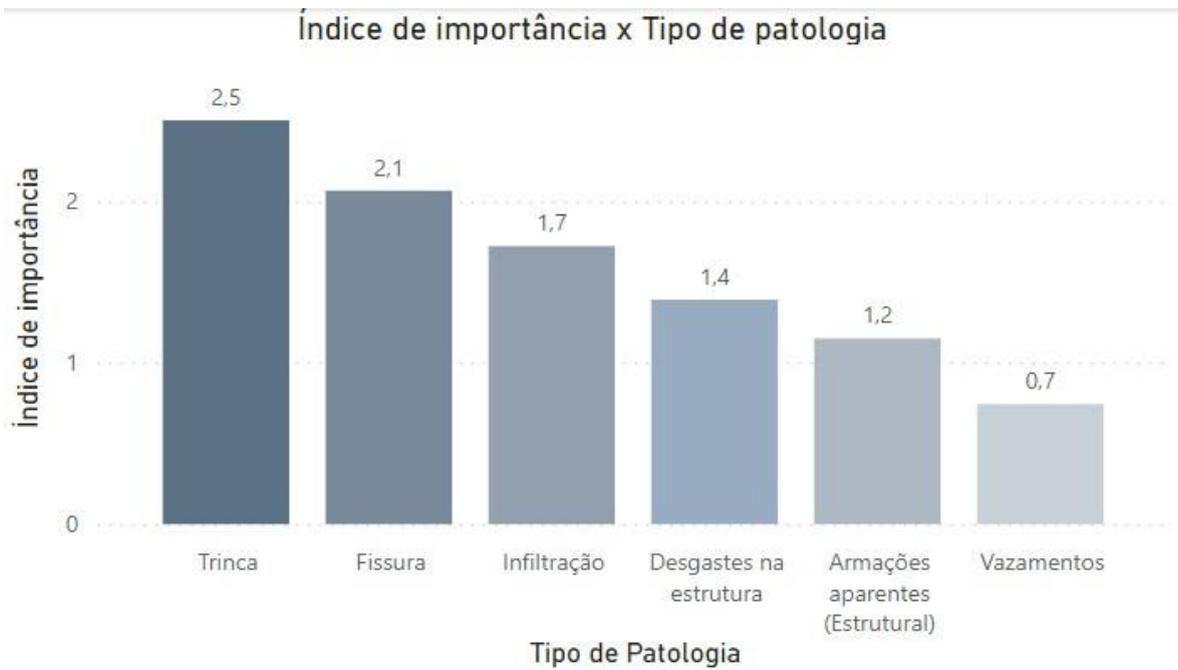


Figura 25: Índice de importância de acordo com o tipo de patologia.

Fonte - Autor (2024).

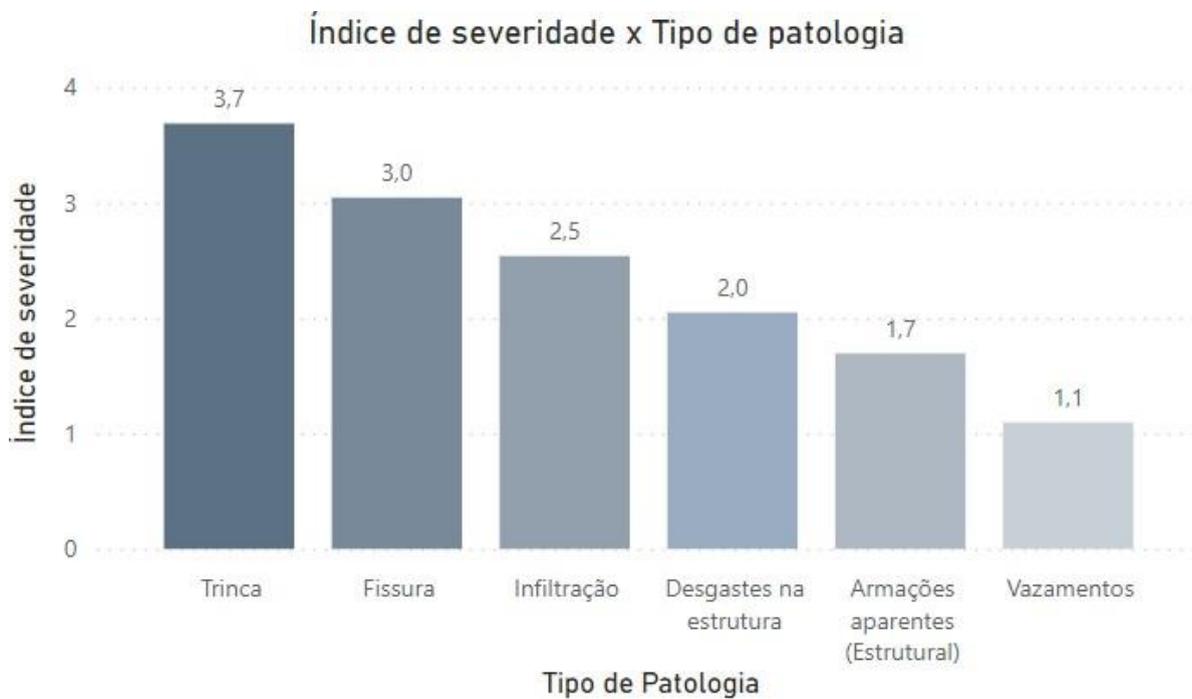


Figura 26: Índice de severidade de acordo com o tipo de patologia.

Fonte - Autor (2024).

Analisando todos os gráficos obtidos através do levantamento de dados, é nítido a percepção que o maior ofensor dentre os tipos de patologia levantados são as trincas, obtendo tanto índice de importância quanto índice de severidade superiores as demais categorias.

Após compreender quais tipos de patologias se consolidaram como mais relevantes e que mais afetam a *performance* da estrutura, iremos determinar as possíveis condutas a serem apontadas para cada manifestação patológica, entendendo que a priorização deve ser das trincas (maior ofensor), para os vazamentos (menor ofensor). As Tabelas 8 a 12 indicam as alternativas para resolução dos problemas patológicos apresentados até aqui neste trabalho.

Tipo de Patologia	Local	Nº da figura	Causa Raíz	Conduta sugerida	Consequência esperada
Trinca	<i>Plansifters</i>	12	Esforços não suportados pela movimentação de máquinas que estão na laje.	Reforçar a laje com aplicação de fibras de vidro ou carbono e preenchimento da trinca com argamassa ou resina epóxi.	Estabilizaçãoda estrutura, redistribuição de cargas, melhora no aspecto estético e funcional da área.
Trinca	Piso térreo	14	Sobrecargas na estrutura em virtude das tubulações presentes.	Revisão das tubulações presentes, para verificar se a pressão não está gerando sobrecarga na estrutura. Preenchimento das trincas com argamassa ou resina epóxi.	Estabilizaçãoda estrutura, redistribuição de cargas, melhora no aspecto estético e funcional da área.
Trinca	Caldeira	15	Variações de temperatura e sobrecarga na estrutura devido à operação da caldeira.	Reforços estruturais nas áreas da caldeira afetadas, por meio de tirantes e placas de aço; Isolamento térmico das áreas sensíveis às variações térmicas.	Eliminação das trincas, melhorando a condição da estrutura e o ambiente onde se localiza a caldeira.
Trinca	Caldeira	16		Preenchimento das trincas com argamassa ou resina epóxi.	
Trinca	Caldeira	17		Preenchimento das trincas com argamassa ou resina epóxi.	

Tabela 8: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo trinca.

Fonte - Autor (2024).

Tipo de Patologia	Local	Nº da figura	Causa Raíz	Conduta sugerida	Consequência esperada
Infiltração	Piso térreo	7	Vazamento de tubulação próxima a estrutura.	Identificar os locais de vazamento, através da utilização de ferramentas como detector de umidade ou câmera termográfica. Após identificado, substituir ou realizar reparos nas tubulações danificadas.	Eliminação da infiltração, proteção contra umidade e preservação da integridade estrutural.
Infiltração	Piso térreo	8A	Vazamento de tubulação próxima a estrutura.	Identificar os locais de vazamento, através da utilização de ferramentas como detector de umidade ou câmera termográfica. Após identificado, substituir ou realizar reparos nas tubulações danificadas.	Eliminação da infiltração, proteção contra umidade e preservação da integridade estrutural.
Infiltração	Primeiro piso	8B			
Infiltração	Segundo piso	8C			

Tabela 9: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo infiltração.

Fonte - Autor (2024).

Tipo de Patologia	Local	Nº da figura	Causa Raíz	Conduta sugerida	Consequência esperada
Fissura	Pré-gel	9	Esforços não suportados pela movimentação de portão próximo à estrutura.	Preencher as fissuras com um material de reparo específico para concreto, como argamassas de reparo industrial. Posteriormente instalar reforços como vigas ou suportes adicionais próximos ao portão.	Distribuição equilibrada das cargas, evitando novos surgimentos de fissuras.
Fissura	Empacotamento	10	Esforços não previstos em projeto de reforma.	Preencher as fissuras com um material de reparo específico para concreto, como argamassas de reparo industrial. Analisar detalhadamente a estrutura para mapeamento dos locais onde ocorrem os esforços adicionais. Após identificados, instalar reforços como vigas ou suportes adicionais.	Adequação das estruturas sobre as condições de cargas adicionais e prevenção de novas fissuras.
Fissura	Ensaque	11			

Tabela 10: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo fissura.

Fonte - Autor (2024).

Tipo de Patologia	Local	Nº da figura	Causa Raíz	Conduta sugerida	Consequência esperada
Armações aparentes (Estrutural)	Piso térreo	18	Execução inadequada	Realização de uma nova aplicação de concreto, de maneira correta no local da execução inadequada.	Melhoria na qualidade de execução, estética, serviço e eliminação das estruturas aparentes.
Armações aparentes (Estrutural)	Piso térreo	21			
Desgastes na estrutura	Piso térreo	19	Impacto de empilhadeiras.	Reparação ou substituição das seções de Dry Wall e aplicação de uma nova camada de acabamento. Instalação de barreiras de proteção.	Recuperação da integridade, estética e funcionalidade das paredes e proteção contra impactos futuros.
Desgastes na estrutura	Piso térreo	20	Impacto de veículos (Caminhões).	Reparo com argamassa e reboco nas regiões danificadas e instalação de barreiras de proteção nas áreas mais vulneráveis.	Melhoria nas condições estéticas e estruturais das regiões afetadas, e proteção contra impactos futuros.

Tabela 11: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas dos tipos armações aparentes e desgastes na estrutura.

Fonte - Autor (2024).

Tipo de Patologia	Local	Nº da figura	Causa Raíz	Conduta sugerida	Consequência esperada
Vazamentos	Caldeira	13A	Vazamento de líquidos na laje.	Identificar os locais de vazamento, através da utilização de ferramentas como detector de umidade ou câmara termográfica. Após identificados, reparar ou substituir as tubulações.	Prevenção de danos adicionais, melhoria na segurança e operação e redução de custos de reparo futuros.
Vazamentos	Caldeira	13B			

Tabela 12: Conduta sugerida e consequência esperada para as manifestações patológicas do tipo vazamentos.

Fonte - Autor (2024).

4 CONCLUSÃO

A vistoria realizada no site da fábrica permitiu uma análise detalhada das manifestações patológicas presentes na estrutura. Durante a inspeção, foram identificadas diversas patologias, incluindo fissuras, infiltrações e trincas, que comprometiam a integridade e a segurança da edificação.

Através dos métodos de classificação de patologias em construções civis utilizados nesse estudo, foi possível categorizar e avaliar a severidade de cada manifestação patológica encontrada. Este estudo não apenas identificou as causas subjacentes dessas patologias, mas também propôs condutas corretivas eficazes para cada uma delas. As medidas adotadas incluíram reparos estruturais, impermeabilização de áreas afetadas e tratamento de corrosão, garantindo a restauração da funcionalidade e segurança da fábrica.

A relevância deste estudo para a fábrica analisada é evidente, pois as ações corretivas sugeridas podem resultar em melhorias significativas na segurança e durabilidade da estrutura. Em suma, o estudo demonstrou a importância de uma vistoria minuciosa e da aplicação de métodos de classificação de patologias para a identificação e correção de problemas estruturais em edificações industriais. A abordagem sistemática adotada neste trabalho pode servir como referência para futuras inspeções e manutenções em instalações similares, contribuindo para a longevidade e segurança das construções civis na região.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749: Revestimento de Paredes e Teto de Argamassa Inorgânica** - Especificação. Rio de Janeiro 2013.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização** – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ANDRADE, M. C.; DAL MOLIN, D. C. C. **Considerações quanto aos trabalhos de levantamento de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado nordeste**. In: Anais do IV CONGRESSO IBERO AMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES. Porto Alegre, RS. 1997.

AZEVEDO, M. T. **Patologia das Estruturas de Concreto**. In: ISAIA, G. C. (Ed.). Concreto – Ciência e Tecnologia. v.2; São Paulo, 2011.

BAUER, Elton; PIAZZAROLLO, Carla Bozzi; SOUZA, Jéssica Siqueira de; SANTOS, Danilo Gonçalves dos. **Relative importance of pathologies in the severity of facade degradation**. Journal of Building Pathology and Rehabilitation, 2020.

BERTI, J. V. M; et al. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**, v.12, n.26, 2019.

BOLINA, F.; TUTIKIAN, B.; HELENE, P. **Patologia de estruturas**. 2019. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

BROOMFIELD, J. P. **Corrosion on Steel in Concrete**, 1.^a edição. Londres, E. & Fn Spon, 1997.

CARMO, P. O. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional. CREA, RS, 2003.

DANIEL, V. R; HELENE, P. **Corrosão em Estruturas de Concreto: Teoria, Controle e Métodos de Análise**. Elsevier, 240p. 2014.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 1992.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Escola Politécnica de Engenharia Civil, Rio de Janeiro – RJ.

KAGEYAMA, T; KISHI; M. As interferências do processo construtivo da alvenaria estrutural na redução dos custos na construção arquitetônica. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, v. 6, n. 6-10, 2006.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações: São Paulo: Escola Politécnica da USP**, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008. 674 p.

NEVES, M. B. J; VAZQUEZ, E. G. **Patologias das estruturas**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 22, n. 22, p. 11-19, jan. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/511>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

OLIVEIRA, A. M. D. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

PINTAN; M. N. **manifestações patológicas e estudos da corrosão presente em pontes do Recife**. 2013. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco.

SAHADE, R. F; MACHADO, L. V; CAVANI, G. R. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em revestimentos de vedação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 10, 2013, Fortaleza Anais. Fortaleza: Univ. Federal do Ceará, 2013. 15 p.

SANTUCCI, J. **Patologia e desempenho das construções**. Crea-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo (SP): PINI, 1998.

TAGUCHI, M. K. Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações, 2010.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios. São Paulo, 2007. (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – 1989).

VERÇOZA, Ê. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991. 172p.

ZANZARINI, J. C. As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras. Paraná. 2018.