



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FRANCISCO ROMÁRIO DE OLIVEIRA LUCAS

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESCOLA PÚBLICA
DO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA - CE**

MOSSORÓ

2023

FRANCISCO ROMÁRIO DE OLIVEIRA LUCAS

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESCOLA PÚBLICA
DO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA - CE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel

MOSSORÓ

2023

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma pode servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L933e Lucas, Francisco Romário de Oliveira.
Estudo das manifestações patológicas em uma
escola pública do município de Jaguaruana - CE /
Francisco Romário de Oliveira Lucas. - 2023.
58 f. : il.

Orientador: Marcelo Tavares Gurgel .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2023.

1. Patologias. 2. Edificações. 3. Construção
Civil. I.Gurgel , Marcelo Tavares, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO ROMÁRIO DE OLIVEIRA LUCAS

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA ESCOLA PÚBLICA
DO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA - CE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 19/ 05/ 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel (UFERSA)
Presidente

Prof^a. Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Lucas Ramos da Costa (FACENE)
Membro Examinador

Dedico aos meus avós maternos Francisco Ferreira (Chico Marco) e Rita Maria, avô paterno João Lucas, minha tia Socorro (Boboia), sei que vocês estão muito felizes por minha conquista (In Memoriam).

*Pai e mãe que sempre
me ajudaram a
realizar meus sonhos. (presentes)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e entendimento. Sem Sua graça e orientação, não teria sido possível chegar até aqui. A Ti, ó Deus, toda honra e toda glória.

Agradeço aos meus pais Francisco Lucas e Maria Ferreira que sempre me apoiaram e encorajaram em todas as etapas da minha vida acadêmica. Sem o amor, a paciência e a dedicação de vocês, eu não teria chegado até aqui.

Agradeço a Amelia, Gilvan e Sara, que me acolheram em sua casa e me proporcionaram um lugar seguro e confortável para morar enquanto eu me dedicava aos estudos. Sem o apoio e a generosidade de vocês, teria sido muito mais difícil alcançar este objetivo.

Agradeço Orientador Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel por ter aceitado o desafio de me orientar neste trabalho.

Porque Deus amou o mundo de tal maneira
que deu o seu Filho unigênito, para que todo
aquele que nele crê não pereça, mas tenha a
vida eterna.

João 3:16

RESUMO

A patologia das construções pode ser entendida como a verificação das irregularidades e falhas que ocorrem nas edificações. Naturalmente estruturas apresentam patologias com o passar dos anos devido ao seu desgaste, por isso é importante ter um estudo aprofundado dos problemas construtivos. Esta pesquisa tem como objetivo identificar, analisar as causas e propor soluções para as anomalias encontradas em uma escola de ensino fundamental localizada no município de Jaguaruana-CE. O estudo foi realizado durante o mês de janeiro de 2023. A metodologia utilizada no trabalho consistiu na realização de visitas à escola, onde se empregou a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) na determinação da ordem de priorização de reforma das anomalias. Diante dos resultados obtidos constatou-se que a corrosão das armaduras e destacamento do concreto necessitam de correções mais urgente, e que o principal agente causador das anomalias encontrada na edificação é a umidade. Verificou-se ainda, que a falta de manutenção é principal fator para o aparecimento das patologias. É responsabilidade do poder público planejar e implementar medidas para corrigir esses problemas.

Palavras-chave: Patologias; Edificações; Construção civil.

ABSTRACT

The pathology of buildings can be understood as the verification of irregularities and failures that occur in buildings. Naturally structures present pathologies over the years due to their wear, so it is important to have an in-depth study of construction problems. This research aims to identify, analyze the causes and propose solutions to the anomalies found in an elementary school located in the city of Jaguaruana-CE. The study was conducted during the month of January 2023. The methodology used in the study consisted of visits to school, where the GUT matrix (Gravity, Urgency and Tendency) was used to determine the order of prioritization of anomalies reform. Given the results obtained it was found that the corrosion of reinforcement and detachment of concrete need more urgent corrections, and that the main causative agent of the anomalies found in the building is moisture. It was also found that the lack of maintenance is the main factor for the appearance of pathologies. It is the responsibility of the government to plan and implement measures to correct these problems.

Keywords: Pathologies; Buildings; Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	– Desempenho ao longo do tempo.....	19
Figura 02	– Fissuras geométricas	20
Figura 03	– Fissuras mapeadas,...	21
Figura 04	– Aspectos visuais de fissura, trinca e rachadura.....	22
Figura 05	– Frente de carbonatação e alteração do pH ao longo do tempo	24
Figura 06	– Perda da Camada passivadora e corrosão das armaduras	24
Figura 07	– Corrosão da armadura	25
Figura 08	– Célula de corrosão eletroquímica em concreto armado.....	26
Figura 09	– Mofo e Bolor	27
Figura 10	– Presença de eflorescência em alvenaria cerâmica.....	28
Figura 11	– Destacamento Cerâmico	29
Figura 12	– Descascamento de pintura	30
Figura 13	– Mapa localização do município de Jaguaruana	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Frequência das origens das manifestações patológicas	17
-----------	---	--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	–	Classificação fissuras, trincas e rachaduras.....	21
Quadro 02	–	Matriz GUT.....	31
Quadro 03	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 01.....	34
Quadro 04	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 02.....	35
Quadro 05	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 03.....	36
Quadro 06	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 04	37
Quadro 07	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 05	38
Quadro 08	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 06	39
Quadro 09	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 07	40
Quadro 10	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 08	41
Quadro 11	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 09	42
Quadro 12	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 10	43
Quadro 13	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 11	44
Quadro 14	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 12	45
Quadro 15	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 13	46
Quadro 16	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 14	47
Quadro 17	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 15	48
Quadro 18	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 16	49
Quadro 19	–	Diagnóstico das Patologias – Caso 17	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Vida útil de Projeto mínima (VUP)	18
Tabela 2	–	Análise GUT	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Definição das Patologias Construtivas e suas Origens	16
2.2	Vida Útil e Durabilidade das Edificações	17
2.3	Principais Patologias das Construções	19
2.3.1	Trincas e Fissuras	19
2.3.2	Corrosão das Armaduras	23
2.3.2.1	Carbonatação	23
2.3.2.2	Processo Corrosivo	25
2.3.3	Mofo e Bolor	27
2.3.4	Eflorescência	28
2.3.5	Destacamento cerâmico	29
2.3.6	Descascamento	30
2.4	Matriz GUT	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	Estudo de Caso	32
3.2	Local da Pesquisa	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Patologias Detectadas e Suas Soluções	33
4.2	Análise matriz GUT	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Os defeitos e falhas presentes nas edificações pode ser entendido como patologias construtivas. Elas podem ser originadas por defeitos em materiais de construção, projetos mal feitos, falhas durante a execução da obra, problemas relacionados a uso e manutenção, dentre outros.

As anomalias, defeitos ou “doenças” que se observam superficialmente nos elementos são chamadas de manifestações patológicas. Uma manifestação patológica é tudo aquilo que se vê, e é observado e apresentado como indício de um problema. Por exemplo, manchas de bolor, infiltração, carbonatação, trincas e fissuras, destacamento cerâmico e etc. (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019)

Com o passar dos anos as edificações apresentam defeitos devido ao desgaste natural de seus elementos, por isso é importante ter um estudo aprofundado de como funciona as patologias nas construções, saber identificar os defeitos construtivos, as suas origens, causas, como prevenir e corrigir é fundamental para ter o reparo correto das anomalias.

Nos ambientes de ensino, os riscos envolvidos são ainda maiores, uma vez, que grande parte dos usuários da edificação são crianças, implicando em maior necessidade de cuidado na manutenção da edificação, para não os expor a riscos decorrentes de processo patológicos. Por isso, é importante orientar os responsáveis pela edificação (Administração pública) sobre os riscos associados a processos patológicos nas escolas, para que possam tomar as medidas adequadas. (MORAIS et al, 2020)

De maneira geral não é comum à realização de manutenções periódicas nas edificações, principalmente em instituições públicas. O grande acúmulo de patologias em uma mesma edificação proporciona funcionamento crítico da estrutura, essa demora em corrigir as anomalias construtivas obriga o poder público a realizar uma grande reforma ou até mesmo a reconstrução da edificação, deixando o serviço mais caro. É mais eficiente para gestão pública curar a patologia logo na fase inicial, mantendo o prédio sempre conservado com boas condições de uso e assim evitando grandes gastos de dinheiro público.

A maioria das escolas públicas foram construídas há muitos anos atrás e, geralmente, não recebem intervenções periódicas ao longo do tempo. A falta de manutenções e inspeções regulares para corrigir as patologias acaba resultando na deterioração de sua infraestrutura. É necessário que os órgãos públicos procurem formalizar um plano de estudos e inspeções regulares nas escolas, com objetivo de identificar e solucionar os problemas causados pelas patologias.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar, analisar as causas e propor soluções para as manifestações patológicas encontradas em uma escola pública do município de Jaguaruana – CE.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as manifestações patológicas na edificação
- Propor medidas corretivas eficientes para cada manifestação patológica encontrada
- Identificar a ordem de prioridades de correção das patologias, através do método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição das Patologias Construtivas e Suas Origens

Patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema. (HELENE, 1992)

As origens das manifestações patológicas não estão relacionadas a um único fator, e sim, a um conjunto de variáveis, que podem ser classificadas de acordo com a sua origem, sendo de suma importância um maior controle na qualidade de cada etapa. O planejamento adequado, preparação da equipe, fiscalização e manutenção regulares ajuda na diminuição dos problemas patológicos (MACHADO, 2017).

Entre as patologias mais comum encontrada em residências, a maioria dos danos são relacionados umidade, falhas na impermeabilização, trincas, fissuras, descolamento de revestimento, etc. Um dos fatores que contribui para o aparecimento dos defeitos é a falta de novas técnicas construtivas, ainda existem muitos locais onde a construção é realizada de maneira arcaica e por profissionais não qualificados (GALDINO et al, 2016).

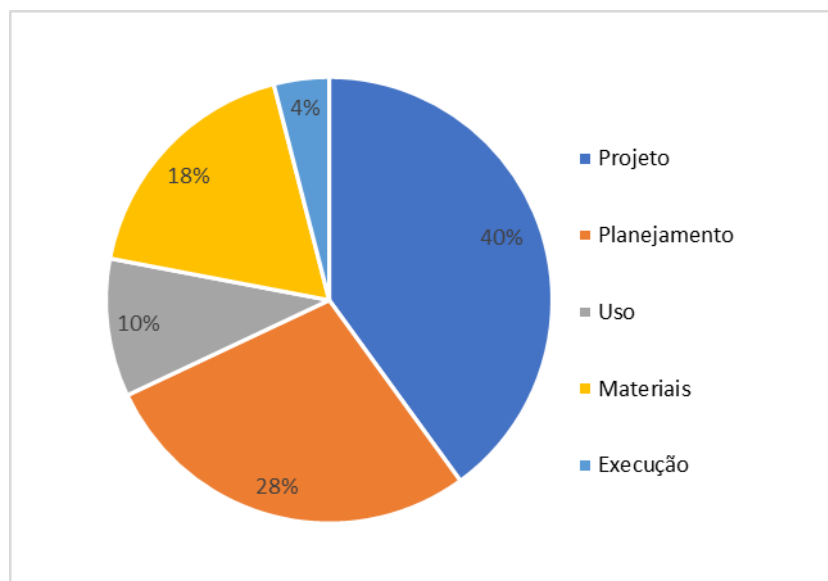
A indústria da construção civil tem sido uma das que mais cresceu nos últimos anos, devido à alta demanda por projetos relacionados à urbanização, mudança e expansão do mercado. O setor de obras está sempre buscando pela eficiência e cada dia mais estão surgindo novos produtos que são mais econômicos e que possuem maior durabilidade (BRITO, NETO E JÚNIOR, 2021).

Por outro lado, as técnicas de projetar trabalhos de manutenção continuaram as mesmas, dando importância por parte dos interessados na construção civil, apenas ao projeto estrutural e o das instalações elétricas e hidráulico-sanitárias. Nos dias atuais essa postura tem mudado, os engenheiros tem adotado uma nova cultura que valoriza a realização de investimentos em novas técnicas construtivas (SOUZA, 2008).

Para (POSSAN, 2010), à comunidade técnico-científica deve fornecer subsídios a projetistas e construtores em geral, de como minimizar os efeitos da degradação das estruturas de concreto (novas ou existentes), evitando o aparecimento precoce de manifestações patológicas e catástrofes. A etapa de projeto é o momento ideal para que as medidas preventivas sejam efetivamente implementadas, visando garantir a durabilidade e segurança das estruturas ao longo do tempo.

No gráfico 1 verifica-se que a maioria das patologias construtivas está na fase de projeto e planejamento, pois é nesta fase que se definem todos os detalhes da construção. Desta forma, o projeto deve ser bem elaborado e deve receber revisão constante para minimizar os erros em relação ao que foi planejado, visando sempre buscar novas técnicas para evitar o aparecimento de eventos patológicos.

Gráfico 1: Frequência das origens das manifestações patológicas.



fonte: ADAPTADO (BOLINA, 2019) APUB (HELENE, 1992)

Determinar a origem exata do problema permite identificar legalmente a pessoa responsável pela falha. Se os problemas surgirem durante a fase de projeto, a responsabilidade recai sobre o projetista; se o problema estiver relacionado à qualidade do material, a responsabilidade é do fabricante; se a falha ocorreu durante a fase de implementação, a responsabilidade é da mão de obra, à fiscalização ou à construtora envolvida; e, se o problema ocorrer durante a etapa de uso, a responsabilidade será do usuário, desde que tenha recebido as devidas instruções. (BOLINA, TUTIKIAN, HELENE, 2019)

2.2 Vida Útil e Durabilidade das Edificações

A NBR 15575-1 é a norma técnica brasileira de desempenho das edificações habitacionais. Aplicam-se aos sistemas que compõem edificações habitacionais, projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção que atendam às instruções

do manual de uso, operação e manutenção. A NBR 15575-1 traz definições importantes. (ABNT, 2021)

- **Vida útil (VU)** – É o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas, se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos. Levando em conta a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção.
- **Vida útil de projeto (VUP)** - Intervalo previsto de tempo para o qual um sistema é projetado. A vida útil de projeto é uma estimativa realizada durante a fase de projeto para definir o período de tempo esperado em que o edifício deverá atender às necessidades dos usuários.
- **Durabilidade** - Capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção.

Ainda de acordo com a NBR 15575-1 o projeto deve especificar o valor teórico para vida útil de projeto para cada sistema que compõe a estrutura, não pode ser menor que os valores presentes na Tabela 1. (ABNT, 2021)

Tabela 1: Vida útil de Projeto mínima (VUP)

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	≥ 50 Conforme ABNT NBR 8681
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

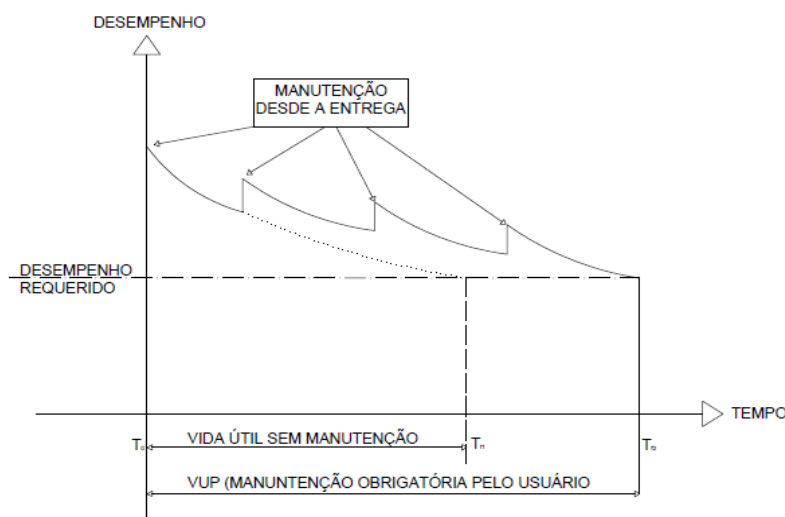
* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037

fonte: (ABNT, 2021)

O acompanhamento da edificação ao longo do tempo se faz necessário para se observar o seu “funcionamento”. As atividades de manutenção compreendem o acompanhamento do desempenho de um sistema ao longo de sua vida útil, evidenciando a necessidade ou não de reparar ou substituir elementos do sistema e aplicar medidas para garantir a estabilidade estrutural e o bom funcionamento. Por isso, a manutenção é um processo contínuo e necessário na gestão de um edifício. Uma edificação só conseguirá atingir a vida útil especificada no projeto se forem realizadas uma série de manutenções durante sua fase de uso (BOLINA, TUTIKIAN, HELENE, 2019).

Na Figura 01 verifica-se o comportamento de uma edificação ao longo de sua vida útil. É possível observar que realizar manutenções ao longo do tempo melhora o desempenho da edificação e como consequência aumenta a sua vida útil.

Figura 01: Desempenho ao longo do tempo



fonte: (ABNT, 2021)

2.3 Principais Patologias das Construções

2.3.1 Trincas e Fissuras

As trincas podem começar a surgir, de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção; os profissionais ligados ao assunto devem se conscientizar de que muito pode ser feito para minimizar-se o problema, pelo simples fato de reconhecer-se que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis. Antes de

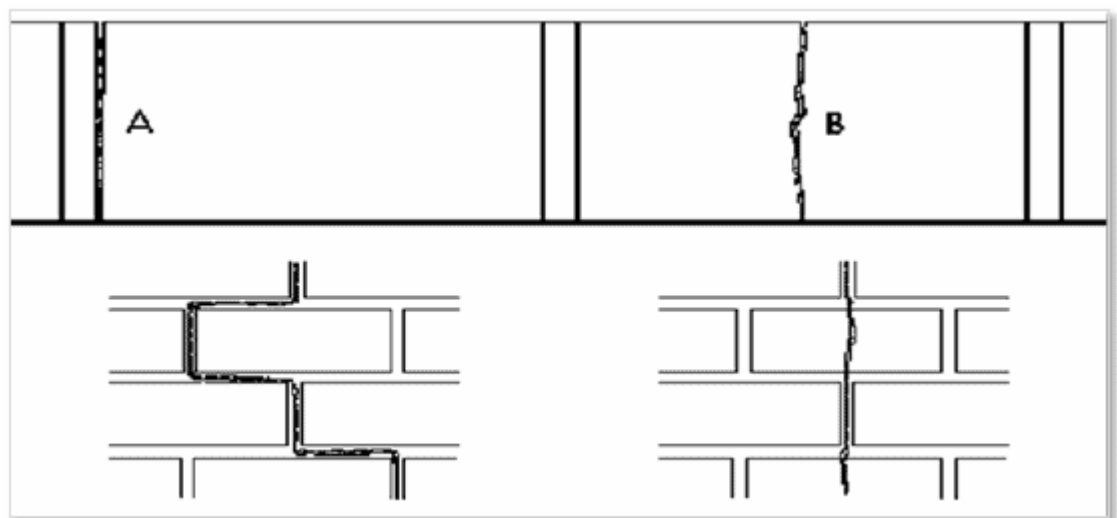
elaborar, os projetistas precisam conhecer bem os materiais de construções a serem utilizados e devem levar em consideração não apenas a estética do projeto, mas também os custos de manutenção e durabilidade (THOMAS, 2020).

A classificação de fissuras em estruturas, podem ser divididas em dois tipos: fissuras geométricas e fissuras mapeadas. As fissuras geométricas geralmente são as que seguem a geometria da própria estrutura, como por exemplo, uma fissura que acompanha o bloco cerâmico. As fissuras mapeadas apresentam um desenho diferente da geométrica, e podem ser causadas por fatores como a retração da argamassa ou o excesso de cimento, que tornam o reboco mais rígido (CHAVES, 2017).

Na Figura 02 verifica-se o comportamento das fissuras geométricas, no caso A, a fissura contorna o tijolo cerâmico e no caso B ela corta o tijolo cerâmico em linha reta.

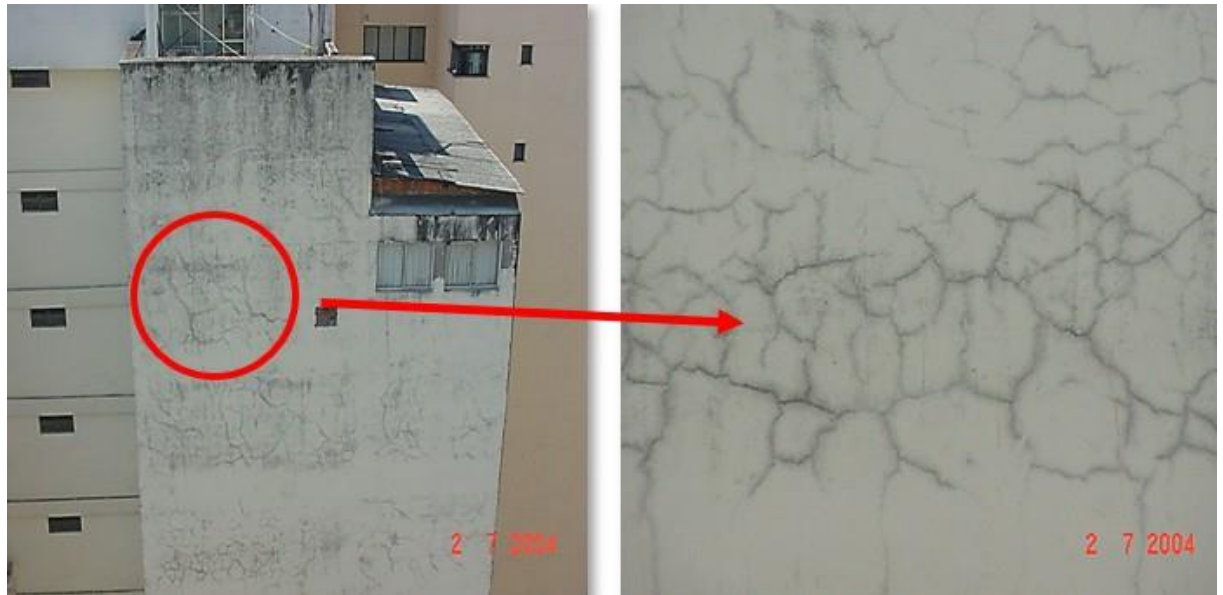
Na Figura 03 é possível observar que a fissura forma um desenho ao longo da superfície da fachada.

Figura 02: Fissuras geométricas



fonte: (SAHADE,2005) APUB (ELDRIDGE, 1982)

Figura 03: Fissuras mapeadas



fonte: (SAHADE,2005)

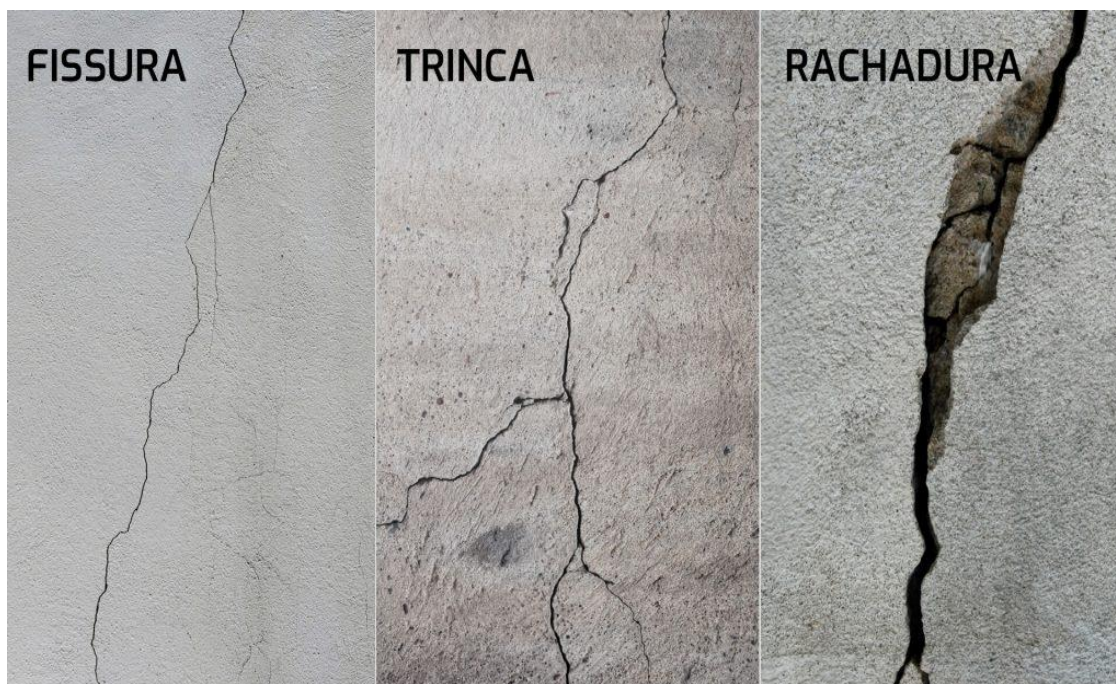
Entretanto há uma diferença entre trincas e fissuras. As fissuras são pequenas, finas e alongadas ao longo do material, geralmente de gravidade superficial, mas que pode evoluir para uma trinca, que por sua vez são aberturas mais profundas onde há separação entre as partes como no caso de uma parede. (GALDINO et al, 2016). As trincas podem evoluir para rachaduras se não forem recuperadas em tempos. O quadro 01 mostra a classificação das fissuras, trincas e rachaduras de acordo com o seu tamanho e a figura 04 apresenta os aspectos visuais.

Quadro 1: Classificação fissuras, trincas e rachaduras

ANOMALIAS	ABERTURAS
Fissuras	Até 0,5 mm
Trincas	de 0,5 a 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0

fonte: (Adaptado de OLIVEIRA, 2012)

Figura 04: Aspectos visuais de fissura, trinca e rachadura



fonte: (DALLMINAS,2022)

Fissuras passivas são aquelas que estão estáveis e não variam com o tempo, ou seja, não apresentam mudanças em sua espessura ou comprimento ao longo do tempo. Por outro lado, fissuras ativas são aquelas que sofrem variações no decorrer do tempo, ou seja, sua espessura e comprimento aumentam continuamente, podendo ser um indicativo de que algo não está funcionando de maneira correta. (MAGALHÃES et al, 2021)

(THOMAS, 2020), ressalta que os elementos e componentes de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, sazonais e diárias. Essas variações repercutem numa variação dimensional dos materiais de construção (dilatação ou contração); no caso desses materiais estarem impedidos de se locomover, podem gerar tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras e trincas.

Considerando a influência que as fissuras têm diretamente no concreto (atingindo a vida útil da edificação) e as grandes variações térmicas ocorrentes no Brasil, onde temos épocas muito quentes e secas, e outras frias e úmidas. É crucial possuir conhecimento sobre o assunto para prevenir o surgimento de fissuras e, caso elas ocorram, ser capaz de avaliá-las e tratá-las de maneira correta. (RESENDE, MARTINS, FREITAS, 2018)

As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material, enquanto a diminuição desse teor provoca uma contração.

Se houver restrições ou impedimentos a esses movimentos, como por exemplo, vínculos ou restrições estruturais, isso pode resultar em fissuras ou rachaduras nos elementos e componentes do sistema construtivo. (THOMAS, 2020)

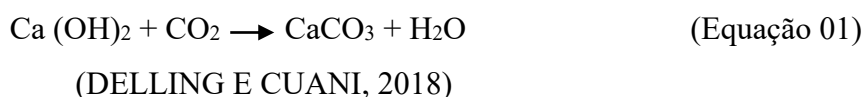
2.3.2 Corrosão das Armaduras

2.3.2.1 Carbonatação

A carbonatação, fenômeno em que o pH de materiais cimentícios é reduzido, ocorre pela reação físico-química entre os compostos hidratados do cimento e o CO₂ da atmosfera. (PAULETTI, POSSAN, MOLIN, 2007)

A carbonatação é um processo de neutralização da fase líquida intersticial saturada do hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e outros compostos hidratados da matriz cimentante, pelo dióxido de carbono (CO₂) que precipitam como carbonato de cálcio (CaCO₃) na presença de umidade (H₂O). (POSSAN, 2010)

A principal reação de carbonatação no concreto ocorre entre o gás carbônico e o hidróxido de cálcio, conforme é apresentado na Equação 01. (DELLING E CUANI, 2018)



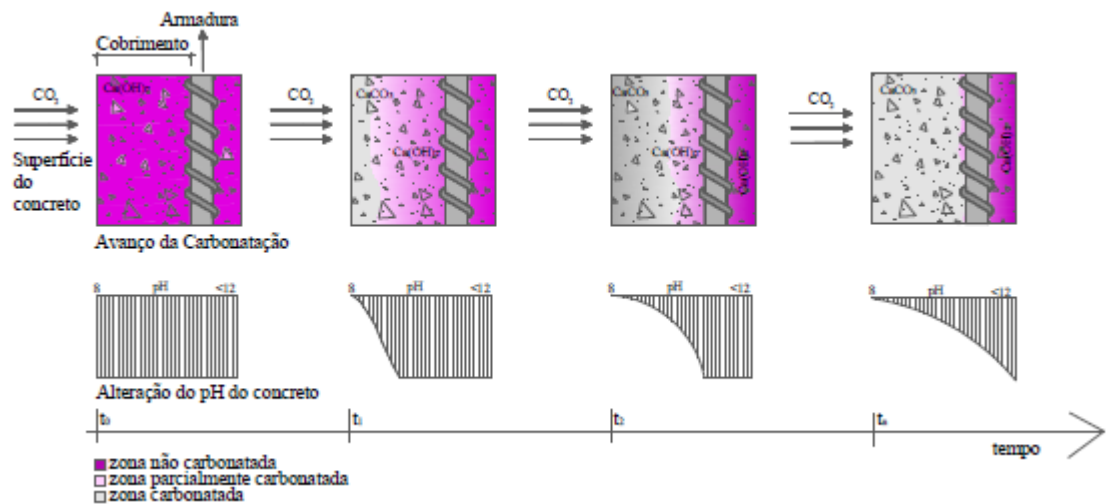
O gás carbônico dissolvido reage com o dióxido de cálcio dissolvido e outros produtos carbonatáveis presentes na pasta de cimento. Essas reações resultam na formação de produtos que alteram a estrutura de poros da pasta de cimento. Além disso, o vapor de água contido nos poros se condensa e se equilibra com as condições ambientais a que o concreto está exposto. (GAMA, 2021) apud (PAPADAKIS, et al, 1991).

O ingresso de dióxido de carbono (CO₂) através do concreto é um dos principais desencadeadores da corrosão das armaduras, manifestação patológica preponderante nas estruturas de concreto armado. A profundidade da carbonatação aumenta à medida que a concentração de CO₂ se eleva na atmosfera, o que pode acelerar o processo de corrosão das armaduras do concreto. (POSSAN, 2010)

A figura 05 demonstra que a frente de carbonatação ocorre a partir da superfície do concreto e se move em direção a parte interna do concreto, transformando o Ca(OH)₂ em

CaCO_3 ao longo do tempo. Esse processo diminuí o pH do concreto, diminuindo à sua durabilidade.

Figura 05: Frente de carbonatação e alteração do pH ao longo do tempo

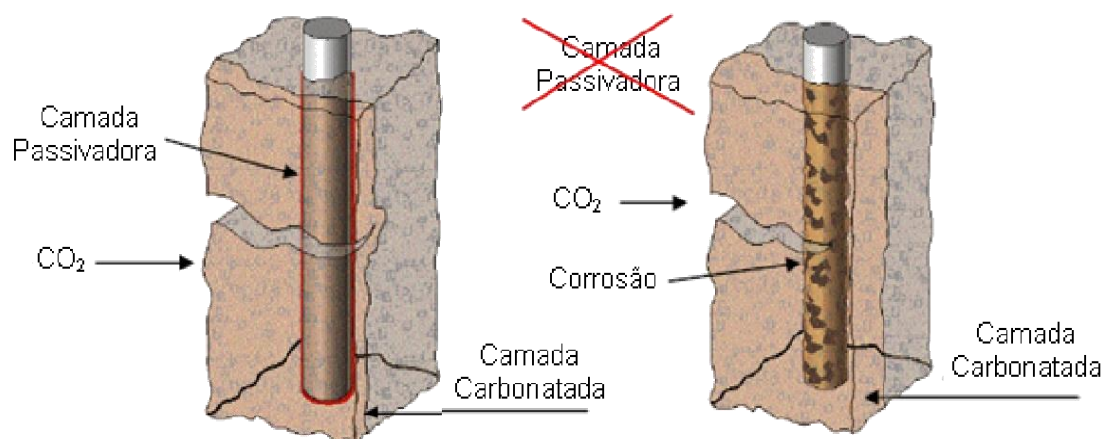


fonte: (POSSAN, 2010)

Ainda segundo (POSSAN, 2010) no que se refere à modelagem do processo de iniciação da corrosão das armaduras facilitada pela ação da carbonatação, destaca-se que o ingresso do CO_2 através do concreto depende de inúmeros fatores. Incluindo os materiais de construção utilizados, como o tipo de cimento, a resistência do concreto e a permeabilidade.

A figura 06 demonstra a perda da camada passivadora que protege o aço, que ocorre quando pH do concreto cai, permitindo a corrosão do aço.

Figura 06: Perda da Camada passivadora e corrosão das armaduras



fonte: (BAZZAN, 2014) APUB (TULA, 2000)

A finalidade do cobrimento no concreto é garantir a proteção adequada da armadura, evitando que ela entre em contato direto com o meio ambiente e agentes agressivos que possam causar danos ao aço. A perda ou a ruptura dessa proteção, ainda que localizada, pode desencadear um processo de deterioração, na maioria das vezes progressiva e auto acelerante (RIBEIRO et al, 2014).

2.3.2.2 Processo Corrosivo

A corrosão é um processo resultante da interação de um material com o meio ambiente, que envolve reações de natureza química ou eletroquímica, associadas ou não a ações físicas ou mecânicas, levando a destruição do material em questão. Esse processo de deterioração pode levar à destruição do material, causando problemas como manchas, fissuras, destacamento do cobrimento de concreto do aço e perda de massa nas armaduras (SOARES, VASCONCELOS, NASCIMENTO, 2015).

A figura 07 demonstra a corrosão do aço em um pilar de concreto armado.

Figura 07: Corrosão da armadura



fonte: (TECNOSIL, 2022)

A corrosão que ocorre na armadura de aço, assim como a maioria dos processos corrosivos, é caracterizada pela transferência de elétrons e íons entre duas regiões distintas do metal, sendo esse tipo de corrosão denominado eletroquímica. (RIBEIRO et al, 2014)

O processo de formação da ferrugem é um exemplo de corrosão eletroquímica. O ferro, que é o principal componente das armaduras no concreto armado, sofre oxidação facilmente quando exposto ao ar úmido, ou seja, em presença de oxigênio (O_2) e água (H_2O). (SOARES, VASCONCELOS, NASCIMENTO, 2015). As equações 02, 03 e 04 apresenta a evolução das reações de formação da corrosão das armaduras, oxidação do ferro, redução do oxigênio e formação da ferrugem.

Oxidação do ferro:



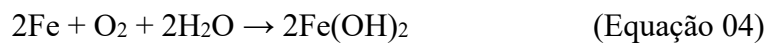
Fonte: (SANTOS E INTERLANDI, 2016)

Redução do oxigênio:



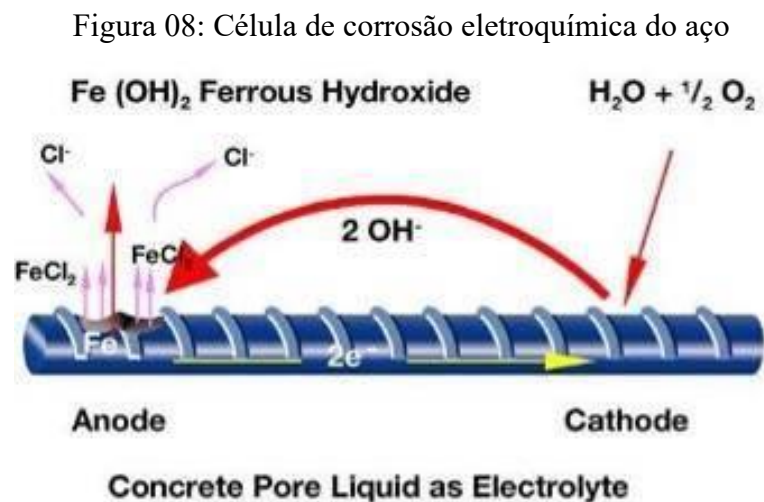
Fonte: (SANTOS E INTERLANDI, 2016)

Formação da ferrugem:



Fonte: (SANTOS E INTERLANDI, 2016)

A figura 08 apresenta uma célula de corrosão eletroquímica, processo conhecido como oxidação e que resulta na formação de uma camada de óxido de ferro (Ferrugem).



fonte: (Catálogos SIKA, 2006)

Quando são identificadas manifestações patológicas, como ferrugem e fissuras na superfície do concreto, isso indica que as armaduras de aço que estão dentro do concreto já estão em um processo avançado de corrosão. Visto que o aumento da seção do aço devido o acúmulo de ferrugem na sua superfície supera a tensão resistente à tração do concreto, gerando a fissuração (BOLINA, TUTIKIAN E HELENE, 2019).

2.3.3 Mofo e Bolor

São manchas que aparecem normalmente sobre a superfície e, por se tratar de um grupo de seres vivos (fungos, algas e bactérias) se proliferam em condições de clima favoráveis, como em ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados (MONTECIELO E EDLER, 2016).

A água que está presente no solo pode subir pelas paredes de um prédio até uma altura de 1 metro. Isso pode causar problemas como descascamento da pintura, soltura do reboco e surgimento de mofo. Não adianta simplesmente pintar sobre esses problemas, pois a umidade logo retornará. (VEDACIT, 2016). A figura 9 apresenta manchas de mofo e bolor na parede externa de uma edificação.

Figura 09: Mofo e Bolor



fonte: (TESTONI, 2021)

Os esporos dos fungos podem causar problemas de saúde, especialmente alergias e problemas respiratórios, em pessoas que vivem em ambientes internos onde esses fungos se proliferam. Por esse motivo é importante manter todos os ambientes da edificação sempre arejados e também cuidando das possíveis infiltrações (ANGULSKI E MARTINS, 2022).

2.3.4 Eflorescência

As eflorescências aparecem quando a água atravessa uma estrutura que contém sais solúveis como os nitratos alcalinos, carbonato de cálcio, sulfatos, sais de ferro sulfoaluminato. Esses sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, na argamassa e na cal. (BARROSO et al, 2015). A solução aquosa é formada no interior da peça cerâmica pelo contato entre a água e sais solúveis presentes no material, ou é oriunda de fontes externas e movimenta-se de uma parte a outra da estrutura através da rede capilar do material (R. R. MENEZES et al, 2006).

Os sais presentes no solo ou em materiais de construção podem afetar as alvenarias e concretos utilizados em construções. Isso ocorre porque esses sais podem se depositar tanto na parte interna quanto externa das estruturas. A formação de depósitos de sais em alvenarias e concretos ocorre pela cristalização dos sais das soluções aquosas, cuja saturação foi atingida em consequência da evaporação do solvente. (R. R. MENEZES et al, 2006). Na figura 10 verifica-se o aparecimento de eflorescência em alvenaria cerâmica.

Figura 10: Presença de eflorescência em alvenaria cerâmica.



fonte: (MAPA DA OBRA, 2017)

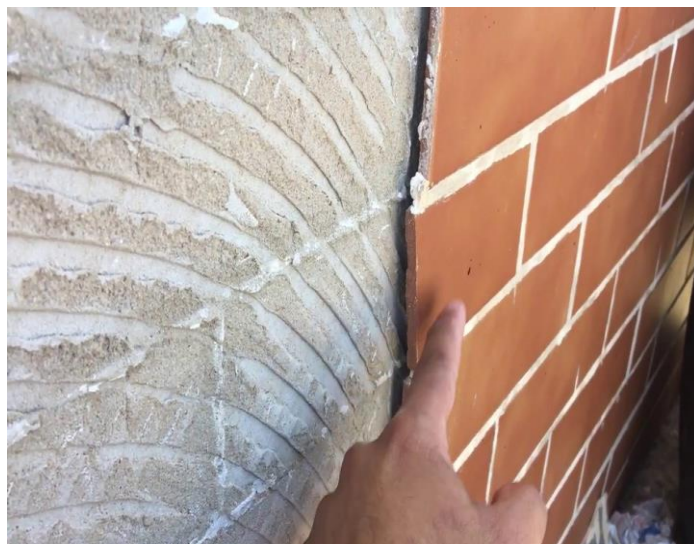
2.3.5 Destacamento Cerâmico

O destacamento que é definido como sendo a separação entre as peças de cerâmica e argamassa ou até mesmo em substratos, sendo que quando tal mudança acontece é indicio de que futuros problemas estão para acontecer (FILHO, MIRANDA E SOUZA, 2022). Por isso, é importante conhecer bem os materiais que serão utilizados durante a execução do revestimento. Alguns aspectos são fundamentais na hora da escolha, como, por exemplo, o clima, as características do material e o local onde serão usados. (SILVA et al, 2015)

O destacamento pode ser causado por uma série de razões, que podem atuar juntas ou separadamente. Para analisar o destacamento, é importante observar a forma em que ele ocorreu, ou seja, em qual camada do revestimento houve o desprendimento. Se apenas a placa descolar e a argamassa de fixação da cerâmica permanecer na base, isso pode indicar que houve retração da base, expansão das peças cerâmicas, preparação incorreta do substrato, material de fixação impróprio, erro de execução durante o assentamento e movimentações térmicas (PACHECO E VIEIRA, 2017) apud (GEYER, 1994).

Na figura 11 verifica-se o destacamento cerâmico em uma parede devido a falta de aderência entre a argamassa colante e a placa cerâmica.

Figura 11: Destacamento Cerâmico



fonte: (LECI, 2019)

2.3.6 Descascamento

Segundo (MONTECIELO E EDLER, 2016) existem várias situações em que pode ocorrer a patologia no que se refere a um problema de aderência da tinta, que pode levar ao descascamento ou descolamento da tinta da superfície.

- Aplicação de tinta sobre uma parede úmida;
- Superfície contendo partes soltas e caiadas;
- Aplicação de tinta sem o tempo adequado de cura (trinta dias);
- Má aderência da tinta devido a sua diluição ter sido incorreta na hora da preparação;
- Superfície calcinada que não teve preparação adequada;
- Superfície que não teve completamente eliminado o pó após um lixamento.

Essas são situações comuns que podem causar problemas de aderência da tinta, é importante o profissional levar em consideração esses fatores para garantir um resultado duradouro e de qualidade. A figura 12 representa o descascamento de pintura de uma parede.

Figura 12: Descascamento de pintura



fonte: (MARQUES,2022)

2.4 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta de priorização que se baseia em três critérios: gravidade, urgência e tendência. Cada um desses critérios é avaliado por meio de uma escala de 1 a 5. Depois de avaliar cada um dos critérios, os valores atribuídos são multiplicados para obter a pontuação final da GUT. Com base nessa pontuação, é possível classificar uma lista de itens de acordo com a sua importância, basta classificar a lista do maior para o menor número. (JUSTO, 2019)

(DAYCHOUM, 2012) explica os três fatores da matriz GUT: gravidade, urgência e tendência, para priorizar problemas.

- Gravidade: Impacto do problema sobre as coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e efeitos que surgirão em longo prazo, caso o problema não seja resolvido, coisas e efeitos em longo prazo, se o problema não for resolvido;
- Urgência: É relacionado com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema;
- Tendência: Evidencia a probabilidade de aumento do problema ao longo do tempo, avaliando a tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Ao atribuir uma pontuação de 1 a 5 para cada dimensão da matriz (gravidade, urgência e tendência), é possível classificar os problemas em ordem decrescente de importância, com base na pontuação total. Isso permite que o grupo de melhoria identifique os problemas mais críticos e priorize as ações de melhoria de acordo com a relevância e urgência dos problemas encontrados. (DAYCHOUM, 2012). A seguir o quadro matriz GUT.

Quadro 02: Matriz GUT

MATRIZ GUT				
Ptos	G	U	T	G x U x T
	Gravidade Consequências se nada for feito.	Urgência Prazo para tomada de decisão.	Tendência Proporção do problema no futuro.	
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	5x5x5 125

4	Muito graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	4x4x4 64
3	Graves.	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	3x3x3 27
2	Pouco graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	2x2x2 8
1	Sem gravidade	Não tem pressa.	Não vai piorar ou pode até melhorar.	1x1x1 1

fonte: (DAYCHOUM, 2012)

A utilização da matriz GUT pode ser muito útil para a priorização de soluções de problemas relacionados a patologias das construções. Ao avaliar a gravidade, urgência e tendência de cada patologia identificada, é possível saber quais anomalias são mais críticas e que devem receber prioridade em termos de solução.

3 METODOLOGIA

3.1 Estudo de Caso

A metodologia da pesquisa deste trabalho é o estudo de caso por meio de pesquisa qualitativa, que visa investigar as manifestações patológicas presentes em uma escola. De acordo com (SOARES,2019) A pesquisa qualitativa se expressa mais pelo desenvolvimento de conceitos a partir de fatos, ideias ou opiniões, e do entendimento indutivo e interpretativo que se atribui aos dados descobertos, associados ao problema de pesquisa.

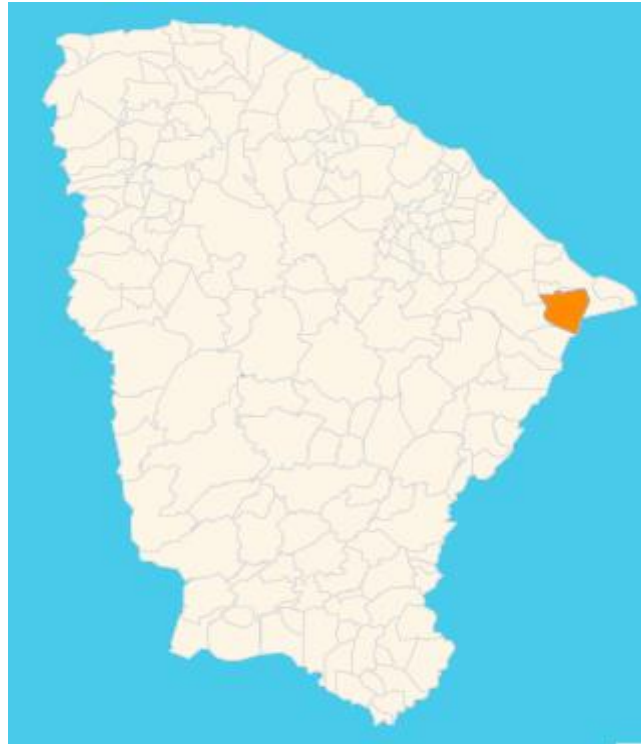
A pesquisa tratou-se inicialmente em realizar uma revisão de literatura sobre o tema abordado com o objetivo de apresentar as principais manifestações patológicas encontradas em edificações e seus efeitos sobre as construções.

O procedimento do estudo consistiu na realização de visitas a uma escola de ensino fundamental no município de Jaguaruana durante o mês de Janeiro do ano de 2023, a fim de realizar investigação visual das manifestações patológicas e registros fotográficos. Assim, com os dados obtidos, identificar os tipos de patologias, as possíveis causas dos problemas, propor soluções e definir a ordem de correção através da matriz GUT.

3.2 Local da Pesquisa

O município da pesquisa é Jaguaruana localizado no estado do Ceará, a aproximadamente 185 km da capital Fortaleza, estando na microrregião vale do Jaguaribe. Sua área territorial é de 854,362 km² (IBGE, 2021). A população estimada é de 33.960 habitantes (IBGE, 2021). Os dados foram coletados em uma escola de ensino fundamental.

Figura 13: Mapa localização do município de Jaguaruana



fonte: (IBGE,2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Patologias Detectadas e Suas Soluções

Os quadros 3 a 17 apresentam as principais patologias encontradas na escola. Com as seguintes informações.

- Código de identificação
- Fotos das patologias
- Localização dentro da edificação
- Diagnóstico
- Possíveis causas
- Recuperação

Quadro 03: Diagnóstico das Patologias – Caso 01

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
01	
LOCALIZAÇÃO	Na parede da pia da Copa
DIAGNÓSTICO	Destacamento cerâmico.
EVENTUAL ORIGEM	Presença de umidade, provocada por respingos de água da pia; Má aderência entre a placa cerâmica e a argamassa colante; Escolha inadequada de argamassa colante.
RECUPERAÇÃO	Remover o resto de argamassa que ficou na parede; Remover peças soltas; Preparar a base para melhorar a aderência; Escolher a argamassa colante correta de acordo com as especificações do fabricante, recomendaria ACI; Aplicar novo revestimento.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 04: Diagnóstico das Patologias – Caso 02

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
02	
LOCALIZAÇÃO	No Forro do teto da copa.
DIAGNÓSTICO	Mancha e Bolor.
EVENTUAL ORIGEM	Presença de umidade causada por infiltração na cobertura, devido a uma telha quebrada.
RECUPERAÇÃO	Substituir a telha quebrada acima da mancha, a fim de evitar a infiltração; Remover o excesso de sujeira; Utilizar soluções de removedores de mancha e bolor; Se necessário, substituir o revestimento.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 05: Diagnóstico das Patologias – Caso 03

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
03	
LOCALIZAÇÃO	Bebedouro, localizado no pátio da escola
DIAGNÓSTICO	Destacamento cerâmico e concreto; Corrosão das armaduras;
EVENTUAL ORIGEM	Presença da umidade, das águas que saem da torneira. Falha na impermeabilização
RECUPERAÇÃO	Retirar o concreto solto; Limpar a superfície; Verificar a seção transversal do aço e se for preciso substituir; Realizar nova concretagem; Novo revestimento cerâmico

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 06: Diagnóstico das Patologias – Caso 04

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
04	
LOCALIZAÇÃO	Parede externa da copa
DIAGNÓSTICO	Eflorescência
EVENTUAL ORIGEM	Presença da umidade e variações de temperatura.
RECUPERAÇÃO	Limpeza da superfície; Utilização de removedor de eflorescência;

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 07: Diagnóstico das Patologias – Caso 05

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
05	
LOCALIZAÇÃO	Parede e piso abaixo do bebedouro no pátio da escola
DIAGNÓSTICO	Manchas e bolor, na parede e piso
EVENTUAL ORIGEM	Presença de umidade
RECUPERAÇÃO	Eliminação da infiltração da umidade; Limpeza da superfície do piso; Lavagem com solução de hipoclorito;

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 08: Diagnóstico das Patologias – Caso 06

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
06	
LOCALIZAÇÃO	Forro do pátio da escola
DIAGNÓSTICO	Descascamento da pintura e manchas
EVENTUAL ORIGEM	Infiltrações de umidade por falha na cobertura;
RECUPERAÇÃO	Reparar a infiltração no telhado; Limpeza no local; Retirar a tinta solta da superfície; Renovação do revestimento da parte prejudicada; Aplicação de uma nova pintura.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 09: Diagnóstico das Patologias – Caso 07

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
07	
LOCALIZAÇÃO	Lateral do banheiro
DIAGNÓSTICO	Destacamento do reboco e pintura; Manchas escuras de bolor.
EVENTUAL ORIGEM	Umidade devido a água da chuva; Ausência de impermeabilização; Utilização de materiais contaminados.
RECUPERAÇÃO	Destacar todo o reboco prejudicado; Limpar a superfície; Realizar um novo revestimento; Área externa, utilizar sistema de impermeabilização.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 10: Diagnóstico das Patologias – Caso 08

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
08	
LOCALIZAÇÃO	Reservatório inferior
DIAGNÓSTICO	Bolor
EVENTUAL ORIGEM	Umidade constante, advindo do reservatório
RECUPERAÇÃO	Eliminação da infiltração da umidade; Lavagem com solução de hipoclorito; Por ser área exposta é necessário utilização de sistema de impermeabilização.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 11: Diagnóstico das Patologias – Caso 09

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
09	
LOCALIZAÇÃO	Do lado externo da sala de aula
DIAGNÓSTICO	Destacamento do concreto e reboco; Corrosão; Bolor; Destacamento do reboco.
EVENTUAL ORIGEM	Falta de impermeabilização; Má qualidade dos materiais; Umidade.
RECUPERAÇÃO	Remover o concreto solto e reboco; Limpar a superfície; Aplicação do novo revestimento para proteção das armaduras; Área externa, necessidade de impermeabilização

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 12: Diagnóstico das Patologias – Caso 10

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
10	
LOCALIZAÇÃO	Cobertura das salas de aulas
DIAGNÓSTICO	Bolor
EVENTUAL ORIGEM	Acumulo de umidade devido a água da chuva; Falta de beiral para proteção da parede; Sistema de impermeabilização.
RECUPERAÇÃO	Lavagem com solução de hipoclorito; Reparo do revestimento; Adicionar beiral para evitar o acúmulo de umidade.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 13: Diagnóstico das Patologias – Caso 11

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
11	
LOCALIZAÇÃO	Área externa da sala de aula
DIAGNÓSTICO	Bolor
EVENTUAL ORIGEM	Água de respigo das chuvas
RECUPERAÇÃO	Retirar o reboco da área afetada pelo bolor; Limpar bem a superfície; Realizar um novo revestimento; Utilizar um sistema de impermeabilização, área externa

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 14: Diagnóstico das Patologias – Caso 12

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
12	
LOCALIZAÇÃO	Pilar localizado no pátio da escola
DIAGNÓSTICO	Destacamento cerâmico
EVENTUAL ORIGEM	Preparação inadequada da superfície (Falta de aderência);
RECUPERAÇÃO	Verificar as peças soltas e retirá-las; Limpar bem a superfície; Escolher a argamassa colante adequada, recomendaria ACII Reinstalar as peças.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 15: Diagnóstico das Patologias – Caso 13

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
13	
LOCALIZAÇÃO	Sala de aula
DIAGNÓSTICO	Destacamento do concreto; Corrosão das armaduras
EVENTUAL ORIGEM	Falta de manutenção
RECUPERAÇÃO	Retirar o concreto solto e danificado Verificar a seção do aço e substituir se for o caso; Realizar uma nova concretagem

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 16: Diagnóstico das Patologias – Caso 14

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
14	
LOCALIZAÇÃO	Forro das salas de aulas
DIAGNÓSTICO	Bolor; Descascamento da pintura;
EVENTUAL ORIGEM	Beiral insuficiente; Umidade em excesso;
RECUPERAÇÃO	Lavagem com solução de hipoclorito; Retirada do revestimento e pintura solta; Nova pintura e revestimento; Sistema de impermeabilização.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 17: Diagnóstico das Patologias – Caso 15

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
15	
LOCALIZAÇÃO	Arquibancada
DIAGNÓSTICO	Rachadura
EVENTUAL ORIGEM	Umidade; Variações de temperatura; Falta de impermeabilização.
RECUPERAÇÃO	Abertura ativa (tomar logo providências); Limpar a área; Selar com selante de silicone.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 18: Diagnóstico das Patologias – Caso 16

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
16	
LOCALIZAÇÃO	Arquibancada
DIAGNÓSTICO	Destacamento de concreto
EVENTUAL ORIGEM	Umidade; Variações de temperatura; Falta de impermeabilização;
RECUPERAÇÃO	Remover toda área afetada; Limpar a superfície; Utilizar adesivo para concreto; Realizar uma nova concretagem; Realizar a cura.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

Quadro 19: Diagnóstico das Patologias – Caso 17

CÓD	FOTO DA PATOLOGIA
17	
LOCALIZAÇÃO	Arquibancada
DIAGNÓSTICO	Bolor; Descascamento de pintura.
EVENTUAL ORIGEM	Acumulo de umidade; Falta de impermeabilização
RECUPERAÇÃO	Lavagem com solução de hipoclorito; Descascar; Remover a tinta descascada; Lixar; Sistema de impermeabilização; Nova pintura resistente.

fonte: (AUTORIA PRÓPRIA, 2023)

4.2 Análise Matriz GUT

Com base nos dados obtidos na inspeção visual, foi possível elencar a ordem de correção de cada patologia identificada, priorizando aquelas com valores mais altos. A tabela 04 apresenta a análise GUT.

Tabela 02: Análise GUT

ANÁLISE GUT					
Cód.	G	U	T	(G x U x T)	Priorização de Correção
1	2	2	3	12	9º
2	2	3	3	18	7º
3	3	4	4	48	3º
4	2	2	2	8	10º
5	2	2	2	8	10º
6	2	2	3	12	9º
7	3	3	3	27	5º
8	3	3	4	36	4º
9	3	4	4	48	3º
10	2	2	4	16	8º
11	2	2	3	12	9º
12	4	4	4	64	2º
13	3	4	4	48	3º
14	3	3	3	27	5º
15	5	5	4	100	1º
16	5	5	4	100	1º
17	2	3	4	24	6º

Fonte: Autoria própria

A partir dos resultados observados na tabela 04, as patologias com a maior necessidade de correção são às 15 (Rachadura) e 16 (Destacamento do concreto), ambas localizadas na arquibancada da quadra poliesportiva que é um local a céu aberto e consequentemente são expostas a variações de temperatura e umidade, fatores esses propício para o aparecimento de defeitos. A curto prazo a estrutura da arquibancada estará comprometida devido aos problemas patológicos presentes nela, se nenhuma manutenção for realizada.

Outras patologias que tem um certo grau de urgência são as de número 3 (Corrosão das armaduras e destacamento cerâmico), 9 (Corrosão das armaduras e destacamento do concreto), 12 (Destacamento cerâmico) e 13 (Corrosão das armaduras e destacamento do concreto).

No caso da patologia numero 3, devido o ambiente está em contato direto com a água e está desprotegido, a médio prazo aquela estrutura pode se descolar e vim a causar um acidente ao usuário. Na patologia número 12, as peças cerâmicas que estão se soltando do

pilar podendo ocasionar um acidente, visto que está localizada no pátio da escola, local onde tem trânsito intenso de alunos. Nas patologias 9 e 13, se os pilares afetados não tiverem correção a médio prazo, a aderência entre o pilar e a parede pode ser perdida resultando em rachaduras ou fissuras na parede.

As demais patologias apesar de estarem atrás na ordem de priorização precisam ser corrigidas em um curto período de tempo para evitar o seu agravamento com o passar do tempo. Além disso, quanto mais tempo essas patologias permanecerem no local e sem correções, maiores serão os custos que a administração pública tem que desembolsar e também maiores serão os esforços necessários para corrigir as falhas.

A umidade foi o principal causador das patologias sendo os maiores valores da análise GUT originadas de vazamentos, infiltrações e água da chuva. De acordo com o estudo feito por (RIBEIRO, 2022) manifestação de patologia relacionada à umidade apresentou as maiores pontuações de acordo com a aplicação do método GUT, o que significa que esses problemas têm maior prioridade para serem resolvidos.

Um fator de extrema importância a ser considerado é a estética. Embora algumas patologias não tiveram elevada pontuação na escala GUT, uma parte delas afeta diretamente a imagem da escola. É possível que, ao chegar na edificação com intuito de fazer reformas, o gestor público priorize a correção de algumas dessas patologias ao invés daquelas com pontuações mais altas.

As escolas necessitam de um ambiente que propicie bem estar, lazer e confortabilidade as pessoas que convivem nela. Ter ambientes conservados e confortáveis está diretamente ligado ao desempenho dos alunos, professores e servidores da instituição. Corrigir as patologias e realizar manutenções periódicas é a garantia de que a escola funcionará corretamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das patologias encontradas na escola aqui estudada foram ocasionadas pela presença de umidade, por exemplo, bolor, corrosão das armaduras e eflorescência.

Através da análise GUT foi possível observar que a corrosão das armaduras e destacamento do concreto são as duas patologias que necessitam de ajustes mais urgentes.

A correção das falhas aqui estudadas é essencial para garantir o bom funcionamento da escola. A administração pública tem o dever de buscar soluções para corrigir esses problemas.

Por fim, a matriz GUT se mostrou uma ferramenta bastante eficaz na ordem de correções das manifestações patológicas.

REFERÊNCIAS

- ANGULSKI, Juliana Quint Madsen; MARTINS, Maria Eduarda. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração na construção civil**. 2022. Monografia (Graduação) - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/28084/5/ANIMA28084.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 15575-1: **Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- BARROSO, Gustavo Ferreira et al. **Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica)**. Revista eletrônica da universidade vale do Rio verde, [s. l.], v. 5, ed. 1, 2015. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/iniciacaocientifica/article/view/2366>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- BAZZAN, Giselle Christine da Graça. **Análise do cobrimento e carbonatação em obras de arte especiais no estado de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de curso (Pós-Graduação). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2014, 151 p. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/01/Bazzan-G.-C.-G-Monografia-Gest%C3%A3o-de-proj.-de-sistemas-estruturais.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Patologia de Estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- BRITO, Suellen Matias; NETO, Jerônimo Alves Borges; JÚNIOR, Hélio Françoço. **PATOLOGIAS NAS EDIFICAÇÕES EM ALVENARIA ESTRUTURAL: Estudo de caso realizado em uma obra em Extrema M.G.** [s. l.], 2021. Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3607.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- CAPELLO, A. et al. **Patologia das fundações**. 2010. Monografia, Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2010. Acesso em: 12 mar 2023.
- CHAVES, Nathalia Fernandez. **Análise e diagnóstico de trincas e fissurações em edificações: estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ**. 2018. Trabalho de conclusão de Curso (Pós-Graduação) - Centro Universitário de Brasília (UnICEUB/ICPD), [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/12332>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- DALLMINAS. **Trincas, Fissuras e rachaduras**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.dallminas.com.br/fissuras-trincas-e-rachaduras/>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- DAYCHOUM, Merhi. **48 Ferramentas e técnicas de gerenciamento**. 4. ed. Rio de Janeiro-RJ: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2012.
- DELLING, Breno Pimenta; CUANI, Daniel Mariano. **Verificação da influência da carbonatação do concreto na velocidade de propagação de ondas ultrassônicas**. 2018.

Trabalho de conclusão de Curso (Pós-Graduação) - Instituto IDD, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.idd.edu.br/repositorio-institucional/file-repository/tcc/verificacao-da-influencia-da-carbonatacao-do-concreto-na-velocidade-de-propagacao-de-ondas-ultrassonicas.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023

FILHO, Emanuel Barbosa de Souza; MIRANDA, Heloise Ohanna Oliveira; SOUZA, Jefersson Andrey Gomes de. **Patologias da construção civil**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/25486>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GALDINO, Laís Rayelle Nunes et al. ESTUDO DE CASO: PATOLOGIAS MAIS DECORRENTES NAS RESIDÊNCIAS DA COMUNIDADE RAFAEL. **Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas**, Maceió, ano 2016, v. 3, ed. 3, p. 107-120, 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/3711>. Acesso em: 13 mar. 2023.

GAMA, Matheus Ferreira. III Congresso Online de Engenharia de Materiais. **Carbonatação do concreto: causas, consequências e tratamento**, [s. l.], ed. 4, 2021. Disponível em: <https://eventos.congresse.me/engmatcon/resumos/11181.pdf?version=original>. Acesso em: 3 abr. 2023.

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

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

JUSTO, Andreia Silva. **Matriz GUT: entenda o que é e como aplicá-la na priorização dos seus projetos**. 2019. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2019/04/matriz-gut/>. Acesso em: 21 abr. 2023.

LECI, Dayana. **Aprenda a escolher argamassa para assentamento cerâmico**. 2019. Disponível em: <https://engenharia360.com/chineses-moveram-um-hotel-historico-40-horas/>. Acesso em: 11 abr. 2023.

MACHADO, Daniela. **Investigação das manifestações patológicas mais incidentes em edificações habitacionais de alvenaria estrutural com até cinco anos de uso**. 2017. Monografia (Graduação) - Universidade do Sul de Santa Catarina, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4321>. Acesso em: 19 abr. 2023.

MAGALHÃES, Taísa da Silva *et al.* **Patologias da construção civil: investigação patológica nas escolas da rede municipal em Alta Floresta/MT**. [s. l.], v. 10, ed. 2, p. 102-121, 2021. Disponível em: <http://refaf.com.br/index.php/refaf/article/view/355>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MAPA DA OBRA. Diga adeus à eflorescência, manchas brancas nas fachadas. 2017. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/diga-adeus-eflorescencia-as->

manchas-brancas-nas-

fachadas/#:~:text=%C3%89%20poss%C3%ADvel%20remover%20a%20efloresc%C3%AAn
cia,onde%20a%20%C3%A1gua%20est%C3%A1%20infiltrando. Acesso em: 08 abr. 2023

MARQUES, Deyvid Lucas Alexandre. **Análise das patologias nas pinturas em posto de saúde na cidade de PORTALEGRE/RN**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade federal do rio grande do norte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/46288/1/TCC%20OK.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MENEZES, *et al.* **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção - revisão**. [s. l.], p. 37-49, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/WHzSvDfn78JKN9VyQ79ppTw/?lang=pt>. Acesso em: 13 abr. 2023

MONTECIELO, Janaina; RIBEIRO, Marco Antônio. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. [s. l.], 2016. Disponível em: <https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2016/XXI%20Semin%C3%A1rio%20Interinstitucional%202016%20-%20Anais/Gradua%C3%A7%C3%A3o%20-%20TRABALHO%20COMPLETO%20-%20ANAIS%20-%20Sociais%20e%20Humanidades/PATOLOGIAS%20OCASIONADAS%20PELA%20UMIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MORAIS, João Marcos Pereira *et al.* **Análise de patologias construtivas: Um estudo de caso em uma escola da cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil**. Investigação, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 9, n. 7, pág. e559974421, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4421. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4421>. Acesso em: 13 fev. 2023.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, Trincas E Rachaduras Causadas Por Recalque Diferencial de Fundações**. TCC (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PACHECO, C. P; VIEIRA, G. L. **Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico**. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/FvQ37tJLwYc4ZMS3JgbzKLb/?lang=pt>. Acesso em: 19 abr. 2023.

PAULETTI, Cristiane; POSSAN, Edna; DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho. **Carbonatação acelerada: estado da arte das pesquisas no Brasil**. Ambiente construído, v. 7, n. 4, p. 7-20, 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3750/2103>. Acesso em: 22 mar 2023.

POSSAN, Edna. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. Monografia (Doutorado) - Universidade federal do Rio Grande do Sul, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28923>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Processo de corrosão eletroquímica do aço. Catálogos SIKA, 2006

RESENDE, Priscila Barbosa; MARTINS, Ronie Junior Ferreira; FREITAS, Milena Sousa. **Fissuras causadas por movimentações térmicas no concreto**, Mineiros - GO, 2018. Disponível em: https://www.unifimes.edu.br/filemanager_uploads/files/documentos/semana_universitaria/xiii_semana/trabalhos_aprovados/tecnologia_sustentabilidade/artigos/FISSURAS%20CAUSADAS%20POR%20MOVIMENTA%C3%87%C3%95ES%20T%C3%89RMICAS%20NO%20CONCRETO.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

RIBEIRO, Daniel Veras *et al.* **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Método de Análise**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014. 272 p.

RIBEIRO, Victor Araujo dos Santos. **Análise de manifestações patológicas em uma escola na cidade de Natal-RN através da matriz GUT de priorização**. 2022. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamentos de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SAHADE, Renato Freua. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2005.

SANTOS, Bernardo Oliveira de Carvalho; INTERLANDI, Claudia. **Estruturas de Concreto Armado Patologias e suas Consequências Estudo de Caso**, [s. l.], v. 16, ed. 2, p. 40-47, 2016. Disponível em: http://www.abperevista.com.br/imagens/volume16_02/cap05.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

SILVA, Givalnido *et al* **Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades**. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 87-97, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/2138>. Acesso em: 6 de mai. 2023.

SOARES, Arthur Pimentel; VASCONCELOS, Livia Tenório; NASCIMENTO, Felipe Bomfim Cavalcante. **Corrosão em armaduras de concreto**, [s. l.], v. 3, ed. 1, p. 177-188, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/download/2651/1540/0>. Acesso em: 6 abr. 2023.

SOARES, Simaria de Jesus. **Pesquisa científica: uma abordagem sobre o método qualitativo**. Revista ciranda, [s. l.], v. 1, ed. 2, 2019. Disponível em: www.periodicos.unimontes.br. Acesso em: 15 maio 2023.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf . Acesso em: 11 de mar. 2023.

TESTONI, Gabriel. Mofo: **Como tratar essa patologia**. 2021. Disponível em: <https://epec-ufsc.com.br/condominios/mofo-como-tratar-essa-patologia/>. Acesso em: 23 mar. 2023

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 2. ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2020.

VEDACIT. **Manual técnico: Impermeabilização de estruturas**. 6.ed, 2016