



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

Maria Eduarda Holanda Costa Melo

Análise de Manifestações Patológicas com Matriz GUT: Estudo de Caso da Central de
Aulas II da UFERSA

MOSSORÓ
2025

Maria Eduarda Holanda Costa Melo

**Análise de Manifestações Patológicas com Matriz GUT: Estudo de Caso da Central de
Aulas II da UFRSA**

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

Orientador: Christiane Mylena Tavares de
Menezes Gameleira, Prof^a. Dr^a.

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M528a Melo, Maria Eduarda Holanda Costa.
Análise de Manifestações Patológicas com Matriz
GUT: Estudo de Caso da Central de Aulas II da
UFERSA / Maria Eduarda Holanda Costa Melo. - 2025.
77 f. : il.

Orientadora: Christiane Mylena Tavares de
Menezes Gameleira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2025.

1. ARP. 2. Manifestações patológicas. 3. Matriz
GUT. 4. Métodos Mitigadores. I. Gameleira,
Christiane Mylena Tavares de Menezes, 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.

Maria Eduarda Holanda Costa Melo

Análise de Manifestações Patológicas com Matriz GUT: Estudo de Caso da Central de
Aulas II da UFERSA

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

Defendida em: 19 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Christiane Mylena Tavares de Menezes Gameleira, Prof^ª. Dr^ª. (UFERSA)
Presidente

Valmiro Quefren Gameleira Nunes, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Ellen Mirley Medeiros Torres, Eng^a. (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

*Dedico esta pesquisa aos meus pais e
irmãos, que sempre estiveram ao meu
lado nos momentos triste e felizes.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Eduardo César Holanda Melo e Antônia Leite da Costa Filha Melo, por toda a dedicação e cuidados nesses 25 anos de idade. Por estarem ao meu lado em todos os momentos, sempre torcendo por mim e desejando que eu conquiste cada vez mais os meus objetivos e sonhos. Obrigado por todo o incentivo e atenção dada a mim, amo vocês.

Agradeço aos meus irmãos, João Pedro de Holanda Costa e Francisco Milton de Holanda Melo, pelos momentos divertidos e alegres que passamos juntos. Por serem esses companheiros de guerra, mesmo com a diferença de idade, agradeço todos os dias por vocês terem puxado o meu bom gosto para filmes, séries, animes, livros e entre outras coisas.

Agradeço a minha avó paterna, Salustrina (Salete) Holanda Nunes Melo, e meu avô materno, Vicente Paulino da Costa, por todo o carinho e suporte. Obrigado vovó por todo o apoio e pela criação que me deu em todos esses anos, sou muito grata por tudo que a senhora fez por mim. Obrigado vovô pelos ensinamentos e as histórias mirabolantes que me contava quando era pequena. O senhor nunca conseguiu estudar devido sua condição financeira, mas hoje estou realizando um sonho antigo seu, o título de Engenheira Civil. Ao longo da minha vida, os senhores foram pilares de força, fontes de sabedoria e exemplos de amor incondicional, muito obrigado por tudo.

Agradeço todos os meus primos e tios, especialmente, minhas tias Selenia Holanda Melo e Jane Kelly Holanda Melo, pelo apoio incondicional em todos esses anos. Obrigado por todos os ensinamentos e a paciência que tiveram comigo, espero um dia poder retribuir todo esse carinho e amor sem preço.

Agradeço a minha Orientadora, Christiane Mylena Tavares de Menezes Gameleira, por mais um ano de ensinamento e orientação. Obrigada por compartilhar a sua experiência e conhecimento comigo, seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Banca Examinadora, Valmiro Quefren Gameleira Nunes, Ellen Mirley Medeiros Torres, por aceitarem o convite para a minha defesa da minha monografia, para a minha obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial, Lara Freitas, Maycon Aires, Letícia Costa, José Luiz Borges, Giselle Nunes, Vêritas Rodrigues, Letícia França, Matheus Lopes, por me ajudarem tanto na produção dessa pesquisa, quanto no quesito emocional. Sou muito grata por ter conhecido cada um de vocês, a vida não seria a mesma sem a presença de todos. Saibam que podem contar comigo para tudo nessa vida.

Agradeço ao Núcleo de Pesquisa e Extensão Acesso à Terra Urbanizada, em especial a Almir Marino, Nélcio da Silva e Ranyla Rodrigues, pela oportunidade e aprendizado que o projeto me proporcionou. Este projeto me permitiu vivenciar a pesquisa e a extensão de forma prática e significativa, despertando em mim o interesse em continuar trilhando este caminho.

ÉPIGRAFE

“A educação é a única solução”.

Malala Yousafzai.

RESUMO

Na construção civil, as manifestações patológicas são diagnósticas de quaisquer tipos de falhas ou problemas que afetam as edificações e suas estruturas ao longo do tempo. Devido isso, foi imprescindível a utilização de métodos mitigadores que combatam os surgimentos dessas patologias, para que não acarretem acidentes graves e a integridades dos usuários das edificações. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo principal analisar a Central de Aulas II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em relação da presença de manifestações patológicas, por meio de visitas técnicas com imagens fotográficas; uso de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), ferramenta geoespacial; e a aplicação da Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT). Além disso, a Matriz GUT tem como finalidade auxiliar na gestão e tomada de decisão de problemas e definições das ações estratégicas que são mais prioritárias. Essa metodologia se destaca por sua simplicidade de aplicação e flexibilidade, sendo possível ser utilizada em diversas situações e contextos. Para a fundamentação da análise, foi efetuado uma revisão bibliográfica em torno do tema, para amparar o embasamento da pesquisa. Por fim, os resultados obtidos foram 60 imagens de manifestações patológicas todas classificadas mediante a Matriz GUT. Conclui-se que o objetivo da pesquisa foi alcançado, obtendo resultados que forneceram um diagnóstico preciso das manifestações patológicas presentes na edificação, contribuindo para a elaboração de um plano de manutenção eficaz e garantindo a segurança e o conforto dos usuários.

Palavras-chaves: ARP; Manifestações patológicas; Matriz GUT; Métodos Mitigadores.

ABSTRACT

In civil construction, pathological manifestations are diagnostic of any type of failure or problem that affects buildings and their structures over time. Due to this, the use of mitigating methods to combat the emergence of these pathologies was essential, so that they do not lead to serious accidents and the integrity of building users. Thus, the main objective of this research was to analyze the Central de Aulas II of the Federal Rural University of the Semi-Arid in relation to the presence of pathological manifestations, through technical visits with photographic images; use of Remotely Piloted Aircraft (RPA), a geospatial tool; and the application of the Gravity, Urgency and Trend (GUT) Matrix. Furthermore, the GUT Matrix aims to assist in the management and decision-making of problems and the definition of strategic actions that are most prioritized. This methodology stands out for its simplicity of application and flexibility, making it possible to be used in various situations and contexts. For the foundation of the analysis, a bibliographic review around the theme was carried out, to support the research basis. Finally, the results obtained were 60 images of pathological manifestations, all classified using the GUT Matrix. It is concluded that the objective of the research was achieved, obtaining results that provided an accurate diagnosis of the pathological manifestations present in the building, contributing to the development of an effective maintenance plan and ensuring the safety and comfort of users.

Keywords: GUT Matrix; Mitigating methods; Pathological manifestations; RPA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de corrosão do concreto.	31
Figura 2 – Mapa de localização da Central de Aulas II.	36
Figura 3 – ARP modelo Mavic Mini 2s.	37
Figura 4 – Manchas de umidade na sala de aula 8.	40
Figura 5 – Mancha de umidade na sala de aula 10.	41
Figura 6 – Mancha de umidade na sala de aula 11.	42
Figura 7 – Marquise da área externa do bloco com viação elétrica exposta.	43
Figura 8 – Área externa da Central de Aula II após uma chuva.	44
Figura 9 – Eflorescência presente no forro do banheiro feminino.	44
Figura 10 – Salitre no rodapé da sala de aula 2.	45
Figura 11 – Trinca na junta de dilatação do corredor principal.	46
Figura 12 – Medição com fissurômetro da fissura da junta de dilatação.	47
Figura 13 – Trinca no pilar da sala 5.	48
Figura 14 – Medição com fissurômetro da fissuração no pilar da sala 5.	48
Figura 15 – Trinca no pilar externo da Central de Aulas II.	49
Figura 16 – Medição com paquímetro da brecha no pilar.	50
Figura 17 – Teste com indicador de fenolftaleína.	51
Figura 18 – Armação exposta da marquise da área externa do bloco.	51
Figura 19 – Fenda característico de recalque diferencial da sala de aula 5.	52
Figura 20 – Medição da fenda da sala de aula 5.	53
Figura 21 – Recalque da meia parede da copa.	54
Figura 22 – Recalque da fundação do banheiro feminino.	55
Figura 23 – Utilização do nível no piso do banheiro feminino.	56
Figura 24 – Curvas de nível geradas por ARP.	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantitativo de manifestações patológicas na Central de Aulas II.	58
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Origens e causas de fissuras e trincas na edificação.....	23
Quadro 2 – Tipologia de fissurações em edificações.	25
Quadro 3 – Vida útil de projeto segundo a ABNT NBR 15575.....	30
Quadro 4 – Classe de agressividade e qualidade do concreto.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de abertura de fissuras	24
Tabela 2 – Classificação e grau de criticidade para a Gravidade.	38
Tabela 3 – Classificação e grau de criticidade para a Urgência.	38
Tabela 4 – Classificação e grau de criticidade para a Tendência.	39
Tabela 5 – Percentual das manifestações patológicas na Central de Aulas II.	59
Tabela 6 – Prioridade das manifestações patológicas para serem tratadas.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
A/C	Água/Cimento
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

+	Adição
/	Barra
°	Grau
–	Hífen
>	Maior que
<	Menor que
≥	Menos igual que
-	Negativo
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo geral	20
2.2 Objetivos específicos	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 Manifestações patológicas nas edificações	21
3.1.1 <i>Ascensão capilar e ausência de drenagem</i>	21
3.1.2 <i>Surgimento de fissurações e corrosão de armaduras</i>	23
3.1.3 <i>Tipologia do solo e recalques ao longo da vida útil da estrutura</i>	28
3.1.4 <i>Desempenho, vida útil e manutenção preventiva</i>	30
3.2 Método GUT	32
3.3 Geotecnologias aliadas a inspeção predial	33
4 METODOLOGIA.....	35
4.1 Área de estudo	35
4.2 Coleta de dados	36
4.3 Análise de dados	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1 Infiltração	40
5.2 Drenagem pluvial.....	Erro! Indicador não definido.
5.3 Eflorescências	44
5.4 Fissuras e trincas	46
5.5 Recalque diferencial	52
5.6 Curvas de nível	56
5.7 Quantitativo de manifestações patológicas	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
7 REFERÊNCIAS	62
ANEXOS	65

1 INTRODUÇÃO

A presença de patologias em edificações é um malefício não só para a construção como também para a qualidade de vida dos seus usuários, o que pode acarretar inúmeras inseguranças estruturais e risco a vida de quem as utilizá-las. A degradação física de edificações é um processo gradual, influenciado tanto pelo desgaste natural causado pelas intempéries quanto por falhas intrínsecas ao projeto e à execução da obra (Leite *et al.*, 2023). Mediante isso, manutenções devem ser um determinado período que não proporcione o surgimento de muitas patologias existentes, pois o acúmulo delas pode levar a estrutura a ruptura.

De acordo com Braga *et al.* (p. 321, 2019), as manifestações patológicas em edificações não apenas comprometem a estética e o desempenho dos imóveis, mas também podem gerar riscos à segurança estrutural e ao patrimônio. Com isso, é imprescindível a identificação rápida e eficaz de anomalias na construção através de inspeções técnicas. Ainda segundo o autor, fissuras, infiltrações, eflorescências e outros problemas, muitas vezes intensificados pela falta de manutenção e exposição às intempéries, podem levar ao colapso da estrutura se não forem tratados adequadamente.

Para Ferreira e Lobão (p. 72, 2018), mesmo com as melhorias, é necessário realizar reparos e manutenções regulares para prolongar a vida útil das estruturas, sendo essencial contar com laudos e diagnósticos de profissionais qualificados para identificar as necessidades e aplicar as soluções adequadas. Essa abordagem demonstra a importância da manutenção preventiva para prolongar a vida útil das edificações e otimizar os recursos financeiros das instituições, tendo em vista a preservação das instalações públicas como as quais existem na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

No Brasil, embora as normas técnicas não tenham *status* de lei, seu cumprimento é obrigatório quando exigido por legislações específicas (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014). A principal norma utilizada para construção civil é ABNT NBR 15575 (2024), ela determina os requisitos mínimos para execução de toda e qualquer edificação. Além dessa, a ABNT NBR 5674 (2024) aborda a temática do tempo de manutenção das construções, embora importante, não abrange a avaliação da qualidade da manutenção, deixando uma lacuna na gestão patrimonial (IBAPE, 2012).

Conforme Oliveira *et al.* (p. 2, 2020), a exposição dos elementos construtivos a diversos agentes externos, como a luz solar, chuva, vento e até mesmo atos de vandalismo, provoca um desgaste contínuo que, se não for devidamente tratado, pode comprometer a vida útil da edificação. Dessa forma, esses agentes afetam o desempenho da edificação e, em casos mais graves, colocando em risco a segurança dos usuários. Além disso, a análise detalhada das patologias presentes nas construções contribui para a geração de conhecimento sobre os fatores que influenciam a durabilidade das construções.

Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo alvo a análise da Central de Aulas II da UFERSA para detectar patologias que possam comprometer a estrutura, através de visitas técnicas com auxílio de fotografias das possíveis manifestações e ferramentas avançadas como ARP para contribuir na modelagem do terreno.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a Central de Aulas II da UFERSA referente a presença de patologias que possam deteriorar a edificação, através de vistorias técnicas com imagens fotográficas, aplicação da Matriz GUT e o uso de ARP.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar possíveis patologias que possam deteriorar a estrutura impossibilitando sua utilização;
- Diagnosticar a origem das possíveis patologias da edificação, através de vistorias técnicas com o uso de fotografias, aliada a Matriz GUT e a utilização de ARP;
- Sugerir, se necessário, reforço ou recuperação estrutural para mitigar possíveis incidentes futuros.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Manifestações patológicas nas edificações

3.1.1 Ascensão capilar e ausência de drenagem

A presença de umidade na edificação pode ocorrer por inúmeros motivos, dentre eles: umidade residual da fabricação dos componentes da estrutura; umidade proveniente da execução da obra; umidade atmosférica ou oriunda de precipitações; umidade do solo. Oliveira (p. 12, 2012), pontua em seu estudo que a umidade dos componentes da estrutura pode ocorrer devido a elevada quantidade de água usada para as reações químicas de hidratação de alguns componentes construtivos, embora com tempo haja a evaporação e contração do material. O autor ainda ressalta que a umidade excessiva na obra se dá através da prática de umedecer os componentes da alvenaria, assim ocorrendo a elevação do teor de umidade acima da umidade hicroscópica de equilíbrio.

Além disso, a umidade atmosférica é uma das principais preocupações durante a execução da obra. Haja vista que os materiais absorvem a água advindas das precipitações não só durante o transporte e armazenamento, mas também durante e após a finalização da obra. Por fim, temos a umidade do solo sendo a que traz diversas inconveniências, e pode surgir pelo nível do lençol freático e acarretando na capilaridade na base da edificação, caso não haja a impermeabilização correta (Oliveira, 2012).

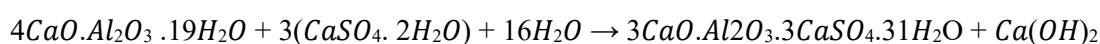
Dentre as manifestações supracitadas, o fenômeno mais perceptível é a ascensão da água por capilaridade, ela está presente nas fachadas das edificações e podem vir desde a fundação até a alvenaria. Essa infiltração percorre a superfície das fachadas, acarretando o surgimento de manchas na face interna e dependendo da quantidade e duração pode atravessar para a parte externa. Desse modo, materiais com constituição porosa estão mais propensos a ocorrência desses casos patológicos (Antunes, 2010).

Para Souza (p. 8, 2008), a construção civil sofre com problemas comuns de penetração e acúmulo de água, como o surgimento de manchas de umidade. Com isso, muitas dessas situações podem ser graves e/ou difíceis de solucionar, como: prejuízos de teor funcional da estrutura; desconforto do usuário e diminuição da qualidade de vida dele; danos aos equipamentos e bens do usuário; prejuízos financeiros. Desse modo, essas manifestações

podem ocorrer em diversos componentes da edificação e não estarem relacionadas a uma única causa.

Em ambientes úmidos, geralmente, ocorre o processo de lixiviação do concreto onde a pasta de cimento pode sofrer danos com o contato de água, neblina ou vapor, sendo também conhecido como processo de eflorescência. A baixa concentração de íons de cálcio presente na água acaba reagindo com os compostos do cimento, acarretando a perda de resistência do concreto e o surgimento de manchas esbranquiçadas na edificação (Mehta; Monteiro, 2014).

Além disso, presença de sulfato de cálcio desencadeia uma reação química com o aluminato tricálcio hidratado presente no concreto. Essa interação resulta na formação de um composto conhecido como Candlot ou Etringita, um sal complexo cuja estrutura molecular é representada pela fórmula $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$. Essa reação, ilustrada pela Equação 01, pode levar à expansão do concreto e à consequente fissuração da estrutura, representando um risco significativo para a durabilidade das construções (Gentil, 2011).



(Equação 01)

Em relação a ausência de drenagem que acarreta manifestações devido a umidade presente na cobertura das edificações, sabemos que sem o cuidado adequado podem gradualmente afetar outros componentes, principalmente, as alvenarias. Essa manifestação bastante comum na construção civil, destaca-se a principal causa, as infiltrações de água da chuva, que atingem o exterior e interior dos edifícios. Tais anomalias estão frequentemente associadas aos revestimentos e ao funcionamento inadequado do sistema de escoamento de águas pluviais (Ferreira, 2010).

De acordo com Ferreira (p. 27, 2010), a ausência de uma impermeabilização adequada ou de um sistema de drenagem eficiente no lado do terreno pode ser um dos principais fatores que contribuem para problemas estruturais. Dessa forma, quando a água não é devidamente desviada, ela se acumula e exerce pressão sobre as paredes e fundações, levando a infiltrações e outros danos. Portanto, a escolha dos materiais impermeabilizantes e o projeto do sistema de drenagem são cruciais para garantir a durabilidade da construção.

3.1.2 Surgimento de fissurações e corrosão de armaduras

As manifestações patológicas mais recorrentes em alvenarias, vigas, pilares, pisos outros elementos de uma edificação são as fissuras, trincas e fendas, que geralmente causam tensões no interior dos materiais. Assim, a estabilidade desses componentes é afetada acarretando a insegurança do usuário e até em uma fatalidade a depender do avanço da patologia na construção. Então, é imprescindível a correção de tais manifestações para assegurar o uso da estrutura e sua integridade (Oliveira, 2012).

Conforme Antunes (p. 58, 2010), o aparecimento de trincas e fissuras deve-se ter uma atenção especial devido estar relacionado diretamente a segurança do usuário. Pelo ponto de vista do usuário, a presença de certas manifestações gera insatisfação e degradação visual, desconforto e insalubridade. Dessa forma, há a urgência de métodos mitigatórios para remedir esses problemas e restaurar a opinião dos terceiros que usufruem do imóvel.

Para Ferreira (p. 43, 2010), as principais causas para o surgimento de fissuras e trincas são: variação térmica, retração hidráulica, retração por secagem, assentamento plástico, corrosão de armadura, reação álcali-agregado e deformação da estrutura. Pode-se acrescentar também a afirmação da autora: excesso de carregamento, ausência de rigidez do material, ausência de impermeabilização e recalque diferencial.

No Quadro 1 está exposto algumas definições e causas que Antunes (p. 59, 2010) ressalta em seu estudo em reação a aparição da maioria das fissuras e trincas.

Quadro 1 – Origens e causas de fissuras e trincas na edificação.

Ocorrência das fissuras	Descrição
Nas esquadrias de portas e janelas	Acúmulo de tensões, ausência ou inadequação de vergas e contravergas.
Na interface estrutura-alvenaria	Descolamento horizontal ou vertical, flechas excessivas em vigas e lajes, falta de ancoragem adequada.
No meio da alvenaria	Movimentos diferenciais, causados por fatores estruturais ou térmicos, retração durante a secagem da argamassa após a aplicação, especialmente quando há excesso de partículas finas, alta proporção de água/cimento ou cimento muito fino

Ocorrência das fissuras	Descrição
Na parte superior da edificação	Variações de temperatura, materiais diferentes, com diferentes taxas de expansão, expostos às mesmas mudanças de temperatura
Fissuras mapeadas	Aplicação de material em condições climáticas extremas, como dias muito quentes e secos, acarretando a desidratação prematura da argamassa
Fissuras horizontais	Desempeno e sarrafeamento prematuro da argamassa de emboço e a umidade ascendente do solo
Fissuras verticais ou inclinadas	Baixa capacidade para suportar tração e pouca flexibilidade para absorver deformações, ruptura dos componentes menos resistentes

Fonte: adaptado de Antunes (2010).

Com isso, podemos considerar que as fissurações estão ligadas tanto a fenômenos resultantes da execução da obra como posteriores a ela, o fator determinante é a análise criteriosa das causas, a fim de identificar a origem e a gravidade do problema, permitindo a adoção de medidas corretivas adequadas e a prevenção de novas ocorrências. Olivari (p. 30, 2003), classifica as manifestações decorrentes de fissuração em fissura capilar, fissura, trinca, rachadura, fenda e brecha, mediante a espessura da abertura. Na Tabela 1 temos as classificações feitas pelo autor.

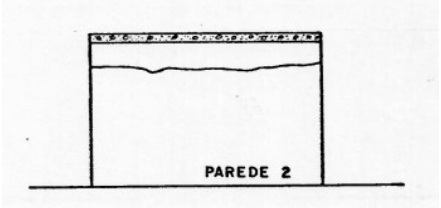
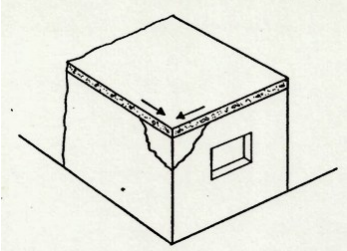
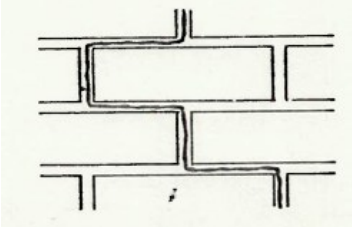
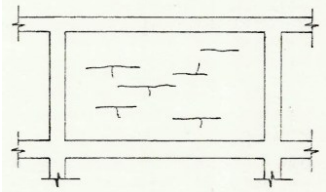
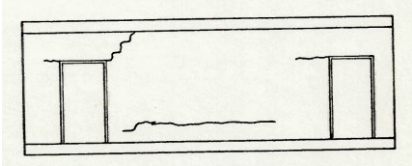
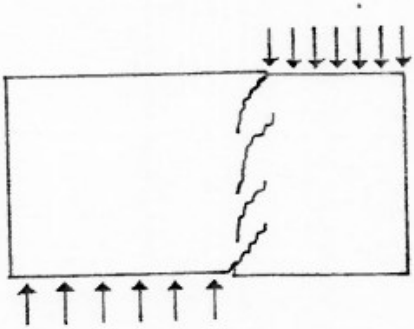
Tabela 1 – Classificação de abertura de fissuras

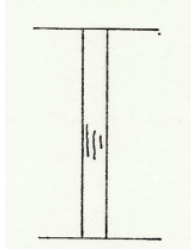
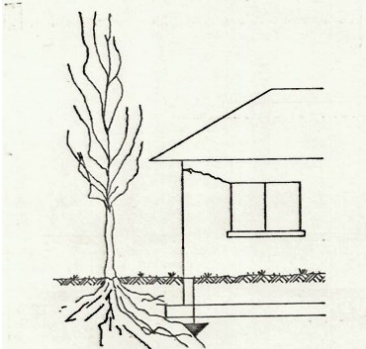
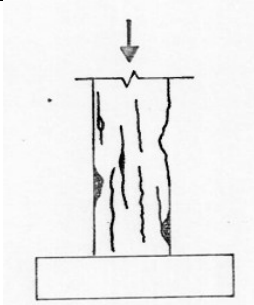
Classificação	Espessura (mm)
Fissura capilar	< 0,2
Fissura	entre 0,2 e 0,5
Trinca	entre 0,5 e 1,5
Rachadura	entre 1,5 e 5,0
Fenda	entre 5,0 e 10,0
Brecha	> 10

Fonte: adaptado de Olivari (2003).

Thomaz (p. 14, 1986), demonstram em seus estudos diversas formas ilustrativas de tipologia de fissurações em edificações. Diante disso, no Quadro 2 temos a seleção de alguns desses tipos de fissuração representado pelos autores.

Quadro 2 – Tipologia de fissurações em edificações.

Causa da patologia	Representação ilustrativa
Trinca devido a esforços de tração da parte interna da alvenaria	 Diagrama de uma parede retangular rotulada "PAREDE 2". Uma linha irregular horizontal na parte superior representa uma trinca causada por esforços de tração internos.
Trinca de cisalhamento devido a expansão térmica	 Diagrama 3D de um bloco de alvenaria com uma janela. Uma trinca diagonal no canto superior esquerdo indica cisalhamento devido à expansão térmica.
Trinca vertical devido à baixa resistência a tração	 Diagrama de uma parede com uma janela. Uma trinca vertical no centro da parede indica baixa resistência a tração.
Trinca horizontal devido a expansão dos tijolos por absorção excessiva de umidade	 Diagrama de uma parede com uma janela. Trincas horizontais na parte superior da parede indicam expansão dos tijolos por absorção excessiva de umidade.
Trincas na alvenaria e esquadrias de portas e janelas devido a deformação dos componentes estruturais	 Diagrama de uma parede com duas portas. Trincas nas esquadrias e na alvenaria adjacente indicam deformação dos componentes estruturais.
Trinca na alvenaria devido ao desbalanceamento dos carregamentos solicitados na fundação	 Diagrama de uma parede retangular. Sete setas verticais apontando para cima na base representam carregamentos na fundação. Uma trinca vertical no lado direito da parede indica desbalanceamento dos carregamentos.

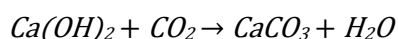
Causa da patologia	Representação ilustrativa
Fissura vertical em pilar devido a ausência de estribo	
Trincas oriundas de recalque pela contração do solo	
Trincas e lascamento em pilar, devido expansão do concreto pela presença de sulfatos	

Fonte: adaptado de Thomaz (1986).

Segunda a NBR 15577-1:2018 – Agregados – Reatividade álcali-agregado, a Reação Álcali-Agregado (RAA) consiste em uma reação química que acontece em argamassas e concretos associados com íons hidroxila (OH^-) e componentes alcalinos, sódio e potássio, que envolvidos na solução nos poros desses materiais. Os carbonatos existentes nos poros e capilares do concreto são um dos principais compostos que aceleram a carbonatação de matérias como concreto, assim comprometendo a integridade da estrutura ao reduzir a proteção das armaduras e até a corrosão e danos mais graves a estrutura (Gentil, 2011).

Para Andrade (p. 55, 1997), diversos são os fatores responsável pela corrosão de armaduras, destacam-se a carbonatação e os íons cloretos, que agredem os elementos de concreto armado começando a partir do cobrimento do concreto. Pela NBR 6118:2023 – Projetos de estruturas de concreto, o processo de despassivação por carbonatação inicia-se quando o dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera reage com o aço da armadura do concreto.

Com isso, é essencial para prevenção desse fenômeno a obstrução da entrada de agentes agressivos, através de um cobrimento adequado e um controle de fissuração e recomenda-se a utilização concreto de baixa porosidade. Portanto, a carbonatação é a combinação de CO₂ atmosférico combinado com o Ca(OH)₂, a Equação 2 apresenta a formação o que resulta essa combinação (Gentil, 2011).



(Equação 02)

De acordo com a NBR 6118 (p. 16, 2023), a deterioração do concreto armado por cloretos ocorre quando a concentração desses íons atinge um nível crítico, comprometendo a camada protetora das armaduras. A prevenção desse fenômeno exige medidas rigorosas, como o controle da qualidade dos materiais e a aplicação de técnicas construtivas adequadas. A norma recomenda o uso de concreto com baixa porosidade e cimentos compostos com adições pozolânicas ou de escória, que aumentam a resistência à penetração de cloretos. Além disso, o cobrimento adequado das armaduras e o controle da fissuração são essenciais para evitar a entrada de agentes agressivos no concreto.

Souza e Ripper (p. 38, 1998), afirmam que a introdução de cloretos no concreto pode ocorrer de diversas formas, tanto intencionais quanto acidentais. Aditivos aceleradores de endurecimento, agregados e água contaminada são fontes comuns de cloretos. Tratamentos de limpeza com ácido muriático também podem introduzir esses íons na estrutura.

Uma vez presentes no concreto, os cloretos, especialmente o cloreto de sódio (NaCl), podem comprometer a camada de passivação das armaduras, facilitando o processo de corrosão. A alta solubilidade desses compostos e a redução da resistividade do concreto favorecem a ocorrência de reações eletroquímicas que deterioram as armaduras, comprometendo a durabilidade da estrutura (Gentil, 2011).

Antunes (p. 51, 2010), observa que as deformações e fissurações se origem em sua maioria devido movimentações térmicas, causando alterações que provocam dilatação e contração resultando em tensões não esperadas. A autora continua seu pensamento relatando a importância do potencial que as fachadas têm em exibir fissuras por movimentações térmicas, e o quão necessário é o conhecimento dos materiais utilizados na execução e em todo o processo de tratamento do solo e aplicação de argamassa.

A quantidade de cimento no concreto é um fator crucial para garantir a qualidade e a durabilidade das obras, juntamente, com a relação água/cimento (a/c). O conteúdo de cimento

deve ser cuidadosamente determinado, pois um excesso pode gerar problemas como fissuras por retração durante o processo de secagem ou superficiais térmicas, especialmente em elementos volumosos como o concreto massa. Por outro lado, um baixo teor de cimento exige a trabalhabilidade da mistura, tornando-a menos coesa e aumentando a porosidade do material, o que pode prejudicar a resistência do concreto (Andrade, 1997).

Alguns efeitos decorrentes de causas mecânicas, como sobrecargas e impactos que excedem o dimensionamento original da estrutura, ou de eventos acidentais, como terremotos e incêndios, não são facilmente evitáveis. Essas situações podem comprometer a integridade e a segurança das construções, exigindo medidas específicas de prevenção e reforço estrutural. A adoção de normas técnicas rigorosas, a realização de inspeções periódicas e a implementação de sistemas de proteção, como sprinklers para incêndios e projetos sismorresistentes, são estratégias essenciais para mitigar os riscos associados a esses eventos imprevisíveis (Souza e Ripper, 1998).

3.1.3 Tipologia do solo e recalques ao longo da vida útil da estrutura

A estrutura dos solos é caracterizada pela presença de partículas sólidas de diferentes tamanhos, que formam a matriz do material. Entre essas partículas, é possível enfatizar o encontro de espaços vazios, denominados poros, que podem ser preenchidos por água e ar em proporções variáveis. A composição dos solos também pode incluir matéria orgânica, resultante da decomposição de restos de plantas e animais, que influencia suas propriedades físicas e químicas. Essa combinação de elementos confere aos solos uma complexidade que determina seu comportamento e suas aplicações em diversas áreas, como engenharia civil, agricultura e geologia (Oliveira, 2012).

O autor Oliveira (p. 25, 2012) afirma que todos os solos, em maior ou menor grau, sofrem deformações quando submetidos a cargas externas. Essas deformações ocorreram devido à capacidade limitada dos solos em resistência ao impacto de forças aplicadas sobre eles, resultando em alterações no seu volume, estrutura ou compactação. A intensidade e o tipo de deformação dependem das características do solo, como sua composição, umidade e densidade, bem como a magnitude e duração das cargas. Assim, é fundamental considerar esses fatores no projeto de fundações e na análise de estabilidade de estruturas, a fim de evitar danos e garantir a segurança tanto da estrutura como dos seus usuários.

A ocorrência de deformações desiguais ao longo do plano das fundações de uma construção, tensões significativas são induzidas na estrutura. Essas tensões podem levar ao surgimento de trincas, comprometendo a integridade e a estabilidade da obra. Para evitar tais problemas, é essencial garantir uma fundação uniforme e bem dimensionada, além de considerar as características do solo e as cargas atuantes durante o projeto. A adoção de técnicas adequadas de construção e a realização de inspeções regulares também são medidas importantes para prevenir deformações diferenciadas e seus efeitos negativos (Oliveira, 2012).

Na construção civil, o terreno de fundação desempenha um papel crucial na estabilidade da estrutura. A capacidade do solo de suportar as cargas transmitidas pela edificação, sem sofrer deformações excessivas, é um fator determinante para a segurança e durabilidade da obra. As características do solo, como sua resistência, compressibilidade e permeabilidade, influenciam diretamente o comportamento da fundação. Portanto, o terreno de fundação deve ser considerado como um elemento integrante do sistema estrutural, e sua análise e dimensionamento adequados são essenciais para garantir a estabilidade da construção (Souza e Ripper, 1998).

Para Souza e Ripper (p. 47, 1998), a elaboração de um projeto de construção, é essencial conhecer previamente as características do solo onde a obra será realizada. Esse conhecimento permite garantir a segurança e a estabilidade da estrutura, pois o comportamento só influencia diretamente o desempenho das fundações. Para obter informações precisas sobre as condições do solo, uma das práticas mais comuns é a realização de sondagens, que consiste na execução de furos no terreno para análise de sua composição, resistência e comportamento.

Entende-se por recalque o movimento vertical descendente que ocorre na base de uma fundação, medido em relação à superfície do terreno. Esse deslocamento é uma consequência direta da deformação do solo, que por sua vez é causada pela aplicação de cargas provenientes da estrutura construída ou pelo peso das camadas de solo que se encontram acima do elemento de fundação. Em outras palavras, o recalque é a resposta do solo às tensões impostas pela construção, manifestando-se como um assentamento da fundação (Oliveira, 2012).

Movimentos estruturais, como recalques diferenciais nas fundações, podem ocorrer e se manifestar por meio de fissuras em componentes da fachada e em outros elementos do edifício. Esses recalques, que resultam de uma distribuição desigual de cargas ou de variações nas propriedades do solo, geram tensões internas que podem comprometer a integridade da construção. Para minimizar esses efeitos, é crucial realizar um estudo detalhado do solo e projetar fundações adequadas, além de monitorar a estrutura durante e após a construção. A

identificação precoce de fissuras e a implementação de medidas corretivas são essenciais para preservar a segurança e a durabilidade da edificação (Antunes, 2010).

3.1.4 Desempenho, vida útil e manutenção preventiva

A ABNT NBR 15575 é a norma regulamentadora que estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais. A norma está dividida em 6 partes, nas quais abordam sobre os requisitos gerais, requisitos específicos para sistemas estruturais, sistemas de pisos, vedações verticais, coberturas e sistemas hidrossanitários. A parte 1, traz a avaliação do desempenho de sistemas construtivos em edificações habitacionais considerando aspectos como segurança, habitabilidade e sustentabilidade (ABNT, 2024).

Segundo a ABNT NBR 15575-1 (2024), a vida útil de uma edificação refere-se ao período em que o edifício e seus sistemas permanecem aptos a desempenhar as funções para as quais foram projetados, atendendo aos requisitos estabelecidos na norma, e é influenciada por fatores como manutenção adequada, uso correto e condições ambientais. Dessa forma, toda edificação tem um prazo de vida útil que não deve ser confundido com o prazo de garantia, o qual refere-se a um período em que o construtor se responsabiliza por eventuais falhas.

A vida útil de projeto (VUP) é a estimativa do tempo durante o qual um sistema foi projetado para manter o desempenho esperado, e deve ser especificada no projeto, com valores mínimos definidos em normas. Fatores como a qualidade dos materiais, a execução correta da obra e as condições climáticas externas afetam diretamente a durabilidade da edificação. As normas estabelecem valores mínimos para a VUP de diversos sistemas, como estrutura, pisos e cobertura, que garantem a durabilidade necessária (ABNT, 2024). No Quadro 3 está exposto os valores mínimos da VUP em anos segundo a norma.

Quadro 3 – Vida útil de projeto segundo a ABNT NBR 15575.

Sistema	VUP Mínima (anos)
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: adaptado da ABNT NBR 15575 (2024).

Conforme a NBR 6118 (2024), a vida útil de projeto refere-se ao período em que as estruturas de concreto mantêm suas características originais sem a necessidade de intervenções significativas, desde que sejam cumpridos os requisitos de uso, manutenção e execução de reparos necessários devido a danos acidentais. Esses requisitos devem ser seguidos conforme as orientações do projetista e do construtor, conforme estabelecido na norma.

Os modelos de previsão da vida útil de estruturas de concreto armado, quando afetadas pela corrosão, frequentemente se fundamentam no modelo fenomenológico pioneiro proposto por Tuutti em 1982. Este modelo, em sua forma original, divide o processo de corrosão em duas fases distintas: a fase de iniciação e a fase de propagação. Na fase de iniciação, os agentes agressivos, como cloretos ou carbonatação, penetram no concreto e atingem a armadura, iniciando o processo de despassivação. Já na fase de propagação, a corrosão se desenvolve, levando à deterioração da armadura e, conseqüentemente, à falha da estrutura (Figueiredo; Meira, 2013). Na figura 1 é mostrado o modelo de Tuutti para corrosão do concreto.

Figura 1 – Modelo de corrosão do concreto.



Fonte: Tuutti (1982).

De acordo com a NBR 6118 (2023), os ensaios comprobatórios de desempenho devem avaliar a durabilidade da estrutura em relação ao tipo e classe de agressividade previstos no projeto, estabelecendo os parâmetros mínimos a serem atendidos. Na ausência desses ensaios, e considerando a forte correlação entre a relação água/cimento, a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, é permitido adotar os requisitos mínimos indicados no Quadro 4 de forma simultânea.

Quadro 4 – Classe de agressividade e qualidade do concreto.

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação a/c em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

Fonte: adaptado da ABNT NBR 6118 (2023).

3.2 Método GUT

Em situações que demandam decisões complexas, o uso de ferramentas de gestão é essencial para a criação de planejamentos estratégicos eficientes. A Matriz GUT, desenvolvida por Kepner e Tregoe nos anos 1980, se destaca como uma metodologia relevante nesse cenário. Essa ferramenta permite avaliar problemas, auxiliando na priorização de ações e na tomada de decisões mais embasadas. Ao oferecer uma visão clara e estruturada dos desafios, essa matriz contribui para a gestão proativa e a resolução eficaz de questões críticas (Braga *et al.*, 2019).

O método GUT é uma ferramenta eficaz para o gerenciamento de riscos, empregando uma metodologia que avalia três aspectos fundamentais: Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T) dos problemas identificados. Por meio da atribuição de pesos específicos a cada um desses critérios, o sistema permite classificar os itens operacionais de acordo com seu grau de criticidade. Essa abordagem facilita a priorização de ações corretivas, direcionando recursos e esforços para os problemas mais impactantes, urgentes e com maior probabilidade de agravamento, contribuindo assim para uma gestão mais eficiente e proativa dos riscos (Verzola; Marchiori; Aragon, 2014).

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) preconiza a aplicação da Matriz GUT como ferramenta para classificar o grau de risco e a intensidade de anomalias e falhas em construções. Essa metodologia permite uma análise criteriosa, considerando do impacto do problema (Gravidade), o tempo para resolução (Urgência) e a evolução do problema (Tendência). Ao utilizar a Matriz GUT, os profissionais podem priorizar as intervenções necessárias, otimizando recursos e garantindo a segurança e durabilidade das edificações (IBAPE, 2012).

Para implementar a Matriz GUT no contexto da gestão de riscos em edificações, foram elaboradas tabelas de verificação específicas para a inspeção predial dos itens de estudo. Essas tabelas foram elaboradas com o objetivo de facilitar a análise e a classificação de cada componente da construção, permitindo que a Gravidade, Urgência e Tendência dos problemas encontrados fossem avaliadas de forma sistemática. Com a utilização dessas tabelas, é possível organizar e priorizar as intervenções necessárias, garantindo que os riscos mais críticos sejam tratados de maneira eficiente (Leite *et al.*, 2023).

3.3 Geotecnologias aliadas a inspeção predial

O termo geotecnologias refere-se a um sistema integrado de ferramentas, abrangendo *hardware*, *software* e conhecimento especializado (*peopleware*), que otimizam a tomada de decisões. Essas tecnologias facilitam a coleta, o processamento, a análise e a disponibilização de informações referências geográficas, permitindo uma visão espacial detalhada e precisa. Diante disso, o uso dessas ferramentas é possível aprimorar significativamente a qualidade e a acessibilidade de projetos que dependem de dados espaciais e georreferenciado (Rosa, 2005).

O uso de ARP tem se tornado cada vez mais comum em diversos setores da sociedade, pela praticidade que o próprio equipamento proporciona e grande área que ele pode abranger. Essa tecnologia foi construída por profissionais de áreas como fotografia, publicidade e engenharia, entre outras, que buscam utilizá-la de maneira eficaz. A adoção dos ARPs visa, principalmente, a otimização de processos, com o potencial de reduzir custos e minimizar o esforço operacional e trabalhista (Barros *et al.*, 2019).

Para realização de levantamentos topográficos ou recreativos com ARP, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estabelece as normas para aeronaves não tripuladas de uso civil, abrangendo aquelas com cadastro, matrícula brasileira ou certificado experimental da ANAC, bem como as que operam em território nacional (ANAC, 2023).

Segundo Ferreira (p. 8, 2014), ao longo do tempo, a representação digital da superfície terrestre evoluiu, resultando em uma variedade de nomenclaturas regionais. O termo Modelo Digital de Terreno (MDT) foi bastante utilizado na Inglaterra, tratando-se da projeção da superficial da Terra, que não considera as edificações e as vegetações apenas o terreno. A partir desse modelo, é possível extrair diversos dados como as curvas de nível, representação topográfica, mapas temáticos e entre outros produtos.

A modelagem do terreno, conhecido como MDT, foi iniciada através da missão espacial Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) que gerou imagens digitais que representam a topografia terrestre. Esses modelos são essenciais para diversas aplicações, incluindo mapeamento, planejamento urbano, gestão de recursos naturais e estudos ambientais. Os dados obtidos pela SRTM são disponibilizados gratuitamente na web, facilitando o acesso e o uso por pesquisadores, profissionais e o público em geral (Rosa, 2013).

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa aborda um estudo de caso, descritivo e quantitativo, juntamente, com uma revisão bibliográfica acerca do tema. O método de um procedimento que concentrasse em um caso específico como objeto para conhecer suas causas de modo abrangente e completo. Portanto, a pesquisa pode romper fronteiras entre a observação do pesquisador e ações de correntes do alvo do estudo (Menezes, 2019).

A utilização da Matriz GUT, proposto por Kepner e Tregoe em 1980, se trata de uma ferramenta de gestão para priorização de problemas e definição de ações estratégicas. Sua principal característica é possibilitar uma classificação sistemática de problemas, considerando o impacto, a necessidade de intervenção imediata e a probabilidade de agravamento. A metodologia destaca-se pela simplicidade de implementação e versatilidade, podendo ser aplicada em diferentes áreas e contextos organizacionais.

O método consiste por algumas etapas essenciais, as quais são: listar os problemas a serem analisados, pontuar cada problema segundo parâmetros pré-estabelecidos, classificar os problemas por prioridade, definir as estratégias de ação mais adequadas. Sua aplicação contribui para um planejamento estratégico mais eficiente, permitindo a alocação otimizada de recursos e a implementação de ações corretivas e preventivas de forma estruturada (Kepner; Tregoe, 1980).

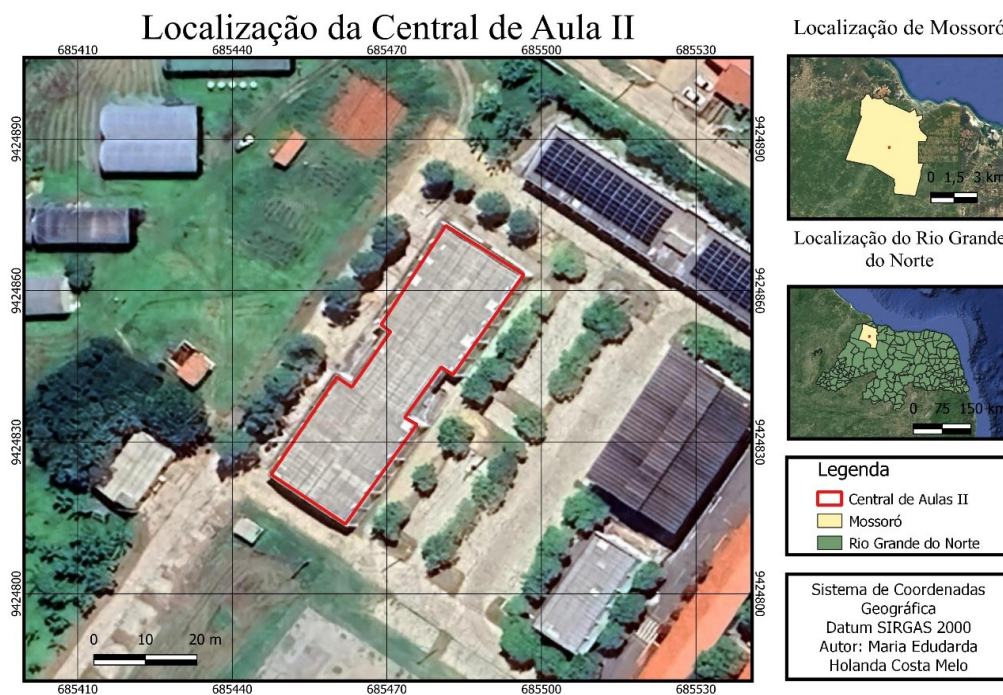
Para a construção da fundamentação dessa pesquisa, os seguintes artigos foram a base para o seu embasamento: Braga *et al.* (2019); Ferreira e Lobão (2018); Leite *et al.* (2023); Lopes *et al.* (2024); Kepner e Tregoe (1980); Oliveira *et al.* (2020); Verzola, Marchiori e Aragon (2014);

4.1 Área de estudo

O objeto de estudo dessa pesquisa é a Central de Aulas II do lado oeste do *campus* Mossoró, localizada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Construída em 2008, a central contém apenas a pavimento térreo, tendo 12 salas de aula com capacidade média para 40 alunos, um banheiro feminino, um banheiro masculino, um destinado a PCD e uma copa. Em 2020, houve uma reforma no prédio para mitigar algumas patologias que estavam deteriorando a sua integridade, sendo feita uma camada drenante no piso e outra camada de

impermeabilização nas paredes (Portal UFERSA, 2020). Na Figura 2, temos a apresentação de um mapa de localização da área de estudo.

Figura 2 – Localização da Central de Aulas II.



Fonte: Autoria própria (2025).

4.2 Coleta de dados

A presente pesquisa se deu através da realização de uma visita técnica à Central de Aulas II, situada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Para isso, foram observados diversos ambientes da edificação, com o objetivo de identificar possíveis manifestações patológicas que comprometessem a integridade e funcionalidade do prédio. Dessa forma, foi registrado de forma sistemática as condições da edificação, por meio de fotografias de cada ambiente, focando especialmente nas áreas com sinais visíveis de degradação, como fissuras, umidade e outros danos estruturais. As imagens serviram como documentos visuais para análise detalhada das patologias presentes.

Para a inspeção do prédio, foram utilizados diversos materiais específicos para garantir a precisão e a abrangência da análise. O fissurômetro foi empregado para medir a abertura e a classificação da fissuração nas estruturas, enquanto o paquímetro auxiliou na medição precisa de dimensões e espessuras maiores que 3 mm. Ademais, o nível foi essencial para verificar o

nivelamento de pisos, mensurando a uniformização desse componente construtivo. Por fim, foi realizado um teste simples com fenolftaleína para identificar a presença de carbonatação no concreto nos pilares que estavam com a armação exposta.

Após a coleta das informações por meio das fotografias, foi elaborado um relatório fotográfico, no qual as manifestações patológicas foram descritas. Este relatório tem um papel fundamental para a compreensão dos problemas existentes na edificação. Com intuito de complementar a análise, havendo uma pesquisa bibliográfica, que permitiu o aprofundamento do conhecimento sobre as causas dessas patologias e sobre as possíveis medidas mitigadoras que poderiam ser aplicadas para solucionar ou minimizar os problemas encontrados na Central de Aulas II. A pesquisa foi essencial para fornecer embasamento teórico e prático, orientando a proposição de soluções adequadas para a melhoria da edificação.

Além disso, houve um levantamento topográfico, com uso de ARP, da central de aulas para analisar as curvas de nível da área. O objetivo se deu pela verificação da presença de cotas baixas ou movimentação de terra que justifique um possível recalque da edificação, ou o surgimento de outras patologias acarretadas por essa causa. O modelo de ARP utilizado no levantamento será um Mavic Mini 2s, da empresa DJI. Desse modo, com as imagens obtidas do drone, foram processadas pelo *software* Agisoft Metashape Professional para a obtenção do ortomosaico. Na Figura 3, podemos observar o equipamento utilizado para o levantamento.

Figura 3 – ARP modelo Mavic Mini 2s.



Fonte: Autoria própria (2025).

4.3 Análise de dados

A matriz GUT, segundo Leite *et al.* (2023), trata-se de uma metodologia utilizada para compreender de uma maneira mais detalhada e qualificada as manifestações patológicas de uma

determinada edificação. Através de diversos procedimentos, pesquisas e técnicas, sendo possível analisar, com clareza, a situação das construções e as manifestações patológicas encontradas nelas. Para isso, é preciso elaborar tabelas de verificação separadas, destinadas à inspeção predial do objeto de estudo. Na Tabela 2, está à disposição das informações de classificação e grau de criticidade para o primeiro critério de avaliação, que está relacionado a gravidade da manifestação patológica.

Tabela 2 – Classificação e grau de criticidade para a Gravidade.

Grau	Definição do grau	Nota
TOTAL	Risco de morte, colapso da estrutura, incêndio; danos irreparáveis; prejuízo financeiro.	10
ALTA	Risco de ferimentos; danos reversíveis; impacto recuperável; afetação parcial; prejuízo financeiro alto.	8
MÉDIA	Risco à saúde; desconforto do usuário; danos reparáveis; perda de funcionalidade; danos ambientais reparáveis; prejuízo financeiro médio.	6
BAIXA	Ausência de riscos e/ou fatalidades do usuário; problemas menores e fácil solução; manutenção preventiva; baixo custo.	3
NENHUMA	Não há riscos e/ou fatalidade do usuário; mínima depreciação; manutenção simples.	1

Fonte: Adaptado de Verzola, Marchiori e Aragon (2014).

Para a Tabela 3, está exposto a classificação das manifestações e seu grau de criticidade para o segundo critério do método, a Urgência. Esse critério refere o quão significativo o problema é, sendo possível determinar o prazo para a sua resolução. Logo, quanto maior o grau, mais rápido desse ser a resolução da patologia.

Tabela 3 – Classificação e grau de criticidade para a Urgência.

Grau	Definição do grau	Nota
TOTAL	Ocorrência em curso, emergência que requer ação imediata, sem prazo estipulado.	10
ALTA	Ameaça iminente, alto risco que exige atenção imediata, deve ser solucionada imediatamente.	8
MÉDIA	Situação prevista para breve, ação deve ser tomada o mais cedo possível.	6
BAIXA	Possível acontecimento futuro, mas não há urgência imediata.	3
NENHUMA	Situação que não está prevista, pode ser monitorada e tratada de forma planejada.	1

Fonte: Adaptado de Verzola, Marchiori e Aragon (2014).

Já na Tabela 4, é apresentado o terceiro critério da classificação que se refere a probabilidade de a manifestação aumentar de tamanho. Em outras palavras, quanto maior for o grau a maior as chances da patologia se agravar.

Tabela 4 – Classificação e grau de criticidade para a Tendência.

Grau	Definição do grau	Nota
TOTAL	Rápida deterioração, com potencial para piorar ainda mais e de forma abrupta.	10
ALTA	Se agravará em breve, exige atenção e ação rápidas.	8
MÉDIA	Deterioração não é iminente, mas ainda exige atenção.	6
BAIXA	Deterioração provável, não há urgência imediata.	3
NENHUMA	Estável e não há previsão de piora	1

Fonte: Adaptado de Verzola, Marchiori e Aragon (2014).

Após isso, o próximo passo do modelo foi a criação de uma outra tabela para identificação das patologias encontradas na edificação alvo. Na tabela, a primeira coluna refere-se à descrição numérica para identificar cada item; a segunda coluna apresenta as manifestações patológicas avaliadas; a terceira coluna aplica o método GUT; e a quarta coluna classifica os problemas de acordo com seu grau de criticidade, organizando-os conforme a pontuação atribuída, do mais crítico ao menos crítico (Leite *et al.*, 2023).

Além disso, outra uma alternativa de análise das patologias utilizada foi o uso de um MDE, devido a sua precisão em modelar o terreno através de imagens de ARP. Nessa pesquisa, o MDE teve como propósito a obtenção das curvas de nível do terreno, sendo possível uma análise da área de estudo em relação a movimentações de terra. Isso foi viável através da averiguação do projeto de construção do edifício, com a obtenção do nível do terreno na época de execução do projeto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos dados coletados durante a inspeção visual da Central de Aulas II foi possível obter resultados significativos que serão apresentados nesta seção. Os dados são organizados de acordo com as variáveis analisadas e incluem a descrição de tendências observadas durante a pesquisa. Desse modo, as manifestações patológicas estão dispostas em relação a uma possível origem.

5.1 Infiltração

A inspeção visual na sala de aula 8, foi possível identificar manchas de umidade presentes no forro, acompanhadas de sinais de descascamento no revestimento. Embora a localização das manchas seja próxima ao aparelho de ar-condicionado, a análise indica que a causa mais provável é uma infiltração proveniente da cobertura do prédio, sugerindo a necessidade de uma avaliação detalhada da estrutura superior para identificar e solucionar o ponto de entrada da água. Na Figura 4, temos a representação das manchas de umidade presente na sala de aula 8 da Central de Aulas II.

Figura 4 – Manchas de umidade na sala de aula 8.



Fonte: autoria própria (2025).

Na avaliação feita pelo método GUT, a nota atribuída para essa patologia foi 80 pontos, recebendo 4 em Gravidade, 4 em Urgência e 5 em Tendência (vide item 23 do relatório fotográfico em anexo). Santos (p. 61, 2019), em seu estudo traz uma avaliação similar a essa, ressaltando que a ausência de impermeabilização do local. O autor ainda discute maneiras de mitigar essa manifestação, como a lixamento da superfície da laje, limpeza com hipoclorito de sódio e aplicação de um novo revestimento.

Na sala de aula 10, há a presença de manchas de umidade próximo ao peitoril das janelas. Essa ocorrência pode ser atribuída à falha na execução da vedação ou à ausência de impermeabilização adequada, permitindo a infiltração de água e consequente formação das manchas. Além disso, observa-se que carência de manutenção do prédio acarreta o surgimento de mais patologias, como o deslocamento do revestimento do peitoril da janela. Na Figura 5 podemos observar a manifestação presente na sala de aula 10.

Figura 5 – Mancha de umidade na sala de aula 10.



Fonte: autoria própria (2025).

Na avaliação GUT, a patologia recebeu uma nota 100, sendo 4 de Gravidade, 5 de Urgência e 5 de Tendência (vide item 36 do relatório fotográfico em anexo). Brasil (p. 53, 2019), apresentou uma manifestação semelhante, porém sua avaliação foi inferior a inferida nesse estudo. A autora afirma que a patologia se sucedeu pela má qualidade de produtos de pintura e a baixa resistência à álcalis sobre substrato úmido e alcalino. Portanto, as avaliações

podem distinguir a depender do risco que a deterioração pode causar tanto ao usuário quando a própria estrutura.

A sala de aula 11, foi possível perceber uma manifestação semelhante à da sala 8, que se difere pela abrangência da mancha. Com isso, podemos observar as manchas se concentrando predominantemente nas quinas das salas, sugerindo uma possível falha no sistema de drenagem pluvial da cobertura. Essa falha poderia estar permitindo o acúmulo de água na laje, resultando nas infiltrações observadas. Na Figura 6, temos exposto a mancha de umidade na sala 11.

Figura 6 – Mancha de umidade na sala de aula 11.



Fonte: autoria própria (2025).

Pela Matriz GUT, a avaliação final da manifestação foi 54, sendo 3 de gravidade, 3 de Urgência e 6 de Tendência (vide item 18 do relatório fotográfico anexo).

A inspeção visual, podemos identificar que a marquise revela a presença de bolor e manchas de umidade, evidenciando a ausência de um sistema de drenagem eficiente. Além disso, a fiação exposta representa um risco significativo para os usuários do prédio. A causa dessas manifestações patológicas pode estar relacionada à má execução da impermeabilização ou à falta de manutenção preventiva ao longo do tempo. Na Figura 7, dispomos da apresentação da situação atual de uma das marquises do prédio.

Figura 7 – Marquise da área externa do bloco com viação elétrica exposta.



Fonte: autoria própria (2025).

A avaliação pelo método GUT, foi atribuído uma nota 30, sendo 2 de Gravidade, 3 de Urgência e 5 de Tendência (vide item 52 do relatório fotográfico em anexo). Leite *et al.* (p. 97, 2023), traz em seu estudo uma manifestação similar, porém com uma nota maior.

A Figura 8 ilustra a condição da central de aulas após um evento de precipitação na região, onde se observa o alagamento do entorno do edifício. Esse acúmulo de água resulta na percolação para a alvenaria, intensificando o surgimento de manifestações patológicas, como manchas de umidade e deterioração do revestimento, evidenciando a necessidade de um sistema de drenagem eficiente para prevenir danos estruturais. Essa situação não foi avaliada pelo método, por se tratar de um indício atrelado ao aparecimento das manifestações do prédio.

Figura 8 – Área externa da Central de Aula II após uma chuva.



Fonte: autoria própria (2025).

5.2 Eflorescências

No banheiro feminino, identificou-se uma manifestação patológica caracterizada por eflorescência, que está comprometendo o revestimento do forro, juntamente com a presença de manchas de umidade. A proximidade dessa patologia à esquadria da janela sugere que a vedação inadequada da mesma pode ter contribuído para o agravamento do problema, permitindo a infiltração de umidade e a consequente deterioração do revestimento. Na Figura 9, podemos notar a exibição da manifestação da fluorescência existente na sala 9.

Figura 9 – Eflorescência presente no forro do banheiro feminino.



Fonte: autoria própria (2025).

Pelo método GUT, o valor atribuído para essa patologia foi 54, recebendo 3 de Gravidade, 3 de Urgência e 6 de Tendência (vide item 10 do relatório fotográfico em anexo). Lima (p. 56, 2019), evidencia uma manifestação equivalente a supracitada, com uma avaliação inferior. A autora afirma que a ausência de preparação antes da pintura, pela existência de partículas solta ou pó, pode ter acarretado o surgimento da patologia. Por fim, ela ainda traz uma medida mitigadora para solucionar o problema, como a aplicação de selador antes da execução da pintura.

Na sala de aula 2, a presença de salitre no rodapé e eflorescência na alvenaria, demonstrando a ação da capilaridade da água, um fenômeno no qual a umidade percola pelas estruturas porosas. Essa manifestação patológica sugere falhas na execução do revestimento e pintura, que não ofereceram a barreira necessária contra a umidade. A combinação desses fatores resulta na deterioração do acabamento e a proliferação de salitre na superfície da alvenaria. Na Figura 10 temos representação da presença do salitre no rodapé da sala 2.

Figura 10 – Salitre no rodapé da sala de aula 2.



Fonte: autoria própria (2025).

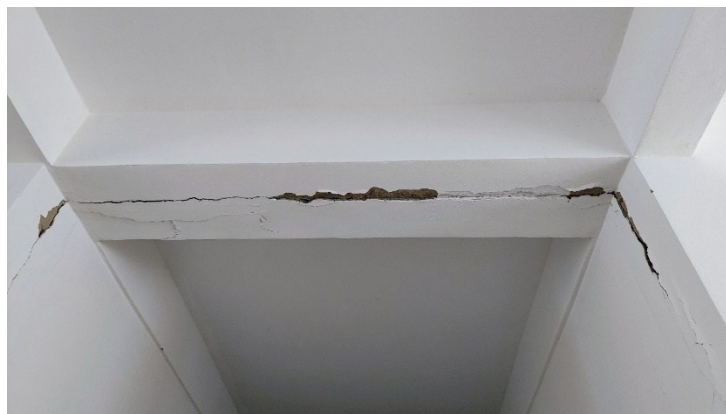
Na avaliação pelo método GUT, consideramos que a patologia exibida tem um valor de GUT igual a 54, tendo 3 de Gravidade, 3 de Urgência e 6 de Tendência (vide item 19 do relatório fotográfico em anexo). Lima (p. 56, 2019), também traz uma manifestação similar a

demonstrada nesse estudo, sendo avaliada com um valor inferior. A autora reforça que problema se origina da ascensão capilar, devido ao alto teor de umidade presente na alvenaria e a deficiência de impermeabilização da fundação que resulta no aparecimento sais no agregado.

5.3 Fissuras e trincas

No corredor principal da central de aulas, a inspeção revelou a presença de fissuras e deslocamento no revestimento da junta de dilatação do prédio. A fissuração se estende até a alvenaria, atingindo o ponto de apoio das duas vigas. Essa manifestação patológica indica possíveis movimentações estruturais ou falhas na execução da junta, exigindo uma investigação mais aprofundada para determinar a causa raiz e implementar as medidas corretivas adequadas. Na Figura 11, está apresentada a fissuração na junta de dilatação.

Figura 11 – Trinca na junta de dilatação do corredor principal.



Fonte: autoria própria (2025).

Por meio da Matriz GUT, podemos avaliar que a manifestação recebe um valor igual a 54, sendo 3 de Gravidade, 3 de Urgência e 6 de Tendência (vide item 3 do relatório fotográfico em anexo). Lima (p. 57, 2019), também apresenta uma patologia um pouco semelhante à aqui demonstrada, a qual tem como um valor inferido menor. A autora ainda evidencia que o

surgimento desse problema pode ser devido a armadura está passando por processo de corrosão e expansão e, também, por ação da movimentação dos materiais.

Na Figura 12, podemos observar a medição feita com o fissurômetro, onde temos a espessura da abertura da fissura localizada na alvenaria que as vigas estão apoiadas. A abertura foi de 0,75 mm, caracterizando a fissuração como trinca segundo a classificação de Olivari (2003).

Figura 12 – Medição com fissurômetro da fissura da junta de dilatação.



Fonte: autoria própria (2025).

Na sala de aula 5, há presença de uma fissura em um dos pilares da sala, o que indica uma possível manifestação de recalque na estrutura. A fissuração observada se estende desde o piso até o apoio pilar-viga, podendo ser consequência direta do recalque que ocorre na parte posterior do edifício. Com isso, a necessidade de uma análise estrutural detalhada para avaliar a extensão do dano e implementar as medidas corretivas apropriadas. Na Figura 13, temos exposto a fissuração do pilar da sala.

Figura 13 – Trinca no pilar da sala 5.

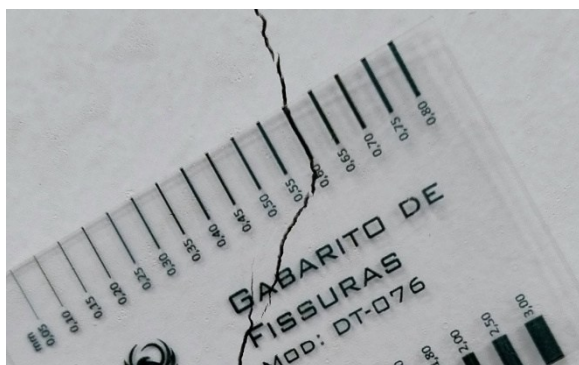


Fonte: autoria própria (2025).

Pelo método GUT, a presente fissuração recebeu uma avaliação com um valor de 80, recebendo 5 de Gravidade, 4 de Urgência e 4 de Tendência (vide item 22 do relatório fotográfico em anexo). Brito (p. 71, 2017), traz uma manifestação similar com uma avaliação inferior a supracitada. A autora relata que a causa pode ser a insuficiência de cobrimento da armadura, a utilização de concreto de baixa qualidade e com elevada porosidade. As possíveis medidas a serem tomadas são remoção cuidadosamente do concreto afetado e os materiais corroídos, reconstituição da seção original da armadura (se estiver dentro da exigência da norma), recuperação dos componentes estruturais e aplicação de revestimento de proteção.

Na Figura 14, foi possível verificar a medição realizada na fissuração do pilar da sala 5, na qual a espessura identificada da fissura foi de 0,60, sendo caracterizada como trinca conforme classificação de Olivari (2003).

Figura 14 – Medição com fissurômetro da fissuração no pilar da sala 5.



Fonte: autoria própria (2025).

No pilar externo da edificação, observa-se uma situação crítica: a armadura está exposta e apresenta fissuração que se estende da base ao topo do pilar. A exposição da armadura resultou em corrosão significativa, e a ausência de cobrimento adequado agrava o problema. Essa condição representa um risco estrutural, exigindo uma intervenção imediata para proteger a armadura e restaurar a integridade do pilar. Na Figura 15, é possível contemplar a situação que o pilar externo se encontra.

Figura 15 – Trinca no pilar externo da Central de Aulas II.



Fonte: autoria própria (2025).

Utilizando a Matriz GUT, a manifestação em questão foi avaliada com um índice de 288, distribuído em 6 para Gravidade, 6 para Urgência e 8 para Tendência (vide item 39 do relatório fotográfico em anexo). Em comparação, Brito (2017, p. 71) descreve uma patologia análoga com uma avaliação inferior àquela encontrada neste estudo.

A presença de fissuras na direção da armadura principal do pilar, acompanhadas de desagregação acentuada do concreto, demanda uma intervenção cuidadosa e estruturada. O processo de reparo deve iniciar com a remoção meticulosa do concreto comprometido e dos produtos de corrosão presentes na armadura. Em seguida, a seção original da armadura deve ser reconstituída, garantindo a integridade estrutural do pilar. Em ambientes com agentes agressivos, a aplicação de um primer protetor é essencial para prevenir a recorrência da

corrosão. Caso necessário, o componente estrutural pode ser reforçado, aumentando suas dimensões originais, através de técnicas de reforço adequadas. Finalmente, a aplicação de um revestimento de proteção adequado assegurará a durabilidade e a resistência do pilar restaurado (Brito, 2017).

Considerando a gravidade da patologia, a fissuração foi medida com um paquímetro, onde abertura tem 17 mm de espessura. De acordo com a classificação de Olivari (2003), essa abertura caracteriza-se como uma brecha. Na Figura 16, podemos observar a medição feita na abertura da fissuração.

Figura 16 – Medição com paquímetro da brecha no pilar.



Fonte: autoria própria (2025).

Para complementar a análise, um teste com indicador de fenolftaleína foi realizado, com o objetivo de determinar o grau de carbonatação do concreto do pilar. O teste revelou que o concreto se encontra completamente carbonatado, conforme demonstrado pela coloração rosa intensa em pequenas partes adjacentes à armadura e de forma sutil no cobrimento. A Figura 17 apresenta o resultado do teste rápido com fenolftaleína.

Figura 17 – Teste com indicador de fenolftaleína.



Fonte: autoria própria (2025).

A marquise da saída posterior do edifício apresenta um quadro de deterioração, caracterizado por armadura exposta, manchas de umidade e deslocamento do revestimento. Essa combinação de patologias sugere uma série de fatores contribuintes, incluindo a possível utilização de materiais de baixa qualidade na construção original, a ausência de um sistema de drenagem eficiente na cobertura e a consequente corrosão da armadura exposta à umidade. A falta de manutenção preventiva também pode ter agravado o problema, permitindo que as falhas estruturais se manifestassem e se expandissem ao longo do tempo. Na Figura 18, podemos observar o estado da marquise da área externo ao bloco.

Figura 18 – Armação exposta da marquise da área externa do bloco.



Fonte: autoria própria (2025).

Utilizando a Matriz GUT, essa patologia obteve o resultado do índice igual a 288, recebendo 6 de Gravidade, 6 de Urgência e 8 de Tendência (vide item 60 do relatório fotográfico em anexo). Em seu estudo Brito (p. 71, 2017), apresenta uma patologia similar em questão, e recebe uma avaliação superior a atribuída. A autora afirma que a deterioração da estrutura foi causada pela insuficiência de cobrimento da armadura e falhas na impermeabilização. Para sanar o problema, propõe-se a remoção do concreto afetado e dos produtos de corrosão, seguida da reconstituição da armadura. Em ambientes agressivos, a aplicação de um primer protetor é recomendada. Caso necessário, o componente estrutural deve ser reforçado, e um revestimento de proteção finalizado o processo de reparo.

5.4 Recalque diferencial

Na sala de aula 5, nota-se uma fissuração diagonal que se estende pelos extremos da alvenaria, um padrão característico de recalque diferencial. A causa provável dessa patologia reside no assentamento irregular do piso e, além do recalque, pode haver o rompimento da fundação na parte posterior do edifício. Isso indica a necessidade de uma análise geotécnica, para confirmar o diagnóstico e planejar as intervenções corretivas apropriadas. Na Figura 19, há a reorientação da fissuração na alvenaria da sala de aula 5.

Figura 19 – Fenda característico de recalque diferencial da sala de aula 5.

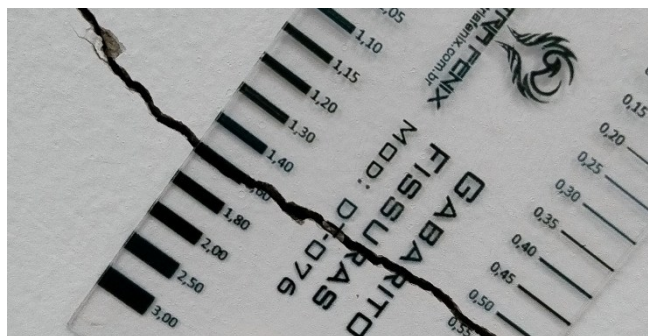


Fonte: autoria própria (2025).

Por meio da análise feita com a metodologia GUT, podemos obter o resultado do índice igual a 54, recebendo 3 de Gravidade, 6 de Urgência e 3 de Tendência (vide item 30 do relatório fotográfico em anexo). Leite *et al.* (p. 97, 2023), traz uma manifestação muito parecida com a ressaltada no estudo, sendo avaliada com a mesmo resultado.

Para determinar a dimensão da fissura, realizou-se uma medição, constatando-se uma abertura de 1,60 mm de espessura. De acordo com a classificação proposta por Olivari (2003), essa abertura caracteriza-se como uma fenda. Na Figura 20, temos apresentado a medição realizada no dia da inspeção.

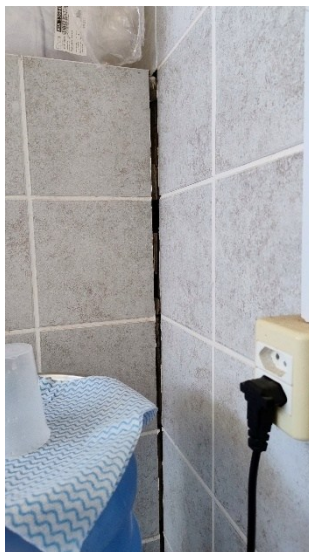
Figura 20 – Medição da fenda da sala de aula 5.



Fonte: autoria própria (2025).

Na copa da Central de Aulas II, constata-se o deslocamento de uma meia parede em relação à alvenaria de apoio, evidenciando uma falha estrutural significativa. As causas prováveis para essa manifestação patológica incluem a ausência de amarração adequada entre a meia parede e a alvenaria, a ocorrência de recalque diferencial, visto que o deslocamento se inicia na base e se estende até o topo, e/ou a má execução do engastamento, possivelmente devido à utilização de materiais de baixa qualidade. A combinação desses fatores pode ter comprometido a estabilidade da meia parede, resultando no deslocamento observado. Na Figura 21, há exposição do deslocamento da meia parede da copa.

Figura 21 – Recalque da meia parede da copa.

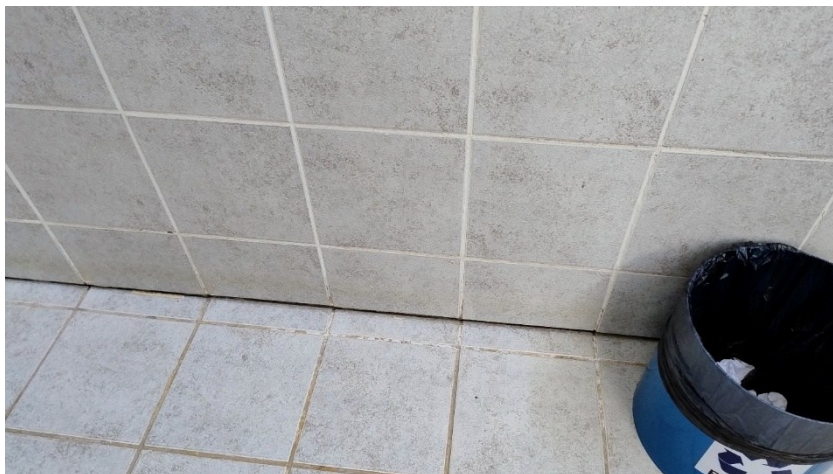


Fonte: autoria própria (2025).

Através da análise conduzida com a metodologia GUT, obteve-se um índice de 120, distribuído em 4 para Gravidade, 5 para Urgência e 6 para Tendência (conforme item 5 do relatório fotográfico em anexo).

No banheiro feminino, constatou-se o afundamento do piso, acompanhado de um deslocamento perceptível entre o piso e a alvenaria adjacente. Essa ocorrência sugere um possível rompimento da fundação ou recalque diferencial, corroborado pela presença de fissuração diagonal na mesma alvenaria. A combinação desses fatores indica a necessidade de uma investigação geotécnica detalhada para determinar a causa raiz do problema e planejar as medidas corretivas adequadas. Na Figura 22, nota-se o afundamento do piso do banheiro feminino do prédio.

Figura 22 – Recalque da fundação do banheiro feminino.



Fonte: autoria própria (2025).

A aplicação da metodologia GUT forneceu um índice de 108, distribuído em 3 para Gravidade, 6 para Urgência e 6 para Tendência (conforme item 11 do relatório fotográfico em anexo).

Para confirmar a suspeita de deslocamento do piso no banheiro feminino, utilizou-se um nível, uma ferramenta de medição precisa. A aplicação do nível na superfície do piso revelou, de fato, um desnível significativo, corroborando a observação visual inicial. A constatação do piso desnivelado reforça a hipótese de problemas subjacentes, como o possível rompimento da fundação ou recalque diferencial, que necessitam de investigação adicional para diagnóstico preciso e implementação de medidas corretivas. Na Figura 23, podemos observar o uso do nível no piso do banheiro.

Figura 23 – Utilização do nível no piso do banheiro feminino.

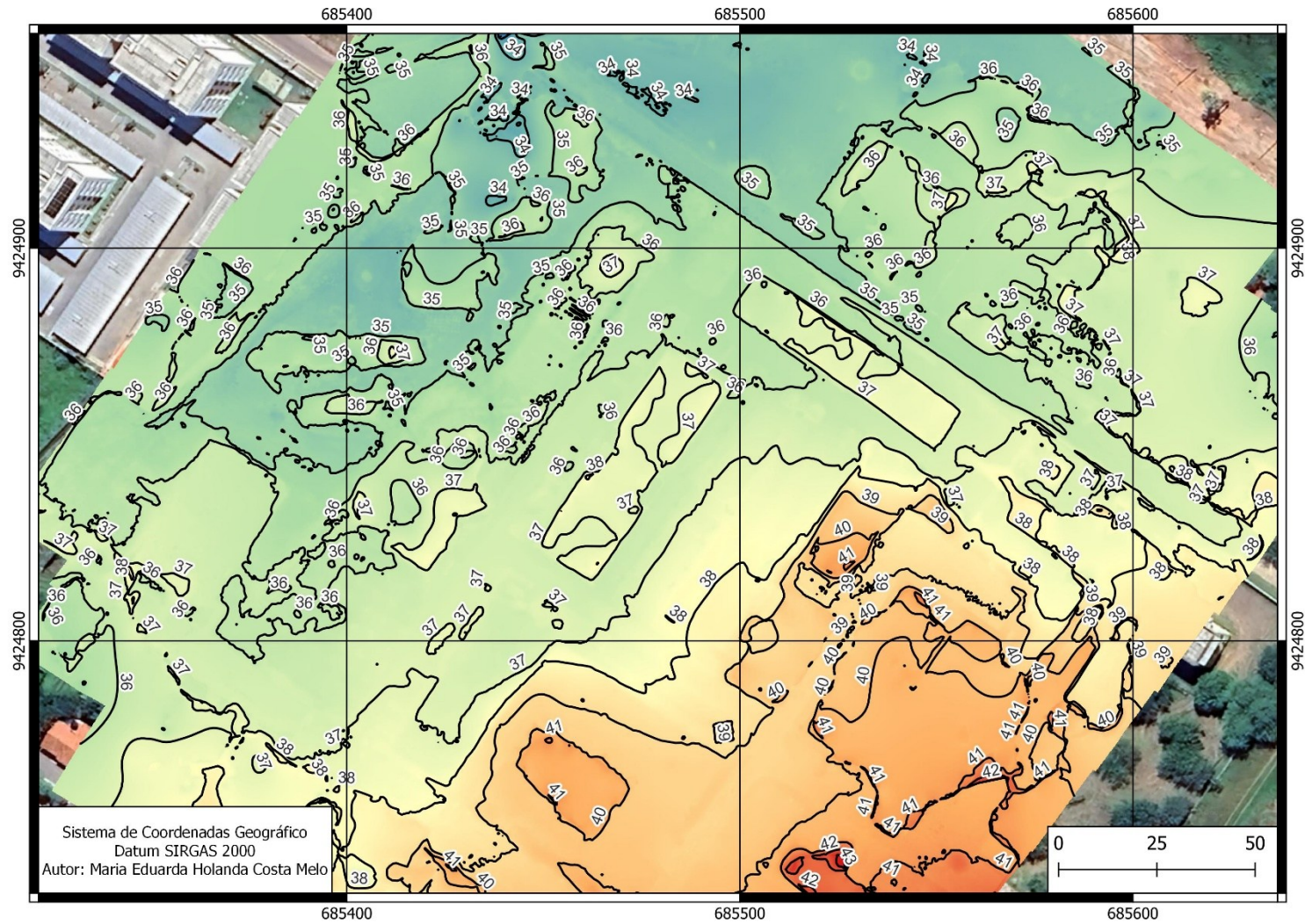


Fonte: autoria própria (2025).

5.6 Curvas de nível

Com a obtenção das curvas de nível da Central de Aulas II, foi possível notar que as cotas próximas a entrada do campus estão entre 39 e 41 metros de altitude, enquanto próximo a central encontramos cotas entre 36 e 39 metros de altitude. Diante disso, podemos constatar que há um rebaixamento do nível nas proximidades do prédio, o que pode propiciar tanto um maior fluxo de águas pluviais quanto de movimentação de terra nessa região. Portanto, o recalque que ocorre na edificação pode ser advindo dessa movimentação que agride a fundação diretamente, e há ausência de uma boa drenagem pluvial. Na Figura 24, podemos observar as curvas de nível obtidas pelo levantamento topográfico.

Figura 24 – Curvas de nível geradas por ARP.

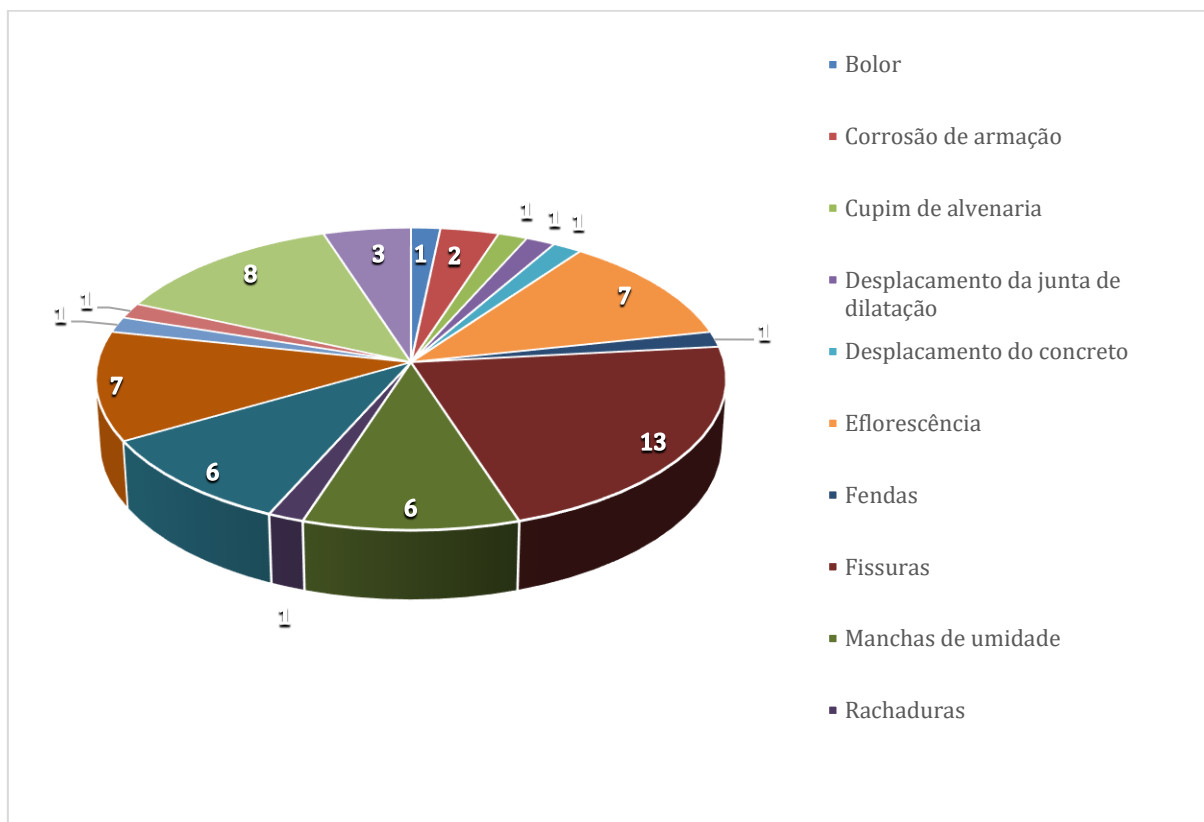


Fonte: autoria própria (2025).

5.7 Quantitativo de manifestações patológicas

Após as análises detalhadas, foi elaborado o Gráfico 1 com o quantitativo que discrimina as manifestações patológicas encontradas, classificando-as pelos tipos de patologias encontrada na Central de Aulas II. Este gráfico fornece uma visualização clara da frequência e distribuição das diferentes patologias, permitindo uma melhor compreensão dos problemas identificados e auxiliando na priorização das ações corretivas necessárias.

Gráfico 1 – Quantitativo de manifestações patológicas na Central de Aulas II.



Fonte: autoria própria (2025).

Além disso, foi elaborada a Tabela 2 com a detalhada apresentação do percentual de cada tipo de manifestação patológica identificada na edificação. Por meio dessa tabela, foi possível organizar as patologias por categorias, permitindo uma análise comparativa da frequência relativa de cada tipo de problema. Com essas informações, torna-se possível identificar as manifestações mais prevalentes e priorizar as intervenções necessárias para garantir a segurança e durabilidade da estrutura.

Tabela 5 – Percentual das manifestações patológicas na Central de Aulas II.

Tipo de patologia	(%)
Bolor	2%
Corrosão de armação	3%
Cupim de alvenaria	2%
Desplacamento da junta de dilatação	2%
Desplacamento do concreto	2%
Eflorescência	12%
Fendas	2%
Fissuras	22%
Manchas de umidade	10%
Rachaduras	2%
Recalque	10%
Recalque da fundação	12%
Recalque na base da alvenaria	2%
Recalque no canto inferior direito	2%
Salitre	13%
Trincas	5%

Fonte: autoria própria (2025).

Por fim, foi elaborada uma tabela de priorização das patologias, classificando-as de acordo com a urgência de tratamento. Esta tabela não apenas lista as manifestações patológicas mais críticas, mas também inclui o valor GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) de cada uma, permitindo uma avaliação mais precisa do impacto e da necessidade de intervenção imediata. Com base a Tabela 3, pode-se estabelecer um plano de ação eficiente e direcionar os recursos para as áreas mais críticas da edificação.

Tabela 6 – Prioridade das manifestações patológicas para serem tratadas.

Item	GUT	Grau de prioridade	Item	GUT	Grau de prioridade
1	54	24º	31	30	54º
2	45	50º	32	36	51º
3	54	25º	33	60	19º
4	54	26º	34	60	20º
5	120	4º	35	27	57º
6	72	18º	36	100	13º
7	100	12º	37	54	41º
8	54	27º	38	1	58º
9	120	5º	39	288	1º
10	54	28º	40	75	16º
11	108	6º	41	288	2º
12	108	7º	42	36	52º
13	54	29º	43	75	17º
14	108	8º	44	54	42º
15	54	30º	45	54	43º
16	54	31º	46	1	59º
17	54	32º	47	54	44º
18	54	33º	48	48	49º
19	54	34º	49	54	45º
20	108	9º	50	30	55º
21	48	48º	51	54	46º
22	80	14º	52	30	56º
23	80	15º	53	1	60º
24	108	10º	54	36	53º
25	54	35º	55	108	11º
26	54	36º	56	60	21º
27	54	37º	57	54	47º
28	54	38º	58	60	22º
29	54	39º	59	60	23º
30	54	40º	60	288	3º

Fonte: autoria própria (2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas ao longo desta pesquisa revelaram um quadro complexo de manifestações patológicas na edificação, abrangendo desde problemas de umidade e fissuração até falhas estruturais mais graves, como recalque diferencial e corrosão de armaduras. A variedade e a gravidade das patologias encontradas indicam a necessidade de uma intervenção abrangente e coordenada, visando a restauração da integridade estrutural e a prevenção de danos futuros. Portanto, foi fundamental o estudo de caso como objeto-alvo a Central de Aulas II, pois destacou pontos na edificação que estavam fragilizados e posteriormente podem ser solucionados de maneiras mais efetiva.

A utilização da metodologia GUT permitiu priorizar as manifestações patológicas de acordo com sua gravidade, urgência e tendência de evolução, auxiliando na definição de um plano de ação eficiente. As recomendações apresentadas neste estudo, como a remoção do concreto afetado, a reconstituição da armadura e a aplicação de revestimentos de proteção, visam garantir a durabilidade e a segurança da edificação.

É fundamental ressaltar a importância da manutenção preventiva, que pode evitar o agravamento das patologias e prolongar a vida útil da estrutura. A realização de inspeções periódicas, a correção de falhas de impermeabilização e a manutenção adequada dos sistemas de drenagem são medidas essenciais para garantir a segurança e a funcionalidade da edificação.

Em suma, esta pesquisa fornece um diagnóstico detalhado das manifestações patológicas presentes na edificação e apresenta recomendações para sua correção. A implementação das medidas propostas, aliada a um programa de manutenção preventiva, contribuirá para a restauração da integridade da estrutura e a garantia da segurança dos usuários. Para pesquisa futuras, é imperdível estudos laboratoriais para saber a real condição do concreto e armadura que estão exposto, com utilização de equipamentos mais precisos.

7 REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de Edificações - Requisitos para o Sistema de Gestão de Manutenção**. Rio de Janeiro, 2024.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15577-1: Agregados – Reatividade álcali-agregado**. Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto. Rio de Janeiro, 2008.
- ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94)**. Brasília, 2023.
- ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. 1997.
- ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília-sistematização da incidência de casos**. 2011.
- BARROS, Anderson de Assis *et al.* **Uso de Aeronave Remotamente Pilotada (arp) na identificação de patologias referentes ao pavimento flexível da UFRRJ**. 2019.
- BRAGA, Isaías Carlos *et al.* Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em construções históricas. **Revista ALCONPAT**, v. 9, n. 3, p. 320-335, 2019.
- BRASIL, Tamires Lacerda. **Avaliação de manifestações patológicas através da ferramenta GUT – estudo de caso**. 2019.
- BRITO, Thais Farias de. **ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PELO MÉTODO GUT: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/Pb, 2017.
- FERREIRA, Gilberlan de Freitas. **Emprego de simulação no controle de qualidade em cartografia aplicado a modelos digitais de superfícies oriundos de sensores orbitais segundo PEC-PCD**. 2014.
- FERREIRA, Jackeline Batista; LOBÃO, Victor Wandir Neves. Manifestações patológicas na construção civil. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE**, v. 5, n. 1, p. 71-71, 2018.
- FERREIRA, Joana Alexandra de Almeida. **Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).

FIGUEIREDO, Enio P.; MEIRA, Gibson R. Corrosão das armaduras das estruturas de concreto. **México: Boletim técnico ALCONPAT Internacional**, v. 6, 2013.

GENTIL, Vicente. Corrosão. 6ª. Edição. **Rio de Janeiro: LTC**, 2011, 376p. ISBN 978-85-216-1779-2.

IBAPE – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo: IBAPE, 2012.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. O Administrador Racional: Uma Abordagem Sistemática à Solução de Problemas e Tomada de Decisões. 2a Edição. São Paulo, **Editora Atlas**, 1981, 222p.

LEITE, Danilo Martins *et al.* Análise das manifestações patológicas nas edificações do município de Guadalupe, Piauí. **Revista Principia**, v. 60, n. 1, p. 88-101, 2023.

LIMA, Maria Gilcelannia Holanda. **Diagnóstico de incidências de manifestações patológicas com a utilização da metodologia matriz GUT - estudo de caso**. 2019.

LOPES, José Edson *et al.* Financiamento de imóveis populares: um estudo de identificação de patologias estruturais e reparação estrutural. **Interfaces Científicas - Humanas e Sociais**, v. 12, n. 2, p. 114-128, 2024.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: **IBRACON**, 2014.

OLIVARI, Giorgio. Patologia em edificações. **São Paulo**, p. p95, 2003.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de *et al.* **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque de diferencial de fundações**. 2012.

OLIVEIRA, Aline Alves de *et al.* **Inspeção de manifestações patológicas em fachadas utilizando aeronaves remotamente pilotadas**. 2020.

PORTAL UFERSA. **Ufersa recupera salas de aula e laboratórios em Mossoró**. 2020. Disponível em: <https://assecom.ufersa.edu.br/2020/08/27/ufersa-recupera-salas-de-aula-e-laboratorios-em-mossoro/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do departamento de geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. Introdução ao geoprocessamento. **UFU: Apostila. Uberlândia**, 2013.

SANTOS, Vielka Pereira dos. **Análise das manifestações patológicas no edifício residencial da Casa do Estudante em Palmas-TO através da Matriz GUT de priorização**. 2020.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. **Monografia (Especialização em Construção Civil: Avaliações e Perícias), Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.**

SOUZA, Vicente Custodio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. **Pini**, ed. 1, 1998. ISBN 85-7266-096-8.

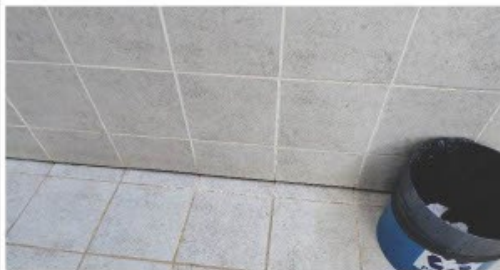
THOMAZ, E. Trincas em Edifícios – Causas, prevenção e recuperação. São Paulo: **Pini**, 1989.

VERZOLA, S. N.; MARCHIORI, F. F.; ARAGON, J. O. Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções. ENTAC–XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: avanços no desempenho das construções - pesquisa, inovação e capacitação profissional - ENTAC 2014**, Maceió, 2014.

ANEXOS

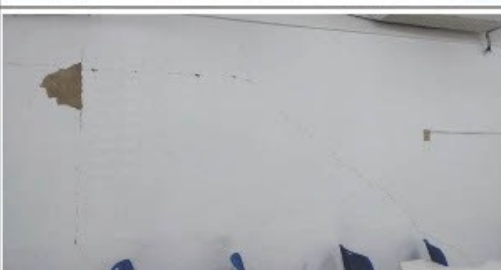
		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
1		Trincas	3	3	6	54
2		Salitre	3	3	5	45
3		Deslocamento da junta de dilatação	3	3	6	54
4		Recalque da fundação	3	3	6	54
5		Recalque	4	5	6	120

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO		LOCAL		CENTRAL DE AULA II		
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA		DATA		20/12/2024		
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
6		Recalque na base da alvenaria	3	4	6	72	
7		Recalque	4	5	5	100	
8		Recalque no canto inferior direito	3	3	6	54	
9		Recalque	4	5	6	120	
10		Eflorescência	3	3	6	54	

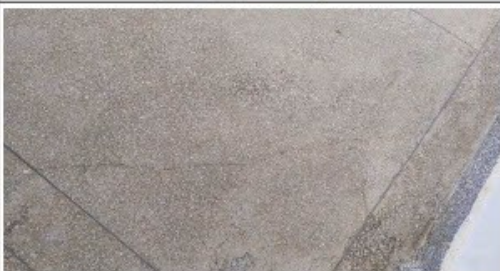
		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II				
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024				
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
11		Recalque da fundação	3	6	6	108	
12		Recalque	3	6	6	108	
13		Recalque da fundação	3	3	6	54	
14		Recalque da fundação	6	3	6	108	
15		Salitre	3	3	6	54	

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II				
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024				
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
16		Eflorescência	3	3	6	54	
17		Salitre	3	3	6	54	
18		Manchas de umidade	3	3	6	54	
19		Salitre	3	3	6	54	
20		Bolor	3	6	6	108	

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
21		Fissuras	3	4	4	48
22		Trincas	5	4	4	80
23		Manchas de umidade	4	4	5	80
24		Recalque	3	6	6	108
25		Salitre	3	3	6	54

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
26		Salitre	3	3	6	54
27		Fissuras	3	6	3	54
28		Salitre	3	3	6	54
29		Fissuras	3	6	3	54
30		Recalque da fundação	3	6	3	54

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II				
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024				
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
31		Manchas de umidade	2	3	5	30	
32		Fissuras	3	3	4	36	
33		Recalque da fundação	4	3	5	60	
34		Recalque da fundação	4	3	5	60	
35		Cupim de alvenaria	3	3	3	27	

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
36		Manchas de umidade	4	5	5	100
37		Manchas de umidade	3	3	6	54
38		Fissuras	1	1	1	1
39		Corrosão de armação	6	6	8	288
40		Rachaduras	3	5	5	75

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO		LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA		DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
41		Fendas	6	6	8	288	
42		Deslocamento do concreto	3	3	4	36	
43		Fissuras	3	5	5	75	
44		Manchas de umidade	3	3	6	54	
45		Eflorescência	3	3	6	54	

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
46		Fissuras	1	1	1	1
47		Eflorescência	3	3	6	54
48		Fissuras	4	3	4	48
49		Eflorescência	3	3	6	54
50		Eflorescência	2	3	5	30

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL					
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II				
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024				
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO							
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT	
			Gravidade	Urgência	Tendência		
51		Salitre	3	3	6	54	
52		Eflorescência	2	3	5	30	
53		Fissuras	1	1	1	1	
54		Fissuras	3	3	4	36	
55		Recalque	3	6	6	108	

		UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS CURSO DE ENGENHARIA CIVIL				
DISCENTE	MARIA EDUARDA HOLANDA COSTA MELO	LOCAL	CENTRAL DE AULA II			
DOCENTE	CHRISTIANE MYLENA TAVARES DE MENEZES GAMELEIRA	DATA	20/12/2024			
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO						
Item	Patologia	Problema	G	U	T	GUT
			Gravidade	Urgência	Tendência	
56		Trincas	4	3	5	60
57		Fissuras	3	3	6	54
58		Fissuras	4	3	5	60
59		Fissuras	4	3	5	60
60		Corrosão de armação	6	6	8	288