



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PATOS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

FELIPE LUCENA DE MEDEIROS

**ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL E
INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES
ESCOLARES DA REDE MUNICIPAL DE PATOS-PB**

PATOS - PB

2025

FELIPE LUCENA DE MEDEIROS

**ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL E
INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES
ESCOLARES DA REDE MUNICIPAL DE PATOS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Me. Valteson da Silva Santos

PATOS - PB

2025

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

M488a Medeiros, Felipe Lucena de.

Análise correlacional entre temperatura superficial e incidência de manifestações patológicas em edificações escolares da rede municipal de Patos-PB / Felipe Lucena de Medeiros. - Patos, 2025.

78 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2025.

Orientador(a): Prof. Me. Valteson da Silva Santos.

1. Patologias das construções-Engenharia civil 2.
Temperatura superficial-Clima semiárido I. Título II. Santos,
Valteson da Silva III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU – 698.1

FELIPE LUCENA DE MEDEIROS

**ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL E
INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES
ESCOLARES DA REDE MUNICIPAL DE PATOS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

APROVADO EM:27/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Valteson da Silva Santos – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Prof. Dr. Adriano da Silva Félix – Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Profa. Me. Mariana Sousa da Paixão – Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Meus primeiros agradecimentos vão para Deus, que me guiou nesta jornada, e para Maria Santíssima e o nosso senhor Jesus Cristo, que me deram discernimento e orientação diária para seguir o caminho da certeza e da verdade.

À minha família, meu pilar e meu círculo mais íntimo. Aos meus pais, Manoel Reginaldo e Maria Socorro Lucena, e aos meus irmãos Flávia Lucena e Júlio Medeiros, que me apoiaram com carinho e acreditaram no meu potencial. Agradeço a Deus por tê-los ao meu lado, sempre prontos a me dar a mão quando precisei.

À minha namorada, Yasmin Verena, o amor da minha vida, por seu imenso apoio, paciência e carinho desde o primeiro dia. Agradeço também à sua família, Dona Isabel e Toinho, que sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos.

Quero dedicar um agradecimento especial à minha avó, Maria. Sua partida me entristeceu muito, mas o amor e o carinho que compartilhávamos me deram a força necessária para seguir em frente e concluir este trabalho.

Aos professores do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) - Campus Patos, pela paciência e pelas orientações ao longo de minha formação. Em especial, ao meu orientador, Professor Mestre Valteson da Silva Santos, por seu apoio, incentivo, amizade e total disponibilidade. Meu muito obrigado. Agradeço também à Professora Mestre Denize Monteiro dos Anjos por seu apoio na construção deste TCC e ao Professor Mestre Diego de Paiva Bezerra pela indicação do tema e pelas valiosas sugestões.

Aos meus amigos de moradia, que espero levar para a vida, Fabrício Cândido e Douglas Cristiano. Aos colegas de curso Robertano Segundo, Gabriel Morais, Ítalo Roberto, Henrique Melo, Andreza Medeiros, Pedro Terto, Anderson Monteiro, Lucas Monteiro, Ewerton Fernandes, Ricardo Pedrosa, Mayara Dias, Joseildo Avelino, Walber Marinho, Jucélio Torres e todos os outros pelo companheirismo durante todo o curso.

Ao IFPB por ter me proporcionado um ambiente de ensino de qualidade e todo o suporte necessário para minha formação. Agradeço especialmente ao pessoal do laboratório de Mecânica dos Solos, onde pude ser monitor.

Aos engenheiros Winícius Medeiros e Islanny de Andrade, e à Secretaria de Educação da Prefeitura de Patos-PB, por todo o suporte que permitiu o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço, ainda, ao engenheiro civil Mateus Costa e ao arquiteto e urbanista Guilherme Nogueira por todo o conhecimento compartilhado durante o estágio na Cubo Engenharia.

A todos os diretores e funcionários das instituições municipais que me receberam com

respeito e atenção durante as inspeções.

Por fim, agradeço a todos os amigos de infância e aos demais familiares que sempre acreditaram e me deram força para concluir mais esta etapa acadêmica.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

As mudanças climáticas têm intensificado os desafios na construção civil, especialmente em regiões de clima semiárido, onde a elevada temperatura superficial atua como um agente catalisador de manifestações patológicas em edificações. O presente trabalho teve como objetivo analisar a correlação entre a temperatura superficial e a incidência de patologias em quinze escolas da rede municipal de ensino de Patos-PB. Para isso, foi desenvolvida uma metodologia que integrou o mapeamento da temperatura superficial por meio de imagens de satélite, a inspeção visual para identificação e catalogação dos danos, e a criação de um Índice de Influência para quantificar a severidade das anomalias. Os resultados demonstraram uma tendência positiva entre as variáveis, indicando que as edificações localizadas em áreas com maiores temperaturas superficiais apresentaram um grau de degradação mais acentuado, com destaque para o destacamento de reboco, pintura e fissuras. Conclui-se que, embora a temperatura não seja um fator isolado, ela exerce influência significativa na aceleração dos processos de deterioração dos sistemas construtivos. Este estudo contribui ao fornecer subsídios técnicos que validam a importância de estratégias de mitigação térmica, como a correta especificação de materiais e soluções de projeto, para aumentar a durabilidade e o desempenho das construções no sertão paraibano.

Palavras-chave: Clima semiárido; Construção civil; Durabilidade; Edificações escolares; Manifestações patológicas; Mitigação térmica; Temperatura superficial.

ABSTRACT

Climate change has intensified challenges in the construction sector, especially in semi-arid regions, where high surface temperatures act as a catalyst for pathological manifestations in buildings. This study aimed to analyze the correlation between surface temperature and the incidence of pathologies in fifteen public schools in the municipal education network of Patos, Brazil. A methodology was developed integrating surface temperature mapping through satellite imagery, visual inspection for damage identification and cataloging, and the creation of an Influence Index to quantify the severity of anomalies. The results showed a positive trend between the variables, indicating that buildings located in areas with higher surface temperatures exhibited a more severe degree of degradation, particularly detachment of plaster, paint, and cracks. Therefore, although temperature is not an isolated factor, it significantly influences the acceleration of deterioration processes in construction systems. This research contributes by providing technical evidence that supports the importance of thermal mitigation strategies, such as the proper specification of materials and design solutions, to enhance the durability and performance of buildings in the Paraíba backlands.

Keywords: Semi-arid climate; Civil construction; Durability; School buildings; Pathological manifestations; Thermal mitigation; Surface temperature.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1. Boxplot do Grupo D para o índice de influência.....	42
Gráfico 2. Boxplot de todos os grupos para o índice de influência.....	43
Gráfico 3. Correlação entre patologias e temperatura superficial	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proporção de ocorrência dos distintos tipos de manifestações patológicas	20
Figura 2. Trinca em revestimento.....	21
Figura 3. Desprendimento das placas cerâmicas	22
Figura 4. Eflorescência em revestimento na EMEF Raimunda de Melo	23
Figura 5. Mapa de localização do município de Patos-PB, Brasil	31
Figura 6. Calculadora raster do software QGIS 3.34.10	34
Figura 7. Fluxograma metodológico	35
Figura 8. Mapa de Temperatura de Superfície Terrestre de Patos-PB.....	39
Figura 9. Método construtivo e fundação da EMEF Aristides Hamad Timene	45
Figura 10. Alvenaria trabalhando como elemento estrutural da EMEF Aristides Hamad Timene	45
Figura 11. Trinca em alvenaria da EMEF Aristides Hamad Timene	46
Figura 12. Destacamentos dos pisos presentes na CMREJA- EMEF Lions Adjalma/Irmã Benigna.....	48
Figura 13. Destacamento do piso cerâmico na CEI-Capitão Manoel Gomes	49
Figura 14. Destacamentos dos pisos cerâmicos na EMEF Alírio Meira	49
Figura 15. Fissuras horizontais próximas as portas.....	50
Figura 16. Fissuras e trincas próximas as portas devido a deformação estrutural	51
Figura 17. Fissura na diagonal da porta.....	52
Figura 18. Fissura transversal ao lado da porta	52
Figura 19. Fissura transversal devido a recalque diferencial entre pilares.....	53
Figura 20. Fissura horizontal sob o peitoril.....	53
Figura 21. Destacamentos dos forros presentes nas escolas.....	54
Figura 22. Fissuras nos forros presentes nas escolas.....	55
Figura 23. Fissuras horizontais ocasionadas por movimentação térmica.....	56
Figura 24. Fissuras verticais ocasionadas por movimentação higroscópica	57
Figura 25. Fissuras ocasionadas por sobrecarga.....	58
Figura 26. Fissuras ocasionadas deformação excessiva de estruturas de concreto armado	59
Figura 27. Fissuras ocasionadas por recalque de fundação	60
Figura 28. Destacamento de reboco presente nas escolas	62
Figura 29. Destacamento por umidade ascendente com presença de eflorescência.....	63
Figura 30. Destacamento da pintura presente nas escolas.....	64

Figura 31. Destacamento de azulejo na EMEF Alírio Meira	65
Figura 32. Trinca observada em elemento estrutural na EMEF Aristides Hamad Timene.....	66
Figura 33. Padrão de trincas observadas nos demais pilares.....	66
Figura 34. Ataque por cupim na estrutura do telhado	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Instituições de ensino selecionadas e suas respectivas faixas de temperatura.....	35
Tabela 2. Média de avaliação do impacto de cada patologia por profissionais da área	37
Tabela 3. Localização do bairro e índice de influência de cada instituição	38
Tabela 4. Valores de temperatura dos bairros de Patos-PB.....	40
Tabela 5. Principais patologias relacionadas com a temperatura	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Checklist com as patologias observadas durante as visitas	36
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AL	Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10
CEI	Centro de Educação Infantil
CMREJA	Centro Municipal de Referência em Educação de Jovens e Adultos
DN	Níveis de Cinza (<i>Digital Number</i>)
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
FAMUP	Federação das Associações de Municípios da Paraíba
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K1	Constante de calibração 1
K2	Constante de calibração 2
L λ	Radiância Espectral do sensor de abertura
ML	Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NC	Nível de Cinza (<i>Gray Level</i>)
QCAL	Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN (Imagem banda 10)
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
T	Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
TST	Temperatura de Superfície Terrestre
USGS	<i>United States Geological Survey</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	Geral	17
1.1.2	Específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS	18
2.1.1	Definição de Manifestações Patológicas	18
2.1.2	Principais Causas.....	19
2.1.3	Classificação e tipologia das Patologias	20
2.1.3.1	Trincas e Fissuras	20
2.1.3.2	Deslocamento de Placas Cerâmicas	21
2.1.3.3	Eflorescência	22
2.2	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST) E SUA RELAÇÃO COM AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS	23
2.3	FERRAMENTAS E SOFTWARES UTILIZADOS.....	27
2.3.1	Sensoriamento Remoto Aplicado à Construção Civil	27
2.3.2	Sistema de Informação Geográfica (SIG)	28
2.3.3	Uso de Imagens do Satélite LANDSAT 8	28
2.3.4	Processamento dos Dados	30
3	METODOLOGIA	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	32
3.2.1	Atribuição dos pesos às variáveis qualitativas	36
3.2.2	Levantamento em campo e classificação por intensidade.....	37
3.2.3	Cálculo do índice de influência patológica por escola	38
3.2.4	Análise comparativa com temperatura superficial	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	MAPA DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PATOS-PB	39
4.2	BOXPLOT.....	41
4.3	CORRELAÇÃO ENTRE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E TEMPERATURA SUPERFICIAL	43
4.4	PATOLOGIAS OBSERVADAS E PROPOSTAS MITIGADORAS	46
4.4.1	Destacamento do piso	47

4.4.2 Mau funcionamento de esquadrias	50
4.4.3 Destacamento e fissuração do forro	54
4.4.4 Fissuras e trincas na alvenaria	55
4.4.5 Destacamentos de reboco, pintura e azulejo na alvenaria	61
4.4.6 Fissuras e Trincas na estrutura	65
4.4.7 Patologia na estrutura da cobertura	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A	76

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais representam um desafio significativo para a engenharia civil, impondo novas demandas sobre a robustez e o desempenho do ambiente construído. A intensificação de fenômenos e a alteração em variáveis como temperatura, umidade e radiação solar impactam diretamente a integridade física das edificações, afetando sua durabilidade e a segurança de seus usuários.

Essas variações exercem influência significativa sobre a construção civil, afetando diretamente a durabilidade e o desempenho dos materiais. De acordo com Consoli (2006), os fatores atmosféricos, em especial a temperatura, figuram entre os agentes mais agressivos aos sistemas de revestimento de edificações, uma vez que provocam alterações físicas e químicas nos materiais, gerando fissuras, descolamentos e rupturas, sobretudo em materiais porosos, que absorvem água, umidade e radiação solar. Essas alterações podem gerar tensões internas nas interfaces dos componentes construtivos, comprometendo a durabilidade dos sistemas da edificação.

Apesar dos avanços tecnológicos no setor da construção civil, a ocorrência de manifestações patológicas em sistemas construtivos, especialmente em fachadas, ainda é significativa, gerando desconforto físico e estético aos usuários (Silva, 2014). Conforme Lima e Morelli (2003), as variações térmicas influenciam diretamente os processos de degradação física e química dos elementos construtivos. Tais variações, somadas à presença de umidade, contribuem para o surgimento dos chamados esforços higrotérmicos, responsáveis pela dilatação dos elementos construtivos em função de seus coeficientes de dilatação e da técnica empregada em sua execução, podendo gerar patologias como fissuras, trincas e gretas (Matos; Lima, 2006).

O município de Patos, localizado no sertão paraibano, insere-se em uma zona de clima semiárido, caracterizado por temperaturas elevadas durante todo o ano. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, predomina na região o tipo BSh (quente e seco), com longos períodos de estiagem e baixa umidade relativa do ar (Alvares *et al.*, 2014; FAMUP, 2024). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), essa condição climática se reflete em variações de temperatura superficial no perímetro urbano que podem oscilar entre 28 °C e 35 °C, fator que contribui significativamente para o surgimento de patologias construtivas associadas a tais esforços térmicos.

A análise do clima e das alterações climáticas fundamenta-se, em grande parte, em informações obtidas por meio do sensoriamento remoto. O monitoramento de parâmetros como

a temperatura da superfície terrestre, a extensão das áreas cobertas por gelo, a umidade do solo, entre outras variáveis, mostra-se essencial para a elaboração de modelos climáticos consistentes e para a previsão de eventos meteorológicos (Curi, 2012; Rangel; Da Silva, 2025).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo principal analisar as manifestações patológicas presentes em instituições de ensino da rede municipal de Patos-PB e sua relação com as variações de temperatura superficial. Especificamente, busca-se mapear a temperatura da superfície terrestre nas diferentes localidades do perímetro urbano do município, identificar os principais tipos de patologias observadas nas edificações escolares visitadas e correlacionar esses danos construtivos com os dados de temperatura registrados.

Como contribuição científica, este trabalho visa oferecer subsídios técnicos para os profissionais da construção civil atuantes no Sertão Paraibano, apontando itens que devem receber atenção na concepção e manutenção de edificações. Além disso, são propostas estratégias de mitigação que buscam aumentar a durabilidade e o desempenho das construções escolares no contexto das mudanças climáticas atuais e futuras.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Analisar as manifestações patológicas em edificações de instituições de ensino da rede municipal de Patos-PB, e sua relação com as variações de temperatura superficial registradas em diferentes bairros do município.

1.1.2 Específicos

- a) Mapear as temperaturas da superfície terrestre nos bairros de Patos-PB, por meio do software QGIS;
- b) Identificar os principais tipos de manifestações patológicas presentes nas instituições de ensino da rede municipal;
- c) Correlacionar os dados de temperatura com a ocorrência das manifestações patológicas observadas;
- d) Propor estratégias e medidas mitigadoras para reduzir os efeitos das variações térmicas nas edificações escolares.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS

As fachadas dos edifícios estão entre os elementos construtivos mais suscetíveis às manifestações patológicas, já que exercem tanto uma função estética quanto de proteção contra a entrada de umidade nos componentes internos da estrutura. Por atuarem como barreira contra infiltrações, seu papel é essencial na prevenção de diversas falhas e danos construtivos (Silva, 2014). No entanto, problemas nesses elementos costumam ter origem em falhas de projeto, ausência de controle de qualidade nos materiais, execução inadequada ou ainda no uso incorreto da edificação pelos próprios usuários (Gonzales, Oliveira e Amarante, 2020).

Além disso, segundo Silva (2014), as fachadas desempenham um papel fundamental ao atuarem como escudo contra diferentes tipos de cargas, tanto internas quanto externas à edificação, incluindo aquelas de natureza climática, física, mecânica ou química. É essencial compreender como as patologias afetam os componentes de fachada, desde a identificação até a aplicação das soluções adequadas, uma vez que um tratamento eficaz pode evitar problemas que comprometam o conforto e o uso adequado da edificação (Costa; Silva, 2022). Nesse sentido, Taguchi (2010) destaca que, além de conhecer bem essas manifestações, a seleção correta dos materiais e a descrição precisa no projeto são fundamentais para minimizar contratempos durante a execução da obra.

2.1.1 Definição de Manifestações Patológicas

Desde os tempos mais antigos, o ser humano tem buscado desenvolver conhecimentos na área da construção civil com o objetivo de aprimorar a qualidade das moradias e garantir maior conforto e segurança. A habitação adequada é considerada um requisito essencial para a dignidade da pessoa humana. Assim, a presença de falhas construtivas ou manifestações patológicas compromete a salubridade dos imóveis, pode causar desconfortos e até representar riscos à integridade dos moradores (Oliveira; Santos; Oliveira, 2023).

Manifestações patológicas são falhas ou anomalias que ocorrem em construções, sejam elas edificações residenciais, comerciais, pontes ou outras estruturas, tanto novas quanto antigas (Costa; Silva, 2022). O termo patologia tem origem na língua grega, sendo formado pela junção das palavras *pathos*, que remete a sofrimento ou doença, e *logos*, que se refere ao estudo. Dessa forma, seu significado está relacionado ao estudo das doenças. Embora tenha surgido na medicina e esteja tradicionalmente associada às ciências da saúde, com o tempo esse conceito foi incorporado por outras áreas do conhecimento. Na engenharia civil, por exemplo, a patologia

se refere à investigação das causas e consequências de falhas ou deteriorações nas edificações (Rodrigues, 2023).

Conforme Nazário (2011), o estudo das manifestações patológicas pode ser caracterizado como o estudo dos danos, deformações e insuficiências ocorridos nas construções, que podem causar consequências desde a estética, até a segurança e conforto dos usuários da edificação. Além disso, o estudo das patologias também abrange as soluções, terapias e prevenções, ou seja, a resolução desses problemas.

2.1.2 Principais Causas

As manifestações patológicas podem ter origem em diversas causas, como erros de projeto elaborados pelo responsável técnico, baixa qualidade dos materiais fornecidos, falhas durante a execução da obra por parte da equipe de construção e supervisão, ou ainda pela utilização inadequada da edificação e ausência de manutenção por parte dos usuários (Fernandes, 2022). A causa está associada ao fator responsável por desencadear a manifestação patológica, podendo envolver variações de temperatura, presença de umidade, incompatibilidade entre materiais, entre outras possíveis origens (Souza, 2020).

De acordo com Pedro *et al.* (2002, p. 58), as manifestações patológicas podem provocar esforços estruturais de natureza imprevisível, os quais, em alguns casos, desencadeiam movimentações capazes de gerar falhas em cadeia. Mesmo diante dessa imprevisibilidade, os autores classificam as manifestações patológicas com base em sua origem, conforme descrito a seguir:

- **Congênitas:** São aquelas que se originam na fase de elaboração dos projetos. Representam uma parcela significativa das falhas encontradas em revestimentos cerâmicos. Tais manifestações podem resultar do descumprimento de normas técnicas, omissões ou erros cometidos pelo profissional responsável pelo projeto;
- **Construtivas:** Derivam da etapa de execução da obra. Assim como as congênitas, têm grande influência na ocorrência de anomalias em revestimentos cerâmicos. Entre os fatores causadores estão a mão de obra não qualificada e a ausência de controle tecnológico dos materiais utilizados, entre outros;
- **Adquiridas:** São falhas que surgem ao longo da vida útil do revestimento. Podem ocorrer naturalmente, como consequência das condições ambientais e do grau de agressividade do local onde o revestimento foi aplicado, ou podem ser provocadas por ações humanas, como a falta de manutenção adequada ou danos

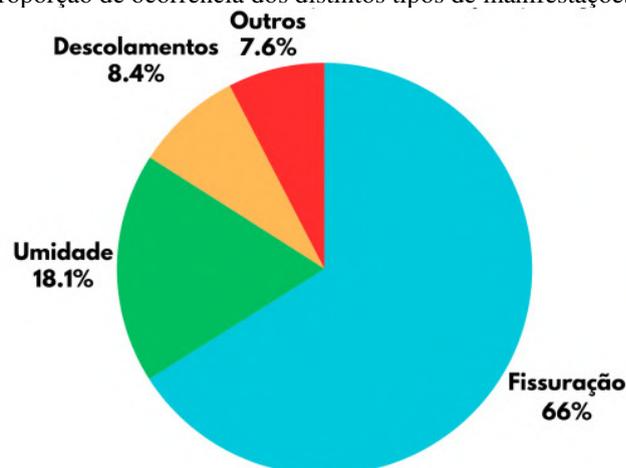
físicos às camadas do revestimento;

- Acidentais: Resultam de eventos excepcionais, como incêndios, ventos de intensidade incomum ou chuvas extremas, que geram solicitações imprevistas sobre a estrutura e ocasionam manifestações patológicas.

2.1.3 Classificação e tipologia das Patologias

Assim como ocorre na área da medicina, na construção civil também há uma variedade de manifestações patológicas, que podem surgir em diferentes elementos da edificação e ter origens diversas (Rodrigues, 2023). Nesse sentido, no estudo desenvolvido por Dal Molin (1988, p. 126), a autora destaca que a maioria dos registros de falhas está associada a fissuras, seguidas por problemas relacionados à umidade, descolamentos e outras ocorrências.

Figura 1. Proporção de ocorrência dos distintos tipos de manifestações patológicas



Fonte: Rodrigues (2023) adaptada de *Dal Molin (1988, p. 126)*

2.1.3.1 Trincas e Fissuras

De acordo com a NBR 9575:2010 da ABNT, esses tipos de manifestações patológicas estão relacionados a falhas nos processos construtivos. A norma define que microfissuras apresentam aberturas menores que 0,05 mm, enquanto fissuras variam entre 0,05 mm e 0,5 mm, e trincas (Figura 2) possuem aberturas de 0,5 mm até 1,0 mm.

Figura 2. Trinca em revestimento



Fonte: Bolina *et al.*, 2019.

Segundo Thomaz (1989), as fissuras devem ser tratadas com atenção, pois podem representar indícios de riscos estruturais. Além disso, comprometem o desempenho funcional da edificação em relação aos estados de serviço e podem causar desconforto aos usuários do imóvel. O autor destaca que o surgimento de fissuras pode estar relacionado a uma variedade de fenômenos decorrentes de tensões geradas por sobrecargas ou por movimentações de materiais, elementos específicos ou até mesmo da estrutura como um todo. Apontando como possíveis causas:

- Variações de temperatura e umidade que provocam movimentações nos materiais;
- Aplicação de cargas excessivas ou concentração anormal de tensões;
- Elevada deformabilidade das estruturas;
- Recalques desiguais nas fundações;
- Retração de materiais compostos por aglomerantes hidráulicos;
- Alterações químicas nos materiais utilizados na construção.

2.1.3.2 Deslocamento de Placas Cerâmicas

O deslocamento, também conhecido como descolamento ou destacamento do revestimento, refere-se à perda de fixação ou à queda parcial ou total do revestimento em fragmentos de diferentes tamanhos. Esse problema pode ser causado por diversos fatores, como a fraca aderência entre o revestimento e a base, o uso de materiais inadequados, baixa resistência do revestimento, aplicação incorreta, presença de partículas soltas entre a base e o material aplicado ou até mesmo pela combinação desses elementos (Costa e Silva, 2022).

No caso de revestimentos cerâmicos, a ausência de rejuntas, que funcionam como juntas de dilatação, também pode contribuir para o surgimento desse tipo de falha, uma vez que tais juntas ajudam a absorver tensões provocadas por mudanças de temperatura ou outras cargas (Bauer, 2007).

Figura 3. Desprendimento das placas cerâmicas



Fonte: Figur, 2015.

De acordo com Oliveira (2009), essa patologia é caracterizada pela redução da aderência entre as placas cerâmicas e a argamassa colante ou o emboço (Figura 3). Isso geralmente acontece quando as tensões aplicadas ultrapassam a capacidade de adesão entre os materiais envolvidos. O autor ainda destaca que esse tipo de falha representa um problema grave, tanto pelos riscos que oferece aos usuários quanto pelos altos custos de reparo. No entanto, é possível detectar o problema com antecedência por meio de um teste simples de percussão. Ao bater levemente sobre as placas, aquelas com aderência comprometida emitem um som oco característico.

2.1.3.3 Eflorescência

As eflorescências são caracterizadas pelo aparecimento de depósitos de sais solúveis que se acumulam na superfície de materiais porosos, como concreto, tijolos e argamassas. Esses sais se dissolvem na água presente nos próprios materiais e são levados até a superfície durante o processo de evaporação (Oliveira, 2018).

As substâncias envolvidas nesse fenômeno são, em sua maioria, sais inorgânicos, como os sulfatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio, além dos carbonatos de sódio e potássio, que podem ter diferentes origens. Segundo os autores, a cristalização desses sais pode ocorrer sob a superfície do revestimento, o que pode provocar seu rompimento (Sabbatini e Barros, 2001).

Figura 4. Eflorescência em revestimento na EMEF Raimunda de Melo



Fonte: Autor (2025)

Conforme explica Oliveira (2018), esse fenômeno resulta na formação de manchas esbranquiçadas e cristalinas, visíveis tanto em áreas internas quanto externas das edificações (Figura 4). Entre as principais causas desse tipo de manifestação estão a presença de sais solúveis nos materiais, a elevada umidade, falhas na impermeabilização e fatores climáticos adversos. De acordo com Berti, Silva Júnior e Akasaki (2019), a eflorescência é um fenômeno que pode se manifestar em qualquer parte da edificação.

2.2 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST) E SUA RELAÇÃO COM AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS

O ser humano tem papel ativo nas mudanças climáticas e, no contexto urbano, pode alterar significativamente o microclima local por meio de práticas como a verticalização das construções, eliminação da vegetação natural, industrialização, entre outras intervenções. Esses fatores fazem com que as cidades, em comparação às áreas vizinhas, apresentem modificações nos padrões de temperatura, umidade, regimes de ventos, precipitação e cobertura vegetal (Santos, 2011; Bezerra e Avila, 2017; Silva e Ribeiro, 2023).

Segundo Porto *et al.* (2021), a superfície urbana pode ser composta por diversos tipos de cobertura, incluindo vegetação como gramíneas, arbustos e árvores, materiais impermeáveis como asfalto e concreto, semipermeáveis como blocos ou pisos com grama, além de corpos hídricos. Cada tipo de material possui propriedades específicas que influenciam diretamente na temperatura do ambiente, como cor, composição química, rugosidade e estrutura construtiva.

De acordo com Pereira *et al.* (2020), um exemplo comum é a substituição da vegetação por áreas pavimentadas, prática frequente tanto em áreas urbanas quanto rurais, o que reduz a evapotranspiração e aumenta a retenção de calor no solo, impactando diretamente a

Temperatura de Superfície Terrestre (TST)). Bezerra *et al.* (2018) afirmam que o processo de urbanização interfere na TST, um indicador relevante para a análise de ambientes urbanos por estar diretamente relacionado ao balanço de energia da superfície terrestre e ao conforto térmico das populações.

O desconforto térmico ocorre quando o corpo humano precisa se esforçar além do normal para regular sua temperatura, o que pode causar fadiga térmica e comprometer o desempenho físico. Um aumento de apenas quatro graus Celsius no ambiente, de 20 °C para 24 °C, pode reduzir a produtividade de um indivíduo em até 15%. Assim, compreender como ocorrem as alterações no clima urbano é essencial para garantir o conforto térmico das pessoas e para planejar o uso e a ocupação adequada do solo (Schiffer; Frota, 1999). As geotecnologias surgem como importantes aliadas na análise dessas mudanças, especialmente o sensoriamento remoto, que fornece dados sobre a temperatura da superfície e contribui na identificação de ilhas de calor e avaliação do conforto térmico (Brito; Neto, 2023).

Filho *et al.* (2021) destacam que as imagens de satélite, aliadas ao sensoriamento remoto, oferecem suporte para a análise espacial da distribuição térmica, sendo mais eficazes do que os métodos tradicionais baseados na coleta de temperatura do ar com sensores em campo ou com transectos móveis, apesar de esses últimos fornecerem dados mais precisos (Monteiro; Silveira, 2013; Amorim; Neto e Dubreuil, 2009; Lucena, 2019). A medição da TST é viabilizada pela emissão de radiação infravermelha dos objetos, que é captada por sensores acoplados a satélites. Esses dados permitem desenvolver estudos sobre o conforto térmico tanto em áreas urbanas quanto rurais (Bezerra; Moraes e Soares, 2018; Pereira *et al.*, 2020).

Ilhas de Calor

O fenômeno conhecido como ilha de calor ocorre quando há um aumento significativo da temperatura do ar em regiões com predominância de superfícies impermeáveis, como os centros urbanos. Nessas áreas, a escassez de vegetação provocada pela ação humana contribui para maior absorção de calor e menor evapotranspiração do local, o que intensifica o aquecimento (Romero *et al.*, 2019). De acordo com Gartland (2008), algumas estratégias podem ser adotadas para mitigar esse efeito, incluindo o aumento do número de árvores, a ampliação de coberturas vegetais e a redução da poluição atmosférica.

O impacto desse fenômeno na temperatura da superfície urbana pode ser identificado com o auxílio de tecnologias de sensoriamento remoto, especialmente por meio da análise de imagens de satélite (Oke *et al.*, 2017). Moreira (2016) destaca que o geoprocessamento é uma ferramenta eficaz para comparar diferentes valores de temperatura entre variados tipos de

superfície, possibilitando uma análise detalhada das áreas mais afetadas. Nessa mesma linha de estudo, Lombardo (1985) e outros pesquisadores utilizaram sensores térmicos infravermelhos embarcados em plataformas de sensoriamento remoto para registrar os efeitos das ilhas de calor nas cidades e extrair informações sobre a temperatura da superfície em diferentes tipos de materiais, conforme reforçado por Coelho e Correa (2013).

Impactos na Construção

As fachadas dos edifícios estão constantemente expostas a diferentes condições climáticas, que variam conforme as características ambientais da região em que se encontram. Conforme destacado por Melo Júnior (2010), elementos climáticos como radiação solar, temperatura, umidade relativa, precipitação e ventos influenciam diretamente no processo de desgaste dos materiais e impactam tanto a durabilidade estrutural quanto a aparência estética das construções. O clima exerce um papel relevante na definição das patologias que acometem as fachadas, funcionando como um dos principais agentes de degradação (Lima; Morelli, 2003; Silva, 2014).

Entre os fatores atmosféricos, a oscilação de temperatura é considerada um dos mais agressivos aos revestimentos de edificações, provocando alterações físicas e químicas nos materiais. Esse processo resulta na formação de fissuras, descolamentos e rupturas, principalmente em revestimentos porosos, que absorvem mais umidade e radiação solar, o que gera elevadas tensões entre os componentes da fachada (Consoli, 2006).

Segundo Zanoni (2015), a degradação das fachadas está associada à amplitude térmica, sendo intensificada pela quantidade de radiação solar e pela chuva incidente. Os maiores danos ocorrem nas áreas com maior exposição a esses fatores. Estudos realizados por Andrade, Kardec e Bauer (2021) reforçam essa relação, ao apontarem que a degradação tende a se intensificar em regiões com alta incidência de radiação solar durante o ano, o que aumenta os episódios de amplitude térmica e choques de temperatura.

Ferreira (2010) ressalta que todos os materiais estão sujeitos a sofrerem dilatações quando a temperatura aumenta e contrações com sua redução. A magnitude dessas variações dimensionais, para uma dada temperatura, depende diretamente das propriedades do material. As movimentações térmicas, influenciadas por variações sazonais e diárias, bem como pela radiação solar sobre os revestimentos, provocam alterações nas dimensões dos materiais. A intensidade dessas alterações depende do coeficiente de dilatação térmica da argamassa, da umidade relativa do ambiente e da ação de forças externas. Tais movimentações geram tensões de tração ou compressão, conforme ocorram retrações ou expansões nos materiais (Cincotto;

Silva e Carasek, 1995).

De acordo com Thomaz (1989), essas movimentações térmicas nas paredes podem gerar fissuras nas argamassas de revestimento. O surgimento dessas fissuras depende, sobretudo, do módulo de deformação da argamassa, sendo ideal que a capacidade de deformação do revestimento seja consideravelmente superior à da parede. Em geral, as fissuras provocadas por variações térmicas apresentam distribuição regular e aberturas discretas.

Sabbatini e Barros (2001) observam que o descolamento de placas cerâmicas pode ser provocado por diversos fatores, sendo um dos principais as variações de temperatura e umidade. Quando a aderência entre o revestimento e a base é insuficiente para resistir às solicitações impostas, ocorre a falha no sistema de ancoragem. Essa falha pode estar relacionada a uma série de causas, como técnica inadequada de aplicação, escolha incorreta da argamassa, variações de temperatura e dilatações dos materiais (Branco, 2010).

A variação de temperatura, aliada ao processo de evaporação da umidade, pode provocar a eflorescência, que se manifesta como depósitos cristalinos formados tanto na superfície quanto no interior dos painéis de alvenaria. Esses cristais surgem a partir da cristalização de soluções salinas, frequentemente encontradas em ambientes com presença de umidade (Gonçalves, 2007).

Conforme Saad (2003), as oscilações sazonais e de temperatura também estão entre os principais fatores que favorecem o crescimento de micro-organismos nas edificações. Dentre esses, os fungos se destacam como os maiores responsáveis pela degradação dos revestimentos superficiais das fachadas, devido à sua notável capacidade de sobrevivência em condições ambientais adversas, como baixa umidade, variações bruscas de temperatura e escassez de nutrientes (Allsopp, 1986; Uemoto, Agopyam e Brazolin, 1999).

O termo "bolor" é usado para descrever a proliferação de fungos filamentosos sobre determinadas superfícies, resultando no aparecimento de manchas escuras, geralmente em tonalidades de preto, marrom ou verde. Em alguns casos, podem surgir manchas mais claras, com coloração esbranquiçada ou amarelada (Shirakawa *et al.*, 1995).

2.3 FERRAMENTAS E SOFTWARES UTILIZADOS

2.3.1 Sensoriamento Remoto Aplicado à Construção Civil

Sensoriamento remoto pode ser compreendido como o processo de obtenção de dados ou informações sobre determinado alvo, sem que haja contato físico direto com o objeto observado. A expressão "remoto" refere-se justamente a essa característica de distanciamento, enquanto "sensoriamento" está relacionada à captação de dados (Borges *et al.*, 2015). De acordo com Weiss *et al.* (2020), trata-se de uma técnica baseada na captação de imagens, por meio de sensores que registram a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos elementos da superfície terrestre, permitindo posterior interpretação das informações obtidas.

Essa tecnologia divide-se em três categorias principais: sensoriamento aéreo, realizado por veículos como drones; sensoriamento terrestre, que utiliza sensores acoplados a equipamentos agrícolas; e sensoriamento orbital, realizado por satélites. Esses dispositivos detectam a interação entre a radiação e os alvos na superfície terrestre, captando aspectos como energia refletida, variações nos comprimentos de onda e distribuição espectral (Hendges; Follador; Andres, 2020; Weiss *et al.*, 2020; Silva; Orlanda, 2024). O sensoriamento remoto destaca-se como uma ferramenta fundamental para o mapeamento de diferentes fenômenos relacionados ao uso e à cobertura do solo, bem como às condições ambientais e climáticas do planeta.

No que se refere à aplicação prática, Silva *et al.* (2017) destacam que imagens de satélite permitem o diagnóstico de fenômenos urbanos, como as ilhas de calor, além de viabilizarem análises térmicas, ambientais e espaciais da superfície, incluindo a estimativa da temperatura de superfície. Ainda nesse contexto, Brito e Neto (2023) apontam o sensoriamento remoto como um dos métodos mais eficazes para o estudo do clima urbano, sobretudo em áreas periféricas às grandes cidades, visto que estas possuem significativa relevância para a compreensão dos impactos climáticos sobre a qualidade de vida, especialmente considerando as desigualdades socioeconômicas.

As informações relativas à temperatura da superfície terrestre podem ser obtidas por meio do sensoriamento remoto, pois o calor interno dos objetos é convertido em energia radiante. Em grande parte dos casos, há uma correlação positiva expressiva entre a temperatura cinética real de um objeto e a quantidade de radiação por ele emitida (Jensen, 2009).

2.3.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é constituído por um conjunto de ferramentas voltadas à manipulação, análise e gestão de dados espaciais, tais como informações referentes à topografia, clima, vegetação, entre outros aspectos geográficos. Internamente, o SIG possui uma estrutura funcional que viabiliza a inserção, edição, visualização e representação cartográfica dos dados, os quais são organizados e armazenados em bancos de dados específicos, sendo gerenciados por sistemas dedicados. Além disso, conta com uma interface gráfica interativa, que permite ao usuário operar o sistema de maneira acessível e intuitiva (Silva, 2023).

De acordo com Delgado (2012) e Brito e Neto (2023), a relevância da aplicação dos SIGs está diretamente relacionada à sua capacidade de apoiar análises espaciais em contextos urbanos e em estudos de natureza socioambiental. A utilização dessa tecnologia contribui significativamente para o entendimento das transformações ambientais e das condições climáticas locais, promovendo uma melhor compreensão das interações entre o espaço urbano, os elementos naturais e a sociedade.

Considerando sua natureza sistêmica, o SIG pode ser compreendido com base em três componentes principais: entrada de dados (*input*), processamento e geração de resultados (*output*). Brito e Neto (2023) ainda relatam que a gestão eficiente desses dados deve seguir critérios técnicos bem definidos, contemplando etapas como aquisição, armazenamento, edição, conversão e importação de arquivos. Rosa (2007) complementa que o SIG ultrapassa a concepção de simples ferramenta computacional, ao integrar recursos técnicos e tecnológicos que viabilizam a coleta, organização, processamento, análise e disponibilização de dados georreferenciados. Tais dados, obtidos a partir de aplicações disponíveis, proporcionam maior agilidade, precisão e segurança nas ações voltadas ao monitoramento, planejamento e tomada de decisões no âmbito do território geográfico.

2.3.3 Uso de Imagens do Satélite LANDSAT 8

O satélite Landsat 8, lançado pela NASA em 11 de fevereiro de 2013, opera em órbita a uma altitude de aproximadamente 705 km. Este satélite é equipado com dois sensores principais: o *Operational Land Imager* (OLI), que abrange nove bandas espectrais, e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), responsável por duas bandas no espectro do infravermelho termal, destacando-se a banda 10 (10,6–11,19 μm) (Schott *et al.*, 2014; Hengdes; Follador; Andres, 2020).

Segundo Coelho e Correa (2013), as imagens captadas pelo Landsat 8 cobrem praticamente todo o planeta, com exceção das regiões polares de latitudes elevadas. A frequência de revisita do satélite é de 16 dias, caracterizando, portanto, uma resolução temporal aproximadamente quinzenal. Cada cena possui, aproximadamente, 170 km de extensão no sentido norte-sul por 183 km no sentido leste-oeste.

A plataforma é composta por dois sistemas de imageamento. O primeiro é o OLI, que contempla nove bandas espectrais, incluindo a banda pancromática, com as seguintes especificações:

- Banda 1 – Ultra-azul (0,43 – 0,45 μm), resolução espacial de 30 m, ideal para estudos costeiros e aerossóis;
- Banda 2 – Azul (0,45 – 0,51 μm), 30 m;
- Banda 3 – Verde (0,53 – 0,59 μm), 30 m;
- Banda 4 – Vermelho (0,64 – 0,67 μm), 30 m;
- Banda 5 – Infravermelho próximo (0,85 – 0,88 μm), 30 m;
- Banda 6 – Infravermelho de ondas curtas SWIR 1 (1,57 – 1,65 μm), 30 m;
- Banda 7 – Infravermelho de ondas curtas SWIR 2 (2,11 – 2,29 μm), 30 m;
- Banda 8 – Pancromática (0,50 – 0,68 μm), 15 m;
- Banda 9 – Cirrus (1,36 – 1,38 μm), 30 m, utilizada na detecção de nuvens.

O segundo sistema é o TIRS, que disponibiliza duas bandas termais com resolução original de 100 metros, processadas e reamostradas para 30 metros, a fim de manter a compatibilidade com as bandas multiespectrais do OLI (USGS, 2025; Coelho; Correa, 2013):

- Banda 10 – Infravermelho termal 1 (10,6 – 11,19 μm), resolução processada de 30 m;
- Banda 11 – Infravermelho termal 2 (11,5 – 12,51 μm), resolução processada de 30 m.

Conforme Schott *et al.* (2014), a banda 10 do sensor TIRS é recomendada para o mapeamento da temperatura de superfície terrestre (TST), desde que sejam aplicadas correções atmosféricas adequadas e parâmetros de calibração específicos. Apesar dessas correções, reconhece-se a existência de um erro de polarização residual inferior a 2 °C para os alvos analisados.

2.3.4 Processamento dos Dados

O QGIS (*Quantum Geographic Information System*) é um software livre e de código aberto voltado para o processamento e análise de dados geoespaciais. Este Sistema de Informação Geográfica (SIG) possui múltiplas funcionalidades e versões, sendo amplamente utilizado para a visualização, gerenciamento e edição de informações espaciais, bem como para a elaboração de mapas e organização de seus respectivos dados (Peres, 2024).

Segundo Silva e Ribeiro (2023), o QGIS apresenta aplicabilidade no processamento de imagens e na produção de mapas temáticos. Dentre as etapas normalmente envolvidas nesse processo, destacam-se: a aquisição de dados, delimitação da área de estudo, composição de bandas espectrais, construção de banco de dados geográficos, geração de mapas de temperatura de superfície terrestre (TST) e análise estatística por zonas.

As imagens provenientes do sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), embarcado no satélite Landsat 8, podem ser obtidas gratuitamente por meio da plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). O processamento dessas imagens é realizado integralmente dentro do ambiente QGIS. Para a obtenção do mapa de temperatura de superfície terrestre, utiliza-se especificamente a banda 10 do sensor TIRS. Esse processo envolve a aplicação de uma equação de conversão, na qual os níveis digitais (ND) são transformados em valores de radiância no topo da atmosfera (TOA), a partir das informações contidas nos metadados da imagem (Brito; Neto, 2023).

definidas: uma estação chuvosa, de curta duração, que ocorre entre os meses de janeiro e abril, com maior volume de precipitações concentrado entre janeiro e março; e uma estação seca, entre setembro e novembro, que apresenta precipitações escassas ou nulas, sendo também o período de temperaturas mais elevadas, com máximas que podem atingir 38 °C e mínimas em torno de 28 °C. A média anual de precipitação gira em torno de 800 mm (Menezes *et al.*, 2015).

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Inicialmente, foi realizado um levantamento cartográfico com o objetivo de delimitar o perímetro urbano do município, de modo a facilitar a amostragem da área de estudo. Para isso, utilizou-se o software QGIS (versão 3.34.10) em conjunto com a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). A delimitação espacial foi executada mediante projeção dos dados no sistema de coordenadas UTM, com Datum SIRGAS 2000.

As imagens orbitais digitais da área urbana de Patos-PB, referentes ao ano de 2024, foram obtidas gratuitamente por meio da plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2025), provenientes do satélite Landsat-8, sensor OLI/TIRS, banda 10 (infravermelho termal, faixa espectral de 10,6 a 11,19 μm), com resolução espacial de 30 metros. O satélite realiza revisitas ao mesmo ponto da superfície terrestre em um intervalo de 16 dias, passando sobre a área de estudo por volta das 12h35 (horário de Brasília), o que coincide com os horários de maior elevação térmica, sendo, portanto, adequado para análises de temperatura de superfície.

Após o processo de aquisição, foram definidos critérios para a seleção das imagens a serem utilizadas. O primeiro critério consistiu na presença de cobertura de nuvens, imagens com mais de 10% de nebulosidade foram desconsideradas. As datas inicialmente selecionadas foram 11 de março, 1 de julho, 3 de setembro, 22 de novembro e 24 de dezembro de 2024, escolhidas por apresentarem baixa cobertura de nuvens sobre o município.

Contudo, em virtude de fatores locais como a vegetação predominante (bioma caatinga), relevo acidentado com presença de inselbergs e elevada temperatura em determinadas épocas do ano, as imagens obtidas durante os meses mais quentes foram descartadas por apresentarem distorções nos resultados, com formações irregulares de manchas de calor no perímetro urbano. Desse modo, a imagem selecionada para o presente estudo foi a correspondente ao dia 11 de março de 2024, período chuvoso na região, o que favorece maior vigor da vegetação e contribui para uma melhor definição dos contrastes térmicos, especialmente nas áreas urbanas.

Após a seleção e pré-processamento das imagens, procedeu-se à estimativa da temperatura de superfície terrestre (TST) com base na metodologia proposta por Coelho e

Correia (2013), que considera o processamento da banda 10 do satélite. De acordo com Chander *et al.* (2009), essa banda registra emissões térmicas dos alvos superficiais, sendo necessária a aplicação de correções para obtenção da temperatura real.

Nesse sentido, Coelho e Correia (2013) consolidaram as equações disponibilizadas pelo USGS em uma única fórmula, com o objetivo de simplificar o cálculo em ambientes de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A primeira equação permite converter os níveis de cinza (NC) da imagem em radiância espectral:

$$L\lambda = ML * QCAL + AL \quad (\text{Equação 1})$$

$L\lambda$: Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/($m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

ML : Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420×10^{-4}

AL : Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000

$QCAL$: Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN (Imagem banda 10)

Em seguida, os valores de $L\lambda$ foram utilizados na segunda equação, que calcula a temperatura efetiva do sensor em Kelvin:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda}\right)+1} \quad (\text{Equação 2})$$

T : Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)

$K2$: Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)

$K1$: Constante de calibração 1 = 774.89 (K)

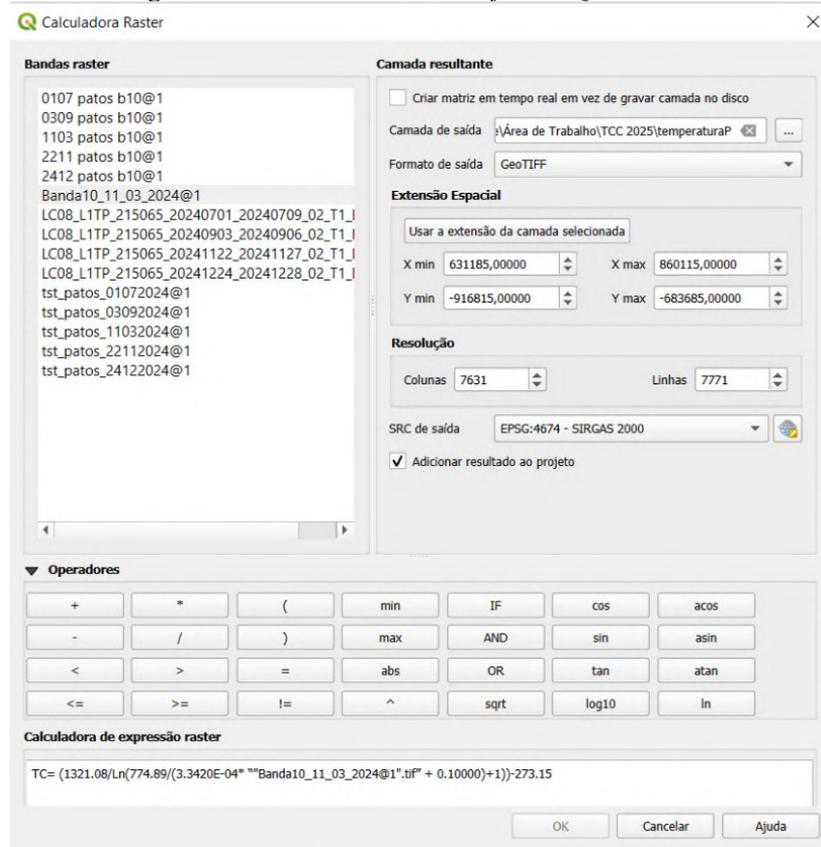
$L\lambda$: Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/($m^2 sr \mu m$)

A combinação das equações 1 e 2 resultou em uma fórmula unificada para o cálculo da temperatura da superfície terrestre em graus Celsius:

$$TST = (1321.08 / \ln(774.89 / (3.3420E - 04 * "banda10.tif" + 0.10000) + 1)) - 273.15 \quad (\text{Equação 3})$$

Essa equação foi implementada na calculadora raster do *software* QGIS (Figura 6) para o tratamento da Banda 10 e posteriormente a geração do mapa temático de temperatura da superfície terrestre.

Figura 6. Calculadora raster do *software* QGIS 3.34.10

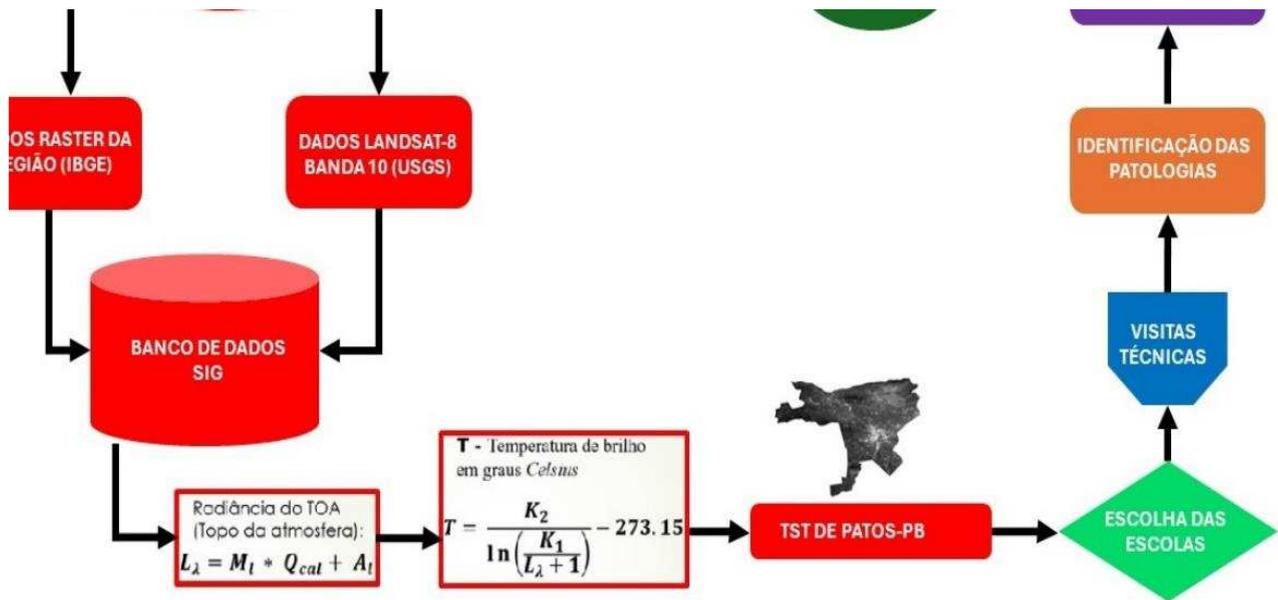


Fonte: Autor (2025)

Para delimitação dos bairros do município, foram integradas ao projeto camadas vetoriais (dados ráster) fornecidas pelo Instituto Federal da Paraíba Campus Patos, que permitiram representar com maior precisão os limites de área de cada bairro e realizar recortes detalhados das temperaturas neles registrados.

Após a geração do mapa temático e conforme o delineamento metodológico representado na Figura 7, foi possível realizar a seleção de faixas específicas de temperatura com o auxílio dos *softwares* *Microsoft Excel* e *QGIS*. Para essa etapa, utilizou-se uma planilha estruturada a partir de um banco de dados contendo a listagem das 43 escolas e creches pertencentes à rede municipal de ensino, fornecida pela Secretaria Municipal de Educação.

Figura 7. Fluxograma metodológico



Fonte: Autor (2025)

Com base na localização geográfica de cada unidade educacional, identificada e inserida no ambiente SIG, foi selecionado o pixel correspondente à temperatura da superfície para cada instituição. A partir dessa análise espacial, foram escolhidas para visita in loco as escolas situadas nos seguintes intervalos de temperatura: 26,33-28,58 °C; 28,59-29,71 °C; e 29,72-30,84 °C, por meio de um sorteio utilizando uma distribuição exponencial aleatória totalizando 15 instituições selecionadas, sendo 5 referentes a cada faixa de temperatura para compor a amostra representativa da pesquisa de campo.

Tabela 1. Instituições de ensino selecionadas e suas respectivas faixas de temperatura

Instituições de Ensino	Temperatura (°C)	Faixa de Temperatura (°C)
EMEF Sady e Ágaba	26.33	26,33 - 28,58
EMEF João Rodrigues	26.87	
EMEF Zefinha Mota	27.2	
Creche Inácio Fernandes	28.12	
EMEF Raimunda De Melo	28.42	
CRECHE Cremilde Bezerra	28.99	28,59 - 29,71
EMEF Antônio Guedes	29.03	
EMEF Alírio Meira	29.4	
EMEF Aristides Hamad Timene	29.53	
EMEF Manoel Roberto	29.69	
EMEF Senador Humberto Lucena	29.96	29,72 - 30,84
EMEF Anaíza Calixto	30.05	
CEI-Capitão Manoel Gomes	30.55	
CMREJA- EMEF Lions Adjalma/Irmã Benigna	30.55	
EMEF Tobias Medeiros	30.84	

Fonte: Autor (2025)

O presente estudo adotou uma abordagem quantitativa para avaliar a influência de manifestações patológicas (variáveis qualitativas) na infraestrutura de escolas públicas, relacionando-as com a variável ambiental de temperatura superficial. A análise foi conduzida a partir da aplicação de um *checklist* de manifestações patológicas observadas nos elementos construtivos e de um questionário técnico direcionado a profissionais da engenharia civil. O processo metodológico seguiu as etapas descritas a seguir:

3.2.1 Atribuição dos pesos às variáveis qualitativas

Inicialmente, foi elaborado um *checklist* com as principais manifestações patológicas observadas nas edificações escolares (Quadro 1). A cada manifestação patológica, profissionais da área técnica atribuíram uma nota de impacto variando de 0 a 10, representando a probabilidade daquela variável ter sido causada pela temperatura. As médias dessas avaliações foram calculadas e utilizadas como coeficientes de impacto (pesos) para cada tipo de manifestação patológica descrita na Tabela 2.

Quadro 1. *Checklist* com as patologias observadas durante as visitas

Elemento Construtivo	Patologias Observadas
Piso	Afundamento, Desgaste, Destacamento
Portas	Mau funcionamento, Mau estado
Janelas	Mau funcionamento, Mau estado
Forro (1)	Destacamento, Bolor, Abaulamento
Forro (2)	Fissuração
Instalações Elétricas (1)	Lâmpada queimada, Lâmpada faltando, Tomada sem proteção
Instalações Elétricas (2)	Ar/ventilador não funcionando, Fiação solta/desencapada
Instalações Hidrossanitárias	Torneira sem funcionar, Vaso com problema
Alvenaria (1)	Fissura, Trinca, Destacamento de reboco
Alvenaria (2)	Manchas, Infiltração, Destacamento da pintura
Alvenaria (3)	Destacamento de azulejos, Umidade
Estrutura	Exposição de armadura, Fissura e/ou Trinca
Cobertura	Patologia na estrutura, Infiltração

Fonte: Autor (2025)

Tabela 2. Média de avaliação do impacto de cada patologia por profissionais da área

Elemento Construtivo	Patologias Observadas	Média do Questionário
Piso	Afundamento	2.5
	Desgaste	0.5
	Destacamento	8
Portas	Mau funcionamento	6
	Mau estado	1.5
Janelas	Mau funcionamento	6
	Mau estado	1.5
Forro (1)	Destacamento	6
	Bolor	5.5
	Abaulamento	5.5
Forro (2)	Fissuração	8
Instalações Elétricas (1)	Lâmpada queimada	1.5
	Lâmpada faltando	0.5
	Tomada sem proteção	1
Instalações Elétricas (2)	Ar/ventilador não funcionando	0.5
	Fiação solta/desencapada	0.5
Instalações Hidrossanitárias	Torneira sem funcionar	0.5
	Vaso com problema	0.5
Alvenaria (1)	Fissura	9.5
	Trinca	9.5
	Destacamento de reboco	6
Alvenaria (2)	Manchas	5.5
	Infiltração	4.5
	Destacamento da pintura	8
Alvenaria (3)	Destacamento de azulejos	9
	Umidade	5
Estrutura	Exposição de armadura	6
	Fissura e/ou Trinca	8.5
Cobertura	Patologia na estrutura	6
	Infiltração	5.5

Fonte: Autor (2025)

3.2.2 Levantamento em campo e classificação por intensidade

Durante as visitas técnicas realizadas nas instituições de ensino, cada manifestação patológica observada foi avaliada com base em uma escala de intensidade, atribuída conforme observação direta. A classificação considerou quatro níveis: Inexistente (0), Leve (1), Moderada

(2) e Grave (3).

Esse procedimento possibilitou a quantificação do grau de ocorrência das patologias em cada escola, permitindo posteriormente a elaboração de uma tabela de ponderação.

3.2.3 Cálculo do índice de influência patológica por escola

Para cada escola, o índice de influência foi obtido por meio do somatório do produto entre o peso atribuído (média do questionário) e a intensidade observada de cada manifestação patológica. Esse somatório representa o grau de comprometimento construtivo considerando tanto a severidade potencial quanto a presença efetiva das manifestações.

Tabela 3. Localização do bairro e índice de influência de cada instituição

Instituições de Ensino	Índice de Influência	Bairro
EMEF Sady e Ágaba	67	Morada do Sol
EMEF João Rodrigues	47	Nova Conquista
EMEF Zefinha Mota	120	Sete Casas
Creche Inácio Fernandes	77	Sete Casas
EMEF Raimunda De Melo	94	Liberdade
CRECHE Cremilde Bezerra	169	Nova Conquista
EMEF Antônio Guedes	73	Nova Conquista
EMEF Alírio Meira	229	Salgadinho
EMEF Aristides Hamad Timene	247	Santo Antônio
EMEF Manoel Roberto	92	Jatobá
EMEF Senador Humberto Lucena	67	Morro
EMEF Anaíza Calixto	54	Bivar Olinto
CEI-Capitão Manoel Gomes	121	Belo Horizonte
CMREJA- EMEF Lions Adjalma/Irmã Benigna	74	Belo Horizonte
EMEF Tobias Medeiros	51	Bela Vista

Fonte: Autor (2025)

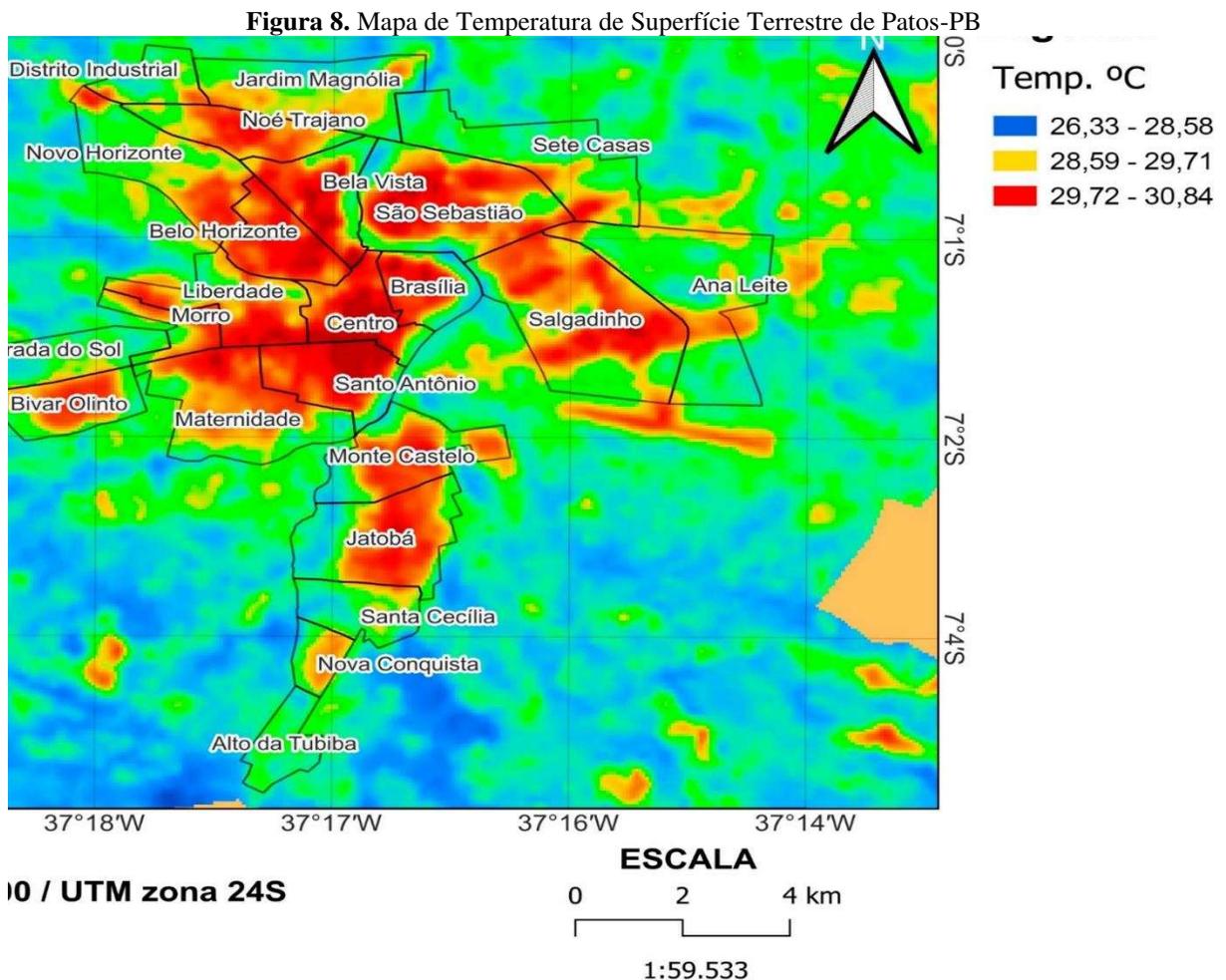
3.2.4 Análise comparativa com temperatura superficial

Os índices de influência patológica de cada escola foram utilizados como variável dependente em uma análise gráfica comparativa com as temperaturas superficiais médias registradas nas escolas, buscando identificar correlações entre microclima urbano e grau de degradação construtiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MAPA DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE PATOS-PB

O mapa de temperatura de superfície terrestre foi estruturado com base em três faixas de temperatura: 26,33 °C e 28,58 °C; 28,59 °C e 29,71 °C; e entre 29,72 °C e 30,84 °C. As classes foram representadas graficamente por meio das cores azul, amarelo e vermelho, respectivamente, utilizando o método de classificação por quartis para fins de simbologia. Gerando, portanto, o resultado da figura a seguir:



Fonte: Autor (2025)

Ao observar o mapa de Temperatura da Superfície Terrestre (TST), é possível perceber que os bairros localizados na região central do município apresentam os maiores valores de temperatura, atingindo o pico de 31,50 °C na data estudada como podemos observar na Tabela 4. Essa elevação pode está relacionada ao fato das áreas apresentarem alta taxa de urbanização, com construções mais antigas, maior concentração de população, indústrias e comércio. Além disso, esses bairros receberam mais atenção e investimentos públicos ao longo do tempo, o que

resultou em uma maior quantidade de ruas pavimentadas, principalmente com asfalto. Essa pavimentação reduz a presença de vegetação e do solo natural, tornando o ambiente impermeável.

Tabela 4. Valores de temperatura dos bairros de Patos-PB

Bairro	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Média (°C)
Centro	26.1	31.5	29.9
Belo Horizonte	28.2	30.9	29.9
Santo Antônio	25.6	31.3	29.8
Bela Vista	25.8	31.2	29.2
Liberdade	26.2	31.0	28.9
São Sebastião	25.3	31.0	28.9
Brasília	25.3	31.0	28.8
Noé Trajano	26.4	30.5	28.8
Salgadinho	25.5	31.0	28.8
Morro	26.2	30.3	28.7
Bivar Olinto	26.1	30.1	28.5
Maternidade	28.5	31.0	28.5
Monte Castelo	25.3	30.7	28.4
Jatobá	25.4	30.8	28.3
Novo Horizonte	25.5	30.2	28.0
Nova Conquista	25.2	29.2	27.8
Jardim Magnólia	25.1	29.8	27.4
Distrito Industrial	25.6	29.6	27.3
Ana Leite	25.5	30.0	27.2
Sete Casas	25.4	30.5	27.2
Santa Cecília	25.0	29.9	27.0
Morada do Sol	25.4	28.6	26.8
Alto da Tubiba	25.5	27.8	26.7

Fonte: Autor (2025)

Além da baixa permeabilidade do solo, outros fatores como a diminuição da evapotranspiração e a presença de edificações mais altas também contribuem para a retenção de calor nessas regiões. Sendo esses elementos condicionantes ao aumento da temperatura da superfície, o que pode alterar o microclima urbano do município e favorecer a formação de ilhas de calor. Na tabela anterior, observa-se uma concentração elevada de temperatura nos bairros

Centro, Belo Horizonte, Santo Antônio e Bela Vista, que registraram os maiores valores médios de temperatura. Os dados mostrados retratam que são região mais propícias para a formação de ilhas de calor na cidade de Patos-PB.

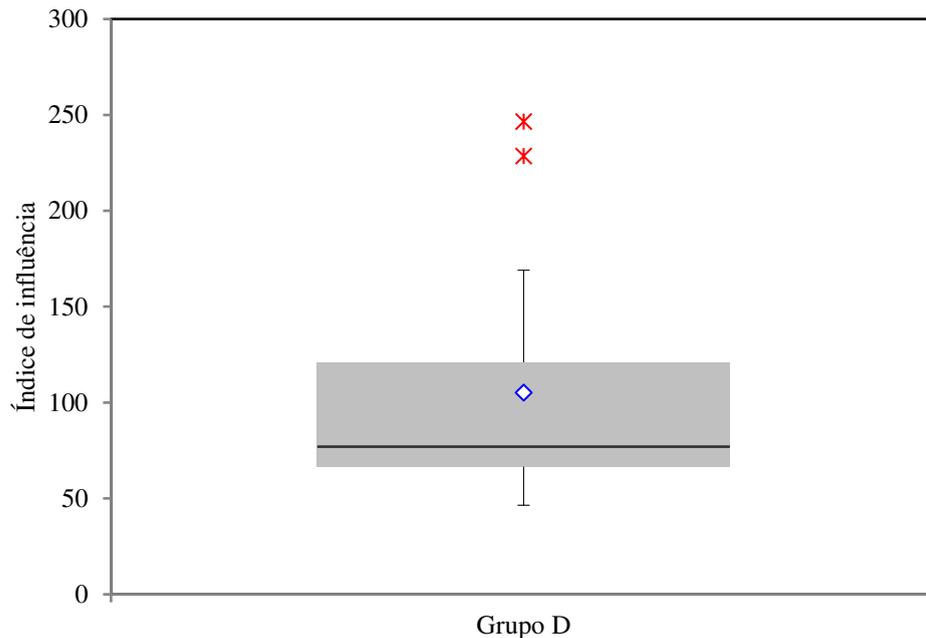
O aumento da temperatura, quando associado a outros agentes climáticos, pode intensificar diretamente o desgaste dos materiais utilizados nas construções. Em regiões que apresentam maior amplitude térmica, os materiais sofrem de maneira mais intensa as variações dimensionais decorrentes das mudanças de temperatura (Souza *et al.*, 2016). Essas movimentações podem provocar fissuras, trincas, descolamento de revestimentos cerâmicos, pisos e deterioração de argamassas.

Por outro lado, os bairros mais afastados da área central, como os bairros Sete Casas, Santa Cecília, Morada do Sol e Alto da Tubiba, apresentaram temperaturas mais baixas. O bairro Alto da Tubiba, por exemplo, registrou uma média de 26,7 °C, cerca de 3 °C a menos em comparação com o Centro. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de se tratar de um bairro mais recente, com menor número de ruas pavimentadas e alto índice de vegetação nativa, o que favorece a permeabilidade do solo, aumenta a evapotranspiração e contribui para a diminuição da temperatura local.

4.2 BOXPLOT

Com base nos valores do índice de influência das patologias observadas em cada instituição de ensino em relação à temperatura superficial, foi possível realizar uma análise gráfica dos dados por meio do diagrama de caixas, também conhecido como *boxplot*. Esse tipo de representação permite identificar padrões como tendência central, dispersão e possíveis assimetrias nos resultados. Para a análise, os índices de influência foram organizados em quatro grupos: Grupo A, com temperaturas entre 26,33 °C e 28,58 °C; Grupo B, entre 28,59 °C e 29,71 °C; Grupo C, entre 29,72 °C e 30,84 °C; e Grupo D, que inclui todos os valores de temperatura observados.

Para o Grupo D, que compreende todas as instituições avaliadas, observa-se graficamente que as quinze escolas analisadas seguem um padrão com média de 105,2 e mediana de 10,5. No entanto, dois pontos destoam, os índices de influência associados às escolas EMEF Alírio Meira e EMEF Aristides Hamad Timene, que correspondem aos pontos 228 e 247, apresentaram valores significativamente mais altos, localizando-se nos limites superiores do diagrama de caixas. Esses dados podem ser observados no Gráfico 1.

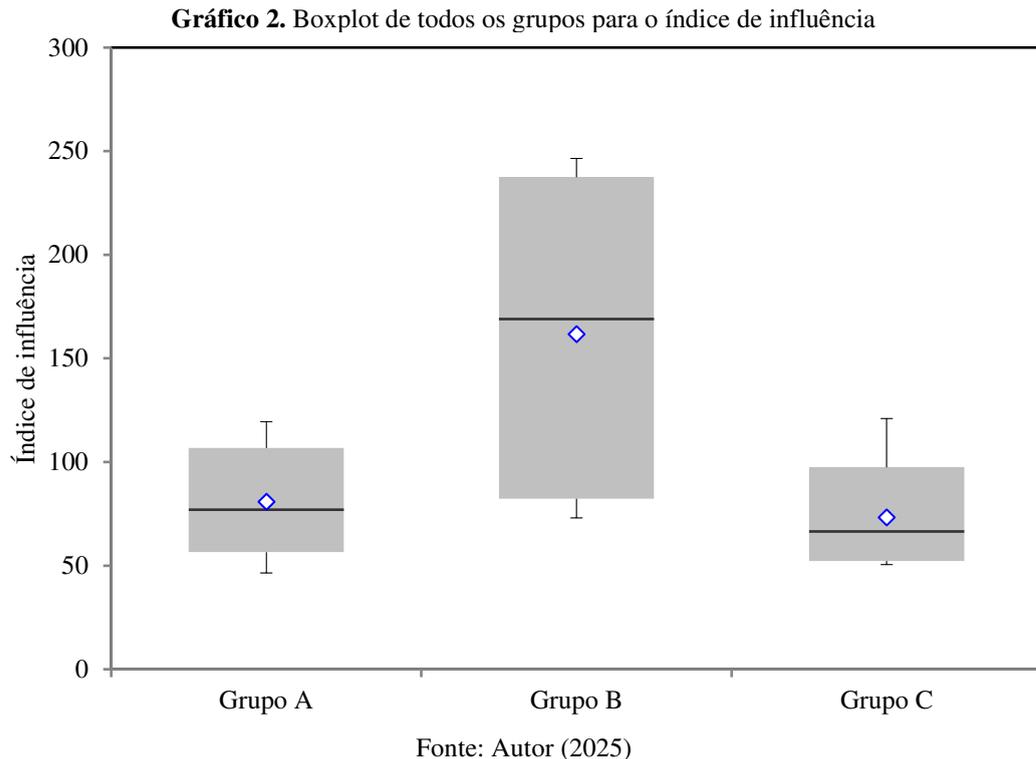
Gráfico 1. Boxplot do Grupo D para o índice de influência

Fonte: Autor (2025)

Uma possível explicação para essa diferença está no tipo de construção das duas escolas. Ambas utilizam métodos construtivos mais antigos, com ausência de concreto armado nos elementos estruturais, o que favorece o surgimento de diversas manifestações patológicas associadas a variações térmicas, como fissuras e trincas na alvenaria e nos revestimentos. Além disso, a falta de impermeabilização nas vigas baldrame e nas paredes, somada à presença de goteiras na cobertura, contribuiu para o desgaste do forro, da pintura e da argamassa nas salas de aula.

Outro fator relevante é a idade das edificações. Estruturas mais antigas tendem a apresentar maior número e uma maior variedade de patologias, principalmente quando as reformas realizadas ao longo do tempo não foram suficientes para corrigi-las de maneira adequada. Esse acúmulo de falhas pode ter elevado significativamente o índice de influência observado.

Ao se analisar o gráfico referente aos Grupos A, B e C, nota-se que os Grupos A e C apresentaram distribuição semelhante dos dados. O Grupo A apresentou média de 80,7 e mediana de 20,5, enquanto o Grupo C obteve média de 73,2 e mediana de 14,25. Esses resultados indicam certa estabilidade entre os dois grupos. Já o Grupo B se destaca por apresentar maior dispersão nos dados, com uma média de 161,7 e mediana de 86,75, o que indica um comportamento diferente dos demais. Essa diferença pode ser atribuída, mais uma vez, aos altos índices das instituições EMEF Alírio Meira e EMEF Aristides Hamad Timene, que fazem parte desse grupo.

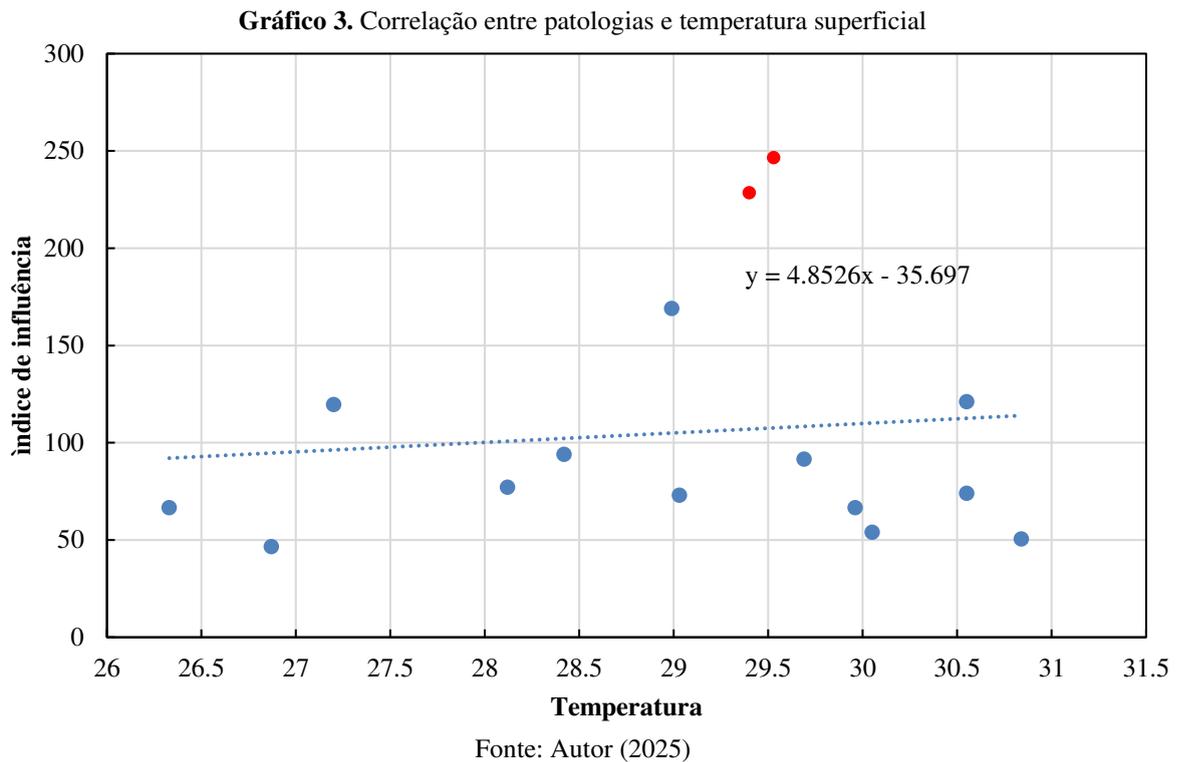


Diante dessa divergência em relação ao comportamento esperado, especialmente no Grupo B, considera-se adequado desconsiderar os dados das duas escolas mencionadas nas análises posteriores. Isso porque vários fatores externos, que não puderam ser quantificados diretamente, interferiram nos resultados específicos dessas unidades, o que pode comprometer a representatividade dos dados gerais da pesquisa.

4.3 CORRELAÇÃO ENTRE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E TEMPERATURA SUPERFICIAL

Após a análise dos resultados apresentados anteriormente, observou-se no gráfico 3 que o índice de influência das patologias nas escolas da cidade de Patos-PB apresentou em sua curva um comportamento crescente à medida que a temperatura superficial aumentava. A equação do gráfico indica que, para cada aumento de um grau Celsius na temperatura, o índice de influência tende a crescer em aproximadamente 4,8526 unidades.

Esse padrão crescente sugere que existe uma relação entre a temperatura e o índice de patologias. À medida que a temperatura se eleva, os dados indicam um aumento correspondente na quantidade e na gravidade das manifestações patológicas observadas nas instituições de ensino.



Entretanto, ao observar o coeficiente de determinação linear (R^2) da equação apresentada, nota-se que o valor encontrado foi bastante baixo, igual a 0,01. Isso demonstra que, na análise de regressão linear entre as variáveis, temperatura (independente) e índice de influência (dependente), as mesmas apresentaram uma baixa relação estatística. Embora exista uma tendência geral de aumento do índice com a elevação da temperatura, alguns pontos estão dispersos em relação à linha da regressão. Os casos mais notáveis são os das escolas EMEF Alírio Meira e EMEF Aristides Hamad Timene, que apresentaram valores muito acima dos demais e foram destacados em vermelho no gráfico.

Esses resultados indicam que a temperatura, por si só, não é capaz de explicar com precisão a ocorrência das patologias nas escolas analisadas. Isso sugere que outros fatores externos podem estar influenciando o aparecimento desses problemas, tornando a análise mais complexa. Entre esses fatores, podem estar a frequência das manutenções e reformas nas unidades, o tipo de sistema construtivo utilizado, o cumprimento de normas técnicas durante a execução das obras e a presença ou ausência de fiscalização adequada.

Um exemplo claro é o caso da EMEF Aristides Hamad Timene, cuja estrutura apresenta características construtivas antigas. Na imagem apresentada a seguir, é possível observar que a fundação da edificação não segue o modelo mais utilizado atualmente, que seria a fundação rasa com sapatas e concreto armado. Em vez disso, utiliza pedras sobrepostas com um tipo de argamassa possivelmente argilosa para fixação.

Figura 9. Método construtivo e fundação da EMEF Aristides Hamad Timene



Fonte: Autor (2025)

Além disso, é possível observar a ausência de pilares estruturais, a estrutura depende da própria alvenaria de blocos cerâmicos para suportar os esforços, o que compromete a resistência da edificação. Nas figuras analisadas abaixo, percebe-se que a alvenaria possivelmente apresenta trincas com o mesmo padrão em locais onde, idealmente, haveria pilares. Isso demonstra que o método construtivo antigo contribuiu para esse tipo de falha estrutural.

Figura 10. Alvenaria trabalhando como elemento estrutural da EMEF Aristides Hamad Timene



Fonte: Autor (2025)

Na Figura 10, observa-se que a base da alvenaria apresenta danos que podem estar relacionados ao excesso de sobrecarga. Além disso, a ação da temperatura, por meio da dilatação térmica dos materiais, também pode ter contribuído para o desprendimento dos blocos de revestimento.

Figura 11. Trinca em alvenaria da EMEF Aristides Hamad Timene



Fonte: Autor (2025)

Diante dos resultados analisados, percebe-se que a temperatura não é o único fator que influencia no aparecimento das patologias construtivas. Outros elementos também interferem nesse processo, o que torna difícil estabelecer uma relação direta e exclusiva de causa e efeito. Por esse motivo, é importante considerar um conjunto mais abrangente de variáveis para compreender, de forma mais precisa, a origem dos problemas encontrados nas edificações. Além disso, pode ser necessário utilizar outro tipo de modelo estatístico, como uma equação de grau superior ou um modelo não linear, que se adeque melhor aos dados analisados, uma vez que a relação entre as variáveis observadas pode não seguir um padrão linear.

4.4 PATOLOGIAS OBSERVADAS E PROPOSTAS MITIGADORAS

Durante as visitas realizadas nas instituições de ensino, foram identificadas diversas manifestações patológicas de naturezas distintas, registradas conforme o manual do *checklist* apresentado no Apêndice A deste trabalho. Considerando que o objetivo principal é correlacionar o surgimento dessas patologias com a temperatura, torna-se essencial analisar quais tipos são mais influenciados pela temperatura superficial. Para isso, esta seção apresenta as manifestações patológicas que apresentaram média maior ou igual a 6 na Tabela 2, que reúne

a avaliação do impacto de cada patologia em relação à temperatura, conforme a opinião de profissionais da área de engenharia, sendo os dados reorganizados na nova tabela apresentada a seguir.

Tabela 5. Principais patologias relacionadas com a temperatura

Elemento Construtivo	Patologias Observadas	Média do Questionário
Piso	Destacamento	8
Portas	Mau funcionamento	6
Janelas	Mau funcionamento	6
Forro	Destacamento	6
	Fissuração	8
Alvenaria	Fissura	9.5
	Trinca	9.5
	Destacamento de reboco	6
	Destacamento da pintura	8
	Destacamento de azulejos	9
Estrutura	Fissura e/ou Trinca	8.5
Cobertura	Patologia na estrutura	6

Fonte: Autor (2025)

Posteriormente, com base nas manifestações listadas na Tabela 5, foi possível confirmar quais estariam presentes durante as visitas por meio das fotografias registradas. A partir dessas observações, foram propostas estratégias e medidas mitigadoras voltadas à redução dos efeitos da temperatura nas edificações escolares.

4.4.1 Destacamento do piso

Na inspeção visual realizada na instituição CMREJA-EMEF Lions Adjalma/Irmã Benigna, foi identificado, no piso da calçada externa, o destacamento das placas do revestimento, caracterizando a patologia conhecida como estufamento. No interior da escola, em uma das salas de aula, o revestimento cerâmico do piso apresentou fissuras próximas ao rejunte, além de partes soltas das peças. A NBR 13.753, destaca a função das juntas de assentamento na absorção das movimentações térmicas. Sem esses espaços, as placas cerâmicas entram em um estado de compressão mútua. Como a expansão horizontal é impedida por elementos de confinamento, a tensão resultante força o deslocamento do painel para cima, causando seu destacamento da base.

Segundo Rezende, Braga e Pereira (2021), os deslocamentos, fissuras, trincas, gretamento e manchas estão entre as principais patologias que afetam revestimentos cerâmicos em pisos. A Figura 12 ilustra os dois casos de destacamento observados nessa unidade.

Figura 12. Destacamentos dos pisos presentes na CMREJA- EMEF Lions Adjalma/Irmã Benigna



Fonte: Autor (2025)

A média obtida no questionário apresentado na Tabela 4 para essa patologia foi de 8 pontos, o que representa uma das maiores influências relacionadas à temperatura. Essa unidade de ensino apresentou temperatura de 30,55 °C, enquadrando-se no grupo com os valores mais elevados, correspondente às áreas centrais da cidade.

A análise sugere que a dilatação térmica dos materiais causada pela variação de temperatura pode estar entre as causas mais prováveis do problema. De acordo com Chaves (2009), as alterações de temperatura provocam dilatação e, quando associadas a fatores como contração da argamassa de assentamento e deformações estruturais, podem romper a ligação entre as placas cerâmicas. Também é necessário considerar falhas nos métodos construtivos como possíveis fatores adicionais, incluindo a dosagem inadequada da argamassa, a escolha incorreta do tipo de argamassa para assentamento e a presença de impurezas no tardo (Santos, 2023).

Na unidade CEI-Capitão Manoel Gomes, localizada na faixa de maior temperatura, entre 29,72 °C e 30,84 °C, foi observado destacamento de piso cerâmico com parte da peça solta, conforme ilustrado na Figura 13. Essa escola apresentou um dos maiores índices de influência das patologias, totalizando 121 pontos na Tabela 3.

Figura 13. Destacamento do piso cerâmico na CEI-Capitão Manoel Gomes



Fonte: Autor (2025)

A escola EMEF Alírio Meira apresentou patologia semelhante à observada na CEI-Capitão Manoel Gomes, conforme mostrado na Figura 14. Apesar de estar situada em uma faixa de temperatura mediana, com valor de 29,4 °C, verifica-se que o aumento gradual da temperatura contribui para o surgimento dessa manifestação. Fontenelle (2004) reforça que o destacamento ocorre quando há perda de aderência da argamassa colante ou das placas cerâmicas, situação que se dá quando as tensões nos revestimentos ultrapassam a capacidade de aderência entre o contrapiso ou emboço e a placa cerâmica.

Figura 14. Destacamentos dos pisos cerâmicos na EMEF Alírio Meira



Fonte: Autor (2025)

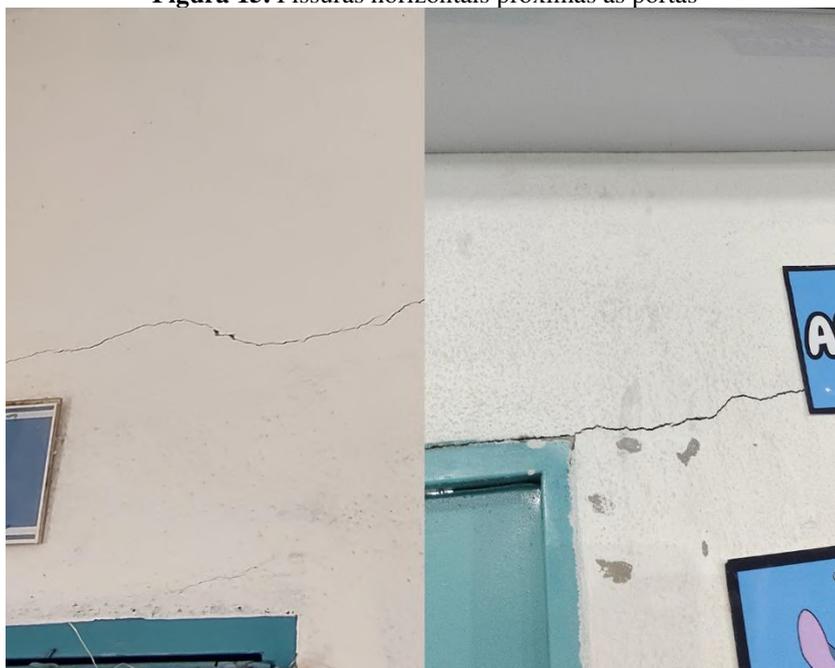
Na avaliação da Tabela 3, a EMEF Alírio Meira obteve nota de 229 no índice de influência, evidenciando que fatores relacionados ao método construtivo tiveram forte impacto no resultado, levando a unidade a apresentar comportamento fora da tendência observada nos demais casos e contribuindo para o elevado número de patologias registradas durante a visita.

De acordo com Andrade (2019), é possível reduzir a ocorrência dessa patologia por meio da substituição integral do piso e, no assentamento das novas peças cerâmicas, utilizar um traço de argamassa com menor rigidez. Embora a ABNT NBR 13753:1996, que trata do revestimento de pisos com placas cerâmicas, não estabeleça valores específicos para folgas entre as peças, pode-se adotar a recomendação prevista na ABNT NBR 13755:2017, referente a revestimentos cerâmicos de fachadas, mantendo um espaçamento de aproximadamente 5 mm. Esse cuidado permite que, mesmo havendo dilatação em função da umidade, os elementos tenham espaço para movimentação, minimizando o risco de danos.

4.4.2 Mau funcionamento de esquadrias

Foram identificadas fissuras com padrão horizontal próximas às portas da EMEF Alírio Meira e da Creche Cremilde Bezerra. Essas manifestações, mais visíveis, podem estar relacionadas ao emperramento e, conseqüentemente, ao mau funcionamento das esquadrias nas salas de aula, conforme ilustrado na Figura 15.

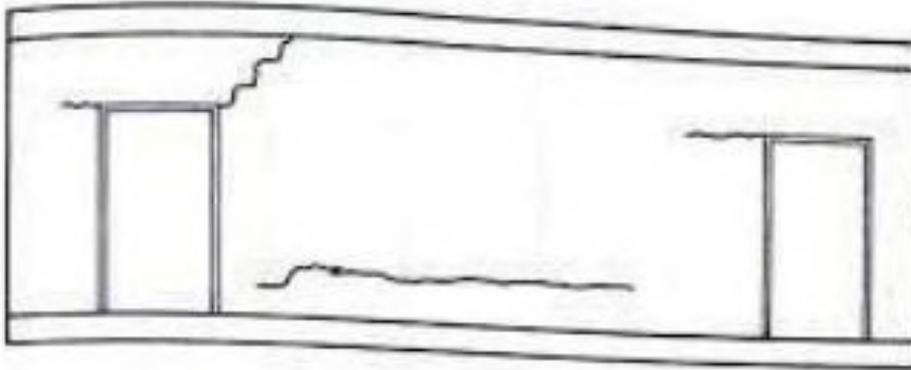
Figura 15. Fissuras horizontais próximas as portas



Fonte: Autor (2025)

Uma possível causa para o surgimento desse problema é a deformação excessiva dos elementos estruturais, que pode gerar fissuras nas extremidades das aberturas. O formato dessas fissuras varia de acordo com a posição da abertura, o comprimento da parede, as dimensões do vão e o grau de deslocamento do elemento estrutural (Thomaz, 1989). Conforme representado na Figura 16.

Figura 16. Fissuras e trincas próximas as portas devido a deformação estrutural



Fonte: Thomaz (1989)

Para prevenir esse tipo de patologia, Moch (2009) recomenda a utilização de cintas de amarração, com o objetivo de restringir fissuras horizontais nas extremidades superiores ou inferiores das esquadrias, ou ainda à meia altura do vão, especialmente quando associadas a movimentações da laje de cobertura ou a deformações resultantes de recalques nas fundações.

Ainda tomando como referência a figura anterior, a EMEF Alírio Meira apresentou também fissuras diagonais com inclinação próxima a 45° , indicativas da ausência de contraverga (Figura 17). Esse tipo de manifestação pode ocorrer pela concentração de tensões ao redor das aberturas, por carregamentos verticais concentrados em estruturas sem elementos de redistribuição de cargas, como coxins, ou ainda devido a recalques na fundação (Garcez; Meneghetti, 2024).

Figura 17. Fissura na diagonal da porta



Fonte: Autor (2025)

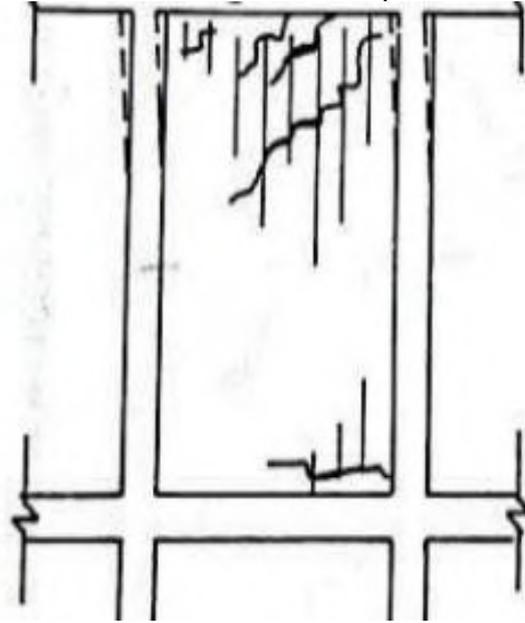
Foi registrada, ainda, a presença de fissuras transversais provenientes de movimentação estrutural, possivelmente provocadas pelo rebaixamento de um pilar próximo, que estaria causando o emperramento de uma porta ao lado (Figura 18). Em casos de recalque, surgem fissuras transversais na direção do pilar mais afetado, como observado na Figura 19.

Figura 18. Fissura transversal ao lado da porta



Fonte: Autor (2025)

Figura 19. Fissura transversal devido a recalque diferencial entre pilares



Fonte: Autor (2025)

Por fim, verificou-se, na Figura 20, a ocorrência de fissuras e trincas horizontais sob o peitoril da esquadria. Conforme Thomaz (1989), esse tipo de fissuração pode estar associado à dilatação e retração decorrentes de variações térmicas. Os ciclos de umedecimento e secagem da argamassa de revestimento, quando somados a uma impermeabilização deficiente, favorecem a formação inicial de microfissuras. Essas, por sua vez, permitem a infiltração de água, intensificando as movimentações e aumentando progressivamente a ocorrência de fissuras no revestimento.

Figura 20. Fissura horizontal sob o peitoril



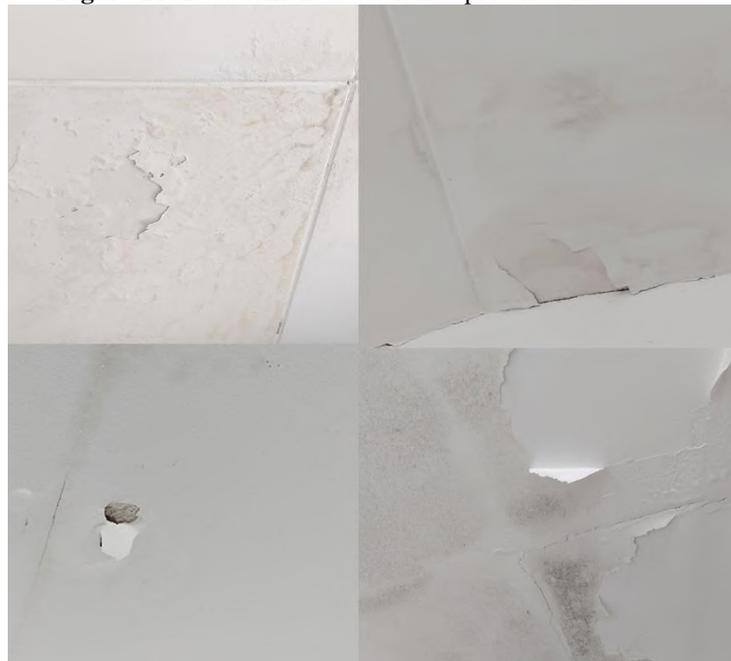
Fonte: Autor (2025)

4.4.3 Destacamento e fissuração do forro

Nas inspeções realizadas em 15 unidades de ensino, foi constatado que 13 apresentaram ao menos uma manifestação patológica no forro, dos tipos destacamento e/ou fissuração. Segundo Barros, Santos e Rocha (1997), o destacamento, também chamado de descolamento, ocorre quando há separação entre o revestimento e o substrato devido à perda de aderência, geralmente causada por falhas no processo de execução.

Para Leal (2003, *apud* Schroder; Wichinoski; Anjos, 2022), uma das causas pode estar no traço incorreto da pasta de revestimento, que compromete a plasticidade do material e reduz sua capacidade de aderência. Além disso, a aplicação de uma camada muito espessa pode provocar o descolamento, já que o peso excede a força de adesão ao substrato. A Figura 21 apresenta exemplos desse tipo de patologia.

Figura 21. Destacamentos dos forros presentes nas escolas



Fonte: Autor (2025)

De acordo com Bauer (1997), as fissuras em revestimentos de gesso podem surgir devido à forma inadequada de execução e à retração hidráulica, provocada pela umidade do ambiente, que altera a densidade do material e contribui para seu rompimento. A temperatura também é um fator relevante. Taguchi (2010) recomenda verificar previamente se o ambiente onde será instalado o forro de gesso sofre grandes variações térmicas, pois, nesses casos, pode ser mais indicado o uso de outro material. Conforme Scartezini (2002), a temperatura ambiente influencia a densidade por meio da retração térmica, o que pode levar à formação de fissuras, como demonstrado na Figura 22.

Figura 22. Fissuras nos forros presentes nas escolas



Fonte: Autor (2025)

Para Carrilho (2019), uma medida eficaz para prevenir ou reparar danos relacionados a movimentações térmicas é a instalação de juntas de dilatação, que, quando bem posicionadas, permitem acomodar as variações do gesso. No caso de danos superficiais, o reparo pode incluir a limpeza da área afetada, seguida da aplicação de um fundo preparador de paredes à base de água. Em seguida, a trinca deve ser preenchida com selante específico. Após a secagem, recomenda-se aplicar uma tela de nylon ou poliéster sobre a trinca, de acordo com sua largura, e finalizar com o acabamento adequado.

4.4.4 Fissuras e trincas na alvenaria

Durante as visitas técnicas, foram identificados inúmeros casos de fissuras e trincas na alvenaria das escolas, com padrões e direções variadas, incluindo verticais, horizontais, diagonais e transversais. Segundo Figur (2015), as alvenarias de vedação podem, em alguns casos, estar sujeitas a carregamentos decorrentes de movimentações térmicas diferenciadas entre a alvenaria e a estrutura, recalques, flexões de lajes e vigas, entre outros fatores. Dessa forma, o projeto e a execução dessas alvenarias devem seguir as recomendações técnicas adequadas, observando também os projetos de fundação e estrutura (Thomaz, 2009).

Fissuras provocadas por movimentações térmicas

De acordo com Braga (2010), os elementos da construção civil estão sujeitos a variações periódicas de temperatura, que alteram as dimensões dos materiais, provocando dilatação ou contração. Essas mudanças geram tensões internas capazes de originar fissuras. Normalmente, essas fissuras se apresentam no topo de paredes de sustentação, acompanhando a largura das lajes; nas extremidades de pilares, levemente inclinadas; no destacamento entre alvenaria e estrutura; na posição vertical em muros e platibandas; ou ainda de forma distribuída ou espaçada em revestimentos (Thomaz, 1989).

Na Figura 23, observam-se fissuras ocasionadas por movimentações térmicas, possivelmente associadas ao deslocamento da laje sobre as paredes. Conforme Braga (2015), esse tipo de patologia se desenvolve principalmente em paredes, seguindo a direção paralela ao comprimento da laje. Esse fenômeno ocorre devido à dilatação das lajes e ao abaulamento ocasionado pela diferença de temperaturas ao longo de sua altura, o que faz surgir tensões de tração e cisalhamento que afetam as paredes das edificações.

Figura 23. Fissuras horizontais ocasionadas por movimentação térmica



Fonte: Autor (2025)

As fissuras decorrentes de movimentações térmicas podem ser prevenidas com a adoção de juntas de dilatação bem dimensionadas. Outra medida recomendada é retardar a execução da alvenaria de vedação, permitindo que a estrutura de concreto finalize seu processo de deformação, reduzindo assim o risco de fissuras entre a estrutura e as paredes. Além disso, o preenchimento com materiais flexíveis, aplicado em pontos como topo, base ou áreas de

concentração de tensões, contribui para absorver os movimentos e minimizar danos (Braga, 2015).

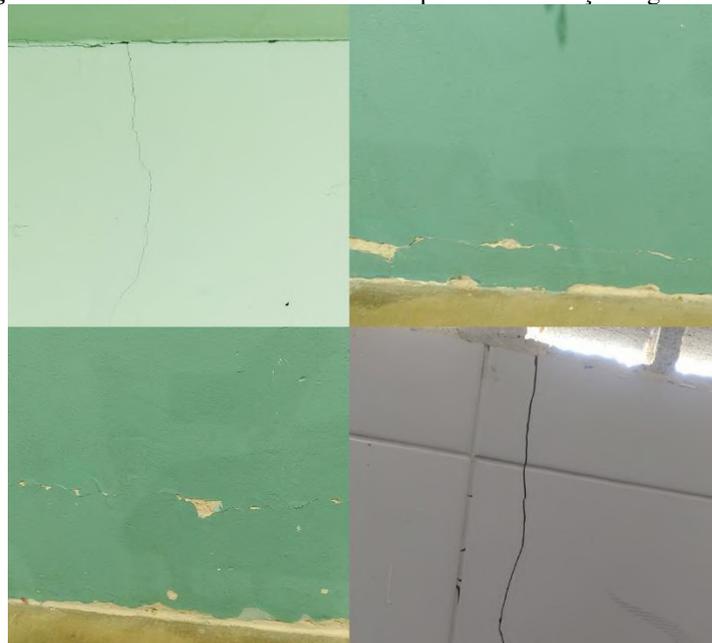
Fissuras provocadas por movimentações higroscópicas

De acordo com Thomaz (1989), assim como ocorre nas fissuras provocadas por movimentações térmicas, também podem surgir manifestações decorrentes de movimentações higroscópicas. Essas se formam quando há variação nas dimensões dos materiais porosos em razão do aumento ou da redução do teor de umidade. Essa alteração de umidade provoca a expansão ou contração do material e, quando há restrição a esses movimentos, podem ocorrer fissuras.

O mesmo autor ainda relata que as fissuras causadas por movimentações higroscópicas aparecem com frequência em formatos horizontais e verticais nas alvenarias ou em peças estruturais, resultantes da expansão dos tijolos. São comuns fissuras horizontais na base das paredes, no topo de muros, em peitoris e platibandas, que podem estar associadas à impermeabilização inadequada dos alicerces ou à ausência de rufos, entre outros fatores.

Durante as inspeções, foram observadas fissuras horizontais na base da alvenaria, acompanhadas de descolamento de argamassa, além de fissuras verticais no topo da parede. Também foi identificado destacamento no revestimento cerâmico e na alvenaria abaixo do peitoril da janela do banheiro, o que pode indicar infiltração de umidade nesse ponto (Figura 24).

Figura 24. Fissuras verticais ocasionadas por movimentação higroscópica



Fonte: Autor (2025)

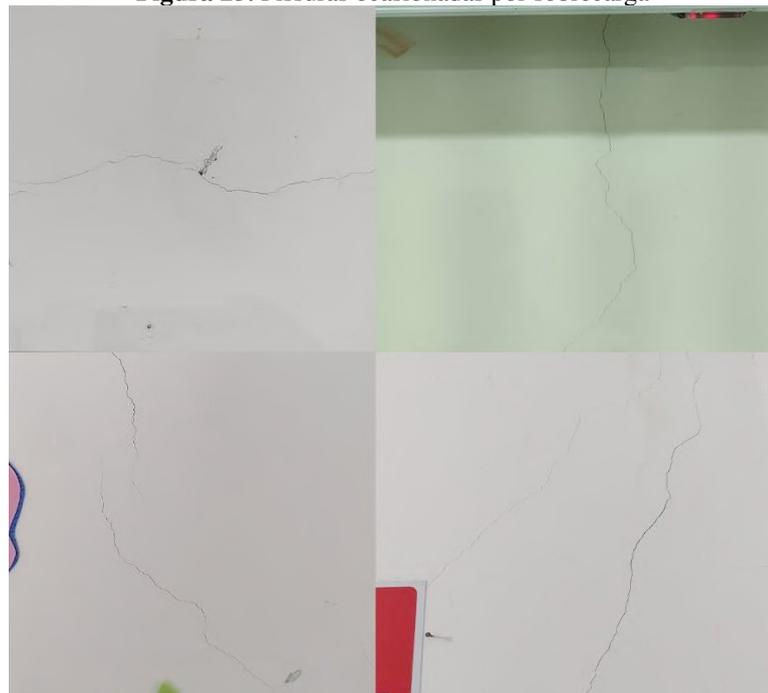
Para prevenir fissuras causadas por movimentações higroscópicas, recomenda-se impermeabilizar tanto o alicerce da edificação quanto as primeiras fiadas da alvenaria, utilizando argamassa polimérica. Além disso, a execução de uma pequena inclinação na calçada, direcionando a água para o escoamento, contribui para evitar o acúmulo e a formação de poças (Andrade, 2019).

Fissuras provocadas por sobrecargas

As sobrecargas podem provocar fissuras em elementos com ou sem função estrutural, como vigas, pilares e paredes. Essas trincas podem surgir em diferentes componentes da edificação, porém ocorrem com maior frequência em estruturas de concreto armado e em alvenarias. No caso das alvenarias, as fissuras decorrentes de sobrecargas podem apresentar direções inclinadas, horizontais ou verticais, sendo esta última a mais comum (Thomaz, 1989).

Durante as inspeções, esse tipo de manifestação foi identificado em praticamente todas as escolas, na forma de trincas verticais. Segundo Braga (2015), essas trincas são as mais recorrentes em alvenarias e resultam, geralmente, da deformação da argamassa na direção transversal quando submetida a tensões de compressão ou da flexão local dos componentes. Enquanto que as trincas horizontais podem ocorrer devido à ruptura por compressão dos elementos de alvenaria ou da argamassa de assentamento, ou por meio de solicitações de flexocompressão na parede. A Figura 25 apresenta detalhes desses casos.

Figura 25. Fissuras ocasionadas por sobrecarga



Fonte: Autor (2025)

A mitigação das fissuras e trincas causadas por sobrecargas depende da condição estrutural. Quando a sobrecarga já tiver sido removida, é possível realizar o fechamento das fissuras com argamassa modificada com polímeros acrílicos, de propriedades tixotrópicas, aplicada com colher; argamassa fluida tipo *grout*; ou injeção de resinas, como acrílicas, epoxídicas ou metacrilato. Nos casos em que a sobrecarga seja permanente, será necessário o reforço da estrutura, considerando alternativas como o aumento da área de concreto de pilares e vigas, ou o reforço com colagem de chapas de aço, fibras de vidro ou carbono (Braga, 2015).

Fissuras provocadas por deformação excessiva de estruturas de concreto armado

Segundo Thomaz (1989), elementos estruturais como vigas e lajes podem apresentar deslocamentos perpendiculares à sua seção, ao longo do tempo, conhecidos como flechas. Esses deslocamentos podem causar fissuras nas paredes, devido principalmente à incompatibilidade entre a capacidade de deformação dessas paredes e a dos elementos estruturais.

Ainda de acordo com o autor, essas manifestações são comuns em alvenarias e apresentam padrões típicos. Em paredes de vedação sem aberturas, podem ocorrer fissuras inclinadas nos cantos superiores, fissuras horizontais na parte inferior ou fissuras inclinadas que partem dos vértices inferiores. Já em paredes com aberturas, a forma das fissuras varia conforme o comprimento da parede, a intensidade da movimentação e o tamanho e a posição das aberturas. Nesses casos, as fissuras costumam surgir horizontalmente próximas à base da parede, podendo se direcionar para o vértice inferior, ou aparecer de forma inclinada ou horizontal a partir dos cantos das aberturas.

Figura 26. Fissuras ocasionadas deformação excessiva de estruturas de concreto armado



Fonte: Autor (2025)

Para reparar o destacamento entre paredes e pilares, recomenda-se inserir material flexível no encontro entre os elementos. Quando o destacamento for causado por retração da alvenaria, deve-se aplicar, em paredes revestidas, uma tela metálica fina adicionada na nova argamassa (Braga, 2015).

Fissuras provocadas por recalque da fundação

O solo pode sofrer deformações de diferentes intensidades quando submetido a cargas externas. Essas deformações podem ocorrer de forma não uniforme ao longo das fundações de uma edificação, gerando tensões significativas em sua estrutura e possibilitando o surgimento de fissuras (Thomaz, 1989).

Segundo o autor, as patologias decorrentes de recalques de fundação apresentam grande variedade e se assemelham àquelas provocadas por deformações de componentes estruturais. Geralmente, manifestam-se por fissuras inclinadas na direção do ponto onde ocorreu o maior recalque, com aberturas consideráveis. É comum, ainda, observar esmagamentos localizados em formato de escamas, indicando tensões de cisalhamento como causa.

Os casos mais expressivos desse tipo de manifestação foram observados nas instituições EMEF Aristides Hamad Timene e CEI-Capitão Manoel Gomes, predominando trincas de cisalhamento na alvenaria e próximas aos pilares, como ilustrado na Figura 27.

Figura 27. Fissuras ocasionadas por recalque de fundação



Fonte: Autor (2025)

Para mitigar os efeitos dos recalques em fundações, é fundamental realizar o acompanhamento contínuo da patologia, por meio de medições e coleta de dados em campo, a fim de compreender o comportamento real das fundações (Figur, 2015). De acordo com Milititsky *et al.* (2005), identificar a origem exata dos movimentos apenas pela análise das fissuras é um processo complexo, devido à interação entre os diversos elementos que compõem a edificação e aos efeitos combinados de movimentações que não necessariamente decorrem de recalques.

4.4.5 Destacamentos de reboco, pintura e azulejo na alvenaria

O sistema construtivo de alvenaria convencional, composto por blocos e revestido com argamassa, é o mais utilizado no Brasil que consistem em um substrato de alvenaria que utiliza blocos cerâmicos ou de concreto, com aplicação de revestimento de argamassa com as camadas de chapisco, reboco/emboço (Miranda, 2000). Uma de suas principais patologias é o destacamento, que consiste na perda de aderência entre as camadas do revestimento. As causas para essa falha são diversas e podem incluir erros de projeto, de execução, uso de materiais inadequados, falta de manutenção ou a ação de agentes climáticos (Cincotto, 1988; Nepomuceno Neto, 2017).

Dentre os fatores climáticos, a variação de temperatura é particularmente crítica, pois a movimentação gerada pela insolação e pelas estações do ano pode causar fissuras (Braga, 2015). Com o tempo, os ciclos repetidos de aquecimento e resfriamento levam o material à fadiga, enquanto mudanças bruscas de temperatura, conhecidas como choque térmico, também podem gerar fissuras e comprometer a integridade do sistema (Wetzel *et al.*, 2012; Zurbriggen; Herwegh, 2016; Cremonesi; Resende, 2024).

Destacamento de reboco

Uma manifestação patológica comum em argamassas antigas é o destacamento de reboco, que se define pela perda de aderência da argamassa de revestimento. Sua identificação pode ser feita por meio de análise sensorial, pela percepção de som cavo ao se percutir a superfície. Frequentemente, a origem desta patologia está associada a erros executivos que resultam na desagregação dos componentes da argamassa e na consequente perda de coesão (Gaspar; Colen; Brito, 2007; Aragão, 2022).

No presente estudo, essa falha foi observada em sete das escolas inspecionadas, apresentando diferentes graus de severidade. Foram registrados casos que iam desde destacamentos superficiais até situações mais acentuadas, com a exposição completa dos blocos

cerâmicos da alvenaria, conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28. Destacamento de reboco presente nas escolas



Fonte: Autor (2025)

O procedimento de correção para esta patologia envolve, primeiramente, a remoção completa das áreas desagregadas ou sem aderência. Em seguida, a base deve ser limpa por meio de raspagem para eliminar quaisquer vestígios soltos. Por fim, aplica-se um material impermeabilizante, como um aditivo hidrofugante na argamassa, antes de executar a nova camada de reboco e o acabamento final (Gaspar; Colen; Brito; 2007).

Adicionalmente, um caso particular foi identificado na EMEF Manoel Roberto, onde se observou o desgaste acentuado do reboco causado por umidade ascendente. Esse tipo de anomalia, que pode apresentar degradação progressiva ao longo do tempo, é resultado de falhas no projeto ou na execução da impermeabilização das fundações (Silva, 2012). Associado a este quadro, constatou-se também a presença de manchas esbranquiçadas na superfície, características do fenômeno da eflorescência.

Figura 29. Destacamento por umidade ascendente com presença de eflorescência



Fonte: Autor (2025)

Destacamento de pintura

O destacamento de pintura é outra patologia recorrente, cuja causa está associada à presença de umidade no substrato. Conforme explica Figueiredo Júnior (2017), quando essa umidade é aquecida pela temperatura ambiente, ela evapora comprometendo a aderência do filme de tinta com a camada de massa corrida, levando à perda de suas propriedades de resistência. Esta manifestação foi uma das mais influentes identificadas no escopo desta pesquisa, sendo constatada em 12 das 15 escolas analisadas no município de Patos-PB, conforme ilustrado na Figura 30.

Figura 30. Destacamento da pintura presente nas escolas



Fonte: Autor (2025)

Como medida corretiva ou preventiva para esta falha, Brito (2003) recomenda a utilização de uma pintura com características de estanqueidade. Segundo o autor, deve-se aplicar mais de duas demãos de uma tinta que contenha resina epoxídica ou poliuretânica em sua composição, pois tais materiais oferecem maior resistência aos agentes climáticos que originam o destacamento.

Destacamento de azulejo

As patologias em revestimentos cerâmicos, como azulejos, são defeitos que comprometem a estética e podem ocasionar o descolamento das placas. As causas são variadas, incluindo o emprego de materiais com especificação técnica inferior ou falhas no processo de instalação (Pamesa, 2015; Figur, 2015).

Em fachadas, o problema é intensificado pela exposição contínua a variações de temperatura e umidade. Segundo Nascimento (2017), essas mudanças térmicas e higroscópicas provocam movimentações distintas nos componentes, e os ciclos de aquecimento e resfriamento aceleram o descolamento. A deterioração do rejunte, comum em áreas de alta incidência solar, agrava o quadro ao permitir a infiltração de água, fator que contribui para a perda de aderência do revestimento (Bauer *et al.*, 2012).

No âmbito deste estudo, a ocorrência desta patologia foi baixa, sendo registrada em

apenas uma instituição, a EMEF Alírio Meira (Figura 31), o que se atribui à pouca utilização de revestimentos cerâmicos nas escolas analisadas.

Figura 31. Destacamento de azulejo na EMEF Alírio Meira



Fonte: Autor (2025)

Contudo, para prevenir tais falhas, é fundamental que a aplicação siga as normas técnicas. Requisitos como a limpeza dos materiais e a escolha de rejunte e argamassa colante compatíveis com o ambiente são essenciais, estabelecidos pela NBR 8214:1983. Para o caso específico de fachadas, a NBR 14081:2012 determina o uso de argamassa tipo AC-II, enquanto a NBR 8214:1983 também preconiza a criação de juntas de movimentação para absorver as tensões do sistema de revestimento (Figur, 2015).

4.4.6 Fissuras e Trincas na estrutura

Na EMEF Aristides Hamad Timene, foi identificado um padrão de trinca característico na estrutura, localizado na região de interface entre os pilares e a alvenaria. Uma observação pelo lado externo do edifício permitiu uma análise mais clara desta patologia, conforme detalhado na Figura 32.

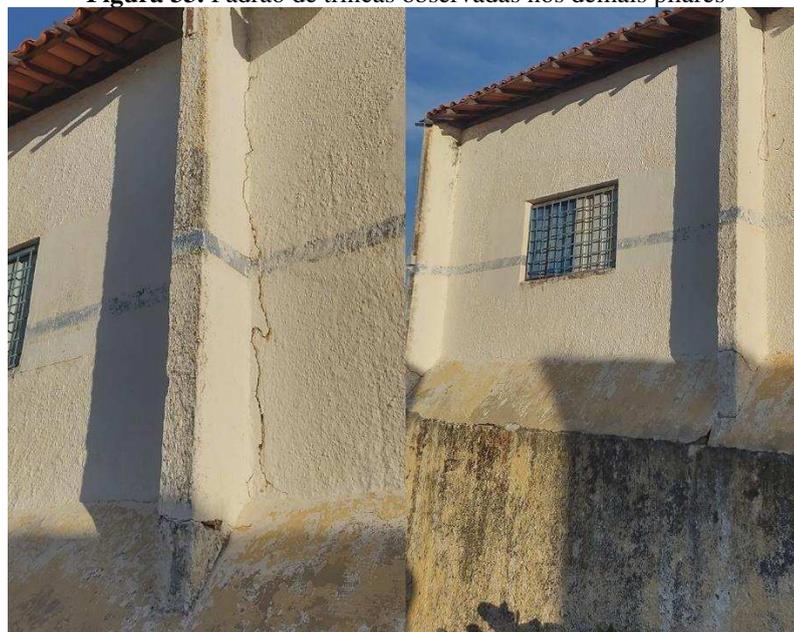
Figura 32. Trinca observada em elemento estrutural na EMEF Aristides Hamad Timene



Fonte: Autor (2025)

A inspeção visual em uma seção de um dos pilares trincados revelou que o elemento não possuía armadura de aço para resistir aos esforços de compressão da estrutura. Tal fato indica se tratar de um sistema construtivo arcaico, sem a presença de concreto armado, e levanta a hipótese de que essa deficiência estrutural tenha sido a causa principal do elevado número de manifestações patológicas encontradas especificamente nesta instituição, que totalizaram um índice de influência de 247 unidades. É relevante notar que o mesmo padrão de fissuras se repete nos demais pilares da edificação, sugerindo uma vulnerabilidade sistêmica (Figura 33).

Figura 33. Padrão de trincas observadas nos demais pilares



Fonte: Autor (2025)

4.4.7 Patologia na estrutura da cobertura

A cobertura de uma edificação, por estar em constante exposição às condições climáticas, tem como função primordial garantir a estanqueidade e proteger a construção. Este requisito é ainda mais crítico em estruturas de madeira, pois, sendo um material higroscópico, suas dimensões são influenciadas pela umidade do ambiente, o que pode causar o inchamento e a retração das peças (Frazão, 2015).

Figura 34. Ataque por cupim na estrutura do telhado



Fonte: Autor (2025)

Além dessa instabilidade dimensional, a madeira está sujeita à degradação por diversas origens, com destaque para o ataque de organismos biológicos e a ação do fogo (Pfeil; Pfeil, 2003). Durante as visitas de campo, observou-se na EMEF Aristides Hamad Timene que a estrutura de madeira do telhado sofria um ataque de cupins, com terças e ripas visivelmente comprometidas, conforme ilustra acima na Figura 34.

Para prevenir o surgimento de patologias como esta, os autores anteriormente citados recomendam um conjunto de cuidados, começando pela escolha criteriosa da espécie da madeira. Também destacam a importância da aplicação de tratamento químico adequado, com preservativos químicos e retardadores de fogo, e da adoção de detalhes construtivos que favoreçam as boas condições ambientais, resultando em uma estrutura de alta durabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste estudo, o objetivo central foi alcançado ao se analisar a influência da temperatura superficial na severidade de manifestações patológicas em edificações escolares no município de Patos-PB. A investigação demonstrou haver uma correlação positiva e relevante entre as variáveis, pois as edificações situadas em microclimas urbanos com temperaturas mais altas apresentaram, de fato, um grau de degradação mais acentuado. Este resultado valida a hipótese inicial de que a temperatura atua como um agente catalisador de patologias construtivas.

A metodologia empregada, que uniu inspeção visual, medições da temperatura por SIG e um índice de influência, provou ser eficaz para quantificar a degradação e estabelecer uma tendência. Contudo, a análise dos resultados deixou claro que a temperatura, embora importante, não é um fator isolado. A complexidade do surgimento de patologias ficou evidente pela interferência de múltiplos agentes, como falhas executivas, impermeabilização inadequada e deficiências estruturais, a exemplo do sistema construtivo arcaico observado na EMEF Aristides Hamad Timene, que potencializou a degradação.

A principal contribuição do estudo está na validação, por meio de dados coletados em campo, de que a gestão térmica é uma estratégia fundamental para a durabilidade e a manutenção predial no contexto local. Os resultados oferecem um subsídio técnico ao poder público, reforçando a necessidade de incorporar soluções de projeto que minimizem o ganho de calor nas superfícies, como o uso de cores claras e vegetação, para mitigar a deterioração e reduzir custos com reparos.

Como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se um monitoramento contínuo da temperatura e umidade por um período mais longo para aprofundar a compreensão do fenômeno. Adicionalmente, a aplicação de métodos de análise mais robustos para isolar o impacto de cada variável para poder quantificar com maior precisão a influência específica da temperatura, aprimorando os modelos de previsão de vida útil para as edificações patoenses.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8214**: assentamento de azulejos: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-1**: argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas: parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:2010**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 43, p. 65–80, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34022009000200004>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022009000200004. Acesso em: 12 abr. 2025.
- ANDRADE, A. S. M. **Estudo de caso: manifestações patológicas no Teatro Municipal de Dourados**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2321>. Acesso em: 11 jun. 2025
- ANDRADE, D. T. de; KARDEC, T. I. S; BAUER, E. Sinergia dos agentes higrotérmicos na degradação de fachadas. *Conference: XVII International Conference on Pathology and Construction Rehabilitation (XVII CINPAR) At: University of Ceará/ Fortaleza-Brazil*, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 31-45, 2021. DOI: 10.4322/CINPAR.2021.049. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352573045_Sinergia_dos_agentes_higrotermicos_na_degradacao_de_fachadas_Synergy_of_hygrothermal_agents_in_facade_degradation. Acesso em: 11 abr. 2025.
- ARAGÃO, Ericka Barros. **Estudo de manifestações patológicas decorrentes de infiltração em município do interior do Ceará**: diagnóstico e tratamento. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Campus de Crateús, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/64594>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2007. v. 1.
- BERTI, J. V. M.; SILVA JÚNIOR, G. P.; AKASAKI, J. L. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. In: **FÓRUM AMBIENTAL**, 15., 2019, Alta Paulista. Anais [...] Alta Paulista: ANAP, 2019. p. 590-603. Disponível em: <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/4635/form2566171066.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2025.

BEZERRA, L. M.; AVILA, A. M. Identificação de ilhas de calor por meio de imagens de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície: estudo de caso de eventos extremos no verão atípico 2013/2014 em Campinas-SP. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências, Unicamp, 2017. v. 1, p. 2530–2534. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2457>. Acesso em: 9 abr. 2025.

BEZERRA, P. E. S. *et al.* Análise da temperatura de superfície e do índice de vegetação no município de Belém na identificação das ilhas de calor. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 3, p. 803–818, jul./set. 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/45701>. Acesso em: 5 jun. 2025.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENA, P. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/de gustacao/Patologia-de-estruturas-DEG.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.

BORGES, G. M.; PACHÊCO, A. P.; SANTOS, F. K. S. dos. Sensoriamento remoto: avanços e perspectivas. **Revista de Geografia**, [S. l.], v. 32, n. 2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229116>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BRITO, D; NETO, J. Índice de vegetação e Temperatura da superfície na cidade de Manaus, Amazonas. **Revista Científica ANAP Brasil**, [s.l.], v. 16, n. 40, p. 18009-18021, 2023. DOI: 10.17271/19843240164020234602. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/4602. Acesso em: 13 abr. 2025.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação em Revestimentos de Fachada**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/55611413.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.

CINCOTTO, M.A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. In: Tecnologia de edificações. São Paulo: Pini, 1988. P. 549-554.

COELHO, A. L. N; CORREA, W de S. C. Temperatura de superfície celsius do sensor tirs/landsat-8: Metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 31-45, 2023. DOI: 10.18227/1678-7226rga.v7i1.2996. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/2996>. Acesso em: 10 abr. 2025.

COSTA, L.; SILVA, W. Manifestações patológicas em fachadas de construções históricas: estudo de caso da Igreja de Nossa Senhora do Carmo em São Luís - MA. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. e24011225819, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.25819 Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25819/22493>. Acesso em: 7 abr. 2025.

CREMONESI, Guilherme Akyo; RESENDE, Maurício Marques. Influência do choque térmico sobre a distribuição de temperatura em sistemas de revestimento cerâmico aderido. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 24, p. 1–16, 2023. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/122270>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CURI, D. *Gestão ambiental*. 1 ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2012.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/15655>. Acesso em: 22 jun. 2025.

DELGADO, R. C.; RODRIGUES, R.; FARIA, A. L. L.; PÊSSOA, C. S.; DAHER,. Uso do sensoriamento remoto na estimativa dos efeitos de ilhas de calor. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 25, p. 69-80, 30 set. 2012. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/318. Acesso em: 11 jun. 2025.

FAMUP. Federação da Associação dos Municípios da Paraíba. Temperatura do município de Patos. [s. d.]. Disponível em: <https://famup.org.br/paraiba/patos>. Acesso em: 14 jun. 2025.

FIGUR, N. E. **Manifestação de patologias construtivas**: estudo de caso em obras públicas executadas em não conformidade com as normas técnicas. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15700>. Acesso em: 12 de ago. 2025

FONTENELLE, A. M.; MOURA, Y. M. **Revestimento cerâmico em fachada - Estudo das causas das patologias**. Fortaleza: Comunidade da Construção - Sistema A Base de Cimento, 2004. 71 p.

GARCEZ, M. R.; MENEGHETTI, L. C. Patologias frequentes em alvenaria estrutural. In: MOHAMAD, G. (org.). **Construções em alvenaria estrutural**: materiais, projeto e desempenho. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2024. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2025.

GONZALES, F. D.; OLIVEIRA, D. L.; AMARANTE, M. dos S. Patologias na construção civil. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 6, n. 1, p. 128-139, 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/910>. Acesso em: 7 abr. 2025.

HENDGES, E. R; FOLLADOR, F. A. C; ANDRES, J. Estudo de correlação entre o uso e cobertura da terra com a temperatura de superfície registrada pelo satélite Landsat 8. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia/MG, v. 32, n. 1, p. 357-366, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-42828. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341951532_Estudo_de_correlacao_entre_o_uso_e_cobertura_da_terra_com_a_temperatura_de_superficie_registrada_pelo_satelite_Landsat_8. Acesso em: 12 abr. 2025.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LIMA, M. G. & MORELLI, F. Degradação das estruturas de concreto devido à amplitude

térmica brasileira. In: **SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO**, V. 7 a 10 jun. 2003, São Paulo. Anais [CD Rom]. São Paulo: EPUSP, 2003.

LUCENA, A. Uma análise de técnicas nos estudos de clima urbano para a região metropolitana do Rio de Janeiro. **Geo UERJ**, n. 34, p. 40954, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40954>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MATOS, V. C. M.; LIMA, M. G. de. **Manual para avaliação de fachadas – Importância da avaliação dos fatores ambientais de degradação**. ENTAC, Florianópolis, p. 3010 – 3019, 2006.

MENEZES, H. E. A., MEDEIROS, R. M., SANTOS, J. L. G., LIMA, T. S. Variabilidade climática para o município de Patos, Paraíba, Brasil. **Revista Verde**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 37–41, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i3.4607. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4607>. Acesso em: 12 jun. 2025.

MIRANDA, L. F. R. **Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa do entulho reciclado**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307461190_ESTUDO_DE_FATORES_QUE_INFLUEM_NA_FISSURACAO_DE_REVESTIMENTOS_DE_ARGAMASSAS_COM_ENTULHO_RECICLADO. Acesso em: 13 jul. 2025.

MONTEIRO, F. F.; SILVEIRA, A. L. R. C. da. Uso de dados de sensoriamento remoto para identificação de ilhas de calor em Teresina-PI. **Paranoá**, n. 7, p. 43–50, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n7.2012.12312>. Acesso em: 12 abr. 2025.

NASCIMENTO, L. C. **Avaliação Quantitativa e Catalogação de Manifestações Patológicas em Fachadas de Edifícios: Estudo de Caso**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20478/1/2017_LeticiaCustodioDoNascimento_tcc.pdf. Acesso em: 15 de jun. 2025.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina: s.n., 2011. Artigo de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, UNESC, Criciúma, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/151>. Acesso em: 27 jun.2025.

OLIVEIRA, A.; SANTOS, M.; OLIVEIRA, C. Levantamento de manifestações patológicas em fachadas de casas populares de um conjunto habitacional em Caxias - MA. **Revista Boletim do Gerenciamento**, [s.l.], v. 11, n. 23, p. 89-99, 2023. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/1079/573>. Acesso em: 8 abr. 2025.

PARANHOS FILHO, A. C. *et al.* **Geotecnologias para aplicações ambientais**. 1. ed. Maringá, PR: Uniedusul, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/527680>. Acesso em: 12 abr. 2025.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. de O.; CHAVES, M. V. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, 2002.

PEREIRA, J; CAVALCANTI, A; PIRES, A; NETO, O; CARVALHO, J; SANTOS, L; COELHO, M; SOUSA, P. A utilização de sensoriamento remoto para visualização de possíveis áreas desertificadas nos municípios de Cajazeiras e Coremas, PB. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 18009-18021, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-101 Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8540>. Acesso em: 13 abr. 2025.

PERES, F. de P. **Os meios alternativos de hospedagem no município de Rosana/SP: o uso do software QGIS como ferramenta de planejamento do turismo**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Turismo) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências. Rosana, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/258492>. Acesso em: 3 jun. 2025.

PORTO, A; MAUÉS, L; VERBICARO, C; RABELO, M. Uso de geotecnologias na análise da relação entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície na cidade de Belém-PA. In: **III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió**. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 105 113. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sin_geurb/issue/view/14. Acesso em: 13 abr. 2025.

RANGEL, Elias; DA SILVA GUIMARÃES RODRIGUES, Evandro. Análise da temperatura superficial e uso e cobertura do solo do município de São Gonçalo/RJ. **Revista Fluminense de Geografia**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2025. DOI: 10.62516/rfg.v5i1.3624. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/revista-fluminense/article/view/3624>. Acesso em: 6 set. 2025.

REZENDE, Stênio Sales; BRAGA, David Cristóvão de Carvalho; PEREIRA, Everton Henrique. Manifestações patológicas em revestimentos de pisos cerâmicos de ambientes internos. **Anima educação**, Pouso Alegre, [s. v.], [s. n.], [s. p.], dez./2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19280>. Acesso em: 2 ago. 2025.

RODRIGUES, B. B. **Avaliação das manifestações patológicas em fachadas: um estudo de caso**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/32207>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6.ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248p.

SANTOS, T. O. de. **Identificação de ilhas de calor em Recife-PE por meio de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5740>. Acesso em 13 mai.2025

SANTOS, Ygor Madeira. Análise de patologias de pisos cerâmicos: Um estudo de caso. **Boletim de Gerenciamento**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 38, p. 31-42, 30 set. 2023.

SCHIFFER, S. R.; FROTA, A. B. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

SCHOTT, J. R. *et al.* Chasing the TIRS ghosts: calibrating the Landsat 8 thermal bands. **Earth Observing Systems XIX**, Califórnia, v. 9218, p. A1–A20, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.2063236>. Acesso em: 11 abr. 2025.

SILVA, J. E. S. **A utilização do sistema de informação geográfico (SIG) como ferramenta de gestão na distribuição da rede de esgoto no conjunto João Sampaio II**. Orientadora: Rafaela Faciola. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrimensura) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2023. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/15671>. Acesso em: 8 jun. 2025.

SILVA, J.; RIBEIRO, D. Temperatura superficial terrestre e NDVI dos bairros da área urbana de Arapiraca – AL: Uma análise a partir das estatísticas zonais. **Revista Caminhos de Geografia**, [s.l.], v. 24, n. 92, p. 343-355, 2023. DOI: 10.14393/RCG249264151 Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/64151>. Acesso em: 13 abr. 2025.

SILVA, M. N. B. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada** – Aplicação ao Caso de Brasília/DF. 2014. Tese de Doutorado em (Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/17768>. Acesso em: 9 de jul. 2025.

SILVA, P. V. C.; SANTOS, J. T. S.; SOUZA, A. M. L. Temperatura de superfície urbana usando sensor TIRS – Landsat 5 e 8: estudo de caso em Belém – PA. **Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga**, v. 4, n. 9, p. 118–132, 2017.

SILVA, V. P.; ORLANDA, W J. F. F. Evolução temporal do sensoriamento remoto no contexto da detecção de áreas degradadas na amazônia: uma revisão sistemática. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 26, n. 1, p. 169-182, 2024. DOI: 10.35701/rcgs.v26.922. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/922/688>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SOUZA, K. B. S. **Análise de manifestações patológicas em residência unifamiliar no município de Junqueiro-AL utilizando a ferramenta GUT e o mapa de danos: estudo de caso**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7603>. Acesso em: 14 de jun. 2025.

SOUZA, RUI & REBOITA, MICHELLE & WERLE, ANA & COSTA, Eliane. (2016). Influência das variáveis atmosféricas na degradação dos materiais da construção civil. REEC - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. 13. 10.5216/reec.v13i1.41448. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308185915_INFLUENCIA_DAS_VARIAVEIS_A_TMOSFERICAS_NA_DEGRADACAO_DOS_MATERIAIS_DA_CONSTRUCAO_CIVIL. Acesso em: 4 set. 2025.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/24135>. Acesso em: 18 jul. 2025.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 1989. 15 p.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8: data de passagem 11/03/2024 EUA. 2025. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: 12 abr. 2025.

APÊNDICE A

CHECKLIST UTILIZADO NAS VISITAS ÀS INSTITUIÇÕES ESCOLARES

Instituição de Ensino	
Nome Instituição escolar analisada	Endereço Avenida, N°, Bairro, Patos-PB
Numeração X	Faixa de Temperatura Y°C
Dados da visita	
Data e hora de início:	
Responsável técnico:	
1. Piso	
<p>(1) Afundamento do piso?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p>(2) Desgaste do piso?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>	<p>(3) Destacamento do piso?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
2. Portas	
<p>(4) Funcionamento ruim?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>	<p>(5) Estado ruim?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
3. Janelas	
<p>(6) Funcionamento ruim?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>	<p>(7) Estado ruim?</p> <p style="text-align: center;">Leve Médio Grave N/A</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>

4. Forro

(8) Destacamento no forro?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(10) Abaulamento?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(9) Bolor?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(11) Fissuração no forro?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

5. Instalações Elétricas

(12) Lâmpada queimada/sem acender?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(15) Ventilador não funciona?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(13) Lâmpada faltando?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(16) Fiação solta/Desencapada?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(14) Tomadas sem proteção?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

6. Instalações Hidrossanitárias

(17) Torneira que não funciona?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(18) Vaso que não funciona/problema?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

7. Alvenaria

(19) Fissura na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(20) Trinca na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(21) Destacamento do reboco?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(22) Manchas na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(23) Infiltração na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(24) Destacamento da pintura na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(25) Destacamento dos azulejos?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(26) Umidade na alvenaria?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

8. Estrutura

(27) Exposição de armadura?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(28) Fissura ou Trinca?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

9. Cobertura

(29) Estrutura da cobertura (patologia)?

Leve Médio Grave N/A

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(30) Infiltração na cobertura?

Leve Médio Grave N/A

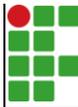
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Finalização da inspeção

Data e hora de finalização da inspeção:	Diagnóstico e recomendações:
--	-------------------------------------

Assinatura do Técnico

Assinatura do Responsável pela Visita

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Trabalho de Conclusão de Curso

Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curso
Assinado por:	Felipe Lucena
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Felipe Lucena de Medeiros, DISCENTE (202116550026) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 19/09/2025 00:50:33.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/09/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1614956

Código de Autenticação: 1b16f05ad1

