



Manifestações patológicas causadas pela umidade: Estudo de caso em uma edificação pública localizada na cidade de Natal-RN

Pathological manifestations caused by humidity: Case study in a public building located in the city of Natal-RN

Jeandson Willck Nogueira de Macedo¹



<https://orcid.org/0000-0001-8167-811X>



<http://lattes.cnpq.br/8133342162193804>

RESUMO

A umidade é um dos agentes mais agressivos as edificações, podendo gerar custos não programados e comprometer as condições de desempenho e a durabilidade das edificações. Assim, o emprego de soluções construtivas destinadas a garantir a estanqueidade das edificações é fundamental para a prevenção das manifestações patológicas causadas pela umidade, o que fomenta a realização de pesquisas a fim de melhor compreender a influência da umidade na deterioração dos sistemas constituintes das edificações como também as principais técnicas utilizadas para garantir a estanqueidade das construções. Nessa perspectiva, o presente estudo de caso tem como objetivo realizar uma análise qualitativa e quantitativa das principais manifestações patológicas causadas pela umidade em um prédio público localizado em Natal-RN, com ênfase na avaliação dos sintomas, origens, diagnósticos, prognósticos e terapêuticas. Os resultados indicaram que as falhas de execução e de projeto foram responsáveis pelo surgimento de mais de 80% das manifestações evidenciadas, como manchas, mofo, bolhas, deslocamentos, fissuras e trincas. As falhas no projeto de drenagem de água pluvial e a ausência do projeto de impermeabilização foram decisivas para a desmobilização parcial do sistema de impermeabilização, resultando no aparecimento de diversos pontos de umidade na área interna da edificação.

Palavras-chave: Umidade; Impermeabilização; Patologias; Manutenção predial.

ABSTRACT

Moisture is one of the most aggressive agents in buildings, which can generate unscheduled costs and compromise the performance conditions and durability of buildings. Therefore, the use of constructive solutions designed to guarantee the watertightness of buildings is fundamental for the prevention of pathological manifestations caused by humidity, which encourages research to better understand the influence of humidity on the resistance of building systems, such as also the main techniques used to guarantee the watertightness of constructions. In this perspective, the present case study aims to carry out

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN – Brasil. E-mail: jeandson_ufrn@hotmail.com



a qualitative and quantitative analysis of the main pathological manifestations caused by humidity in a public building located in Natal-RN, with emphasis on the evaluation of symptoms, origins, diagnoses, prognoses and therapies. The results indicated that the execution and design flaws were responsible for the emergence of more than 80% of the evidenced manifestations, such as stains, mold, bubbles, detachments, fissures and cracks. The flaws in the rainwater drainage project and the absence of the waterproofing project were decisive for the partial demobilization of the waterproofing system, resulting in the appearance of several points of humidity in the internal area of the building.

Keywords: Moisture; Waterproofing; Pathologies; Building maintenance.

1. INTRODUÇÃO

As edificações são projetadas para ofertarem aos usuários as condições de habitabilidade, funcionalidade, conforto e segurança ao longo de toda sua vida útil e, para isso, é fundamental o atendimento aos requisitos de estanqueidade das construções, haja vista a exposição contínua dos materiais e componentes aos diversos agentes e mecanismos de degradação, dentre eles os causados pela ação da água e da umidade.

Os mecanismos originados pelo fenômeno da umidade podem se manifestar de diversas formas: por umidade da construção, gerada por evaporação dos próprios materiais constituintes da edificação; por meio da capilaridade, devido à ascensão da água do solo pelas paredes; por umidade de precipitação, devido ao excesso de chuvas; a partir da condensação, através da formação de água líquida diante do contato com o vapor de água (Carvalho; Pinto, 2018); e por intermédio do vazamento em instalações hidrossanitárias (Bottega *et al.*, 2022).

A presença demasiada de umidade pode acarretar diversos problemas, tais como a corrosão eletroquímica dos metais, a proliferação de microrganismos, a descoloração dos revestimentos, a formação de manchas e eflorescências, além da variação dimensional de componentes, materiais e elementos construtivos (Melo Júnior; Carasek, 2011). A frequência com que essas patologias tendem a se manifestar nas edificações depende de fatores relacionados a decrepitude da construção, as condições climáticas, as características dos materiais, as práticas construtivas e ao grau de controle de qualidade durante sua execução (Jonov; Nascimento; Silva, 2013).

As manifestações patológicas referentes à ação da umidade se manifestam em todas as fases de vida e concepção de uma edificação, isto é, desde a fase de projeto até a manutenção (BELON, 2019). Conforme dados divulgados em 2017 pelo Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União (CGU) - resultantes do relatório de avaliação da aplicação de recursos na produção de unidade habitacionais, construídas no Brasil entre 2011 e 2014, do programa minha casa minha vida - 48,9% dos imóveis da faixa 1 apresentaram problemas com manifestações patológicas ou incompatibilidade de projetos. Sendo os principais problemas as trincas e fissuras (30,8%), infiltrações (29%), vazamentos (17,6%) e falhas na cobertura (12,3%) (Brasil, 2016).

Nesse contexto, estudos ligados as manifestações patológicas na construção civil estão sendo realizados com maior frequência, sobretudo pela necessidade de melhor compreender as causas, mecanismos, diagnósticos e técnicas de restauração disponíveis no mercado. Santos, Silva e Nascimento (2017) avaliaram, por meio de inspeção visual, edificações residenciais na região metropolitana do Recife - PE. Os resultados indicaram que cerca de 70% das manifestações patológicas identificadas foram causadas pela umidade, sendo recorrente a presença de manchas, mofos, eflorescências e fungos.



Objetivando analisar manifestações patológicas causadas pela umidade, Magalhães *et al.* (2019) realizaram um estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar situado em Belém - PA, face a ausência do sistema de impermeabilização. Para esses autores, a etapa executiva da impermeabilização, comumente, é negligenciada por parte das construtoras em razão dos seguintes motivos: ausência de estudos prévios para seleção do sistema em conformidade com as recomendações normativas; pouca qualidade dos detalhamentos de projetos; falta de qualificação e treinamento da mão de obra; e a carência da difusão das boas práticas construtivas.

Em uma revisão sistemática da literatura com ênfase na manutenção predial nos sistemas prediais hidrossanitários, Bottega *et al.* (2022) concluíram que as manifestações patológicas nas instalações hidrossanitárias são recorrentes, com destaque para as umidades e infiltrações originárias de vazamentos, que interferem no desempenho e, consecutivamente, na vida útil das edificações, acarretando custos financeiros e transtornos emocionais aos usuários.

Assim sendo, observa-se que há um grande número de pesquisas que descrevem a umidade como um dos principais agentes físicos de deterioração das edificações ou como meio para a instalação de outros agentes deletérios. No entanto, embora exista na literatura diversas pesquisas correlatas, são escassas aquelas direcionadas ao estudo das manifestações causadas pelo fenômeno da umidade, especificamente em edificações públicas - onde os trâmites administrativos e legais atribuídos a administração pública tornam a gestão da manutenção predial um assunto mais complexo quando comparada ao setor privado (Fontoura; Santos; Oliveira, 2019).

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo realizar uma análise quantitativa e qualitativa das manifestações patológicas causadas pela umidade em uma edificação pública, localizada no município de Natal - Rio Grande do Norte, buscando identificar as manifestações, diagnosticá-las, definir prioridades de intervenção e propor medidas saneadoras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Manifestações patológicas causadas pela umidade

As manifestações patológicas originadas pela umidade podem gerar prejuízos aos usuários e, muitas vezes, comprometer as condições mínimas de conforto e habitabilidade, levando a realização de serviços inesperados de manutenção. Os serviços de recuperação geralmente demandam altos custos quando comparado ao valor negligenciado na fase de construção são ainda mais onerosos com o passar do tempo, haja vista o avanço das manifestações (Bottega *et al.*, 2022).

A ação da umidade nas edificações pode ser proveniente por meio de condensação, quando o vapor de água entra em contato com superfícies mais frias, como vidros, metais e paredes, formando gotículas de água; por capilaridade, através da absorção da umidade advinda do solo pelas estruturas porosas, umedecendo as regiões inferiores das paredes; e por percolação, quando a estanqueidade da construção é falha e a água da chuva percola para o interior da edificação através das fachadas e coberturas das edificações (Saliba, 2022).

Nas edificações constituídas por coberturas com lajes impermeabilizadas – como é o caso do objeto desta pesquisa, as manifestações patológicas relacionadas a umidade são causadas, na maioria dos casos, por fissuras nas estruturas e paredes; por infiltrações nas bordas dos ralos e



tubulações; pela ausência de impermeabilização efetiva, por perfurações nas camadas impermeabilizantes e pela deficiência da proteção mecânica; e são originadas, principalmente, por erros na execução e fiscalização; por deficiências ou ausências de projetos de impermeabilização; e pela não compatibilização entre projetos (Antonelli; Carasek; Cascudo, 2002).

Os principais problemas que afetam a estanqueidade das edificações, de modo geral, estão relacionados a falhas no sistema de drenagem pluvial (Silva; Tamashiro; Antunes, 2020) e a ineficiência dos sistemas de vedação vertical (esquadrias, paredes e revestimentos), de cobertura e, sobretudo, de impermeabilização. A ausência ou falha desses sistemas propiciam a ocorrência de infiltrações nas edificações, podendo acarretar o surgimento de diversas manifestações patológicas, como bolores, mofo, manchas, eflorescências e criptoflorescências (Belon, 2019).

As principais manifestações causadas por infiltrações e umidade evidenciadas nesta pesquisa estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais manifestações patológicas causadas pela umidade

Patologia	Descrição
Bolores e mofo	Manifestação de microvegetais ou fungos na presença de umidade, que escurecem as superfícies e degradam os revestimentos.
Descolamento ou deslocamento	Perda de aderência entre o revestimento argamassado e o substrato, podendo ser causado pela presença de infiltrações e pela concentração de eflorescência na interface revestimento substrato.
Eflorescência	Formações salinas na superfície dos revestimentos. Os sais constituintes dos materiais, na presença da umidade, são dissolvidos pela água e precipitados na superfície, formando manchas.
Criptoflorescências	Formações salinas ocultas, concentradas no interior dos materiais. A presença dos sais e cristais no interior desses ocasiona a desagregação ou deslocamento dos elementos construtivos.

Fonte: adaptado de Vergoza (1991).

2.2. Falhas nos sistemas de impermeabilização

A impermeabilização corresponde a uma das mais importantes etapas construtivas, sendo responsável pela proteção da edificação exposta aos intemperes, evitando a ocorrência das inúmeras manifestações patológicas que poderão surgir com a infiltração de água (Righ, 2009). Nesse contexto, a execução da impermeabilização assume papel importante na construção civil uma vez que mínimas falhas podem comprometer todo o serviço, o que exige, dos profissionais envolvidos no projeto e execução, experiência e especialização (Picchi, 1986). Desse modo, o domínio das técnicas de impermeabilização é imprescindível quando se deseja evitar problemas futuros e custos adicionais com reparos face a presença da umidade (Carvalho; Pinto, 2020).

As falhas nos sistemas de impermeabilização podem ser originadas por deficiências na utilização, nos materiais e, sobretudo, no projeto e na execução (Lima; Passos; Costa, 2013). As falhas executivas ocorrem geralmente por desconhecimento técnico do profissional qualificado para acompanhar a obra e acabam por induzir alguns erros construtivos, como a execução de pisos com caimento inadequado em desconformidade com as orientações técnicas normatizadas (Rodrigues; Sobrinho Júnior; Lima, 2016). Segundo Lima, Passos e Costa (2013), muitas construtoras ainda executam a impermeabilização em desacordo às exigências normatizadas e aos procedimentos de aplicação dos materiais previstos pelos fabricantes; e isso, por sua vez, é reflexo do despreparo dos profissionais. Outro ponto a ser considerado que pode culminar em custos adicionais e



impactos financeiros, sobretudo no caso de obras públicas, são as falhas relacionadas a fiscalização da construção (Brandstetter; Ribeiro, 2020).

Os erros de projeto, por sua parte, geralmente estão ligados aos detalhamentos incompletos, a especificação de materiais inadequados e a incompatibilidade entre projetos de diferentes disciplinas. De acordo com Rodrigues, Sobrinho Júnior e Lima (2016), o sucesso da impermeabilização depende da elaboração de um plano executivo que contemple, sobretudo, a confecção dos detalhes necessários para a execução e a especificação dos materiais adequados. Para o êxito do projeto de impermeabilização e o alcance do desempenho desejado é imprescindível que o projetista considere a interferência entre o sistema de impermeabilização e os demais sistemas construtivos, de forma a evitar problemas que possam dificultar a execução da impermeabilização e comprometer a estanqueidade sistema (Lima; Passos; Costa, 2013)

3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa consiste em um estudo de caso de abordagem qualitativa e quantitativa. Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real, representando a estratégia mais utilizada quando precisa-se responder questionamentos do tipo “como” e “porque”, além de sua grande capacidade em lidar com a variedade de evidências.

O estudo foi realizado em uma edificação pública educacional, localizada na cidade de Natal-RN, composta predominantemente por laboratórios, além de salas de aula, secretaria, sala de estudo, salas de professores e banheiros (Figura 1). O prédio foi construído entre 2011 e 2012, tem 845,81 m², conta com o pavimento térreo e mais três pavimentos; reservatório superior e lajes técnicas (serviços); estrutura em concreto armado; sistema de vedação em alvenaria; revestimento externo com pastilhas; forro de gesso acartonado; acabamento interno em reboco, massa corrida e pintura com tinta acrílica; esquadrias de alumínio, madeira e vidro.

Figura 1 – Edificação objeto do estudo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A pesquisa se dividiu em seis etapas: i) revisão bibliográfica; ii) elaboração de *checklist* e questionários; iii) inspeção predial, entrevistas, análise visual das manifestações patológicas, consulta de projetos e levantamento quantitativo; iv) diagnóstico e tratamento de dados; v) definição das prioridades e das condutas; vi) discussão dos resultados e conclusões. O processo adotado corresponde a uma adaptação do método proposto por Linchtenstein (1985).



Para a definição das prioridades de solução dos problemas evidenciados, foi utilizado a metodologia matriz GUT - Gravidade, Urgência e Tendência. Esse método busca avaliar (i) a gravidade do problema, (ii) a urgência necessária para a sua resolução e (iii) a tendência futura. Através da combinação entre essas variáveis, pode-se definir uma priorização eficaz, orientando a tomada de decisão (Martins; PEssoa; Nascimento, 2017). Para isso, atribui-se uma nota de 1 a 5 em cada um dos quesitos de gravidade, urgência e tendência e, em seguida, essas notas são multiplicadas, resultando em valores que serão utilizados para a definição das ações prioritárias, de acordo com os valores obtidos (Bezerra *et al.*, 2012). Nesta pesquisa, a matriz GUT foi elaborada com base nas 30 principais manifestações patológicas evidenciadas na inspeção predial. O Quadro 2 apresenta os critérios considerados para a definição da pontuação da matriz GUT.

Quadro 2 – Critérios de pontuação da matriz GUT.

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem gravidade	Não há pressa	Não vai piorar
2	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Piorar a longo prazo
3	Grave	Agir o quanto antes	Piorar a médio prazo
4	Muito grave	Com alguma urgência	Piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Ação imediata	Agravamento imediato

Fonte: Adaptado de Oliveira (2008).

A escolha das medidas reparadoras considerou as recomendações normativas, as boas práticas construtivas, as soluções disponíveis no mercado local, e ainda, a eficiência e a economicidade, que são princípios indispensáveis para a contratação de obras públicas, conforme Lei nº 14.133/21 (Brasil, 2021).

A fim de sistematizar a informações coletadas, as manifestações identificadas foram contabilizadas e classificadas em seis subgrupos: G1: manchas, mofos e bolores; G2: descascamento de pintura, bolhas e enrugamento; G3: deslocamento de revestimento, trincas e fissuras; G4: eflorescência e estalactites; G5: umidade interface janela-parede; e G6: descolamento de manta asfáltica e correlatos (danos diversos a manta, como deterioração e perfurações). Essas manifestações também foram classificadas quanto a sua origem: projeto, execução, utilização, materiais e casos fortuitos. Os dados levantados foram submetidos a uma análise estatística descritiva simples e exibidos por meio de tabelas e gráficos, conforme será apresentado na discussão dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Principais manifestações identificadas

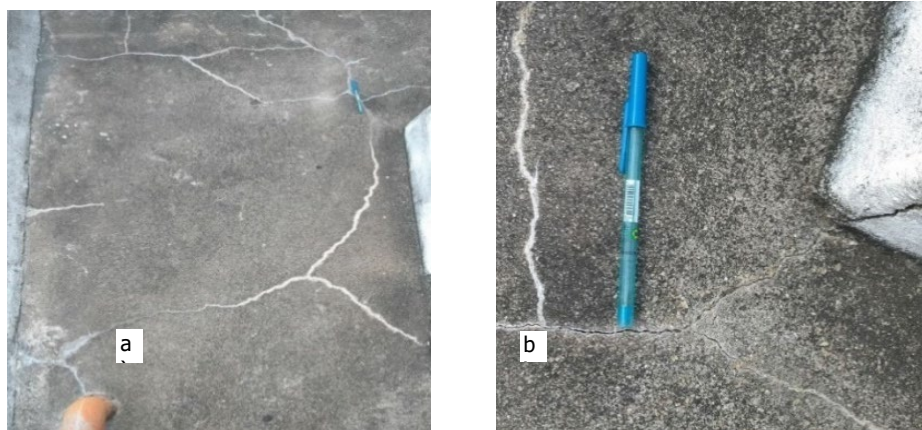
4.1.1. Fissuras de piso

Durante a inspeção predial foi possível visualizar diversas fissuras na laje de serviço da cobertura, que mapeiam quase toda a proteção mecânica da manta asfáltica (Figuras 2-a e 2-b). As fissuras podem ser originadas por diversas causas, como as movimentações higroscópicas e térmicas, pela atuação de sobrecargas, deformação de elementos de concreto armado, por recalques em



fundações e aquelas causadas por retração de produtos cimentícios (Thomaz, 2020). Para o caso evidenciado, as possíveis causas estão relacionadas a retração excessiva da argamassa da camada de proteção mecânica e as movimentações térmicas face a ausência de juntas de dilatação. Cabe ressaltar que não foram evidenciados pontos de infiltração causados pelas fissuras verificadas na cobertura.

Figura 2 – Fissuras (a) laje da cobertura e (b) piso interno 2º pavimento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.2. Infiltrações na interface janela-parede

A grande maioria das janelas da edificação apresentam manifestações de umidade na interface janela-parede, nas extremidades inferiores, conforme exposto na Figura 3, resultando no aparecimento de manchas, mofo e bolores. Essas infiltrações são resultantes da estanqueidade inadequada na interface janela-parede assim como do acúmulo de água na região do peitoril (pingadeira), devido à ausência de detalhamento no projeto arquitetônico e a falhas na execução (declividade), o que corrobora com Luduvico (2016) - autora que estudou o desempenho a estanqueidade à água de esquadrias em edificações situadas na cidade de Santa Maria, RS.

Figura 3 – umidade extremidade janela.

Figura 4 – Infiltração de instalação hidrossanitária.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.3. Infiltrações provenientes das instalações hidrossanitárias

Foram identificados pelo menos três pontos de infiltração resultantes de falhas nas instalações hidrossanitárias. Em uma dessas situações a demora na correção do vazamento, por negligência



na manutenção, resultou em danos estruturais ao sistema de forros, conforme pode-se verificar na Figura 4. As manifestações patológicas nas instalações hidráulicas são, comumente, vazamentos que, por sua vez, geram custos financeiros e transtornos diversos para os usuários. Tais problemas, muitas vezes, são provocados pela ausência ou falha na manutenção predial (Bottega *et al.*, 2022)

4.1.4. Manifestações patológicas do sistema de pintura

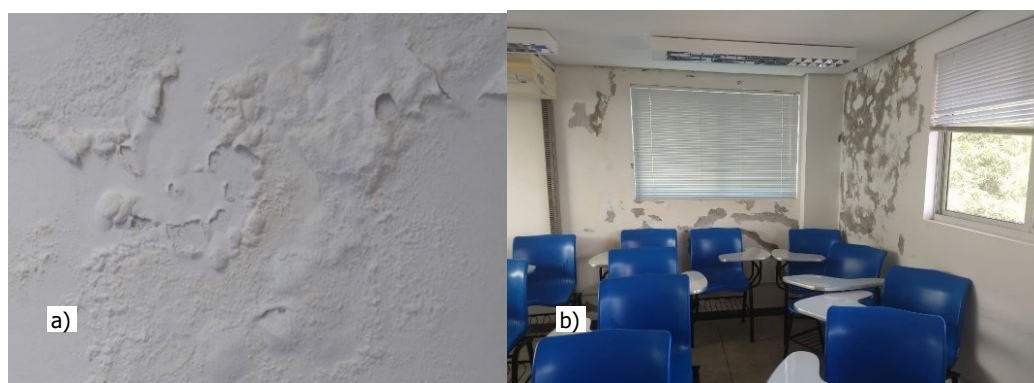
Nos ambientes internos constituídos por paredes em contato com a área externa evidenciou-se a presença do excesso de umidade, resultando em manifestações no sistema de pintura, tais como manchas, bolores, bolhas, enrugamento e descascamento de pintura (Figuras 5 e 6). Conforme será discutido no item 4.2, as causas do excesso de umidade nas paredes limítrofes com a área externa estão relacionadas a falhas no sistema de impermeabilização que, por sua vez, decorre de outras anomalias, danos e falhas presentes nas lajes técnicas.

Figura 5 – (a) manchas no forro e descascamento de pintura e (b) manchas na parede.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 – (a) bolhas e enrugamento de pintura e (b) descascamento de pintura.

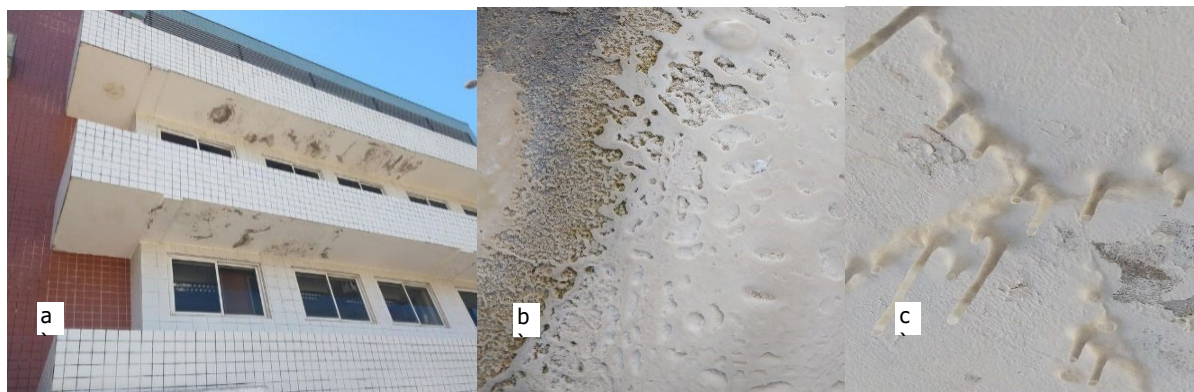


Fonte: Elaborada pelo autor.

As fachadas frontal e laterais são equipadas com lajes técnicas - ambientes projetados para abrigarem principalmente as unidades condensadoras de aparelhos de ar-condicionado (Figura 7-a). Sob a grande maioria das lajes técnicas foi verificado a presença de manchas, mofos, bolores, eflorescência (Figura 7-b) e, em alguns pontos, foi possível visualizar depósitos de carbonato de cálcio semelhantes a estalactites (Figura 7-c). A formação de eflorescências - depósitos de carbonato branco - na superfície ocorre quando os álcalis (sais) do concreto são lixiviados para a superfície e reagem com o CO₂ na atmosfera (Saludung *et al.*, 2021).



Figura 7 – (a) lajes técnicas; detalhes (b) eflorescência e (c) estalactite.

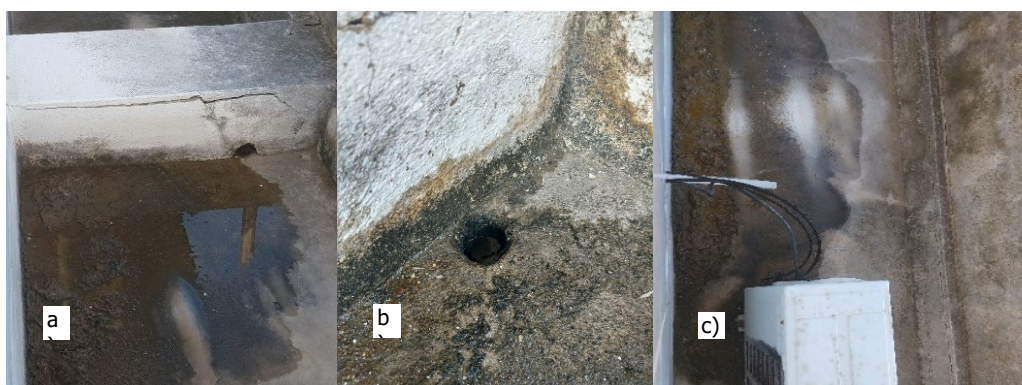


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2. Diagnóstico

As causas da maioria das manifestações supraditas estão relacionadas ao acúmulo contínuo de água na superfície das lajes técnicas (Figuras 8-a) e a falha do sistema de impermeabilização. Quatro fatores são determinantes para a problemática evidenciada: (i) falhas na drenagem - subdimensionamento da rede e obstrução da saída de água (Figura 8-b); (ii) erros construtivos - declividade do piso inadequada (Figura 10-a); (iii) despejo contínuo de água de ar-condicionado diretamente sobre as lajes técnicas - instalação em desacordo com o projeto de drenagem de ar-condicionado (figura 8-c) e a (iv) deterioração da manta asfáltica (Figura 10-b).

Figura 8 – (a) água represada; (b) saída obstruída e (c) despejo água de ar-condicionado.

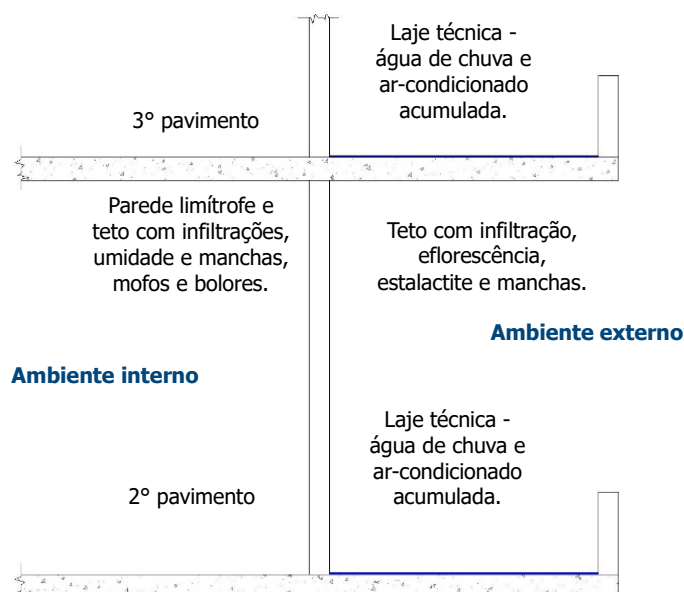


Fonte: Elaborada pelo autor.

As falhas dos sistemas de impermeabilização e de drenagem possibilitaram o aparecimento de umidade na parte interna da edificação, visto que a água represada sobre a laje técnica ultrapassa a manta asfáltica deteriorada e percola tanto sob a laje como também para as paredes limítrofes dos andares inferiores, umedecendo os ambientes internos, conforme ilustrado na Figura 9.



Figura 9 – Ilustração da infiltração nas lajes técnicas do 2º e 3º pavimentos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A inoperância da impermeabilização foi agravada pela presença excessiva de fissuras e trincas e, em especial, pelo deslocamento da proteção mecânica e descolamento da manta nas áreas verticais (Figura 10), devido a erros na execução que afetam a aderência - imprimação ineficiente e ausência de chapisco. O descolamento da manta asfáltica desmobiliza a camada impermeabilizante ao permitir o acesso, sobretudo, de água de chuva, agravando o processo de deterioração, causando sérios danos que podem comprometer a vida útil da edificação.

Figura 10 – (a) deslocamento, trincas e declividade de piso inadequada e (b) detalhe do descolamento da manta na laje técnica do 4º pavimento - falha na aderência.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O Quadro 3 apresenta um resumo com as prováveis causas das principais manifestações patológicas causadas pela umidade identificadas na pesquisa. A partir da leitura do Quadro 3, pode-se concluir que a maioria das manifestações evidenciadas estão associadas, ainda que de forma indireta, a ocorrência de fissuras e trincas, proveniente do fenômeno da retração higrotérmica, que deterioram a proteção mecânica da impermeabilização.



Esse processo de degradação da proteção mecânica foi acentuado não apenas pela presença contínua de água nas lajes técnicas, como descrito anteriormente, mas também em razão da ausência de juntas de dilatação. Os principais fatores responsáveis pela formação de fissuras por movimentações higrotérmicas nos revestimentos são a temperatura, o coeficiente de contração e dilatação dos materiais, a intensidade solar a qual o revestimento está exposto, o nível de exposição a umidade e o grau de absorção de água dos materiais (Ribeiro; Volkweis, 2016).

A única exceção a associação supracitada diz respeito as ocorrências de umidade na interface janela-parede que, conforme discutido em 4.1.2 e descrito no Quadro 3, foi causada pela falha na estanqueidade das esquadrias e pelo acúmulo de água no peitoril das janelas.

Quadro 3 – Causas primárias e secundárias das principais manifestações identificadas.

Manifestações patológicas	Causas primárias	Causas secundárias	
Manchas, bolores e mofo	Umidade e infiltração	Descolamento de manta e correlatos (perfurações e deterioração)	Fissuras, trincas e deslocamento de revestimento
	Umidade interface janela-parede	Deterioração da calafetação da esquadria	Acúmulo de água no peitoril das janelas
Descascamento de pintura, bolhas e enrugamento	Umidade e infiltração	Descolamento de manta e correlatos (perfurações e deterioração)	Fissuras, trincas e deslocamento de revestimento
	Umidade interface janela-parede	Deterioração da calafetação da esquadria	Acúmulo de água no peitoril das janelas
Fissuras, trincas e deslocamento de revestimento	Movimentação térmica e higroscópica	Variação de temperatura e variação de umidade	Ausências de juntas de dilatação e acúmulo de água nas lajes técnicas
Eflorescência e estalactite	Infiltração	Descolamento de manta e correlatos (perfurações e deterioração)	Fissuras, trincas e deslocamento de revestimento
Descolamento de manta e correlatos (perfurações e deterioração)	Perda da aderência manta-substrato	Ineficiência da imprimação	Fissuras, trincas e deslocamento de revestimento

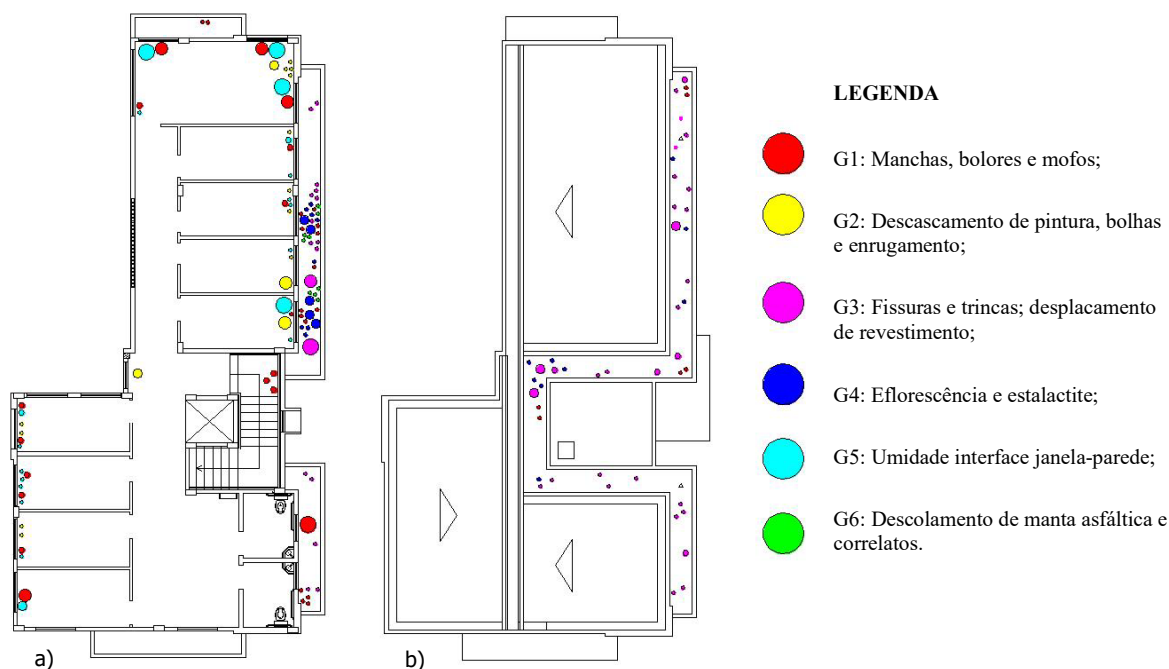
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3. Mapeamento das manifestações patológicas

A partir da análise visual dos mapas das manifestações patológicas (Figuras 11 e 12) foi possível confirmar a relação entre a umidade das áreas internas e os danos nas lajes técnicas imediatamente superiores. Dessa forma, os pavimentos internos mais atingidos foram os 2º e 3º devido ao alto grau de deterioração na impermeabilização das lajes, respectivamente, nos 3º e 4º pavimentos.



Figura 11 – mapa das manifestações (a) 4º pavimento e (b) cobertura.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 12 – mapa das manifestações dos pavimentos (a) térreo, (b) 2º e (c) 3º.



Fonte: Elaborada pelo autor.

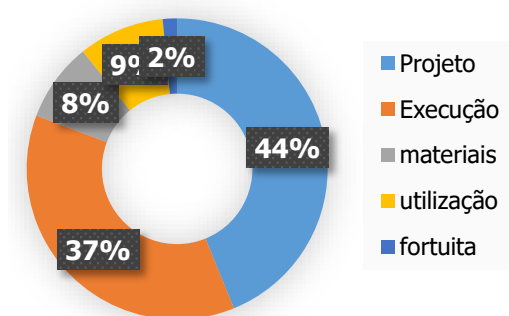
Através da análise dos mapas (Figuras 11 e 12), foi possível evidenciar, também, que as manifestações relacionadas a umidade na interface janela-parede são mais intensas nos pavimentos mais elevados, possivelmente, devido a maior intensidade dos ventos e o maior umedecimento, geralmente evidenciado nos andares superiores dos edifícios (Melo Júnior; Carasek, 2011)



4.4. sistematização de dados

Os resultados do levantamento quantitativo indicaram que 81% das manifestações identificadas foram originadas de falhas no projeto (44%) e erros construtivos (37%). Os problemas evidenciados relacionados a utilização, a qualidade dos materiais e as causas fortuitas equivalem a 9%, 8% e 2%, respectivamente (Figura 13).

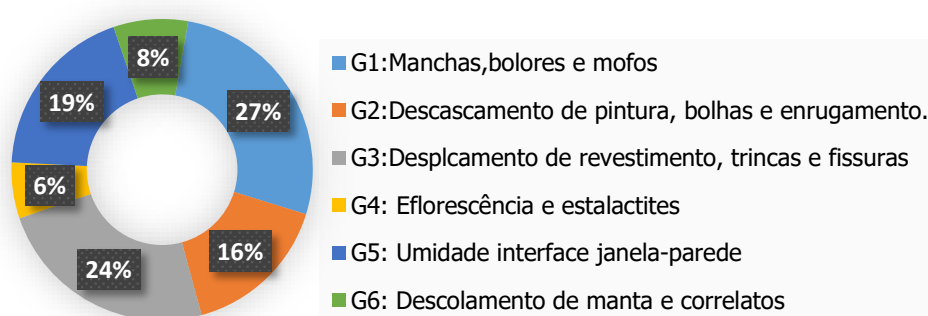
Figura 13 – Origem das manifestações patológicas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quanto as tipologias das manifestações patológicas, conforme exposto na figura 14, as manifestações de manchas, bolores e mofos representam o maior percentual dos problemas identificados (27%), seguido das fissuras, trincas e deslocamento de revestimento (24%) e depois, pelas umidades na interface janela-parede (19%). O alto percentual de umidades na interface janela-parede é resultante da recorrência da manifestação em quase todas as janelas da edificação. As ocorrências de descascamento de pintura, bolhas e enrugamento correspondem a 16% das manifestações, enquanto os demais eventos evidenciados (descolamento de manta; eflorescência e estalactites) equivalem a 14% dos problemas.

Figura 14 – Tipologia das manifestações patológicas



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.5. Definição das prioridades - Matriz GUT

Conforme pode-se observar na Matriz GUT (Tabela 1), os problemas de maior prioridade a serem solucionados são os referentes a recuperação do sistema de impermeabilização das lajes técnicas, pois, como discutido anteriormente, esses problemas são os principais causadores de



manifestações patológicas prejudiciais à saúde humana, como mofo e bolores. Essas patologias, de acordo com Annala *et al.*, (2017), afetam a saúde dos usuários da edificação devido a perda de qualidade do ar do ambiente interno. Portanto, é imprescindível que, antes da realização dos reparos internos nos sistemas de revestimento, forro e pintura (prioridades 4 e 5), seja restaurada a impermeabilização das lajes técnicas (prioridades 1, 2 e 3). O problema de umidade na interface janela-parede foi classificado como prioridade 3 e, assim sendo, também deve anteceder os reparos internos.

Tabela 1 – Matriz GUT das manifestações patológicas identificadas.

Problema	Grupo	Manifestação patológica	G	U	T	G x U x T	Prioridade
9	G3	Trincas e deslocamento de revestimento	4	4	3	48	1
11	G3	Trincas e deslocamento de revestimento	4	4	3	48	1
12	G6	Descolamento de manta	4	4	3	48	1
18	G6	Descolamento de manta	4	4	3	48	1
21	G3	Deslocamento de revestimento	4	4	3	48	1
29	G2	Deslocamento de revestimento	4	4	3	48	1
15	G3	Trincas na laje técnica	4	3	3	36	2
22	G3	Fissuras e Trincas na laje técnica	4	3	3	36	2
10	G4	Eflorescência e estalactite	2	3	3	18	3
14	G4	Eflorescência	2	3	3	18	3
25	G3	Fissuras na laje de serviço da cobertura	2	3	3	18	3
1	G1	Manchas e mofo	2	3	2	12	4
4	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
5	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
7	G1	Manchas	2	3	2	12	4
20	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
13	G1	Manchas, bolores e mofo	2	3	2	12	4
16	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
17	G1	Manchas e mofo	2	3	2	12	4
19	G1	Manchas, bolores e mofo	2	3	2	12	4
23	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
24	G1	Manchas	2	3	2	12	4
26	G5	Umidade interface janela-parede	2	2	3	12	4
28	G1	Manchas e mofo	2	3	2	12	4
30	G1	Manchas, bolores e mofo	2	3	2	12	4
2	G2	Descascamento de pintura e bolhas	2	2	2	8	5
3	G2	Bolhas e enrugamento	2	2	2	8	5
27	G2	Descascamento de pintura	2	2	2	8	5
6	G2	Descascamento de pintura e bolhas	2	2	2	8	5

Fonte: Elaborada pelo autor.



4.6. Definição da conduta

4.6.1. Primeira etapa: correção da drenagem

Recomenda-se: (i) redimensionamento dos condutores de águas pluviais das lajes técnicas, com base na NBR 10844 (1989) - Instalações prediais de águas pluviais; (ii) eliminação do despejo direto de água de ar-condicionado sobre as lajes; e (iii) reinstalação da drenagem das unidades evaporadoras em conformidade com o projeto de drenagem de ar-condicionado.

4.6.2. Segunda etapa: restauro do sistema de impermeabilização

Para o restauro da impermeabilização das lajes técnicas sugere-se a realização dos seguintes serviços: (i) elaboração de projeto de impermeabilização; (ii) retirada da antiga proteção mecânica e manta; limpeza e preparação do substrato; (iii) correção da declividade; (iv) imprimação e reaplicação da manta asfáltica; (v) implemento de arremates nos tubos de drenagem e ralos; (vi) teste de estanqueidade; (vii) aplicação da camada de amortecimento; (viii) execução da proteção mecânica; e (ix) instalação de ralos hemisféricos tipo abacaxi. Todos os serviços devem ser executados em acordo com a NBR 9574 (2008) - Execução de impermeabilização e a NBR 9575 (2010) - Impermeabilização - Seleção e projeto. Para a laje de serviço da cobertura, a qual constatou-se a presença de fissuras mapeadas inativas, sugere-se a limpeza da superfície e o tratamento das fissuras através da aplicação de selante flexível a base de poliuretano, ou produto semelhante, resistente a intemperes.

4.6.3. Terceira etapa: Reparos sistemas de pintura e esquadrias

Nas paredes com manchas, mofos e bolores recomenda-se: (i) a lavagem, a escovação e o lixamento da superfície comprometida de forma a retirar todas as impurezas; (ii) corrigir as imperfeições do substrato com massa corrida, caso necessário; e (iii) aplicar nova pintura com tinta acrílica. As superfícies do forro *drywall* deterioradas precisam ser substituídas, enquanto aquelas danificadas superficialmente por manchas, bolores e mofos devem ser lavadas e lixadas, eliminando-se todo o pó. Em seguida, agir conforme o procedimento de preparação do substrato e pintura semelhante ao prescrito para as paredes, conforme ii e iii. Os serviços de pintura devem atender as recomendações da NBR 13245 (2011) - Tintas para construção civil - Execução de pinturas em edificações não industriais - Preparação de superfície.

Quanto aos reparos das infiltrações na interface janela-parede, recomenda-se (i) corrigir a declividade das pingadeiras ($i_{\text{mínimo}} = 1\%$), caso imperioso, e (ii) realizar a calafetação das janelas com vedante de poliuretano, ou produto similar, em todo perímetro da esquadria, em ambos os lados, na interface entre a pingadeira e o contramarco bem como entre o contramarco e a janela. O serviço deve atender as conformidades técnicas da NBR 10821 (2017) - Esquadrias para edificações.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que a umidade corresponde a um dos agentes mais agressivos as edificações, podendo gerar custos inesperados e comprometer as condições de desempenho, habitabilidade, durabilidade e segurança das construções.



Os resultados indicaram que os erros de projeto e execução foram responsáveis pelo surgimento da grande maioria (81%) das manifestações patológicas evidenciadas, como manchas, mofo, bolhas, umidade na interface janela-parede, fissuras, trincas, deslocamentos, dentre outras.

As falhas no projeto de drenagem das lajes técnicas e a ausência de projeto específico de impermeabilização foram responsáveis por 44% das manifestações identificadas. Enquanto cerca de 37% das manifestações estão relacionadas a falhas executivas.

Os erros construtivos identificados, principalmente nas declividades dos pisos das lajes técnicas e na aplicação da manta asfáltica, foram decisivos para a desmobilização parcial do sistema impermeabilizante, resultando no aparecimento de umidade na área interna das edificações.

A maioria das manifestações patológicas causadas pela umidade identificadas na pesquisa estão associadas, ainda que indiretamente, a presença de fissuras e trincas na proteção mecânica da impermeabilização resultantes do fenômeno da retração higrotérmica.

Com o auxílio da matriz GUT foi possível sistematizar, de forma pragmática, uma escala de prioridades de correção das manifestações patológicas evidenciadas.

6. REFERÊNCIAS

ANNILA, P. J. *et al.* Extent of moisture and mould damage in structures of public buildings. **Case Studies in Construction Materials**, v. 6, Pag. 103-108, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.01.003>. Acesso em: 13 out. 2022.

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. In: IX ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, **Anais...** Foz do Iguaçu. 2002. p. 1415-1424. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_1415_1424.pdf. Acesso em: 12 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574. **Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575. **Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10821. **Esquadrias para edificações**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13245. Tintas para construção civil - Execução de pinturas em edificações não industriais - Preparação de superfície. Rio de Janeiro, 2011.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; RIBEIRO, H. R. O. Causas de custos adicionais e impacto financeiro em obras públicas sob a perspectiva da gestão de risco. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 1, pp. 41-63, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100362>. Acesso em: 11 out. 2022.



BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.** Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Relatório de Avaliação da Execução dos Programas de Governo, nº 65 – Integralização de cotas ao Fundo de Arrendamento Residencial. Brasília: Ministério da Transparência, Fiscalização e Controle Geral da União (CGU), nov. 2016. Disponível em: <https://auditoria.cgu.gov.br/download/9141.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

BELON, K. Manifestações patológicas nas construções pela presença de umidade: uma revisão bibliográfica. 4º SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES (4º SPCC). 4, 2019, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2019. p. 112-123. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/2526-7248.034>. Acesso em: 08 out. 2022.

BEZERRA, T. T. C. *et al.* Aplicação das Ferramentas da Qualidade para Diagnóstico de Melhorias numa Empresa de Comércio de Materiais Elétricos. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32, 2012, Bento Gonçalves, **Anais...** Bento Gonçalves, 2012. p. 2-14. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_stp_158_921_21171.pdf. Acesso em: 17 jul. 2022.

BOTTEGA, G. S. S. *et al.* Manutenção predial com ênfase em sistemas hidrossanitários: revisão sistemática da literatura. **Engenharia Sanitária e Ambiental [online]**, v. 27, n. 3, pp. 435-443, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190332>. Acesso em: 08 nov. 2022.

CARVALHO, Y.N.; PINTO, V.G. Panorama histórico do combate à umidade na Construção Civil: das paredes de adobe à aurora do Terceiro Milênio. **Revista Thema**, v. 17, n. 1, p. 45-56, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.V17.2020.45-56.1530>. Acesso em 23 out. 2022.

CARVALHO, Y. M., PINTO, V. G. Umidade em edificações: conhecer para combater. **ForScience**, 6(3), 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.29069/forscience.2018v6n3.e476> Acesso em: 07 nov. 2022.

FONTOURA L. H. N.; SANTOS C. H. S.; OLIVEIRA C. C. Manutenção de prédios públicos: uma questão de gestão. **Revista Eletrônica de Administração (Online)**, v. 18, n.2, ed. 35, Jul-Dez 2019. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/rea/article/view/1648/1436>. Acesso em: 13 set. 2022.

JONOV, C. M. P.; NASCIMENTO, N. O.; SILVA, A. P. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. **Ambiente Construído**, v. 13(1), pp. 75-94, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000100006> Acesso em: 01 jan. 2023.

LINCHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções: procedimento formulação diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. 1985. 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LIMA, J. L. A.; PASSOS, F. U.; COSTA D. B. Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais. **Ambiente Construído [online]**, v. 13, n. 3, pp. 59-77, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000300005> Acesso em 13 out. 2022.



LUDUVICO, T. S. **Desempenho a estanqueidade à água: interface janela e parede**. 2016. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

MAGALHÃES R. A. B. *et al.* R. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/rct.v5i9.5531>. Acesso em 12 nov. 2022.

MARTINS, N.; PESSOA, R.; NASCIMENTO, R. Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: método GUT. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v.2, n.3, p. 139-148, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.25286/rep.v2i3.707>. Acesso em: 06 nov. 2022.

MELO JÚNIOR, C. M.; CARASEK, H. Índices de chuva dirigida direcional e análise do nível de umedecimento em fachadas de edifício multipavimentos em Goiânia, GO. **Ambiente Construído [online]**, v. 11, n. 3, pp. 23-37, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000300003>. Acesso em: 13 ago. 2022.

OLIVEIRA, D. P. R. Planejamento estratégico: Conceitos, Metodologias e Práticas. São Paulo: Atlas, 2008.

PICCHI, FLAVIO AUGUSTO. **Impermeabilização de coberturas**. PINI: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 1986.

RODRIGUES, R., SOBRINHO JÚNIOR, A., & LIMA, E. E. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil. **Revista InterScientia**, 4(2), 19-33, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/513>. Acesso: 07 nov. 2022.

RIBEIRO, E., VOLKWEIS, F. J. Patologias em fachadas externas devido a movimentações higrotérmicas. **Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221**, v. 5, n. 2, p. 151 - 162, dec. 2016. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/185>>. Acesso em: 02 jun. 2024.

RIGH, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções - Análise de casos**. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SALIBA, G. C. L. **Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 anos de idade**. 2022. 78f. (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SALUDUNG, A. *et al.* Effect of silica fume on efflorescence formation and alkali leaching of alkali-activated slag. **Journal of Cleaner Production**, v. 315, 2021. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128210>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SANTOS, C. R., DA SILVA, D., NASCIMENTO, I. M. Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais na Região Metropolitana do Recife. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v.2, n.3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.25286/rep.v2i3.690>. Acesso em: 03 nov. 2022.



SILVA, L. H. P., TAMASHIRO, J. R., ANTUNES, P. A. Identificação e análise de patologias construtivas em unidade educacional pública de Presidente Epitácio, SP. **Colloquium Exactarum**, v. 12, n. 1, p. 53–61, 2020. Disponível em:

<https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3205>. Acesso em: 1 jun. 2024.

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Submissão: 16/11/2022

Aceito: 18/11/2025