

Rights



Creative Commons Attribution 4.0 International. Fonte:

<https://zenodo.org/records/12761222>. Acesso em: 11 mar. 2025.

Referência

ACIOLE, Paulo Henrique de Sá; KAMINSKI, Matheus Gregorio; SANTOS, Lara Monalisa Alves dos; ZANONI, Vanda Alice Garcia. Mapa de danos de cobertura em imagem adquirida por drone. In: Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, 2024, Fortaleza. **Anais** [...].

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12761222>. Disponível em:

<https://zenodo.org/records/12761222>. Acesso em: 11 mar. 2025.



De 17/07/2024 a 20/07/2024
Fortaleza, Ceará.
Inserir o DOI do artigo aqui

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

MAPA DE DANOS DE COBERTURA EM IMAGEM ADQUIRIDA POR DRONE

Paulo Henrique de Sá Aciole^{1*}, Matheus Gregorio Kaminski²;
Lara Monalisa Alves dos Santos³; Vanda Alice Garcia Zanoni³
*Autor de contato: paulohenriquedsa@yahoo.com.br

¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

² Secretaria de Infraestrutura, Diretoria de Manutenção Predial, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

RESUMO

O estudo examina as manifestações patológicas identificadas no sistema de cobertura plana do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB). Utilizando mapas de danos construídos a partir de aerofotogrametria com drone em *software* de desenho vetorial, investiga-se a relação destas manifestações patológicas com o formato semicircular do edifício, identificando possíveis causas, agentes e mecanismos de degradação atuantes. Os resultados ressaltam a importância da proteção mecânica da impermeabilização e a necessidade de um correto dimensionamento das juntas de dilatação. A técnica desenvolvida nesta pesquisa se mostrou eficaz e econômica para monitorar manifestações patológicas e avaliar o estado de conservação, permitindo planejar ações de manutenção que prolonguem o tempo de vida útil e preservem as características intrínsecas dos sistemas construtivos.

Palavras-chave: inspeção predial; aerofotogrametria; cobertura plana; manutenção.

ABSTRACT

The study examines the pathological manifestations identified in the flat roof system of the Sustainable Development Center of the University of Brasilia (CDS/UnB). Using damage maps constructed from drone aerophotogrammetry in vector drawing software, the relationship between these pathologies and the semicircular shape of the building is investigated, identifying possible causes, agents and mechanisms of degradation at work. The results highlight the importance of mechanical waterproofing protection and the need for correct sizing of expansion joints. The technique tested in this research proved to be effective and economical for monitoring pathologies and assessing the state of conservation, allowing maintenance actions to be planned that extend the useful life and preserve the intrinsic characteristics of the building systems.

Keywords: building inspection; aerophotogrammetry; flat roof; maintenance.

1. INTRODUÇÃO

O Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília –CDS/UnB, localizado no campus Darcy Ribeiro em Brasília e projetado por Cláudio Queiroz em 1998, destaca-se como um edifício notável da arquitetura modernista. Este prédio acadêmico, com 1.860 metros quadrados distribuídos em dois pavimentos, apresenta-se em dois blocos semicirculares deslocados entre si e conectados nas extremidades, constituindo um jardim ao centro. Caracteriza-se pelo uso de concreto armado aparente, painel envidraçado e brise-soleil, além de promover a ventilação natural através de venezianas superiores em vidro fixo inclinado (Aciole *et al.*, 2024).

O projeto arquitetônico do CDS detalha um sistema de cobertura eficiente, planejada para gerenciar a água da chuva - desde a captação até a drenagem – a fim de garantir a integridade e longevidade do edifício, em conformidade com as normas brasileiras NBR 9575 (ABNT, 2010) e NBR 15575-5 (ABNT, 2013). Esta cobertura plana é constituída por uma laje maciça de concreto, uma camada de regularização com inclinação mínima de 1% para drenagem, pingadeiras em chapa galvanizada embutida, uma camada impermeabilizante de manta asfáltica e uma camada de proteção mecânica de argamassa.

Dentre os sistemas que compõem a envoltória, a cobertura exerce funções importantes nos edifícios e interfere diretamente na durabilidade dos elementos que a compõem (ABNT, 2013). Morgado *et al.* (2017) define que boa parte das manifestações patológicas associadas às coberturas planas são decorrentes de detalhamentos deficientes na etapa de projeto, erros de execução técnica, manutenção inadequada ou inexistente e a exposição às situações adversas. As fachadas, ao funcionarem como uma casca de proteção das edificações contra as condicionantes ambientais, acabam sendo, conseqüentemente, mais expostas a estes e, portanto, mais suscetíveis à deterioração - em especial, a cobertura (Lopes *et al.*, 2022).

Neste sentido, a realização de inspeções prediais regulares são cruciais para monitorar o estado de conservação do edifício, além de planejar intervenções necessárias ao seu bom desempenho e que prolonguem seu tempo de vida útil (ABNT NBR 16747, 2020). Nos últimos anos, o emprego de tecnologias para a aquisição de imagens - em especial, o drone - tem possibilitado melhorias na realização de inspeções e coleta de dados, além de contribuir nas tomadas de decisão.

Os mapas de danos são ferramentas gráficas que auxiliam a compreensão do atual estado de deterioração do edifício, além da escolha de métodos de reparo ou intervenção adequados para cada tipo de dano reconhecido. Eles representam as relações entre os agentes que causam degradação dos elementos construtivos e suas respectivas causas ao longo do tempo, permitindo o registro físico do quadro evolutivo do estado de conservação (Silva; Cuperschmid, 2022; Barthel *et al.*, 2009).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é avaliar o estado de conservação da cobertura plana, seus elementos e componentes, investigando o impacto da forma, dos procedimentos construtivos, dos agentes e mecanismos de degradação atuantes, mediante realização de inspeção predial e a elaboração de mapas de danos qualitativos a partir de imagens adquiridas com drone. A avaliação do estado de conservação contribui com o planejamento de estratégias e ações de manutenção preventiva e corretiva, considerando soluções eficientes para o reparo das manifestações patológicas, ampliando o tempo de vida útil dos sistemas construtivos e conservando os atributos arquitetônicos do edifício.

2. PROJETO EXECUTIVO, *AS IS* E *AS BUILT*

A cobertura plana do CDS/UnB tem como camada estruturante uma laje maciça de concreto. O caimento para drenagem pluvial de um por cento foi definido e executado junto à camada de regularização em argamassa. A Figura 1 apresenta o projeto executivo de impermeabilização e o diagrama de escoamento, com a definição do divisor de águas, ao centro. Sobre o substrato foram aplicadas faixas de manta asfáltica, sobrepostas no sentido transversal, de forma a impedir o retorno ou percolação de água através das junções.

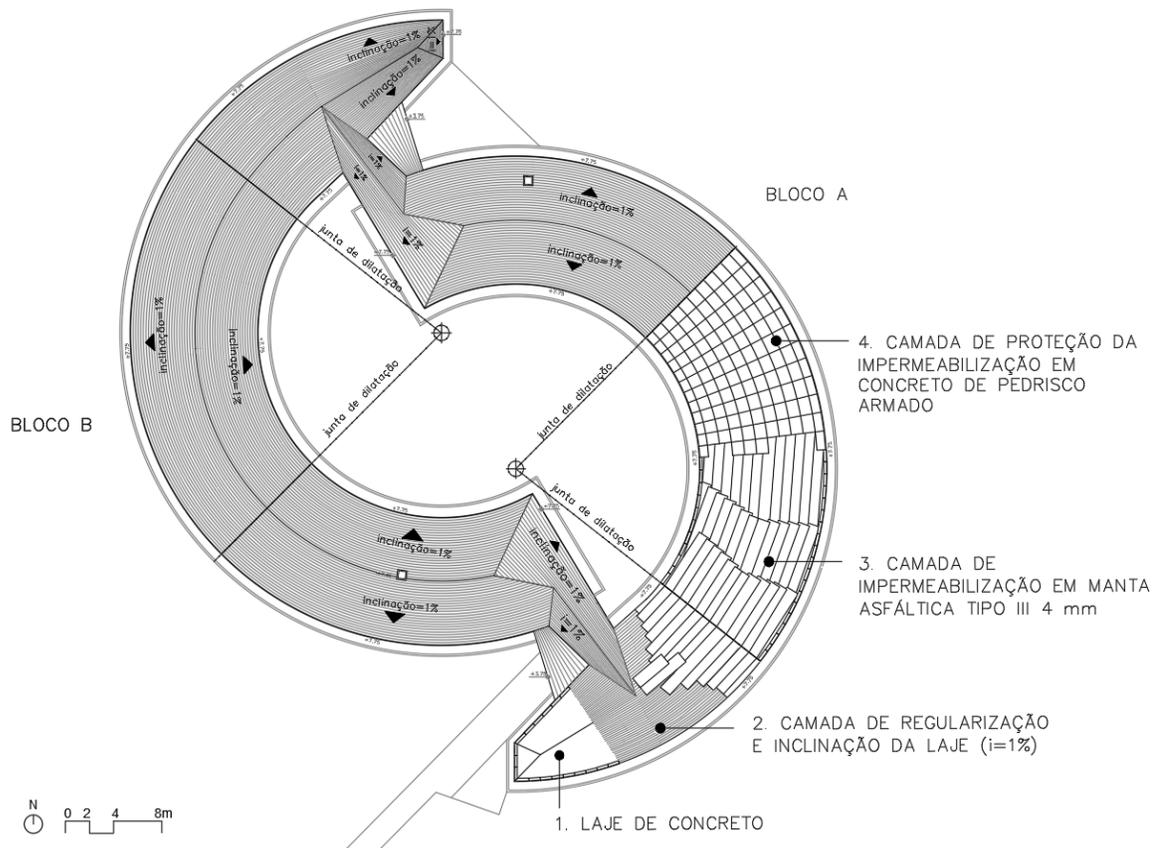


Figura 1 – Projeto executivo de impermeabilização da cobertura e diagrama de escoamento.

Fonte: Centro de Planejamento Oscar Niemeyer – CEPLAN/UnB.

A configuração direciona as águas pluviais até as bordas, projetando-as em queda livre até a calha de drenagem localizada no piso do pavimento térreo. Em todo o perímetro da cobertura, a finalização é feita por chapas de aço galvanizadas, que funcionam como pingadeiras e são instaladas tanto na borda interna quanto na borda externa. A proteção mecânica foi executada em uma única camada de argamassa armada, criando-se juntas de dilatação coincidentes com as juntas estruturais do edifício.

O detalhe *as built* (Figura 2) mostra que as chapas galvanizadas de pingadeira estão inseridas entre a camada de regularização da laje de concreto e a proteção mecânica da impermeabilização, sob a manta asfáltica, de forma a garantir sua eficiência e evitar que seus pontos de fixação sobre a laje se tornem possíveis pontos de percolação de água e infiltração.

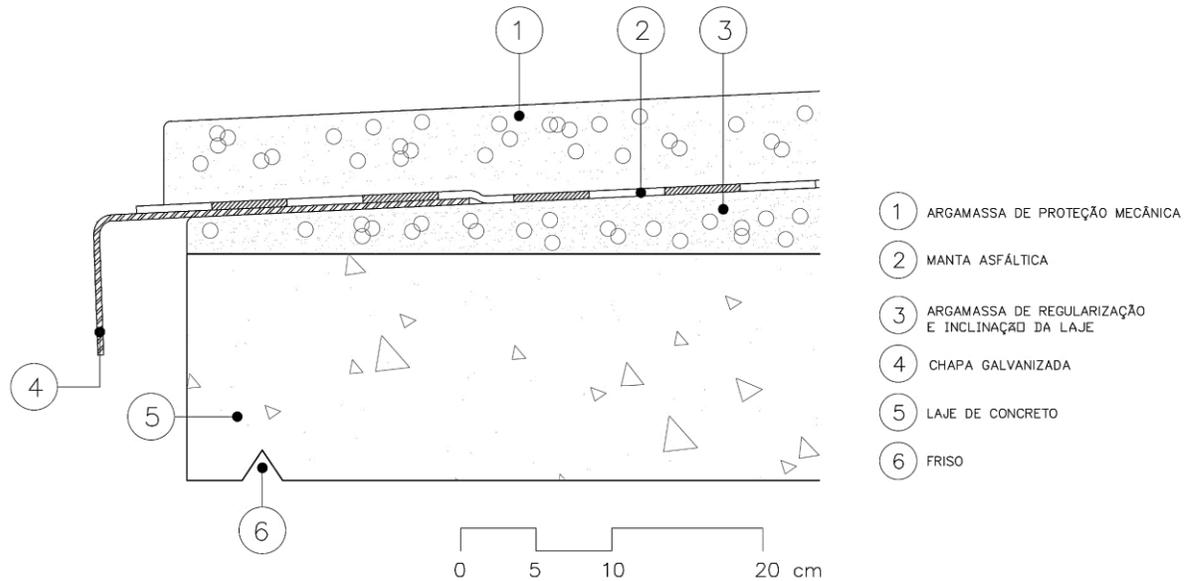


Figura 2 – Detalhamento *as built* das pingadeiras do CDS/UnB, constituídas por chapas de aço galvanizado. Fonte: Aciole *et al.* (2024).

Por fim, em complemento a descrição dos principais elementos que constituem a cobertura da edificação, nota-se a redundância aplicada ao sistema de drenagem das águas pluviais com a execução de um friso, na beirada da laje em concreto, que exerce a função de uma segunda pingadeira nos casos de falhas no funcionamento das chapas galvanizadas ou de respingos ocasionados pela ação dos ventos durante os eventos de chuvas - protegendo, assim, as esquadrias das fachadas circulares.

3. AEROFOTOGRAMETRIA COM DRONE E MAPAS DE DANOS DE COBERTURAS

Conceitualmente, um mapa de danos consiste em um documento detalhado de representação gráfica do levantamento de todos os danos existentes e identificados no edifício (Barthel *et al.*, 2009). É uma ferramenta de grande importância durante as ações de manutenção e conservação das edificações por representar, de forma visual e simplificada, a síntese das manifestações patológicas existentes, sem margens para diferentes interpretações associadas ao tipo de dano. A utilização de símbolos gráficos associados a manifestações patológicas indica com clareza o que foi visualizado durante a inspeção, desde que haja boa fundamentação e descrição nas legendas (Brasil; Zanoni, 2018).

Poucos são os estudos sobre mapeamento de manifestações patológicas a partir de fotogrametria digital, quer sejam de fachadas ou coberturas de edificações (Barthel *et al.* 2009; Lopes *et al.*, 2022). Isso se dá pela dificuldade de aquisição de equipamentos e softwares, que ainda detêm custo elevado, o que restringe a aplicação da metodologia. Entretanto, apesar de a riqueza de detalhes dos mapas de danos só ser possível graças ao uso de tecnologias digitais, em especial, a aerofotogrametria - que permite a realização de inspeções com tomada de imagens em alta resolução a partir de veículos aéreos não-tripulados (vant ou drone) de forma rápida, segura e precisa - deve-se levar em conta a redução de custos associada à realização das inspeções prediais (Vanini; Oliveira, 2023; Lopes *et al.*, 2022).

O método de fotogrametria com uso de drones é frequentemente aplicado na inspeção de fachadas, pontes, coberturas e pavimentações em razão da dificuldade de se realizar uma inspeção visual a olho nu sem que haja necessidade de montagem de infraestrutura de apoio, como andaimes, escadas ou balancim. A fotogrametria permite a representação da forma real efetiva das fachadas do edifício - ou de sua cobertura, como neste estudo de caso - uma vez que a forma é construída a partir de fotografias que retratam as características dos materiais naquele instante em que é tomada a imagem (Melo *et al.*, 2018).

De maneira geral, a inspeção consiste na tomada de diversas imagens do plano em estudo, que serão processadas digitalmente através de *software* para construção de uma ortoimagem – união das diversas fotos em uma única imagem, em geral por meio do método *stereo matching*. Considerando as dimensões da edificação em estudo, este foi o procedimento aplicado para o mapeamento dos danos na cobertura (Figura 3), que são as próprias ortoimagens obtidas após processamento em *software*.

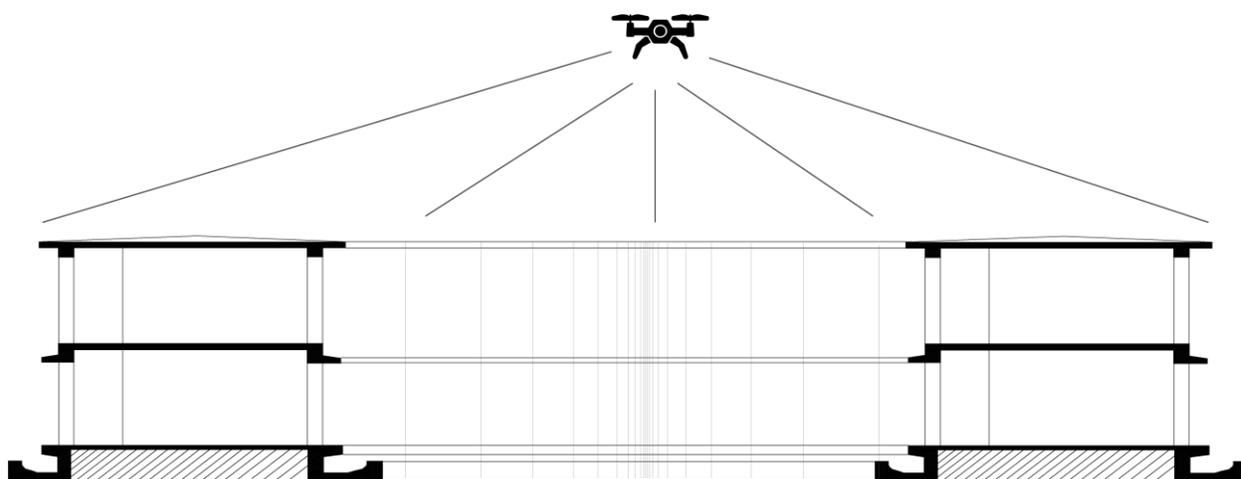


Figura 3 – Ilustração da tomada de fotos aéreas com uso de drone para representação do plano de cobertura do CDS/UnB. Fonte: os autores.

Com base no processo explanado, apresenta-se a seguir o estudo de caso com aplicação da metodologia para produção de mapas de danos a partir de imagens adquiridas por aerofotogrametria com drone aplicada à cobertura plana do CDS/UnB.

4. METODOLOGIA

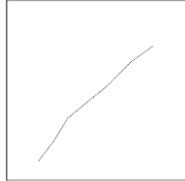
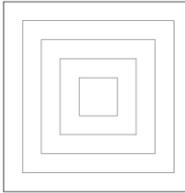
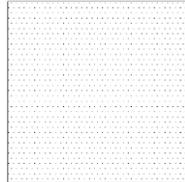
O presente estudo qualitativo está delineado nas seguintes etapas: (i) inspeção predial e levantamento de campo a partir de aerofotogrametria com drone; (ii) elaboração dos mapas de danos em software de representação vetorial; e (iii) avaliação das anomalias mediante identificação das causas, agentes e mecanismos de degradação atuantes.

A utilização de drone (modelo DJI® Mavic Air 2S) na inspeção da cobertura foi pensada para reduzir os riscos de segurança associados aos inspetores (uma vez que o edifício não possui platibanda), além de obter imagens de alta-definição, cujo processamento possibilita maior precisão no mapeamento das manifestações patológicas (Rocha; Carneiro; Monteiro, 2023; Silva *et al.*, 2022; Lima; Zanoni, 2021). Neste estudo foi utilizado o *software* Agisoft Metashape Professional® (versão 1.6.2) para processamento das imagens de cobertura obtidas com o drone.

Tais imagens foram capturadas em dois períodos distintos, sob diferentes condições meteorológicas: a primeira ortoimagem, realizada ao fim da estação chuvosa, em 16 de fevereiro de 2023, foi capturada a uma altura de 56 metros em relação ao nível do solo (a uma distância de 49 metros da cobertura). Já a segunda ortoimagem, realizada no início do período de estiagem, em 15 de maio de 2023, foi obtida a uma altura de 45 metros do solo (distância de 38 metros da cobertura, aproximadamente). A escolha destes períodos se justifica pela possibilidade de avaliar os efeitos da variação de umidade e temperatura no estado de conservação da cobertura plana do edifício.

Para a elaboração dos mapas de danos, optou-se pelo *software* de desenho AutoCAD® dada a facilidade de manuseio, interface interativa e sua ampla utilização por projetistas e profissionais envolvidos com a temática da conservação. Quanto à representação gráfica das manifestações patológicas, os padrões desenvolvidos por Carvalho (2018) para danos em estruturas de concreto armado foram aqui incorporados, com certas adaptações, conforme aponta o Quadro 1.

Quadro 1 – Padrões de representação gráfica das manifestações patológicas

Manifestação patológica	Representação Gráfica	Simbologia
Fissura	Representação linear	
Desplacamento	Hachura formada a partir da repetição geométrica, em polígonos concêntricos de tamanhos variados, contornando a área da manifestação patológica	
Ataque biológico	Hachura formada por símbolos pontuais	
Manchas de umidade e sujidade	Hachura formada por símbolos pontuais	

Fonte: os autores, adaptado de Carvalho (2018).

Vale ressaltar que a representação gráfica adotada na construção dos mapas desconsidera qualquer tipo de escala de cor associada ao nível de gravidade que cada manifestação patológica representa. Assim, por razões metodológicas, optou-se pela utilização de cores que melhor contrastassem com a cor da superfície, em função da utilização da imagem da cobertura (com as texturas reais do concreto) como plano de fundo.

Buscando facilitar a leitura e compreensão de cada manifestação patológica que acomete o sistema de cobertura plana do Centro de Desenvolvimento Sustentável – no que inclui sua forma, dimensão e extensão – optou-se pela elaboração de dois mapas de danos. Dessa maneira, buscou-se graficar as principais anomalias nitidamente reconhecidas nas duas ortoimagens obtidas com o drone, permitindo ainda a associação seletiva dos dados apresentados em cada um dos mapas (Brasil e Zanoni, 2018). Por fim, para complementar o diagnóstico, foi realizada uma vistoria na cobertura pelo inspetor, para o registro fotográfico das manifestações patológicas existentes, ancorado no método da identificação visual definida na norma brasileira de inspeção predial (ABNT NBR 16747, 2020).

5. RESULTADOS

A partir da metodologia definida, foram elaborados os mapas de danos que representam graficamente as manifestações patológicas expressas na Tabela 1, em área e extensão de danos, identificados na cobertura do edifício. Estes foram produzidos a partir de sobreposição gráfica das ortoimagens obtidas, que ocorrem, sobretudo, na camada de proteção mecânica da impermeabilização.

A Figura 4 apresenta o mapa de danos construído a partir de ortoimagem capturada com o drone no final do período chuvoso. Nele são identificadas as principais manchas que acometem o sistema de cobertura, com destaque para as manchas de sujeidade por deposição de partículas e lavado diferencial, além de manchas de umidade decorrentes do acúmulo de águas pluviais por problemas de direcionamento do escoamento.



Figura 4 – Mapa de danos da cobertura do Centro de Desenvolvimento Sustentável: destaque para as manchas de umidade e sujeidade. Fonte: os autores.

As manchas de coloração mais clara, do centro às bordas, em toda a extensão da cobertura, são aquelas ocasionadas pelo carreamento de sujidades, enquanto as manchas de coloração mais escura, que se depositam junto às extremidades das curvas que conformam o edifício, sinalizam pontos de retenção de umidade.

O mapa de danos da Figura 5, elaborado a partir de ortoimagem capturada com o drone no início do período de estiagem, apresenta anomalias identificadas como fissuras, deslocamentos e manchas de ataque biológico.



Figura 5 – Mapa de danos da cobertura do Centro de Desenvolvimento Sustentável: destaque para as fissuras, deslocamentos e manchas de ataque biológico. Fonte: os autores.

Dentre as fissuras, destacam-se as fissuras transversais de uma borda à outra, fissuras longitudinais juntas ao divisor de águas (cumeeira) e fissuras distribuídas ao longo das extremidades da proteção mecânica (curvas interna e externa).

Os deslocamentos ocorrem, em geral, junto às fissuras e nas extremidades da cobertura plana, em trechos onde a variação higrotérmica ocasiona tensões que rompem a camada de proteção mecânica. Já o ataque biológico acontece junto à arborização existente e é resultado da decomposição de matéria orgânica (folhas e pequenos galhos) que se depositam sobre a superfície da proteção mecânica, em ambiente úmido e sombreado.

O Quadro 2 reúne as principais manifestações patológicas identificadas durante a inspeção in loco, bem como a relação entre as possíveis causas, agentes e mecanismos de degradação atuantes.

Quadro 2 – Quadro-resumo: manifestações patológicas e relações de causa-efeito

Manifestação patológica	Comentário	Foto
Manchas de umidade e manchas de sujidade	Decorrente do carreamento de partículas de poeira e/ou poluição aderidos à superfície por ação das águas pluviais ou a retenção pontual de umidade por deficiências de escoamento e erros de execução técnica, que resultam na presença de fungos emboloradores e manchas escuras em toda a extensão da cobertura, especialmente na porção final das curvas que conformam o edifício.	
Fissuras transversais de extremidade à outra	A variação higrotérmica associada ao reduzido número de juntas de dilatação conduzem a grandes tensões de movimentação estrutural, ocasionando fissuras transversais na argamassa de proteção mecânica, que vão de uma extremidade à outra do edifício, na tentativa de subdividir os panos de proteção mecânica da cobertura.	
Fissuras transversais ritmadas (curva interna e curva externa)	Em todo o perímetro do edifício, nas extremidades da proteção mecânica, fissuras transversais de comprimento, espessura e espaçamento regular são identificados junto às curvas internas e externas, especialmente nas mudanças de direção do pano. A presença de manchas escuras junto a estas fissuras, indicam suscetibilidade à infiltração.	
Desplacamento	As tensões provenientes da dilatação estrutural por variação higrotérmica adquirem tamanha intensidade em alguns trechos, que são capazes de provocar deslocamentos da camada de proteção mecânica e ruptura da manta de impermeabilização, como indicam as manchas de umidade e infiltração encontradas no forro de gesso (teto) do pavimento superior.	
Ataque biológico	Por estar inserida numa região de intensa arborização, algumas folhas que se depositam sobre a camada de proteção mecânica em trechos sombreados e com retenção pontual de umidade, acabam favorecendo a colonização biológica e o desenvolvimento de bolores, musgos e vegetação parasita.	

Fonte: os autores.

6. DISCUSSÃO

A extensão, a forma e as dimensões das manchas de sujidade reconhecidas no mapa de danos demonstram que, em certos trechos, o escoamento e drenagem das águas pluviais acontece conforme previsto em projeto, já que é possível identificar, através das manchas uniformes, o caminho percorrido do divisor de águas em direção às pingadeiras nas extremidades da cobertura plana.

Por outro lado, as configurações das manchas de umidade, com coloração escura, formato irregular e concentradas junto às extremidades dos blocos, apontam deficiências no escoamento e retenção de umidade que, se não corrigidos, podem ocasionar percolação de água e problemas de infiltração. Ao observar a configuração das manchas, percebe-se que o escoamento das águas pluviais passa a acompanhar o formato semicircular do edifício, tendendo ao movimento dado pelas irregularidades da superfície.

O mapa de danos também aponta que as fissuras transversais nas extremidades da proteção mecânica obedecem determinada frequência e ritmo, já que possuem espaçamento, comprimento e espessura mais ou menos uniforme. Por estarem localizadas entre os segmentos retilíneos que conformam a curvatura do edifício, sempre na mudança de direção dos panos, sua ocorrência está relacionada não apenas aos efeitos da variação higrotérmica, mas também aos movimentos diferenciados em decorrência da geometria, que tendem a abrir ou expandir de forma não-linear estruturas com formato circular/semicircular. Outra possível causa é a dilatação diferenciada entre a argamassa de proteção mecânica e a chapa galvanizada de pingadeira ao longo do perímetro da cobertura, cujas tensões chegam a ocasionar deslocamentos.

No caso das fissuras transversais que vão de uma borda à outra, posicionadas a aproximadamente metade do vão definido pelas juntas de dilatação estrutural do edifício, sua configuração, espessura e frequência denotam o comportamento em uso, na tentativa de segmentar a cobertura em panos menores. Como há apenas quatro juntas de dilatação na camada de proteção mecânica e que correspondem às juntas de dilatação estrutural do edifício, as tensões ocasionadas pelos efeitos da variação higrotérmica resultam em deslocamentos da camada de proteção mecânica e o rompimento da manta de impermeabilização em alguns trechos – identificados através das manchas de umidade no forro de gesso do pavimento imediatamente abaixo.

Outras fissuras também são identificadas nos trechos correspondentes aos divisores de água e próximos às juntas de dilatação estrutural do edifício. A presença de manchas escuras sinaliza a percolação de água através das frestas, tornando o sistema de cobertura suscetível à umidade e a ação deletéria de fluidos. Tal constatação reforça a necessidade de um correto dimensionamento das juntas de dilatação, tanto na laje quanto na camada de proteção mecânica, a fim de ali viar as tensões provenientes da movimentação estrutural por variação higrotérmica, reduzindo, assim, os riscos de fissuração. Esta prática, no entanto, ainda é pouco aplicada aos projetos de impermeabilização, já que a norma brasileira ABNT NBR 9575:2010, apesar de recomendar a execução de juntas de dilatação na camada de proteção mecânica, não especifica qual o dimensionamento a ser adotado.

Por fim, os procedimentos metodológicos adotados para levantamento de campo e elaboração dos mapas de danos, dada a segurança, precisão, facilidade e rapidez que representam, podem ser facilmente aplicados para a avaliação periódica do estado de conservação de coberturas planas de outros edifícios. Neste caso, o monitoramento das manifestações patológicas pode auxiliar o

planejamento de ações de manutenção corretiva ou preventiva que prolonguem o tempo de vida útil da edificação. O recurso administrativo mais dispendioso dependerá apenas da aquisição das imagens de cobertura com o drone, um serviço que já é terceirizado e oferecido por diversas empresas no mercado, mas que também pode ser realizado pela própria universidade, a partir da aquisição de equipamentos e treinamento de seus profissionais técnicos.

7. CONCLUSÃO

O projeto de edifícios com partido circular/semicircular demanda atenção especial quanto à estanqueidade, haja vista a influência da forma arquitetônica no direcionamento das águas pluviais, além das tensões e esforços estruturais próprios de sua geometria.

A elaboração de mapas de danos da cobertura da edificação, a partir de aerofotogrametria com drone em softwares de desenhos vetoriais, possibilita maior agilidade no acompanhamento das anomalias, permitindo visualizar manifestações patológicas em alta definição e realizar intervenções de manutenção preventiva ou corretiva de maneira rápida, precisa e assertiva, de modo a conservar as características intrínsecas do edifício.

O estudo de caso do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília denota a importância da camada de proteção mecânica para o bom desempenho do sistema de impermeabilização, reduzindo manifestações patológicas que comprometam a integralidade estrutural da cobertura plana e do interior do edifício. No entanto, sua eficácia dependerá de um correto dimensionamento das juntas de dilatação e das características do material aplicado, por se tratar do elemento construtivo mais exposto às condicionantes ambientais.

Por último, com a análise por meio de sobreposição de diferentes mapas de danos, permite-se o monitoramento de forma a facilitar o entendimento de associações e relações de causa e efeito entre diferentes danos ocasionados por manifestações patológicas ao longo do envelhecimento da edificação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – PROAP/CAPES pelo apoio financeiro. À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF. Ao Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo – LaSUS/UnB, pela concessão dos drones para obtenção de imagens da cobertura. À Secretaria de Infraestrutura – INFRA/UnB e ao Centro de Planejamento Oscar Niemeyer – CEPLAN/UnB pelo suporte técnico e dados documentais.

REFERÊNCIAS

ACIOLE, P. H.; KAMINSKI, M. G.; PAZOS-FILHO, V.; ZANONI, V. Impacto da forma arquitetônica e detalhes construtivos no estado de conservação de uma cobertura plana. *In: CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND HERITAGE MANAGEMENT – REHABEND. Book of Abstract* [...]. Gijón, Espanha, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9575: **Impermeabilização: seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575: **Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16747: **Inspeção predial: diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro, 2020.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. *In: 1ER CONGRESO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA “TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO”*. **Anais [...]**. La Plata, Buenos Aires, Argentina, 2009.

BRASIL, G.; ZANONI, V. Mapa de Danos de edifícios modernos: Proposta para representação gráfica do estado de conservação de fachadas em concreto aparente. *In: XIV INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING PATHOLOGY AND CONSTRUCTION REPAIR – CINPAR*. **Anais [...]**. Florença, Itália, 2018.

CARVALHO, G. B. DE. **Proposta para representação gráfica de mapas de danos em fachadas modernistas de concreto armado aparente**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

LIMA, B. B.; ZANONI, V. Palace of Congress: a Study of the Marble Cladding System State of Conservation. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, 6:11, 2021. <https://doi.org/10.1007/s41024-021-00105-6>.

LOPES, M. L. F.; BAUER, E.; SILVA, L. S. Utilização de aeronave remotamente pilotada (RPA) para a inspeção e o mapeamento de danos. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL*. **Anais [...]**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, 2022.

MELO JÚNIOR, C. M.; EVANGELISTA JUNIOR, F.; SILVA, L. S. DA; NEPOMUCENO, A. A. Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 211-226, jul./set. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000300277>.

MORGADO, J.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. DE; SILVA, A. Maintenance programmes for flat roofs in existing buildings. **Property management**, v. 35, n. 3, p. 339-362, jun. 2017. <https://doi.org/10.1108/PM-08-2016-0040>.

ROCHA, E. A.; CARNEIRO, A. M. P.; MONTEIRO, E. C. B. **Termografia de infravermelho e mapa de danos na inspeção de uma igreja histórica em Olinda (PE)**. *Revista CPC*, 18(35), 2023, 95-139. <https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v18i35p95-139>.

SILVA, F. B. L.; CUPERSCHMID, A. R. M. HBIM e mapa de danos: uma revisão sistemática da literatura. **PARC Pesq. em Arq. e Constr.**, Campinas, SP, v. 13, p. e022003, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v13i00.8663653>.

SILVA, L. S.; ZANONI, V. A. G.; PAZOS, V. C.; SANTOS, L. M. A. DOS; JUCÁ, T. R. P. **Fotogrametria com imagens adquiridas com drones: Do plano de voo ao modelo 3D.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2022. E-book. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/202>. Acesso em: 25 fev. 2024.

VANINI, G. N.; OLIVEIRA, F. L. DE. Considerações sobre a aplicação da Fotogrametria Digital na concepção do Mapa de Danos de edificações históricas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 8., 2023, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: PROGRAU/UFPEL, 2023. p. 01-12. DOI <https://doi.org/10.46421/sbqp.v3i.3693>.