

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO NO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

**Fernanda Pasqualotti
Mauren Aurich
Ariela da Silva Torres**

RESUMO

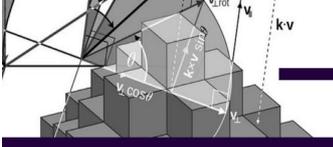
A Região dos Sete Povos das Missões é conhecida por seus costumes e tradições, carregando em suas edificações traços da arquitetura missioneira, materializando história e identidade cultural, despertando um amplo interesse da sociedade e tornando evidente a importância da preservação desse patrimônio como forma de manutenção da cultura e história. Apesar da grande importância despertada pelas edificações históricas, muitas carecem de manutenção, demonstrando a falta de preocupação/conhecimento dos proprietários com a preservação do patrimônio edificado. Porém, para que se realizem ações é necessária a análise do estado de degradação para compreender a causa dos danos existentes. Nesse contexto, o estudo tem como objetivo identificar a relação entre a orientação solar e as ações de manutenções realizadas com seu estado de degradação, através da análise comparativa de fachadas de edificações históricas. Foram adotadas duas metodologias de avaliação do estado de degradação: Mapa de Danos e Método de Mensuração da Degradação. Identificou-se que fachadas de uma mesma edificação, com orientações solares diferentes, apresentaram percentuais de degradação semelhantes. Porém, fachadas de edificações distintas, com a mesma orientação solar, apresentaram resultados bastante discrepantes. Em relação às ações de manutenção, foi verificada uma maior influência na degradação das fachadas do que as observadas devidas à orientação solar.

PALAVRAS-CHAVE: Patrimônio Arquitetônico; Patologia das construções; Fachadas.

1. INTRODUÇÃO

O patrimônio edificado das cidades representa a materialização de sua história e identidade, possuindo grande importância social, cultural e econômica. A manutenção deste patrimônio contribui para compreensão da história da cidade e do modo de vida de seus habitantes. O Município de Santo Ângelo fica localizado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, na conhecida Região dos Sete Povos das Missões, devido à construção das Reduções Jesuítica-Guarani dos séculos VXI e VXII (SCHERER, 2019). A cidade é a mais populosa da região, contando com 78.908 habitantes (IBGE, 2014), sendo também a que possui o maior número de edificações com algum tipo de proteção patrimonial, contando atualmente com 65 edificações inventariadas através da Lei Municipal nº 3.998 de 09 de setembro de 2015 (SANTO ÂNGELO, 2015). Entretanto, um grande problema enfrentado por essas edificações está relacionado a descaracterização delas, devido à deterioração provocada pela falta de manutenção.

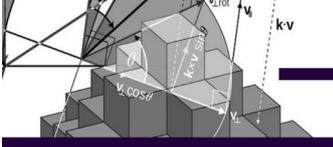
A preservação das edificações está diretamente relacionada às ações de conservação realizadas nelas. A manutenção preventiva tem por objetivo preservar as características dos



materiais e a arquitetura das edificações, sendo necessária para a sua adoção a realização de um acompanhamento da deterioração dos componentes construtivos do imóvel. Esse trabalho de acompanhamento pode ser realizado através da catalogação das manifestações patológicas, onde é possível identificar as anomalias existentes e suas prováveis causas, com intuito de fornecer subsídios suficientes para intervenções e manutenções (TONDELO *et al.*, 2019). Atualmente existem diversas metodologias de levantamento de danos em edificações, os quais podem ser divididos em duas principais vertentes, as qualitativas, caracterizadas pela sua natureza subjetiva, estando os resultados relacionados à percepção do avaliador, e as quantitativas, que estão relacionadas a utilização de dados numéricos, reduzindo a subjetividade do avaliador.

Com a pandemia provocada pela Covid-19 e, devido às restrições no âmbito social provocadas por ela, diversas técnicas de estudo remotas precisaram ser adotadas. Nessa questão o Google Maps se mostrou uma ferramenta bastante eficaz e promissora em diversas áreas do conhecimento devido à riqueza de detalhes e informações que disponibiliza ao usuário, sem que seja necessário a locomoção para a coleta de informações. Dentro do Google Maps existe uma opção denominada Street View, que corresponde a uma representação virtual dos ambientes urbanos, sendo composto por milhões de imagens panorâmicas, que são coletadas pelo Google ou por colaboradores, possibilitando aos usuários a experiência de explorar virtualmente diversos lugares de todo o mundo (GOOGLE, 2021). As imagens são coletadas por um veículo em movimento, que realiza a captura das diversas imagens, através de uma câmera 360° acoplada ao mesmo. Em algumas localidades, onde a coleta de imagens vem sendo feita ao longo dos anos, é possível ver as mudanças que ocorreram ao longo do tempo com a função denominada Máquina do Tempo.

Em tempos de pandemia o Street View se mostrou um instrumento facilitador para o desenvolvimento do presente estudo, uma vez que permitiu coletar dados sobre o estado de conservação das fachadas, a existência de ações de manutenções e até identificar a evolução das manifestações patológicas com o decorrer dos anos. Antes disso, a ferramenta já vinha sendo utilizada para o desenvolvimento de outros estudos, como o desenvolvido por Law *et al.* (2019), que associa o uso da ferramenta do Google com imagens de satélites para estimar o preço de casas na Grande Londres. O estudo desenvolvido por Bromm *et al.* (2020) que utilizam, dentre outras ferramentas, o Street View para avaliar a associação entre o ambiente construído e a saúde individual. Zhu *et al.* (2020) identificaram a potencialidade da ferramenta



para elaboração de modelagem 3D de ambientes urbanos, através das imagens panorâmicas das ruas.

O presente estudo é um recorte do trabalho de dissertação de Pasqualotti (2022), onde foi avaliado o estado de conservação de fachadas de edificações inventariadas pelo município de Santo Ângelo, localizado no estado do Rio Grande do Sul. O objetivo deste estudo foi identificar, através da análise comparativa, a relação entre as ações de manutenções realizadas nas fachadas com seu estado de degradação, assim como a relação entre a orientação solar e o estado de degradação delas. Para a avaliação do estado de degradação das fachadas foram utilizadas duas metodologias, o Mapa de Danos (MD) e o Método de Mensuração da Degradação (MMD).

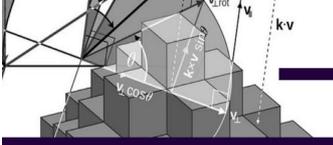
O estudo foi desenvolvido em três etapas principais: na primeira delas foram levantadas informações sobre as edificações através dos dados disponibilizados pela prefeitura e através da ferramenta do Street View. Na segunda etapa foram aplicadas as metodologias de avaliação do estado de degradação das fachadas, o Mapa de Danos e o Método de Mensuração da degradação. Por fim, foram comparados os resultados obtidos entre as metodologias e comparado entre as diferentes fachadas e orientações solares, visando identificar quais condicionantes influenciam mais na degradação das fachadas.

2. METODOLOGIA

2.1 Definição da amostra

Para a definição da amostra, inicialmente foram levantados os dados disponibilizados pela Lei Municipal nº 3.998 de 09 de setembro de 2015 (SANTO ÂNGELO, 2015) das 65 edificações inventariadas, como: código do imóvel, o qual foi preservado para a nomeação das edificações no presente estudo, o endereço, a localização da edificação na quadra, podendo ser de centro ou esquina e grau de proteção patrimonial. Foram adotados alguns critérios para a seleção das edificações, entre eles está a necessidade de estar localizada em esquinas de quadras, pois estas permitem desenvolver uma análise comparativa entre fachadas com diferentes orientações solares, possuindo as mesmas técnicas e materiais construtivos, a mesma data de construção e por terem sofrido as mesmas intervenções durante a sua vida.

Entre as edificações localizadas em esquinas de quadras, foi utilizado o critério relacionado à necessidade de as fachadas das edificações possuírem imagens no Street View nos dois anos em que o veículo do percorreu a cidade de Santo Ângelo, ou seja, em 2011 e 2019. Tal condição foi estabelecida levando em consideração a necessidade de coletar



informações sobre o histórico de intervenções sofrido pela edificação e a evolução da degradação das fachadas ao longo dos anos.

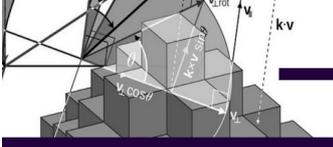
O último critério adotado está relacionado às imagens das fachadas coletadas in loco. Para a aplicação do Método de Mensuração da Degradação (MMD) e do Mapa de Danos (MD) é necessário que não existam objetos que venham a encobrir uma área da fachada. Portanto, foram eliminadas da amostra todas as edificações que possuíam obstáculos físicos que impossibilitaram a captura de uma única imagem da fachada sem interferências, ou que não permitissem a montagem de imagens para obtenção de uma foto sem interferências.

Das 65 edificações inventariadas, três atenderam as condições necessárias para o desenvolvimento do estudo, totalizando seis fachadas. As edificações são tratadas neste estudo com a mesma nomenclatura estabelecida pela prefeitura durante o inventário das edificações, de acordo com a Lei Municipal nº 3.998 de 09 de setembro de 2015 (SANTO ÂNGELO, 2015), sendo acrescido apenas a definição de “fachada 1” para uma orientação solar e “fachada 2” para a outra orientação solar, de modo a identificar cada uma das fachadas estudadas. A amostra final das seis fachadas com as imagens coletadas in loco está na Tabela 1.

Tabela 1: Amostra.

Nomenclatura da edificação	Fachada 1	Fachada 2
RS12-00001		
R12-00003		
RS12-00026		

Fonte: Autoria própria (2022).



Foi realizada a coleta de dados in loco da amostra onde foram feitas capturas de imagens das edificações e a medição da extensão das fachadas. O levantamento foi realizado em um dia ensolarado, no domingo, 09 de janeiro de 2022 no turno da manhã (8:30h-12:00h), devido a menor movimentação de veículos e pedestres. As fotografias foram feitas através de um aparelho celular, configurada a opção de câmera ultra HD 48MP, além da manutenção das linhas de referências na tela do aparelho para se manter a perpendicularidade. Foram adotados alguns cuidados durante a captura das imagens, como manter o aparelho na mesma altura e sempre perpendicular ao plano do solo.

Nos casos onde não foi possível obter uma única imagem da fachada sem interferências, como exemplo a fachada RS12-00003 Fachada 1, onde há vegetação, placa de sinalização, fiação e poste de iluminação pública que encobrem uma área da fachada (Figura 1-a), foi necessário fotografar as partes da edificação de forma isolada, para posteriormente, com auxílio de um Software de edição de imagens, fazer a colagem destas, e assim obter uma única imagem sem interferências físicas (Figura 1-b).

Figura 1: Fachada sem montagem de imagens (a) com montagem (b).



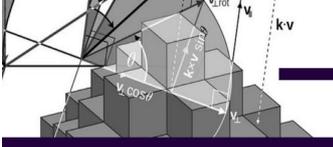
(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2022).

Para a montagem de imagens foram feitas diversas fotos de forma sequencial, seguindo uma linha reta paralela à fachada, preservando entre cada captura a distância da edificação e a posição da câmera em relação ao solo. Para facilitar o processo de colagem das imagens, durante a captura das fotos foram fixados pontos de referência sendo necessário que este esteja sempre visível na fotografia no quadro anterior e no quadro posterior, desta forma se evitam erros e ocultação de elementos durante a colagem das imagens, conforme esquema demonstrado



na Figura 2. Com o auxílio do software para edição de imagens e, após o ajuste de perspectiva, as imagens isoladas da edificação foram sobrepostas, de modo que todos os elementos (pontos de referência) ficassem visíveis, obtendo-se a imagem sem interferências.

Figura 2: Fotografias isoladas da edificação RS12-00003 - fachada 1.



Fonte: Autoria própria (2022).

2.2 O STREET VIEW COMO FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS

O Street View foi utilizado como uma ferramenta para a coleta prévia de informações sobre as edificações que foram estudadas, sendo a primeira etapa realizada no desenvolvimento do estudo. Foram identificadas, através da ferramenta, as edificações que estão localizadas em esquinas de quadras e, então, coletadas informações sobre estas nos dois anos em que existem imagens disponíveis na plataforma, 2011 e 2019. Como as imagens são coletadas em anos distintos, as condições climáticas e temporais entre as imagens difere, podendo em alguns casos interferir na qualidade da imagem, devido a existência de sombras ou incidência solar que podem provocar o ofuscamento da fachada. Ainda, considerando que o cenário urbano sempre está em constante modificação, outras condicionantes podem interferir nas imagens, como a existência de obstáculos físicos ou móveis que podem encobrir parte da fachada, como vegetações, pessoas, veículos e mobiliários urbanos, entre outros. Como exemplo, pode-se observar que nas Figura 3 e Figura 4, existem alteração do meio em que a edificação está inserida, como vegetações, existência de obstáculos móveis e fixos. Ressalta-se também a diferença climática entre as fotos, onde na Figura 4 ocorre o ofuscamento da fachada devido a incidência solar direta sobre ela.

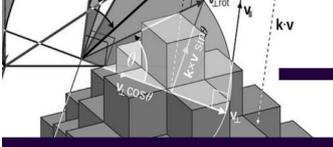


Figura 3: Imagem Street View ano 2011, edificação RS12-00003 fachada 1.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Figura 4: Imagem Street View ano 2019, edificação RS12-00003 fachada 1.



Fonte: Aatoria própria (2022).

A visita in loco às três edificações que atenderam aos critérios adotados para o estudo foi realizada em 2022, onde foram coletadas informações sobre o atual estado de conservação destas fachadas. Ou seja, foi possível elaborar uma linha do tempo sobre as manutenções realizadas nestas edificações entre os anos de 2011 e 2022. Também foi possível identificar a orientação solar de cada uma das fachadas.

A Tabela 2 traz informações relacionadas a orientação solar (OS) e as imagens das duas fachadas da edificação RS12-00026 (sobrado construído em 1920), que sofreu intervenção entre os anos de 2019 e 2022. Na tabela, as duas primeiras colunas são referentes as imagens coletadas através do Street View e, na terceira coluna, a imagem coletada in loco. Através destas imagens, foi possível identificar que a edificação passou por um processo de intervenção significativo entre os anos de 2019 e 2022, onde, além da recuperação do revestimento argamassado, houve a reconstrução dos elementos da platibanda. Também se nota que houve redução dos vãos das portas, os quais foram transformados em janelas, tendo suas esquadrias substituídas.

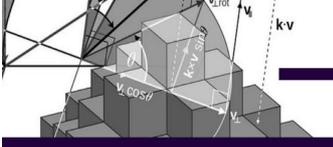


Tabela 2: Fachadas que sofreram manutenções entre 2019 e 2022.

Nomenclatura edificação / OS	2011	2019	2022
RS12-00026-F1 OESTE			
RS12-00026-F2 NORTE			

Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 3 traz os dados de outras duas edificações a RS12-00001 e RS12-00003, onde é possível observar, através das imagens, que as fachadas não sofreram nenhum tipo de intervenção entre os anos de 2011 e 2022. Ainda se nota que, com o passar do tempo, é crescente a degradação sofrida nas fachadas.

Sabe-se da importância que o histórico de intervenções nas edificações faz em uma análise completa do estado de degradação, pois podem ser identificadas o uso de materiais e/ou técnicas construtivas inadequadas, além de, se tratando de residências inventariadas e/ou tombadas, a alteração dos elementos que compõem a edificação. Observa-se que uma grande vantagem da utilização das imagens obtidas pela plataforma Street View é a visualização da edificação em anos anteriores, independentemente das informações fornecidas pelos proprietários dos imóveis. Através desse conhecimento prévio é possível visualizar a evolução da degradação ao longo dos anos e acompanhar o comportamento das manifestações patológicas.

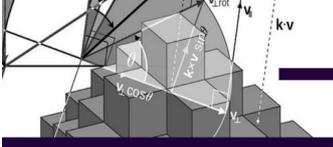


Tabela 3: Fachadas sem intervenções entre os anos de 2011 e 2022.

Fachada / OS	2011	2019	2022
RS12-00001-F1 LESTE			
RS12-00001-F2 NORTE			
RS12-00003-F1 OESTE			
RS12-00003-F2 NORTE			

Fonte: Autoria própria (2022).

2.3 APLICAÇÃO DO MAPA DE DANOS (MD)

No Mapa de Danos todas as manifestações patológicas existentes na edificação em uma determinada data ou tempo são ilustradas e discriminadas de forma minuciosa e rigorosa, através da representação gráfico-fotográfica (TINOCO, 2009). Devido a inexistência de normatização para a aplicação dos Mapas de Danos, foi estabelecida a graficação da Figura 5. Foram identificadas nas edificações as manifestações patológicas de descolamento de pintura, descolamento de reboco, empolamento da pintura, vegetação, foram agrupadas em uma única representação as fissuras, trincas e rachaduras, assim como as manchas de umidade, mofo e bolor também receberam uma única representação.

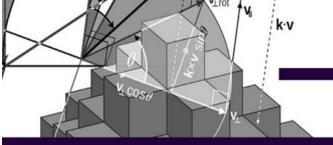
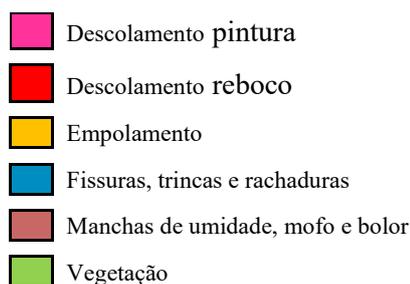


Figura 5: Legenda manifestações patológicas.



Fonte: Autoria própria (2022).

Ainda, a graficação das manifestações patológicas foi realizada sobre imagens das edificações feitas in loco, onde os danos observados foram representados sobre a fachada através de hachuras. A fachada da edificação foi delimitada em sua área externa e contornos de aberturas de janelas, portas e das gateiras, quando existentes, a exemplo da Figura 6. Com os dados obtidos com a aplicação da metodologia e, com o auxílio do Software Autocad Students, foi possível calcular a abrangência de cada manifestação patológica identificada através da razão da área afetada por determinada manifestação patológica pela área total da fachada.

Figura 6: Mapa de Danos edificação RS12-00003 - fachada 1.



Fonte: Autoria própria (2022).

2.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (MMD)

O Método de Mensuração da Degradação foi desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Ensaio e Materiais da Universidade de Brasília a partir de informações que vêm sendo coletadas a mais de 25 anos (ANTUNES, 2010; SILVA, 2014; SOUZA, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2017; PIAZZAROLLO, 2019). A metodologia permite quantificar as manifestações patológicas das fachadas em áreas resultando em indicadores de degradação. Para a aplicação da metodologia, foi sobreposta inicialmente à imagem da fachada uma malha com dimensões de 0,05x0,05m (Figura 7).

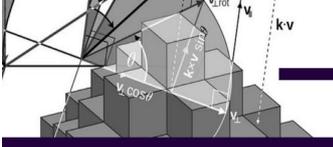


Figura 7: Aplicação da malha MMD edificação RS12-00003.

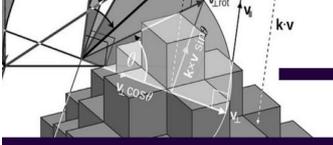


Fonte: Autoria própria (2022).

Cada área de malha afetada por alguma manifestação patológica recebe uma hachura de acordo com o dano existente. Para a quantificação das áreas danificadas é realizada a contagem simples de unidades de malha por determinada anomalia e multiplicada pela sua área (0,0025 m²). Na primeira etapa da aplicação do MMD foram calculados o Fator de Danos (FD), que é definido como a razão da área danificada de um determinado dano pela área total da fachada, desta forma, quanto maiores os valores do FD, maior será o grau de deterioração e o Fator de Danos Total (FDt), que consiste no somatório do FD de todas as manifestações patológicas.

O Método também permite calcular o Fator de Danos das Regiões (FDr), que consiste em calcular a relação entre a incidência das manifestações patológicas em cada região da fachada. Essas regiões são pré-estabelecidas, de acordo com Pinheiro *et al.* (2017) em: sacadas, topo, aberturas, transição de pavimentos, cantos e extremidades e paredes contínuas.

Após dividir a fachada em regiões, é necessário identificar as anomalias existentes em cada uma delas. O cálculo do Fator de Danos das Regiões é feito pela divisão da área degradada por uma determinada manifestação patológica “n” de cada região isoladamente pela área total da região em análise, entretanto, esse valor apresenta distorção da realidade ao ser influenciado diretamente pelo tamanho da área da região analisada, por isso, deve ser ajustado e proporcionalizado. Algumas regiões abrangem áreas muito maiores do que as outras, o que distorce o resultado da análise de incidência das anomalias, ou seja, regiões com maiores áreas apresentariam um maior índice de degradação quando comparadas a regiões com menores áreas. Para corrigir tal fator é necessário aplicar um fator de correção, que resulta no Fator de Danos das regiões corrigido (FDrc), que considera a área danificada em função da área total da amostra.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

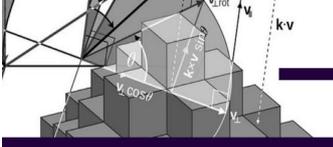
Na Figura 8 (a), o Mapa de Danos da edificação RS12-00001, fachada 1, com orientação solar leste e, na Figura 10 (b) imagem da fachada 2, com orientação solar norte. Ambas as fachadas não receberam ações de manutenção entre os anos de 2011 e 2022. Foi possível identificar que ambas as fachadas possuem uma elevada quantidade de manifestações patológicas. Quando calculado a abrangência dos danos, a fachada com orientação solar leste apresentou um percentual de 28,04%, enquanto a fachada com orientação norte apresentou uma abrangência inferior, de 17,16%.

Figura 8: Mapa de Danos edificação RS12-00001, fachada 1 (a) e fachada 2 (b).



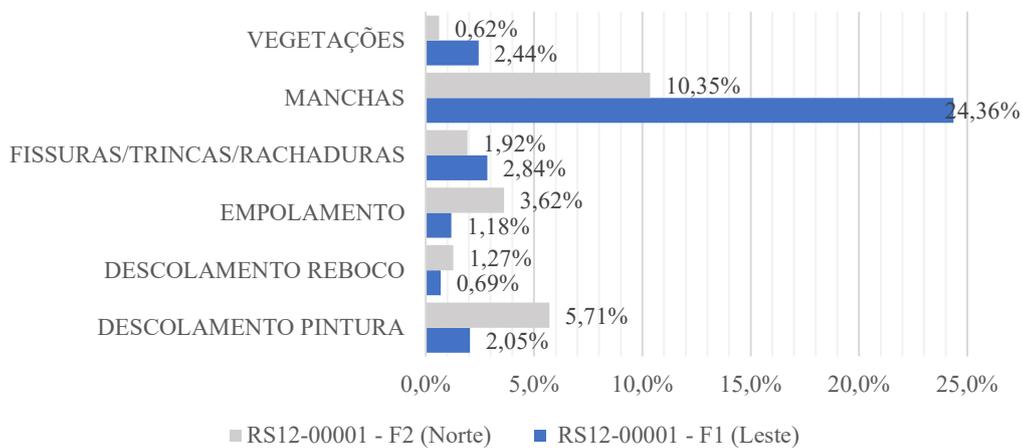
Fonte: Autoria própria (2022).

Com relação ao MMD, a fachada com orientação solar leste apresentou um percentual de FDt de 33,57%, enquanto a fachada de orientação norte obteve um FDt inferior, de 23,49%. A Figura 9 traz os dados do Fator de Danos (%) por manifestação patológica das duas fachadas. É possível observar que a fachada de orientação leste possui um percentual bastante elevado de manchas de umidade/mofo/bolor, quando comparada à de orientação norte. Tal condição pode



estar relacionada à existência de árvores em frente a fachada leste, que provoca um aumento na retenção de umidade, enquanto a fachada norte não possui nenhum tipo de elemento que obstrua a incidência solar direta sobre ela.

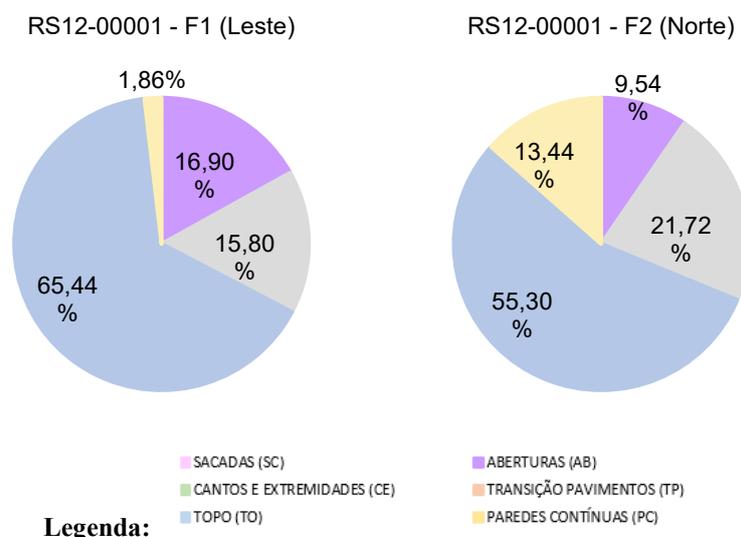
Figura 9: FD por manifestação patológica, edificação RS12-00001.



Fonte: Autoria própria (2022).

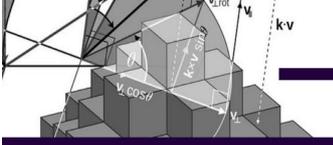
Com relação à região de incidência das manifestações patológicas (Figura 10), é possível identificar que as duas orientações solares possuem, de maneira proporcional, valores percentuais semelhantes, sendo a região do topo a de maior incidência de danos em ambas as orientações, seguido da região dos cantos e extremidades. A maior divergência está relacionada às paredes contínuas, enquanto a orientação leste apresenta um percentual baixo, de 1,86%, a região norte possui um valor de 13,44%.

Figura 10: FDrC das fachadas norte e leste da edificação RS12-00001.



Legenda:

Fonte: Autoria própria (2022).



A edificação RS12-00003, que recebeu ações de manutenção entre os anos de 2011 e 2022 apresentou abrangência de danos bastante semelhante para a fachada oeste e norte, sendo de 37,88% e 44,47%, respectivamente. Cabe salientar que as fachadas não possuem a presença de elementos que possam obstruir a incidência solar direta sobre elas. A Figura 11 (a) traz o Mapa de Danos da fachada 1, de orientação solar oeste e, a Figura 13 (b) o Mapa de Danos da orientação norte. É possível identificar através das imagens que ambas as fachadas se encontram bastante degradadas.

Figura 11: Mapa de Danos edificação RS12-00001, fachada 1 (a) e fachada 2 (b).



Fonte: Autoria própria (2022).

No MMD a diferença percentual entre o FDT da fachada com orientação solar oeste (53,18%) e a norte (58,93%) é pequena. Com relação à incidência de manifestações patológicas, a Figura 12 traz a relação entre o FD de cada manifestação patológica das duas orientações solares. É possível observar que em ambas, as manifestações de maior incidência estão relacionadas ao surgimento de manchas de umidade/mofa/bolor e ao descolamento da pintura.

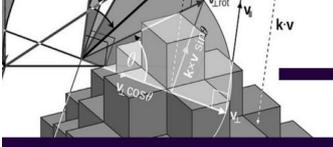
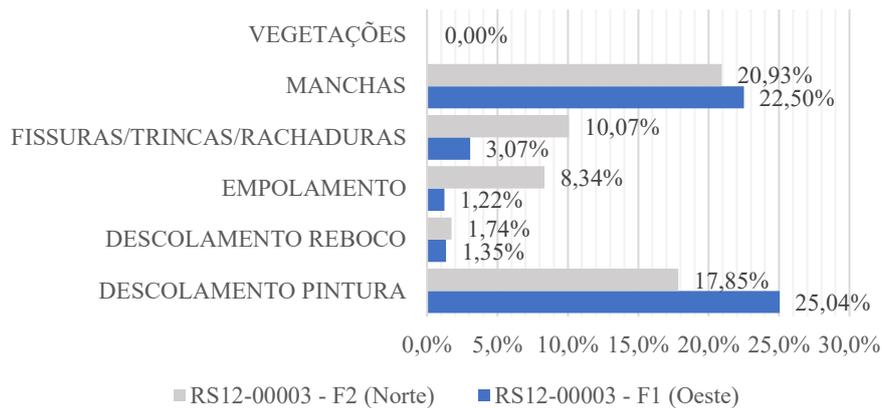


Figura 12: FD por manifestação patológica, edificação RS12-00003.



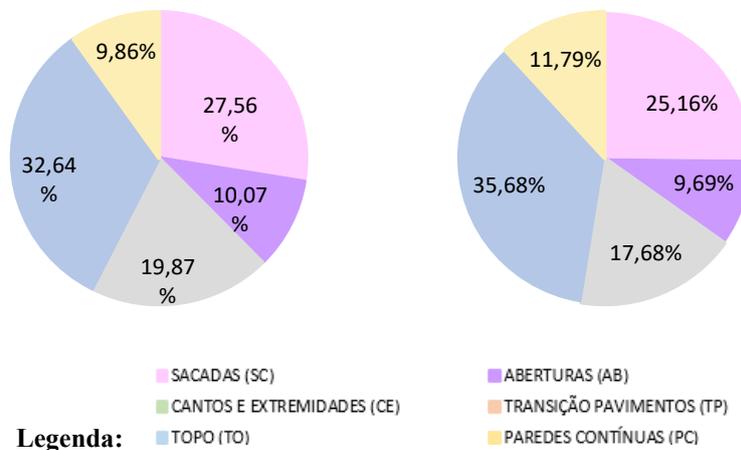
Fonte: Autoria própria (2022).

Em relação do FDRc, os valores percentuais proporcionais das duas fachadas foram bastante semelhantes, conforme apresentado na Figura 13. As regiões do topo, sacada e cantos e extremidades, foram as que apresentaram os maiores percentuais de manifestações patológicas, respectivamente.

Figura 13: FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00003.

RS12-00003 - F1 (Oeste)

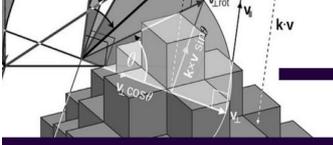
RS12-00003 - F2 (Norte)



Legenda:

Fonte: Autoria própria (2022).

A edificação RS12-00026 recebeu manutenção entre os anos de 2019 e 2022 e se encontra em um ótimo estado de conservação, apresentando uma pequena variação percentual com relação a abrangência de danos, sendo de 4,91% para a fachada de orientação solar oeste e de 5,15% para a orientação norte. Na Figura 16 (a) está representado o Mapa de Danos da fachada de orientação oeste e na Figura 14 (b) da fachada de orientação solar norte. As duas fachadas apresentam de forma mais relevante as manifestações patológicas de manchas de



umidade/mofo/bolor e de fissuras. Cabe destacar que ambas estão livres de interferências que impeçam ou dificultem a incidência solar sobre estas.

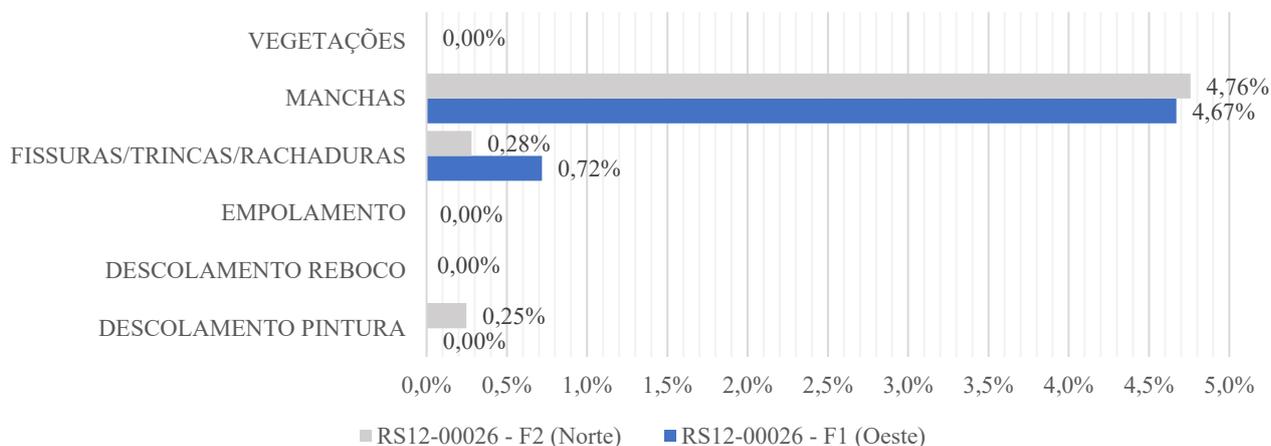
Figura 14: Mapa de Danos edificação RS12-00026, fachada 1 (a) e fachada 2 (b).



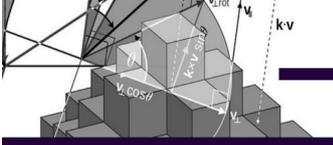
Fonte: Autoria própria (2022).

Em relação aos dados obtidos através do MMD, as duas fachadas apresentaram um FDT bastante semelhante, sendo de 5,39% para a fachada oeste e de 5,29% para a fachada norte. Quanto ao FD por manifestação patológica, é possível identificar que as manchas de umidade/mofo/bolor possuem a maior incidência em ambas as fachadas, com percentuais bastante semelhantes (Figura 15). A manifestação patológica de descolamento de pintura foi identificada apenas na fachada com orientação norte, porém com um percentual baixo.

Figura 15: FD por manifestação patológica, fachada norte e oeste da edificação RS12-00026.

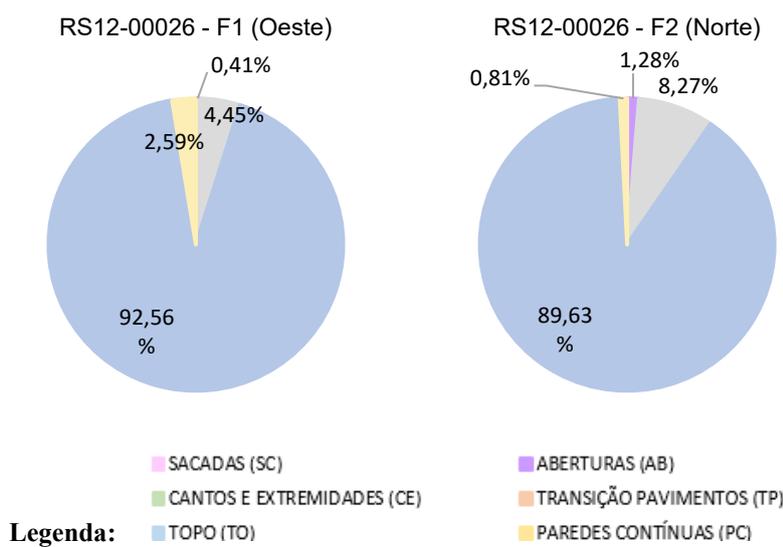


Fonte: Autoria própria (2022).



Em relação do FDRc, os valores percentuais proporcionais das duas fachadas foram bastante semelhantes, conforme apresentado na Figura 16. A região do topo foi a que apresentou o maior percentual de incidência de manifestações patológicas de forma significativa, com valores de 92,56% para orientação oeste e de 89,63% para a norte. Os cantos e extremidades foram a segunda região de maior incidência em ambas as orientações solares, seguido das paredes contínuas.

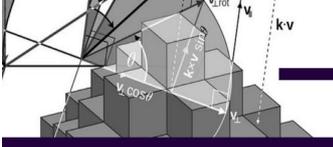
Figura 16: FDRc da fachada norte e oeste da edificação RS12-00026.



Fonte: Autoria própria (2022).

Tendo como base as edificações de esquina, com exceção da edificação RS12-00001, as demais apresentaram resultados bastante semelhantes para os tipos de manifestações patológicas existentes, a abrangência de danos, o Fator de Danos total e para o percentual de incidência em cada região da fachada. A edificação que apresentou os resultados mais divergentes entre as orientações solares possui em frente à fachada leste uma árvore com grandes dimensões, que impede a incidência solar de forma satisfatória, condição que pode provocar o surgimento de diferentes manifestações patológicas entre as duas fachadas, além de intensificá-las.

Entre as três edificações analisadas, todas possuíam uma fachada com orientação solar norte. Fazendo uma análise comparativa entre os resultados tanto dos dados obtidos através do Mapa de Danos, quanto do MMD (Tabela 4), observa-se uma grande discrepância entre eles, sendo a abrangência de danos de cada uma das fachadas de 5,15%, 17,16% e 44,47%. Para os resultados do FDT, os valores foram de 5,29%, 23,49% e 58,93%, ou seja, as três fachadas apresentaram resultados bastante distintos. A edificação RS12-00026 passou por um processo de manutenção bastante significativo entre os anos de 2019 e 2022, condição que faz os



percentuais de danos para esta serem bastante inferiores às outras duas edificações, que não recebem manutenção desde 2011, de acordo com os dados do Street View.

Tabela 4: Abrangência de danos e Fdt das fachadas com orientação solar norte.

Edificação	Abrangência de danos (%)	Fdt (%)
RS12-00001	17,16%	23,49%
RS12-00003	44,47%	58,93%
RS12-00026	5,15%	5,29%

Fonte: Autoria própria (2022).

4. CONCLUSÕES

Através da análise das três edificações localizadas em esquinas, foi possível identificar que as fachadas de uma mesma edificação, mesmo que com orientação solar diferente, possuem percentuais de degradação bastante semelhantes, tanto para a análise feita através do Mapa de Danos (MD), quanto pelo Método de Mensuração da Degradação (MMD). O valor mais distante entre os dados analisados foi relacionado a edificação RS12-00001, que apresentou uma variação percentual entre as fachadas de 10,88% para o MD e 10,08% para o MMD, tal condição pode ser explicada em razão da existência de uma árvore de grande porte em frente a fachada de orientação solar leste, que faz o sombreamento impedindo a incidência solar de forma uniforme. Ainda, quando comparados os dados das fachadas de edificações distintas, porém de mesma orientação solar, os valores apresentados mostram-se bastante discrepantes, não sendo possível estabelecer uma relação entre os danos incidentes e a orientação solar. Portanto, é possível identificar uma maior influência das ações de manutenções no estado de degradação das fachadas do que da orientação solar em si.

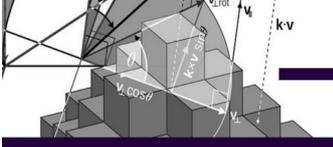
REFERÊNCIAS

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2010. p. 178.

BROMM, K. N. *et al.* Virtual audits of the urban streetscape: comparing the inter-rater reliability of GigaPan® to Google Street View. **International Journal of Health Geographics**. 19, 31 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00226-0>. Acessado em: Abr. 2021.

GOOGLE. **O que é o Street View?**. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/streetview/>>. Acessado em: Out. 2021.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de Julho de 2014**. Disponível em:



<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf>. Acessado em: Abr. 2021.

ICOMOS. **Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Paris, 2006.

LAW, S.; PAIGE, B.; RUSSELL, C. Take a Look Around: Using Street View and Satellite Images to Estimate House Prices. **CM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)**. v. 10 Issue 5, October 2019 Article No. 54. 2019.

PASQUALOTTI, F. **Métodos de Análise do Estado de Degradação de Fachadas de Edificações com Interesse Histórico de Santo Ângelo/RS**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022. p. 189.

PIAZZAROLLO, C. B. **Estudo da evolução e da gravidade da degradação nas diferentes zonas componentes da fachada**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2019. p. 135.

PINHEIRO, P. I. S.; BAUER, E.; SOUZA, J. S. **Aplicação do método de mensuração da degradação com a finalidade de quantificação da vida útil**. XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. São Paulo, 2017. p. 01-07. Disponível em: <https://www.gtargamassas.org.br/eventos/category/16-xii-sbta-2017>. Acessado em: Abr. 2021.

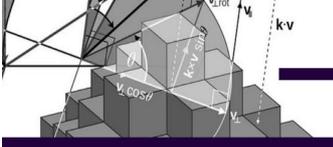
SANTO ÂNGELO. Lei nº 3.998, de 09 de setembro de 2015. **Dispõe sobre a proteção do Patrimônio Arquitetônico, Histórico e Cultural do Município de Santo Ângelo, e dá outras providências**. Santo Ângelo, 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/rs/s/santo-angelo/lei-ordinaria/2015/400/3998/lei-ordinaria-n-3998-2015-dispoe-sobre-a-protecao-do-patrimonio-arquitetonico-historico-e-cultural-do-municipio-de-santo-ngelo-e-da-outras-providencias?q=inventario>. Acessado em: Abr. 2021.

SCHERER, L. **Turismo e Desenvolvimento Regional: limites e potencialidades para a Região das Missões**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2019.

SILVA, M. N. B. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF**. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, C. F. N. *et al.* **Aplicação da termografia na inspeção de fachadas de edificações históricas em madeira**. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT. p. 1-8, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335606492_Aplicacao_da_termografia_na_inspecao_de_fachadas_de_edificacoes_historicas_em_madeira. Acessado em: Jun. 2021.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos - Recomendações Básicas**. Serie 2, volume 43. Olinda: centro de estudos avançados da conservação integrada - textos para discussão - gestão de restauro, 2009. p. 23.



TONDELO, P. G.; BARTH, F. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019009 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817>. Acessado em: Mai. 2021.

ZHU, Q. *et al.* Interactive Correction of a Distorted Street-View Panorama for Efficient 3-D Façade Modeling. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**. V. 17, n. 12, p. 2125-2129, 2020. Disponível em: <https://vrlab.org.cn/~hanhu/projects/facade/preprint.pdf>. Acessado em: Mai. 2021.