

# USO DO VANT PARA IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS REVESTIDAS COM ELEMENTOS CERÂMICOS

*Data de aceite: 26/08/2024*

### **Ana Maria de Sousa Santana de Oliveira**

Engenheira Civil; Professora Associada da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel; Doutora em Engenharia Civil

### **Andressa Reinehr**

Engenheira Civil

### **Ricardo Rocha de Oliveira**

Engenheiro Civil; Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel; Doutor em Engenharia Civil

**RESUMO:** O cenário dos centros urbanos está sendo marcado diariamente por novas construções, em que se percebe a introdução cada vez mais acentuada de edificações marcadas por elevadas alturas. Assim como toda construção, esses imóveis estão sujeitos à ação de agentes agressivos, como o sol, a chuva, o vento e a poluição, em que as fachadas são os elementos construtivos mais expostos à degradação, sendo então as que, geralmente, primeiro apresentam algum tipo de deterioração. A fim de evitar a perda de suas funções básicas e a desvalorização do imóvel, é de grande valia que sejam

realizados periodicamente vistorias para identificar problemáticas nas fachadas. Contudo, devido às elevadas alturas dessas edificações, a vistoria através de métodos tradicionais se torna dificultosa, uma vez que necessita de tempo e recursos para locação dos equipamentos e acesso do profissional até os pontos desejados. Nesse sentido, esse estudo objetivou utilizar o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para vistoriar edificações, revestidas com pastilhas cerâmicas, no centro urbano de Cascavel-PR, com o intuito de verificar a incidência de manifestações patológicas. A partir da análise dos dados, foi possível obter as tipologias de manifestações patológicas e sua incidência em cada edificação, sendo que, de forma geral, as tipologias mais frequentes nas fachadas com revestimento cerâmico são a eflorescência, o descolamento cerâmico e a sujidade. Além disso, compararam-se, dentro da amostra, as fachadas das direções norte, sul, leste e oeste, com o objetivo de investigar se alguma tipologia de manifestação patológica está associada com a exposição solar, onde se percebeu, no entanto, que cada unidade de estudo possui suas particularidades, tornando inviável generalizar os resultados. Quanto ao VANT, foi constatado que atribui

vantagens para a vistoria predial, por ser uma metodologia que proporciona economia de tempo, de recursos pessoais e de ferramentas e equipamentos, além de possibilitar a obtenção de imagens de qualquer região da fachada, validando assim o uso do VANT para a realização dessas vistorias prediais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edifícios multifamiliares. Pastilhas cerâmicas. Problemas patológicos. VANT.

## INTRODUÇÃO

A mudança no cenário dos centros urbanos marcado por novas construções, nos leva a perceber a introdução cada vez mais acentuada de edificações em grandes alturas. Morais; Silva e Medeiros (2007) destacam que o processo de expansão vertical, visto somente em grandes metrópoles nacionais e regionais, passa a fazer parte também do cenário das pequenas e médias cidades brasileiras. Assim como toda construção, esses imóveis estão sujeitos à ação de agentes agressivos, como o sol, a chuva, o vento e a poluição.

As fachadas, em especial, são os elementos construtivos da edificação que mais estão expostos a esses agentes, sendo então as que, geralmente, primeiro apresentam algum tipo de deterioração. Tondelo e Barth (2019) defendem que o sistema construtivo que compõe as fachadas pode apresentar degradação mais acelerada, em virtude de estar exposto aos agentes ambientais.

Segundo Padilha JR et al. (2007), os revestimentos que compõem as fachadas devem proporcionar proteção e vedação à edificação contra a ação dos agentes externos, além de valorizarem economicamente o imóvel e proporcionarem efeito estético, de acordo com a nobreza e o custo do material.

Dentre os diversos materiais utilizados para revestir as fachadas pode-se citar as placas cerâmicas que por apresentar características como maior durabilidade, facilidade de limpeza, possibilidade de composição harmônica, melhoria da estanqueidade da vedação, do conforto térmico e acústico da fachada e valorização econômica do imóvel, o revestimento cerâmico se torna uma opção para aplicação em fachadas (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Nesse sentido, as disfunções nas fachadas podem provocar, em curto prazo, desvalorização do imóvel, podendo comprometer a segurança da edificação a médio e longo prazo, sendo necessário, portanto, a preservação desse elemento construtivo para que se possa garantir a impermeabilização, o que está diretamente associada à durabilidade da construção (AGUILAR, 2018).

Porém, de acordo com Tondelo e Barth (2019), o que se observa, principalmente em edificações com elevadas alturas, é a falta de inspeções devidas principalmente à altura dos imóveis, pois acarreta lugares de difícil acesso e custos com locação de equipamentos e ferramentas.

Ainda segundo os autores, ao utilizar métodos tradicionais para realizar a vistoria em fachadas, é necessária uma logística para locação, montagem e a desmontagem de andaimes, escadas e equipamentos de segurança, além de precisar de mão de obra qualificada para execução.

Na mesma linha, Brandão (2020) defende que a necessidade de utilizar andaimes e rapel para acessar uma estrutura alta acarreta custos com mão-de-obra e material de apoio, além de demandar tempo para a preparação dos equipamentos e a chegada do profissional ao local desejado. Além do mais, ao utilizar os métodos tradicionais, principalmente em edificações de grande porte, tem-se dificuldade em realizar a inspeção e o gerenciamento de possíveis pontos de degradação, já que estas edificações possuem locais de difícil acesso (COSTA, 2014).

Diante do exposto, verifica-se que novas metodologias estão sendo usadas para a realização de vistorias nas edificações, como por exemplo, o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Ao fazer uso do VANT para realizar estudos em fachadas é possível acessar diferentes locais em um curto espaço de tempo, além de analisar áreas maiores ao invés de pontos específicos, enfatizando que, devido ao tamanho relativamente pequeno do equipamento, não seria necessário locais com muito espaço para alocá-lo, além de outros fatores, como custo relativamente baixo e bom desempenho durante a compreensão da análise, tornam o uso do equipamento uma solução viável para o mapeamento de áreas afetadas (LISBOA et al., 2018).

Diante das vantagens em relação aos métodos tradicionais, o VANT vem ganhando espaço na indústria da construção civil e, de acordo com Granemann (2017), esta tecnologia será cada vez mais utilizada para realizar mapeamentos e inspeções em qualquer tipo de obra.

Portanto, este trabalho visa identificar as manifestações patológicas nas fachadas de edificações na cidade de Cascavel-PR, realizando vistorias com o auxílio do VANT, com o propósito de verificar a incidência em fachadas com revestimento cerâmico.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi realizado em Cascavel-PR, na área urbana central, visto que é nessa área concentra a maior quantidade de edifícios, muitos desses com altura superior a 23,0 metros, o que corresponde à aproximadamente oito pavimentos. Para tanto, três considerações foram observadas durante a seleção das unidades de estudo: a primeira consideração refere-se ao tipo de revestimento utilizado nas fachadas, onde optou-se por selecionar apenas edificações que fossem revestidas com material cerâmico, sendo prioridade de escolha os edifícios que continham todas as fachadas revestidas. Como segunda consideração, observou-se a altura das edificações, sendo selecionadas aquelas classificadas, de acordo com o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CSCIP) do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, em medianamente altas ou altas, ou seja, com altura superior a 23,0 metros.

A terceira consideração foi a realização de uma visita nessas edificações, com o propósito solicitar autorização para que pudesse fazer parte da amostragem. Foram escolhidos 02 edifícios para fazer parte da análise, considerando os que apresentavam maior quantidade de manifestações patológicas, visíveis a olho nu, em suas fachadas.

A Figura 01 apresenta a localização das edificações utilizadas nesse estudo, nomeadas com as letras A e B, a fim de preservar seus verdadeiros nomes.

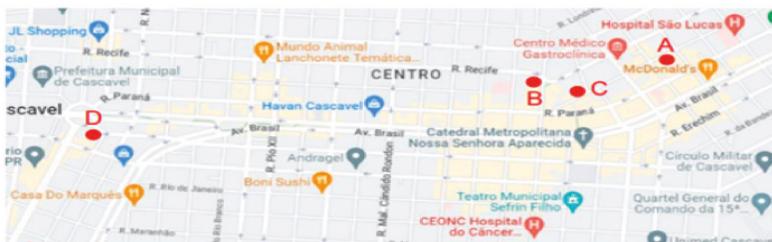


Figura 01 – Localização dos Edifícios - (Adaptado de GOOGLE MAPS, 2023).

Para caracterizar as edificações, desenvolveu-se um checklist, que foi preenchido individualmente, onde foram anotadas algumas informações importantes para caracterizar o edifício, como nome, endereço, número de pavimentos, tipo de sistema construtivo e abrangência do revestimento cerâmico em cada fachada. As fachadas de cada edificação foram nomeadas, de acordo com a posição solar, em Fachada Norte, Fachada Sul, Fachada Leste e Fachada Oeste.

Outra etapa da coleta de dados consistiu em entrevista com o síndico responsável por cada edificação, a fim de obter informações pertinentes ao edifício e aos processos de manutenção e reparo das fachadas. As perguntas tinham o intuito de identificar problemas patológicos nas fachadas relatados pelos condôminos, a ocorrência de processos de manutenção nas fachadas, identificando, caso tenham ocorrido, quantos e quais processos, assim como quando foram realizados e quantos processos de reparo foram feitos.

A vistoria técnica consistiu na coleta de imagens de todas as fachadas de cada edificação. As imagens foram obtidas utilizando um VANT do tipo multirrotor, modelo DJI Mavic V2 Pro, ilustrado na Figura 02. Este equipamento possui uma câmera, com resolução de 20 megapixels, acoplada em sua carcaça, e um peso de 907 gramas.



Figura 02 – VANT DJI Mavic V2 Pro.

O VANT utilizado, enquadrado na Classe 3, já estava devidamente cadastrado na ANAC e possuía seguro com cobertura de danos a terceiros, não sendo preciso a autorização do DECEA devido ao fato do equipamento, durante o voo, ter permanecido no perímetro da edificação, ou seja, fora da área pertencente ao espaço aéreo brasileiro. Como essa pesquisa foi realizada em unidades residenciais multifamiliares, a autorização para o voo foi solicitada apenas ao síndico, através da carta de consentimento.

Em relação ao planejamento do voo, optou-se pela forma de operação VLOS, na qual o operador manteve contato visual com o VANT durante todo o levantamento. Quanto à linha de voo do VANT, deu-se prioridade ao caminharmento do tipo vertical (Figura 03) devido à facilidade de distinguir em qual pavimento e prumada a imagem foi captada, além de facilitar a visualização do plano da fachada.



Figura 03: Opções de direções do caminharmento.

Foram obtidas imagens de cada pavimento do alinhamento, de forma que ocorresse a sobreposição entre elas. Nos pontos da fachada localizados próximos à altura dos olhos, utilizou-se o aparelho celular para captura das imagens. Após a realização do voo, as imagens passaram por processo de seleção em que as redundantes foram excluídas e todas as demais foram analisadas.

Inicialmente, verificou-se as tipologias de manifestações patológicas em cada fachada de cada um dos edifícios. Na sequência, foram analisadas as tipologias de manifestações patológicas em cada edificação, com o intuito de demonstrar qual delas foi mais incidente no edifício. Com o intuito de averiguar se a exposição solar das fachadas possuía relação com a ocorrência das manifestações patológicas, foram comparadas as direções leste e oeste de cada edificação, assim como as direções sul e norte.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização das edificações

#### *Edificação A*

A edificação A tem 14 anos. É composta por 18 pavimentos padrão mais térreo e subsolo, sendo o sistema construtivo do tipo alvenaria convencional, a arquitetura é composta por planos de fachadas com alinhamentos distintos entre si, os quais revestidos com pastilhas cerâmicas, nas tons azul escura, verde escura ou amarela.

Para facilitar a análise, desenvolveu-se um croqui da edificação, em que cada um dos 26 planos de fachadas foi nomeado com a letra inicial da posição solar à qual se refere e uma numeração, conforme apresentado na Figura 04.

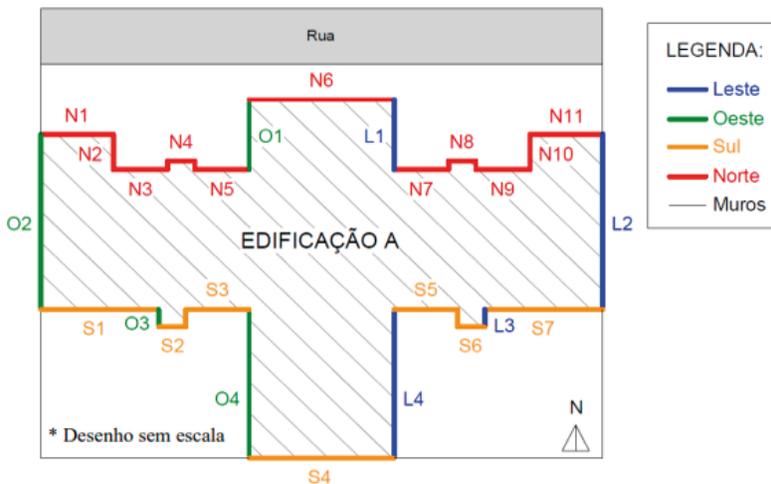


Figura 04 – Croqui da Edificação A.

Foi constatado que a edificação A passou por um processo de manutenção em maio de 2014. Na ocasião, o edifício, com cinco anos de idade, recebeu manutenção nas pastilhas cerâmicas, as quais foram lavadas, e aquelas que apresentavam descolamento foram substituídas. Além disso, as juntas de assentamento foram tratadas com produtos impermeabilizantes. Contudo, o serviço foi interrompido devido a falhas de execução por parte da empresa prestadora de serviço. No período em que a manutenção foi realizada, o síndico relatou reclamações dos moradores a respeito de infiltrações interna aos apartamentos e pastilhas cerâmicas descoladas nas fachadas.

## Edificação B

A edificação B foi concluída em agosto de 1999, possui 23 anos. É composta por 17 pavimentos padrão mais térreo e subsolo, sendo o sistema construtivo do tipo alvenaria convencional. Sua geometria é composta por diferentes alinhamentos de fachadas, em que algumas são revestidas com pintura e outras com pastilhas cerâmicas, nas cores azul escura e branca de acordo com o observado na Figura 05.

REVESTIMENTO FACHADAS	PINTURA	PASTILHA CERÂMICA	
		AZUL ESCURA	BRANCA
NORTE	-	N1, N5 E N9	N2, N3, N4, N6, N7 E N8
SUL	S1, S2, S3	-	-
OESTE	O5	O4	O1, O2 E O3
LESTE	L5	L4	L1, L2 E L3

Figura 05 - Revestimento utilizado em cada plano de fachada da Edificação B.

A Figura 06 apresenta o croqui da edificação, em que cada plano de fachada, no total de 22, foi nomeado com a letra inicial da posição solar à qual se refere e uma numeração. É importante destacar que todas as fachadas revestidas em pintura, com exceção da S2, possuem pequenos detalhes arquitetônicos em pastilha cerâmica da cor azul escura, localizados na porção superior da edificação.

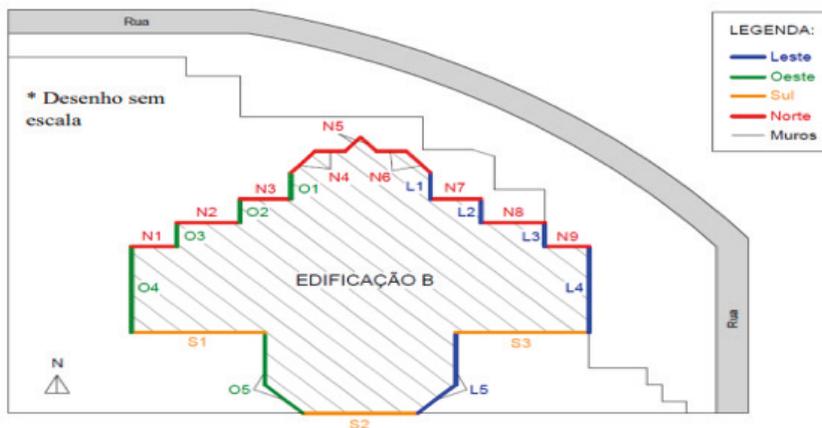


Figura 06 – Croqui da Edificação B.

Outra particularidade desta edificação refere-se a seus muros, em que as faces voltadas para o passeio público possuem revestimento de pastilha cerâmica, de cor azul escura, e constituem alinhamentos diferentes entre si, conforme observado na Figura 07.



Figura 07 - Face externa dos muros da edificação B.

Quanto às intervenções realizadas no edifício, as fachadas não foram submetidas a nenhum processo de reparo. Apenas um serviço de manutenção foi realizado, há aproximadamente dez anos, no qual as fachadas com pastilha cerâmica foram lavadas e as juntas de assentamento receberam tratamento com produto impermeabilizante. A equipe de manutenção da edificação relata a presença de manchas de umidade dentro de apartamentos, dos 11º, 14º e 17º pavimentos, principalmente nas paredes que contornam a unidade, voltadas para a direção norte.

### **Manifestações patológicas por edificação**

Nesta seção são apresentados e discutidos sobre as tipologias de manifestações patológicas encontradas em cada fachada das edificações, analisando, também, a resultante dos problemas no edifício.

#### *Edificação A*

De acordo com os levantamentos na edificação A, de forma geral, há a presença de manifestações patológicas que podem alterar o desempenho do imóvel, como as eflorescências e os descolamentos cerâmicos, e outras que só afetam a estética das fachadas, como as sujidades.

A Figura 08 apresenta as tipologias de manifestações patológicas encontradas em toda a edificação A e a incidência de cada uma, de acordo com o número de planos de fachada que acometem.

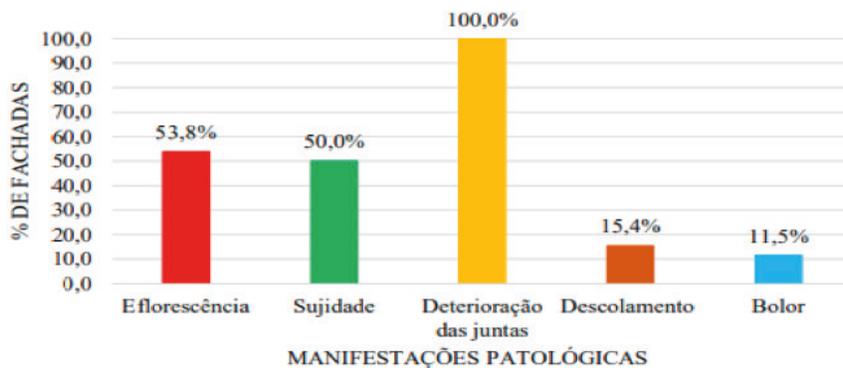


Figura 08 - Tipologias de manifestações patológicas no Edifício A.

É importante verificar que 100% dos planos de fachadas possuem juntas deterioradas. Essa manifestação patológica é significativa nas platibandas, onde percebe-se uma quantidade significativa das juntas de assentamento das placas cerâmicas sem o rejunte, como no caso dos planos de fachada L2, S4 e O1. Em outros planos de fachadas, como o N6, N11, S1 e S4, a presença de juntas deterioradas é notada, além da platibanda, abundante ao longo de toda a fachada.

Outra tipologia de manifestação patológica com grande incidência é a eflorescência, que aparece em 53,8% dos planos de fachada da edificação A, apresentando-se na forma de véu, em cor esbranquiçada.

A direção norte, por exemplo, possui incidência considerável de eflorescência, principalmente os planos N6, N8, N9 e N11. Foram identificadas também regiões com descolamento da pastilha cerâmica. Em dois planos de fachadas houve a queda do revestimento, sendo eles o N7, em que o descolamento ocorreu no beiral do primeiro pavimento (Figura 09) e o S3, que apresentou o desprendimento de apenas uma pastilha cerâmica no balanço do 16° pavimento.

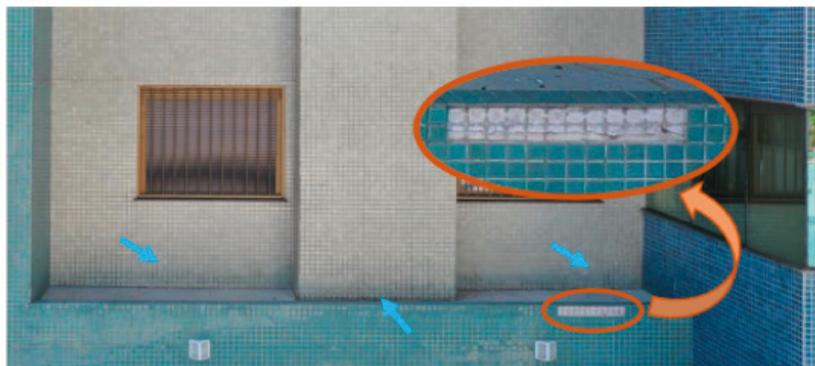


Figura 09 - Descolamento em N7 e região embolorada em N7, N8 e N9.

Já no plano N6 foi observado o estufamento e descolamento de reboco (Figura 10) no balanço do nono pavimento, e que ainda não provocou a queda do revestimento.

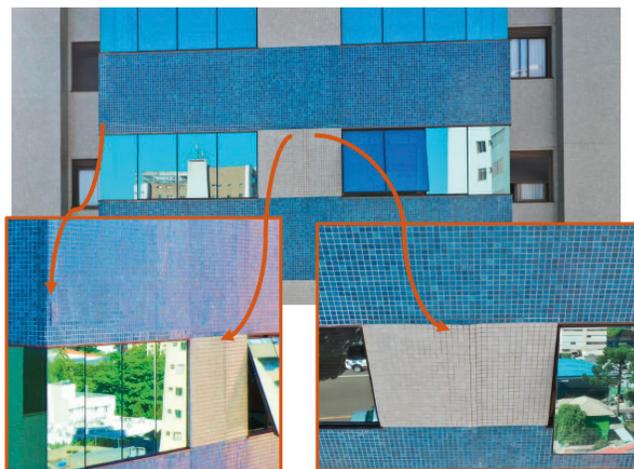


Figura 10 - Estufamento das pastilhas cerâmicas e descolamento de reboco em N6.

Observou-se regiões com emboloramento na direção norte, mais especificamente nos planos de fachadas N7, N8 e N9. Nesses planos, o bolor está localizado próximo à laje do beiral do primeiro pavimento.

A sujidade foi outra manifestação patológica encontrada na edificação A, presente em 50% de seus planos de fachadas. Nas regiões de aberturas, como as janelas, é possível perceber manchas de sujidade, com coloração escura e aspecto de escorrimento, embaixo dos peitoris, a exemplo de N1, N11 e S1, conforme pode ser observado na Figura 11. Além disso, alguns planos de fachadas apresentam sujidades nas juntas de assentamento, como N4, N8, L2 e L4.

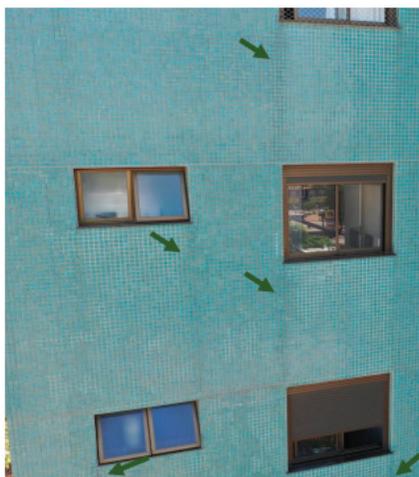


Figura 11 - Sujidade abaixo das janelas em S1.

Um fato a destacar é que, nas regiões protegidas por beirais, como os planos de fachadas S3 e S5, que possuem compartimentos para alocar aparelhos de ar-condicionado, foi verificado que as juntas de assentamento estão com aparência limpa e sem deterioração, se comparada àquelas em que a chuva incide diretamente na fachada.

A Figura 12 apresenta a incidência de cada tipologia de manifestação patológica nas quatro direções das fachadas.

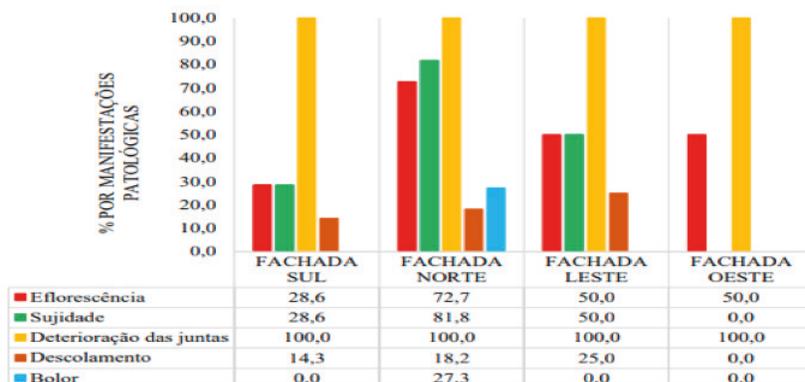


Figura 12 - Tipologias de manifestações patológicas por direção de fachada - Edifício A.

A deterioração das juntas é incidente em 100% dos planos de fachadas da direção sul. Além disso, essa direção também possui eflorescência, presente em 28,6% dos planos de fachadas, sendo esses S4 e S7. Em S4, por exemplo, a eflorescência foi observada principalmente nas arestas da platibanda (Figura 13).

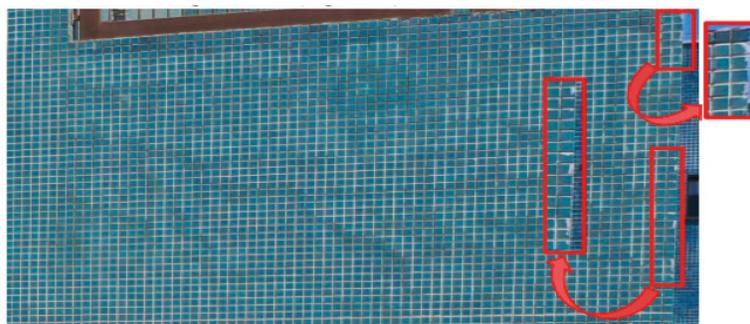


Figura 13 - Eflorescência em regiões de S4.

Já em S7, a sujidade foi percebida em uma pequena região no segundo e no 17º pavimento. A direção norte é a única que apresenta todos os cinco tipos de manifestações patológicas encontradas no edifício A. Juntas deterioradas, por exemplo, foram localizadas em todos os planos de fachadas da direção, seja somente na platibanda, como em N3, N4 e N5, ou ao longo de sua área, como em N6, N8 e N11.

Ainda, há uma parcela significativa, em torno de 82%, de planos de fachadas que apresentam sujidades, sendo essa a segunda tipologia de manifestação patológica com maior incidência na direção norte, estando presente em regiões abaixo dos peitoris das janelas e nas juntas de assentamento, conforme Figura 14.

Outra tipologia de manifestação patológica que afeta a direção norte é a eflorescência, presente em 72,7% dos planos de fachadas dessa direção, se apresentando em forma de pequenos véus com cor esbranquiçada, sendo vista principalmente em N6 e N9.

Em N6, por exemplo, foi localizada no primeiro e nos três últimos pavimentos, além da platibanda, conforme visto na Figura 14, em que é possível perceber que a eflorescência se manifesta em pequenos pontos, majoritariamente no lado esquerdo do plano. Já em N9, esse problema patológico é visível em sete pavimentos e na platibanda.

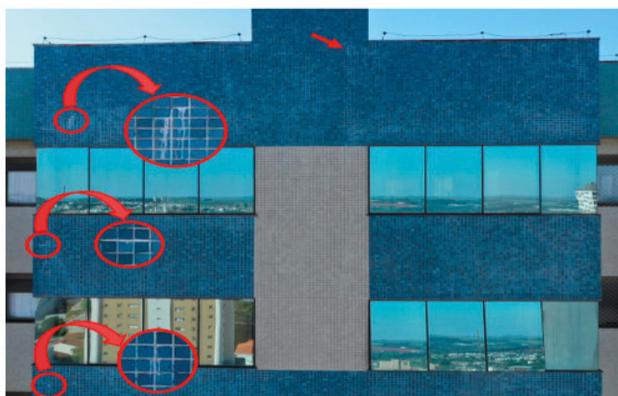


Figura 14 - Eflorescências no 17º e 18º pavimento e na platibanda de N6.

A direção oeste apresenta a menor incidência, comparada às outras direções, de tipologias de manifestações patológicas, possuindo apenas eflorescências e juntas deterioradas. O plano O4 apresenta a maior quantidade desse problema patológico, presente por toda a extensão da fachada, conforme ilustrado na Figura 15, em que as juntas com coloração escurecida demonstram as falhas de rejunte.

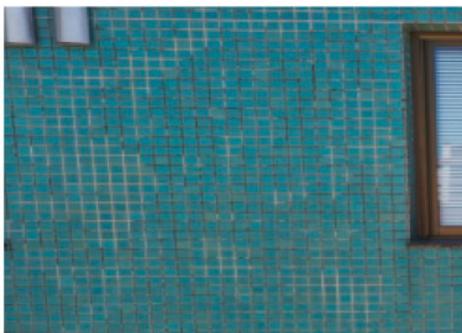


Figura 15 - Juntas deterioradas em região do 17º pavimento de O4

A eflorescência está presente em 50% dos planos de fachadas da direção oeste. Em O2, por exemplo, essa manifestação patológica está localizada em regiões do segundo pavimento, apresentando aspecto pulverulento e forma de véu, conforme a Figura 16.

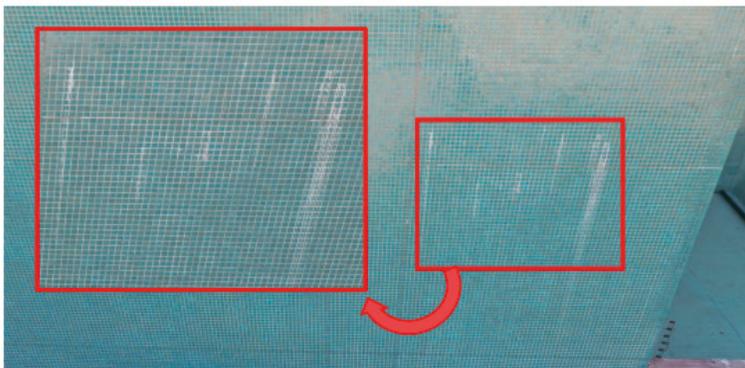


Figura 16 - Eflorescência localizada em O2

Quanto à direção leste, 100% dos planos de fachadas apresentam deterioração das juntas, sendo que em L1 e L2 afetam apenas regiões da platibanda e em L3 e L4 acometem, além da platibanda, locais ao longo do plano da fachada, com grande intensidade.

Em 50% dos planos de fachadas da direção leste foram visualizadas eflorescências, sendo eles L1 e L4. Em L1, por exemplo, a eflorescência se manifesta no primeiro, terceiro, oitavo e 17º pavimento, já em L4, a eflorescência está localizada em uma pequena região próxima à janela do quinto pavimento, conforme se verifica na figura 17.

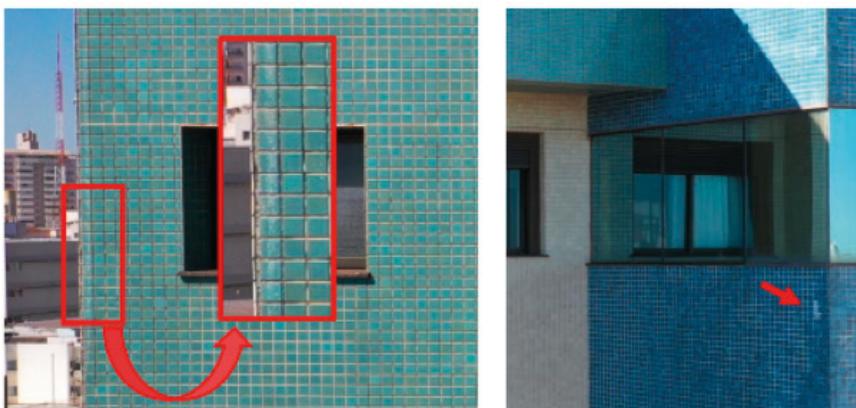


Figura 17 – Imagens das eflorescências na fachada leste.

## Edificação B

Na Edificação B de forma geral há a presença de manifestações patológicas que podem alterar o desempenho do imóvel, como as eflorescências, e outras que só afetam a estética das fachadas, como as sujidades. A Figura 18 apresenta a incidência das tipologias de manifestações patológicas encontradas no edifício B e o número de planos de fachada que acometem.

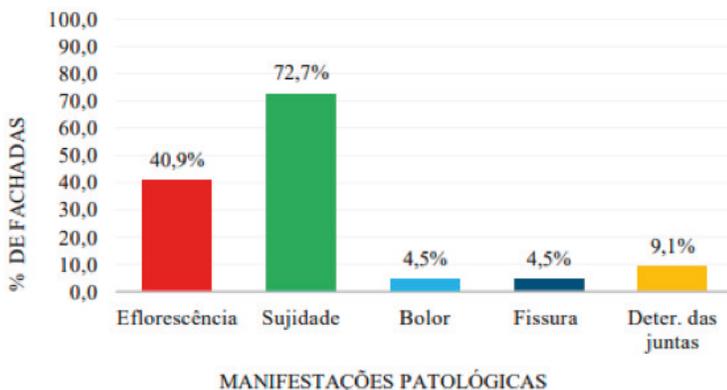


Figura 18 - Tipologias de manifestações patológicas no Edifício B.

A sujidade é a tipologia de manifestação patológica com maior ocorrência no edifício B, presente em 72,7% dos planos de fachadas, majoritariamente nas fachadas principais, ou seja, aquelas voltadas para as vias públicas, e não necessariamente nos demais planos de fachadas.

As eflorescências foram localizadas em todas as direções, afetando 40,9% dos planos de fachadas. Na direção sul, por exemplo, é possível observar esse problema patológico em todos os planos de fachadas, ao contrário do que acontece na direção oeste, que só apresenta um alinhamento com eflorescência. A eflorescência, de forma geral, se mostra presente nas juntas de assentamento das placas cerâmicas, possuindo coloração esbranquiçada.

Foi possível constatar que as fachadas revestidas com pastilha cerâmica na cor azul escura apresentam uma proporção superior de eflorescências se comparado às sujidades, sendo o inverso observado nas fachadas revestidas com pastilhas na cor branca. Uma possível explicação seria o contraste entre as tonalidades, ou seja, as pastilhas de cor escura dão maior contraste com a cor branca da eflorescência, sendo fácil identificá-las. Já as pastilhas brancas não contrastam com a eflorescência, por serem da mesma cor, mas sim com as sujidades, devido ao fato destas apresentarem coloração escura.

Nesse sentido, foi possível identificar regiões com eflorescência em todas as fachadas com revestimento escuro e em nenhuma com revestimento branco. Na Figura 19 é possível visualizar o contraste da sujidade com as pastilhas da cor azul escura e branca.

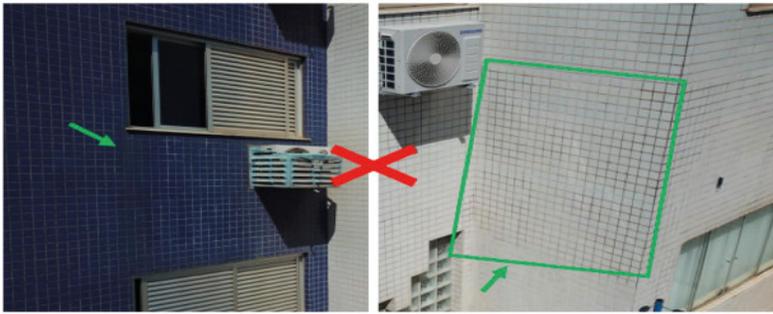


Figura 19 - Contraste entre a pastilha cerâmica de cor escura e a sujidade em pastilhas de cor clara.

A presença de eflorescências foi identificada nos planos próximos à entrada social, e ainda uma região com estufamento do revestimento cerâmico na região da entrada de veículos e próximo a piscina do condomínio, conforme Figura 20.



Figura 20 - Eflorescências nos muros e Estufamento do revestimento cerâmico no muro da edificação B.

A Figura 21 apresenta a incidência das tipologias de manifestação patológica em cada direção de fachada.

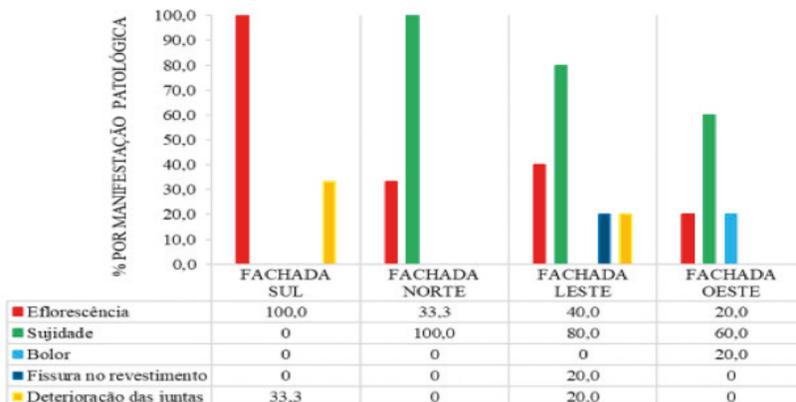


Figura 21 - Manifestações patológicas por direção de fachada - Edificação B.

Na direção oeste, a sujidade é a manifestação patológica mais incidente, estando presente em 60% dos planos de fachadas. Em O3, observa-se que as juntas de assentamento das pastilhas cerâmicas apresentam-se com sujidade, mas somente até a altura do sétimo pavimento. Uma região com bolor foi constatada também na direção oeste (O3), localizada próximo ao ar-condicionado do nono pavimento, sendo esse o único local do edifício que apresentou essa tipologia de manifestação patológica, conforme se verifica na Figura 21.

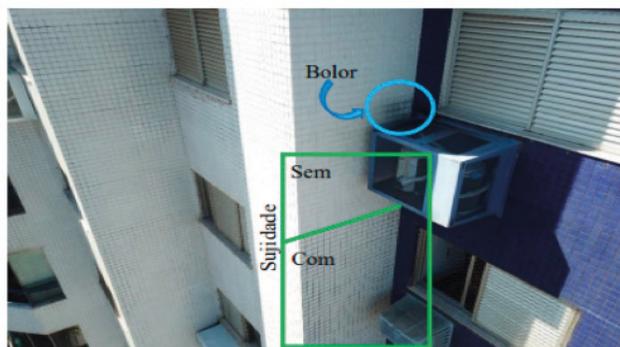


Figura 21 - Sujidades e região embolorada no plano de fachada O3.

A eflorescência também foi visualizada em apenas um plano de fachada da direção oeste, na platibanda de O4. Quanto à direção sul, como as fachadas são revestidos majoritariamente por pintura, o estudo se concentrou apenas nos detalhes arquitetônicos presentes nas fachadas S1 e S3. Neste sentido, identificaram-se regiões com eflorescência, em ambas as fachadas, e um ponto com deterioração das juntas na fachada S1 (Figura 22).

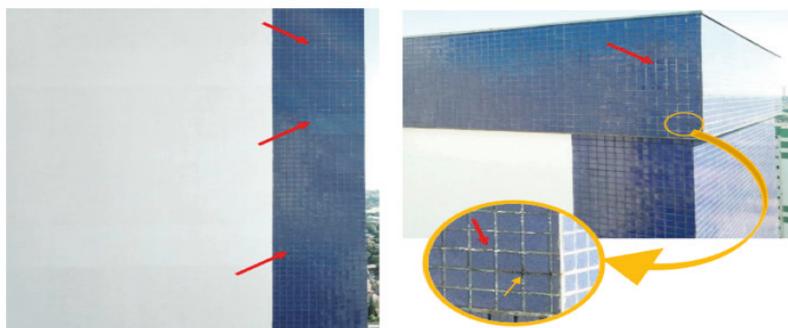


Figura 22 – Eflorescências e deterioração das juntas na fachada S1.

Na direção norte foi observado, em todas as fachadas, sujidade nas juntas de assentamento, sendo evidente abaixo do peitoril das janelas e dos aparelhos de ar-condicionado, com aspecto de escorrimento. A eflorescência também foi verificada na direção norte, incidindo em 33,3% dos planos de fachadas dessa direção. Em N1, localiza-se abaixo do ar-condicionado do 11º pavimento. A Figura 23 apresenta estas manifestações.



Figura 23 - Sujidade nas fachadas N3 e N4 e Eflorescência em N1.

A direção leste é a que apresenta o maior número de manifestações patológicas, com a presença de quatro das cinco tipologias encontradas na edificação B. A sujidade, por exemplo, incide em 80% dos planos de fachadas da direção leste, sendo eles L1, L2, L3 e L4.

Em L1, observou-se manchas de sujidade, abaixo dos guarda-corpos metálicos dos balanços, além de deterioração das juntas de assentamento na sacada do 13° e do 15° pavimento tipo. Já no plano de fachada L3, além da sujidade, identificou-se uma pastilha cerâmica com a face fissurada, na altura do sexto pavimento. Em L4 a sujidade se apresenta em manchas escuras, com aspecto de escorrimento, no entorno da placa metálica que traz a identificação do edifício, conforme se verifica na Figura 24.



Figura 24 - Deterioração da junta, e fissura nas placas cerâmicas presente na fachada L1 e Eflorescência e sujidade na N9 e fissura na L3.

### *Comparação entre as fachadas das direções leste e oeste*

Considerando que as fachadas que estão nas direções leste e oeste são as que recebem incidência solar nas primeiras e nas últimas horas do dia, respectivamente, devido à direção do nascer e do pôr do sol, essas serão utilizadas como comparação entre as edificações.

Na edificação A, por exemplo, não há como afirmar a predominância de alguma manifestação patológica, nas direções leste ou oeste. Porém, é fato que as pastilhas cerâmicas da direção leste, principalmente na fachada L2, que recebe a incidência dos raios solares por toda sua área durante boa parte do período da manhã, apresentam tonalidade diferente, com cor desbotada e aparência mais desgastada, se comparada às pastilhas com mesma coloração dispostas nas fachadas norte e sul, conforme observado na Figura 25.



Figura 25 - Comparação entre o revestimento de L2 e de S4.

Na Edificação B também é perceptível a diferença da aparência do revestimento da direção leste, principalmente em L4, se comparado ao das direções sul e norte, por exemplo. A Figura 26 ilustra a diferença de tonalidade, sendo possível perceber a cor desbotada das pastilhas cerâmicas em L4 se comparada à N1.

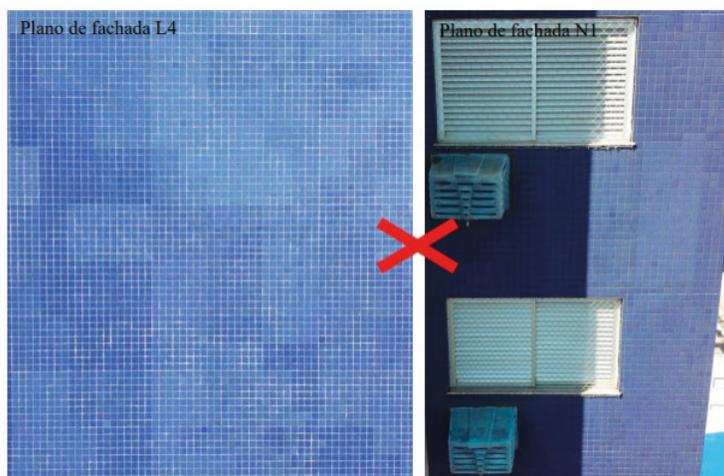


Figura 26 - Comparação entre o revestimento de L4 e de N1.

O revestimento cerâmico de coloração mais escura terá maior mudança de tonalidade, ou seja, será mais perceptível o desbotamento, em comparação aos revestimentos com coloração mais clara, ambos estando na mesma direção. Isso é visível ao analisar os demais planos de fachadas da direção leste, revestidos com pastilhas cerâmicas da cor branca, em que o revestimento não perdeu a tonalidade cor.

#### *Comparação entre as fachadas das direções norte e sul*

No que se refere à fachada norte, essas possuem a maior probabilidade de apresentarem tipologias de manifestações patológicas influenciadas pela insolação, somado ao fato da cidade de Cascavel-PR se encontrar em uma região com elevada incidência solar. Ao analisar as tipologias de manifestações patológicas nas fachadas da edificação A, observou-se que apenas a direção norte apresentou a ocorrência de bolor. Isso ocorreu em três dos 11 planos dessa direção.



Figura 27 - Ocorrência de bolor na região da direção norte – Edificação A.

Considerando que a direção norte recebe a maior exposição diária dos raios solares, espera-se que haja mais iluminação e menos umidade, dificultando a proliferação do bolor. Porém, não é possível estabelecer uma relação direta entre a presença de bolor nos planos de fachada da direção norte e a posição solar. Contudo, o que se pode deduzir é que a região embolorada está localizada próxima a uma laje, passível de acumular água e dificultar a dissipação da umidade, criando assim um ambiente favorável para a colonização dos fungos.

A sujidade, apesar de ter apresentado a maior incidência na direção norte e menor na sul, não está necessariamente relacionada com a exposição solar, uma vez que sua ocorrência depende de outros fatores ambientais, como a poluição atmosférica e a proximidade com fontes de sujeiras. Assim como a sujidade, as eflorescências, na edificação A, também possuem maior incidência na direção norte e menor na direção sul. Contudo, não é possível relacionar esse problema à posição solar, uma vez que sua ocorrência depende de fatores como a composição química e a umidade infiltrada nos materiais utilizados na construção, e a capacidade de transporte dos sais através dos poros do material.

No que diz respeito à edificação B, a direção norte apresenta a maior incidência de sujidade, à medida que 100% de seus planos de fachadas contêm essa manifestação patológica. Nessa edificação a direção norte B também é caracterizada por estar próxima a via pública, estando mais exposta, se comparado às demais fachadas, à poluição expelida pelos veículos. Como os planos de fachadas da direção norte apresentam janelas, a sujidade pode se acumular nos peitoris e, com a ação da chuva, suas partículas são arrastadas, formando as manchas escurecidas, como pode ser observado na Figura 28.



Figura 28 - Sujidades na direção norte da Edificação B.

Além da sujidade, também se observou regiões com eflorescência nos planos de fachadas da direção norte, contudo, essa tipologia de manifestação patológica não pode ser relacionada somente à exposição solar. Quanto à direção sul da edificação B, é observada uma maior ocorrência de eflorescências e juntas deterioradas, se comparada às demais direções, sendo a platibanda o elemento mais afetado. Tal fato pode ser associado à ação da chuva, considerando que a platibanda recebe a água em ambas as faces, somada à posição dos planos de fachadas sul, que ganham pouca incidência de raios solares durante o dia, fazendo com que esses elementos retenham umidade, favorecendo a formação de eflorescências e a degradação das juntas de assentamento.

## Considerações quanto ao uso do VANT

De maneira geral, o uso do VANT para realização de inspeções prediais é uma técnica vantajosa. Uma das vantagens em utilizar o VANT é o fator tempo, ou seja, é possível capturar uma quantidade considerável de fotografias em um curto espaço de tempo. As vistorias realizadas nesse estudo duraram, em média, duas horas e meia em cada edificação, considerado o voo propriamente dito e os ajustes necessários, como a calibragem do equipamento e a troca de baterias. Mas, a carga das baterias pode ser considerada um empecilho, devido ao fato de que, dependendo das condições climáticas e da área de fachadas vistoriada, ser necessário uma recarga.

A economia de recursos pessoais e de equipamentos e ferramentas também podem ser consideradas uma vantagem, já que não é necessário a utilização de andaimes, cadeirinhas ou outros acessórios para auxiliar nas em áreas de elevadas alturas.

Outra vantagem diz respeito à qualidade das imagens. As imagens das manifestações patológicas obtidas nesse estudo foram de qualidade superior e com nitidez suficiente para as análises, mesmo considerando as de difícil visualização. O VANT também dispõe de câmara que pode ser ajustada de forma a capturar melhor e com mais nitidez as imagens. No caso das fachadas, o equipamento permitiu que houvesse ajuste para capturar imagens com angulação em relação ao plano da fachada.

Outro parâmetro que deve ser observado durante a vistoria é a distância entre o equipamento e o objeto, de maneira que quanto mais perto o VANT estiver do plano de fachada, maior a riqueza de detalhes da imagem. Durante a vistoria percebeu-se que a distância ideal é entre dois metros, para garantir a segurança do equipamento, e cinco metros, para que seja possível aplicar zoom na imagem sem perder a nitidez. Porém parâmetros como intensidade do vento e vizinhança devem também ser analisados.

Quanto ao espaço para a decolagem e o pouso do VANT, podem ser considerados como vantagens em utilizá-lo, devido à possibilidade de iniciar o voo em lugares com pouco espaço livre, desde que se garanta a segurança do equipamento, mantendo-o distante, no mínimo, dois metros de obstáculos físicos. Na edificação C, por exemplo, a decolagem e o pouso do VANT, para realizar o levantamento nos planos de fachada da direção oeste, foram realizados em uma pequena área próxima a esses planos, conforme observado na Figura 29.

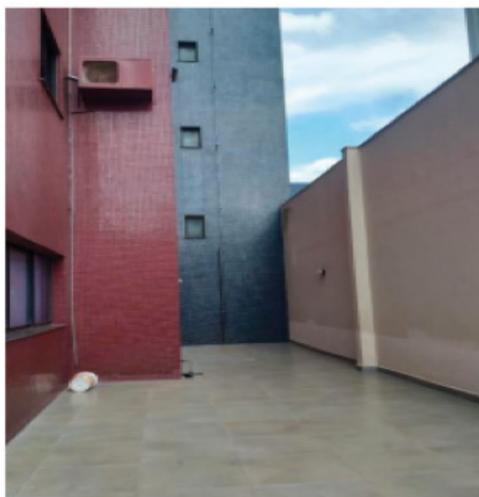


Figura 29 - Espaço de pouso e decolagem do VANT na edificação C.

O VANT pode ser considerado um equipamento eficiente, contudo, o operador é uma figura central, pois será o responsável por contornar as adversidades que podem surgir durante o voo. A perda de sinal do VANT com o operador, por exemplo, é comum de acontecer quando o levantamento é realizado próximo a áreas com interferência de sinal, devido a uma aglomeração de dispositivos de rede. Tal fato ocorreu durante a varredura pelo plano de fachada O4 da edificação B, em que o piloto precisou retomar o sinal para continuar o levantamento.

As condições climáticas também interferem no voo, de forma que este não pode ser realizado em dias chuvosos e com ventos fortes, a fim de garantir a segurança do equipamento e das pessoas próximas. A cidade de realização do estudo, por exemplo, é caracterizada por apresentar ventos de alta intensidade, que podem dificultar, em alguns momentos, o levantamento com o VANT.

Além das condições ambientais, também se têm o efeito da turbulência do vento em regiões entre edificações próximas e de elevadas alturas, conhecido como Efeito Venturi, que consiste no afunilamento das correntes de vento entre dois objetos, de maneira que a massa de ar flui com uma maior velocidade, dificultando o controle sobre o equipamento (BRANDÃO, 2020). Esse efeito foi percebido durante a tentativa de voo pelo plano de fachada O4 da edificação C, devido ao fato desse alinhamento estar a uma distância pequena de uma edificação vizinha, conforme observado na Figura 30, não sendo possível, portanto, realizar a vistoria desse plano de fachada, a fim de preservar e manter a segurança do equipamento.



Figura 30 - Edificação C em relação à vizinha.

Outras adversidades podem dificultar, ou até mesmo impedir, a realização do voo, é a presença de obstáculos físicos próximos às fachadas, conforme visualizada na Figura 31. Na edificação A, por exemplo, uma vegetação próxima à fachada S4 impediu a captura de imagens, com o VANT, da porção inferior deste plano. Outro exemplo também é a presença de fiação da rede elétrica próxima aos seus planos de fachada, que não impediu a realização do voo, mas exigiu experiência do piloto para realizar o levantamento de forma a manter a segurança do equipamento e das pessoas próximas.



Figura 31 - Vegetação próxima às fachadas da direção sul na edificação e Fiação da rede elétrica próxima aos planos de fachadas da direção norte.

Apesar das vantagens, a utilização do VANT para realizar inspeções prediais ainda é uma pouco utilizada. Porém, o cenário está sofrendo mudanças devido ao incremento de empresas especializadas nessa metodologia em todo o país. Empresas estão se especializando e investindo em equipamentos modernos para realizar vistorias e manutenções mais especializadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa possibilitou analisar a frequência de cada tipologia de manifestação patológica, sendo que, nos edifícios analisados, observou-se que a eflorescência, a deterioração das juntas e a sujidade são as que mais acometem as fachadas com revestimento cerâmico.

Quanto à posição solar das fachadas, não é possível relacioná-las com as tipologias de manifestações patológicas encontradas, uma vez que cada edificação estudada apresenta suas particularidades. No entanto, observou-se que a face dos revestimentos cerâmicos posicionados na direção leste tende a sofrer deterioração do esmalte, resultando na aparência desbotada das pastilhas, podendo tal fato ser associado com a incidência dos raios solares nessas regiões durante o período matutino.

Considerando que a presença das manifestações patológicas nas fachadas pode causar desconforto estético e insegurança aos usuários, é de grande valia a realização periódica de manutenções.

Quanto à metodologia, pode-se afirmar que o modelo de VANT utilizado traz benefícios à vistoria predial, de maneira que essa se torna menos onerosa, em quesitos monetários e de pessoal, se comparado às técnicas tradicionais. Além disso, é possível visualizar a incidência de manifestações patológicas por toda a extensão da edificação. Portanto, ao associar a metodologia com a periodicidade das vistorias, têm-se subsídios para definir a conduta a ser tomada, de maneira a solucionar os problemas patológicos, contribuindo para elevar os níveis de desempenho da edificação, além de majorar sua durabilidade e vida útil.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, G. Inspeção predial de fachadas com drones à luz da ABNT NBR 5674:2012. Viva o condomínio. 2018. Disponível em: [https://vivacondominio.com.br/ptype\\_news/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luzda-abnt/](https://vivacondominio.com.br/ptype_news/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luzda-abnt/). Acesso em: 28 jan. 2022.
- BRANDÃO, H. Identificação de manifestações patológicas em fachadas por meio de VANTS – aplicação ao prédio novo da engenharia. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2020.
- COSTA, M. S. Identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica. 2014. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- GRANEMANN, E. Novos tempos nos céus do Brasil. Revista Técnica de Avaliações e Perícias, Curitiba, n. 1, 1. ed., p. 24-26, julho 2017.
- LISBOA, D. W. B. et al. Utilização do VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações. In: Congresso Técnico e Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018, Maceió.
- MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/246, São Paulo, p. 1-27, 1999.
- MORAIS, L. S. de; SILVA, P. C. M. da; MEDEIROS, W. D. de A. Análise do processo de verticalização na área urbana do município de Mossoró-RN: aspectos jurídicos e ambientais. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 171- 182, jul./dez. 2007.
- PADILHA JR, M. et al. Levantamento quantitativo das patologias em revestimentos cerâmicos em fachadas de edificações verticais na cidade de João Pessoa – PB. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa.
- SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil); Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- TONDELO, P. G.; BARTH, F. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 10, p. e019009, fev. 2019, ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817>. Acesso em: 02 jun. 2022.