https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.008

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

AVALIAÇÃO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS ESCOLARES POR MEIO DE INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS: ESTUDO DE CASO EM PELOTAS/RS

Vitória Silveira da Costa[1]*, Ariela da Silva Torres[1]
*Autor de contato: vitoriascosta@yahoo.com.br

[1] Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

RESUMO

O trabalho tem como objetivo avaliar o estado de degradação de fachadas de edifícios escolares por meio da quantificação das manifestações patológicas. Para realizar a avaliação este estudo foi dividido em levantamento visual e fotográfico, mapeamento de manifestações patológicas e posterior aplicação de Método de Mensuração de Degradação (MMD) e Índice de Performance do Elemento (IP). Além disso, foi realizada a padronização dos resultados – usando a média entre os métodos para classificação do nível de degradação. Avaliou-se o estado de degradação de quatro fachadas de edificações localizadas na cidade de Pelotas/RS. Como resultados do mapa de danos, o dano mais recorrente foi a sujidade. Na aplicação do MMD conclui-se que o fator de dano total das fachadas é de 21,26%; 11,31%, 15,52% e 15,76% sendo os danos mais recorrentes as manchas de umidade, mofo e bolor. Quanto ao IP foi possível observar que o maior valor foi alcançado nas fachadas 1 e 4, sendo os maiores valores relacionadas a umidade foram. Avaliando as fachadas das edificações em função dos níveis de desempenho, o dano médio entre os métodos de todas as fachadas ficou enquadrado no nível de degradação bom (abrangência de danos de 6 a 16%).
Palavras-chave: manifestações patológicas, conservação, fachada.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the state of degradation of school building facades through the quantification of pathological manifestations. To carry out the evaluation, this study was divided into visual and photographic survey, mapping of pathological manifestations and subsequent application of the Degradation Measurement Method (MMD) and Element Performance Index (IP). In addition, the results were standardized – using the average between the methods to classify the level of degradation. The state of degradation of four facades of buildings located in the city of Pelotas/RS was evaluated. As a result of the damage map, the most recurring damage was dirt. In the application of the MMD, it is concluded that the total damage factor of the facades is 21.26%; 11.31%, 15.52% and 15.76%, with the most frequent damage being moisture stains, mold and mildew. As for the IP, it was possible to observe that the highest value was reached on facades 1 and 4, with the highest values related to humidity. Evaluating the facades of the buildings in terms of performance levels, the average damage between the methods of all facades was classified in the good degradation level (damage range from 6 to 16%).
Keywords: pathological manifestations, conservation, facades.

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas têm sido objeto constante de estudo em diversos setores acadêmicos relacionados a construção civil. Seja com relação ao desenvolvimento de novos materiais, concepção de novas técnicas construtivas ou através da pesquisa e da caracterização dos diversos tipos de manifestações, é inegável o fato de que o assunto tem ganhado cada vez mais importância no meio. Segundo Silva (2014), a grande incidência de manifestações patológicas em sistemas construtivos e, especificadamente, em revestimentos de fachadas, é notória, apesar dos avanços tecnológicos na construção civil, causando desconforto físico e estético aos usuários.

Com relação às fachadas, é necessário que se tenha redobrada atenção, pois conforme definido por Pinheiro (2016), a fachada é a primeira barreira protetora contra os agentes atmosféricos atuantes em um edifício e apresenta, ao longo de sua vida útil, anomalias decorrentes desta proteção. Com o passar do tempo, é natural o desgaste do elemento, e a velocidade de queda de desempenho, depende dos tipos de mecanismos de degradação, de fatores de propagação e de suas intensidades.

A análise do estado de degradação pode ser realizada por meio de métodos de diagnóstico realizados nas fachadas. Os métodos envolvem ensaios in loco durante a inspeção do edifício ou durante análises posteriores após a primeira inspeção. Esses ensaios complementares podem ser necessários para caracterizar a gravidade, extensão e progressão dos defeitos, bem como para confirmar as prováveis causas dos danos. Além disso, alguns métodos de diagnóstico são úteis para avaliar a eficácia das ações de reparo. No entanto, qualquer método de diagnóstico incorpora algum grau de incerteza devido a vários fatores, como a representatividade da amostra (Brito *et al.,* 2020).

Nesse contexto, algumas alternativas têm sido propostas para avaliar as manifestações patológicas em fachadas de edifícios. Entre as alternativas, pode-se citar o Método de Mensuração de Degradação (MMD) e o Índice de Performance do Elemento (Ip) (Taguchi, 2010; Silva, 2014; Bersch *et al.*, 2016; De Souza *et al.*, 2016; Bauer *et al.,* 2020; Costa *et al.* (2020); Costa e Torres (2020); Costa e Torres (2021); Costa, Silveira e Torres (2021)). Esses métodos são baseados em análises quantitativas para determinar danos em fachadas e têm como principais vantagens a medição da degradação por fatores numéricos, não dependendo apenas da acuidade visual. O MMD estabelece uma correlação entre os valores quantitativos denominados índices de degradação, que medem os danos às fachadas (Bauer, De Souza e Piazzarollo, 2020). No MMD são quantificadas as áreas danificadas e realizados os cálculos do fator de dano (FD), fator de dano – total (FDt), fator de dano de região (FDr), coeficiente de correção das regiões (CCr) e do fator de dano da região corrigido (FDrc). O Ip propõe um modelo de avaliação dos danos através de parâmetros de desempenho. O grau de deterioração é determinado através de quadros pré-estabelecidos considerando-se a importância relativa do elemento, intensidade dos danos e sua extensão (Taguchi, 2010). Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o estado de degradação de fachadas de edifícios escolares por meio da quantificação das manifestações patológicas, utilizando indicadores qualitativos e quantitativos.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi dividido em levantamento visual e fotográfico, mapeamento de manifestações patológicas e posterior aplicação de MMD e Ip. Adicionalmente, uma explicação mais detalhada da padronização dos resultados – usando a média entre o mapa de danos, MMD e Ip – é apresentada no artigo de Costa, Silveira e Torres (2021).

Para a realização do presente do estudo foram escolhidos quatro imóveis com uso institucional os quais abrigassem escolas municipais e/ou estaduais da rede pública de ensino localizados na região central de Pelotas (Figura 1) com apenas 1 pavimento. As fachadas possuem orientação solar conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Endereço e orientação solar objetos de estudo

Nº de identificação da fachada	Endereço	Orientação solar
1	Rua Barão de Santa Tecla, nº 617	Sudeste
2	Rua Barão de Santa Tecla, nº 587	Sudeste
3	Rua Gonçalves Chaves, nº 712	Noroeste
4	Rua Francisco Xavier Ferreira, nº 2	Noroeste

Fonte: os autores.

Figura 1 – Fachada objetos de estudo



(1)



(2)



(3)



(4)

Fonte: autores.

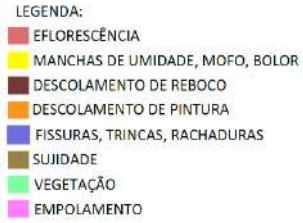
2.1 Mapa de Danos

Para construir o mapa de danos, seguiu-se a proposição de Tinoco (2009), que conceitua o mapa de danos como a representação gráfica fotográfica de todos os danos presentes em uma edificação. De acordo com Brito *et al.* (2020), o desenvolvimento de mapas de danos proporciona conhecimento qualitativo das principais anomalias e urgência das intervenções. Para realizar o

mapeamento das manifestações patológicas foram utilizados os softwares adobe Photoshop e AutoCAD para ajustar a perspectiva das fotografias e o desenho técnico das vistas. Assim, o mapa de danos foi considerado o método de referência.

Tendo em vista a falta de padronização sobre o mapa de danos no Brasil, foi estabelecida uma legenda de cores para as manifestações patológicas existentes nas fachadas, conforme Figura 2. Para a descrição dos danos no revestimento de argamassa de fachadas, a classificação proposta por Ioshimoto (1988), incluindo sujidade (considerando sua intensidade em vários edifícios).

Figura 2 - Legenda das manifestações patológicas



Fonte: autores

2.2 MMD

Após a etapa de construção do mapa de danos citado acima, foi aplicado um método de cálculo para medir os danos nas fachadas, o método utilizado foi o Método de Mensuração da Degradação (MMD). O MMD é uma metodologia formulada a partir de estudos de diversos casos de degradação de edificações e foi idealizada por pesquisadores do Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília – LEM/UnB. Por meio desse método, foi criada uma correlação entre os valores quantitativos denominados índices de degradação, que medem os danos às fachadas (Bauer *et al.,* 2020).

O MMD foi aplicado em várias etapas: ajuste do mapa de danos e sobreposição de malhas, quantificação das áreas danificadas, cálculo do fator de dano (FD) e fator de dano – total (FDt), divisão da fachada em regiões, cálculo do fator de dano de região (FDr), cálculo do coeficiente de correção das regiões (CCr) e cálculo do fator de dano da região – corrigido (FDrc). Para medir a degradação, foi feito o ajuste no mapa de danos, retirando da classificação a presença de sujidade e vegetação. A malha de 15x15 cm com ponto de origem na extremidade inferior esquerda foi sobreposta, adaptada ao método original pela redução da malha com o objetivo de resultados mais detalhados (Costa, Silveira e Torres (2021)).

2.3 IP

No Ip, proposto por Taguchi (2010), o processo se desenvolve quantitativa e qualitativamente, aspectos como: a classe de severidade do dano avaliado, o grau de dano do elemento avaliado, a extensão do dano avaliado e a urgência da intervenção são considerados. Inicialmente, quantificou-se a abrangência de ocorrência de cada um dos danos à fachada. Ressalta-se que os danos considerados por Taguchi (2010) são diferentes dos considerados no mapa de danos e, portanto, há variações na mensuração das áreas. A manifestação patológica de sujidade foi desconsiderada. Além disso, foram agrupados em destacamentos: os descolamentos de reboco, descolamentos de pintura e empolamento. As manchas de mofo, fungo, bolor; e eflorescências foram agrupadas em manchas (presença mofo, fungo, bolor, eflorescências).

Após a mensuração da abrangência dos danos, passou-se a fase de definição dos fatores, através das tabelas do método conforme estudo de Taguchi (2010). Com o resultado de todos os fatores, variáveis e constantes relacionadas aos danos, calcula o IP. E por fim, determina-se a classe de deterioração para classificar as fachadas de acordo com o método.

2.4 Níveis de degradação

Para avaliar os objetos de estudo desta pesquisa, o método proposto por Costa, Silveira e Torres (2021), que aplica o dano médio entre os métodos – mapa de dano, MMD e Ip. Assim, equalizando os valores dos três métodos e reduzindo as falhas de superestimação e subestimação na representação fiel dos danos. As fachadas são classificadas em seis níveis de degradação: ótimo, bom, regular, ruim, péssimo e em decadência; os intervalos de abrangência de danos foram definidos de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de degradação e os intervalos de abrangência de danos

Níveis de degradação	Intervalos de abrangência de danos
Nível 0: ótimo	0 a 5%
Nível 1: bom	6 a 16%
Nível 2: regular	17 a 27%
Nível 3: ruim	28 a 38%
Nível 4: péssimo	39 a 49%
Nível 5: Em decadência	>50%.

Fonte: os autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados do mapa de danos, a aplicação do MMD, a aplicação do Ip e a classificação do nível de degradação da edificação.

3.1 Mapa de Danos

Na Figura 3 são representados os mapas de danos das fachadas dos objetos de estudo. De acordo com o levantamento as manifestações patológicas mais representativas destaca-se na fachada 1 as manchas de umidade, mofo e bolor representando 8,21% de abrangência; na fachada 2 a sujidade com 8,52% de abrangência seguido das manchas de umidade, mofo e bolor com 2,14%; na fachada 3 a sujidade com 6,24% de abrangência seguido do descolamento de pintura com 5,02%; na fachada 4 a sujidade com 10,3% de abrangência seguido do empolamento com 9,5%. De maneira geral, a manifestação patológica mais representativa nas fachadas estudadas foi a sujidade.

Figura 3 - Mapa de danos das fachadas.



(2)



(2)

(continuação)


(3)



(4)

Fonte: autores.

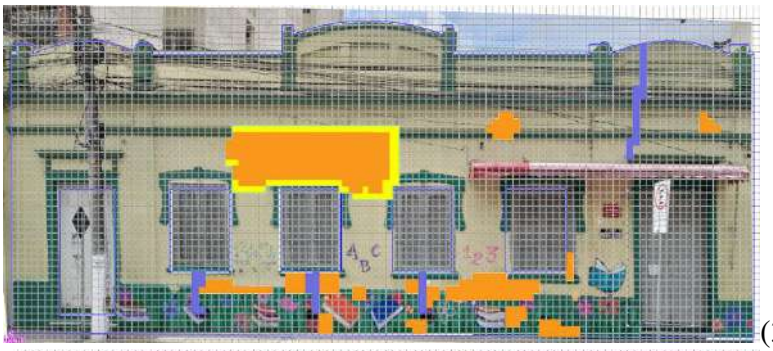
3.2 MMD

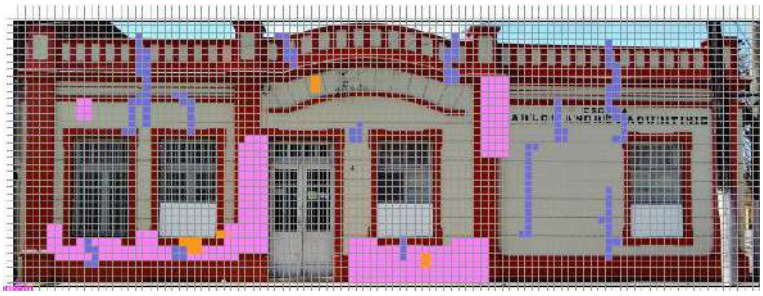
O mapa de danos adaptado aos critérios do método MMD com sobreposição de malha e mapeamento das áreas danificadas estão representados na Figura 4. No cálculo do Fator de Dano Total (FDt) das fachadas (Tabela 2), o FDt da fachada 1 foi de 21,26%, da fachada 2 de 11,31%, da fachada 3 de 15,52% e da fachada 4 de 15,76%. A fachada 1 e 2 apresentaram maior número de manchas de umidade, mofo e bolor, é importante destacar estas fachadas possuem orientação solar sudeste fator que pode acarretar o surgimento deste tipo de manifestação patológica. A fachada 3 apresentou um elevado valor de descolamento de pintura (8,27%) em vista de problemas decorrentes com a cobertura e infiltrações.

Figura 4 - Mapa de danos MMD das fachadas.


(1)


(2)


(3)



(4)

Fonte: autores.

Analisando FDR - fator que considera a área com anomalias em cada região estudada, considerando todos os danos contidos neste espaço, o FDR apresenta distorção da realidade por ser diretamente influenciado pelas dimensões da região, por isso deve ser ajustado e proporcional. Para corrigir a desproporcionalidade existente nas áreas de cada região, foi calculado o CCr, este incidindo no FDR tem-se o FDRC, conforme apresentado na Tabela 3, a representação de um índice que independe do tipo de anomalia, dependendo apenas da região em que o dano está localizado. Assim, apresentando os dados finais para o estudo em questão, quanto à aplicação do MMD.

Tabela 3 – Coeficiente de Correção das regiões (CCr) e Fator de Danos das regiões corrigido (FDRC) de cada fachada

FACHADA 1				**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 617				37,87
Regiões	Área (m²)	Coeficiente de Correção das regiões (CCr)	ÁREA(m²) dano/malha	Fator de Danos das regiões corrigido (FDRC) (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	5,67	0,43	1,23	1,40%
3. Cantos e Extremidades	2,42	1,00	0,34	0,90%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	15,29	0,16	4,12	1,74%
6. Paredes Contínuas	14,49	0,17	2,33	1,05%
FACHADA 2				**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 587				80,27
Regiões	Área (m²)	Coeficiente de Correção das regiões (CCr)	ÁREA(m²) dano/malha	Fator de Danos das regiões corrigido (FDRC) (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	7,69	0,86	1,17	1,25%
3. Cantos e Extremidades	6,64	1,00	2,18	2,72%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-

5. Topo	22,10	0,30	3,51	1,31%
6. Paredes Contínuas	43,65	0,15	2,25	0,42%
FACHADA 3				**ÁREA (m²)**
Rua Gonçalves Chaves, nº 712				91,37
Regiões	Área (m²)	Coeficiente de Correção das regiões (CCr)	ÁREA(m²) dano/malha	Fator de Danos das regiões corrigido (FDRC) (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	9,99	0,45	0,87	0,43%
3. Cantos e Extremidades	4,53	1,00	0,30	0,33%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	40,45	0,11	3,19	0,38%
6. Paredes Contínuas	36,40	0,12	5,49	0,72%
FACHADA 4				**ÁREA (m²)**
Rua Francisco Xavier Ferreira, nº 2				61,31
Regiões	Área (m²)	Coeficiente de Correção das regiões (CCr)	ÁREA(m²) dano/malha	Fator de Danos das regiões corrigido (FDRC) (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	6,94	0,49	0,67	0,54%
3. Cantos e Extremidades	3,40	1,00	0,00	0,00%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	13,75	0,25	0,84	0,34%
6. Paredes Contínuas	37,27	0,09	7,85	1,15%

Fonte: autores.

Na fachada 1 a região do topo é a mais degradada com 1,74%. Na fachada 2 a região aberturas é a mais degradada com 2,72%. A fachada 3 apresentou baixos níveis de degradação e não foi possível demonstrar a região mais degradada. Na fachada 4 a região mais degradada são as paredes contínuas com 1,15% Diante do que foi apresentado, é possível destacar que em geral não há região mais degradada em comum entre as fachadas analisadas.

3.3 IP

Os resultados do Ip estão na Tabela 4. Os valores da classe de gravidade variam de acordo com o percentual de cobertura do dano. A maioria das abrangências foi inferior a 10%, a classe de severidade das manifestações patológicas foi igual a 1. O parâmetro Bi (Valor básico associado ao tipo de dano) expressa o valor da importância relativa ao tipo de dano, sendo valorado 1 para umidade e manchas; 2 para destacamentos e fissuras. O K2i (grau de dano) foi definido de acordo com a classe de gravidade. O valor da variável Ki3 (extensão do dano) foi estabelecido no valor de 0,5 uma vez que o estudo foi realizado apenas nas fachadas dos edifícios. Os valores de K4i (urgência de intervenção para o dano) foram definidos com base nos critérios qualitativos de acordo com as tabelas da metodologia, sendo definidos de acordo com o entendimento do profissional que avaliou a edificação.

Tabela 4 – Cálculo de IP de cada fachada

FACHADA 1								**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 617								37,87
Manifestações patológicas	ÁREA (m²)	Abrangência (%)	Classe de Severidade	Bi	K2i	K3i	K4i	IP
Umidade	3,11	8,21%	1	1	0,5	0,5	2	0,5
Manchas	0,00	0,00%	-	-	-	-	-	-

Destacamentos	0,08	0,21%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
Fissuras	0,04	0,11%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
IP Total								1,50
FACHADA 2								**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 587								80,27
Manifestações patológicas	ÁREA (m²)	Abrangência (%)	Classe de Severidade	Bi	K2i	K3i	K4i	IP
Umidade	1,77	2,21%	1	1	0,5	0,5	1	0,25
Manchas	0,00	0,00%	-	-	-	-	-	-
Destacamentos	0,17	0,21%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
Fissuras	0,30	0,37%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
IP Total								1,25
FACHADA 3								**ÁREA (m²)**
Rua Gonçalves Chaves, nº 712								91,37
Manifestações patológicas	ÁREA (m²)	Abrangência (%)	Classe de Severidade	Bi	K2i	K3i	K4i	IP
Umidade	4,59	5,02%	1	1	0,5	0,5	1	0,25
Manchas	0,00	0,00%	-	-	-	-	-	-
Destacamentos	4,38	4,79%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
Fissuras	0,08	0,09%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
IP Total								1,25
FACHADA 4								**ÁREA (m²)**
Rua Francisco Xavier Ferreira, nº 2								61,31
Manifestações patológicas	ÁREA (m²)	Abrangência (%)	Classe de Severidade	Bi	K2i	K3i	K4i	IP
Umidade	3,59	5,86%	1	1	0,5	0,5	2	0,5
Manchas	0,00	0,00%	-	-	-	-	-	-
Destacamentos	0,03	0,05%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
Fissuras	0,50	0,82%	1	2	0,5	0,5	1	0,5
IP Total								1,50

Fonte: autores.

No cálculo de Ip (Tabela 4), foi possível observar que o maior valor de Ip foi alcançado nas fachadas 1 e 4, sendo os maiores valores de Ip relacionadas a umidade. As fachadas atingiram valores de degradação para o Ip de 1,50, 1,25, 1,25, 1,50 e foram classificadas como classe de deterioração II.

3.4 Níveis de degradação

Para avaliar os edifícios objetos de estudo desta pesquisa, utilizou-se o método proposto por Costa, Silveira e Torres (2021), aplicando a média de danos entre os métodos – mapa de dano, MMD e Ip. Ao comparar os métodos, é importante destacar as manifestações patológicas consideradas em cada método. No MMD, a sujeira e a vegetação foram retiradas da classificação. Para o cálculo do Ip não foram considerados sujeira e vegetação, e as manifestações patológicas foram agrupadas em destacamentos: os descolamentos de reboco, descolamentos de pintura e empolamento. As manchas de mofo, fungo, bolor; e eflorescências foram agrupadas em manchas (presença mofo, fungo, bolor, eflorescências).

Avaliando as fachadas das edificações em função dos níveis de desempenho, por meio da Tabela 5, o dano médio entre os métodos de todas as fachadas ficou enquadrado no nível de degradação bom (abrangência de danos de 6 a 16%). Ressalta-se que a fachada 4 apresentou a maior média de danos entre os métodos, mas continua sendo classificada com nível de degradação bom.

Tabela 5 – Cálculo dos Níveis de degradação: mapa de danos x MMD x Ip

FACHADA 1						**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 617						37,87
Manifestações patológicas	Mapa de danos		MMD		Ip	
	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)
Manchas de umidade, mofo e bolor	3,11	8,21%	6,74	17,80%	3,11	8,21%
Eflorescência	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Empolamento	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,08	0,21%
Descolamento reboco	0,07	0,18%	0,56	1,48%		
Descolamento pintura	0,01	0,03%	0,19	0,50%		
Fissura	0,04	0,11%	0,56	1,48%	0,04	0,11%
Sujidade	0,00	0,00%	-	-	-	-
Vegetação	0,00	0,00%	-	-	-	-
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		8,53%		21,26%		8,53%
Representação de danos (%)	100%		249%		100%	
Média de danos entre os métodos (%)	13%					
Níveis de degradação	Nível 1: bom - abrangência de danos de 6 a 16%					
FACHADA 2						**ÁREA (m²)**
Rua Barão de Santa Tecla, nº 587						80,27
Manifestações patológicas	Mapa de danos		MMD		Ip	
	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)
Manchas de umidade, mofo e bolor	1,72	2,14%	6,74	8,40%	1,72	2,14%
Eflorescência	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Empolamento	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,37	0,46%
Descolamento reboco	0,23	0,29%	0,25	0,31%		
Descolamento pintura	0,14	0,17%	1,54	1,92%		
Fissura	0,30	0,37%	2,23	2,78%	0,30	0,37%
Sujidade	6,84	8,52%	-	-	-	-
Vegetação	0,00	0,00%	-	-	-	-
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		11,50%		13,40%		2,98%
Representação de danos (%)	100%		117%		26%	
Média de danos entre os métodos (%)	9%					
Níveis de degradação	Nível 1: bom - abrangência de danos de 6 a 16%					
FACHADA 3						**ÁREA (m²)**
Rua Gonçalves Chaves, nº 712						91,37
Manifestações patológicas	Mapa de danos		MMD		Ip	
	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)
Manchas de umidade, mofo e bolor	4,59	5,02%	5,60	6,13%	4,59	5,02%
Eflorescência	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Empolamento	0,00	0,00%	0,00	0,00%	4,38	4,79%
Descolamento reboco	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Descolamento pintura	4,38	4,79%	7,56	8,27%		
Fissura	0,08	0,09%	1,02	1,12%	0,08	0,09%
Sujidade	5,70	6,24%	-	-	-	-
Vegetação	0,00	0,00%	-	-	-	-
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		16,14%		15,52%		9,90%
Representação de danos (%)	100%		96%		61%	
Média de danos entre os métodos (%)	14%					
Níveis de degradação	Nível 1: bom - abrangência de danos de 6 a 16%					

FACHADA 4						ÁREA (m²)
Rua Francisco Xavier Ferreira, nº 2						61,31
Manifestações patológicas	Mapa de danos		MMD		Ip	
	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)	Área (m²)	Abrangência (%)
Manchas de umidade, mofo e bolor	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Eflorescência	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Empolamento	5,80	9,46%	6,58	10,73%	5,83	9,51%
Descolamento reboco	0,00	0,00%	0,00	0,00%		
Descolamento pintura	0,03	0,05%	0,26	0,42%		
Fissura	0,50	0,82%	2,82	4,60%	0,50	0,82%
Sujidade	6,30	10,28%	-	-	-	-
Vegetação	0,03	0,05%	-	-	-	-
Abrangência total de manifestações patológicas (%)		20,65%		15,76%		10,32%
Representação de danos (%)	100%		76%		50%	
Média de danos entre os métodos (%)	16%					
Níveis de degradação	Nível 1: bom - abrangência de danos de 6 a 16%					

Fonte: autores.

O mapa de danos é uma representação rigorosa e completa de todas as manifestações patológicas em uma fachada, e seu resultado corresponde ao indicador mais confiável. Assim, o mapa de danos foi considerado o método de referência (100% dos danos nas fachadas). É importante destacar que o MMD apresentou algumas limitações na representação fiel do dano, subestimando os valores nos casos em que o dano mais recorrente foi sujeira, como se pode observar nas fachadas 2,3 e 4. Além disso, usando a malha para a contagem, o FD superestimou as fissuras como mostram em todas as fachadas. O Ip apresentou as mesmas limitações do MMD na representação fiel do dano, subestimando os valores nos casos em que o dano mais recorrente foi sujidade. Embora não tenha apresentado problemas de superestimação tendo em vista não utilizar malha para contar os danos.

4. CONCLUSÕES

As fachadas dos edifícios, devido à grande exposição aos agentes destrutivos são os primeiros elementos a mostrarem degradação. O levantamento realizado por meio da vistoria da edificação permitiu a elaboração do mapa de danos das fachadas, fornecendo informações compatíveis que podem ser utilizadas em um potencial processo de restauração. Além disso, a utilização de indicadores qualitativos e quantitativos mostrou-se extremamente eficaz na avaliação do estado de degradação das fachadas. Os autores acreditam que os métodos descritos neste artigo, quando aplicados em conjunto, podem fornecer resultados precisos quanto ao estado de degradação, por meio de análises não destrutivas e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

BAUER, E.; PIAZZAROLLO, C.B.; DE SOUZA, J.S.; SANTOS, D.G. **Relative importance of pathologies in the severity of facade degradation**. Journal of Building Pathology and Rehabilitation, v. 5, n. 7, 2020.

BAUER, E., DE SOUZA, J.S.; PIAZZAROLLO, C.B. **Application of the degradation measurement method in the study of facade service life.** *In:* Delgado, J.M.P.Q. (Ed.), Building Pathology, Durability and Service Life, Springer, Switzerland, pp. 105-119, 2020.

BERSCH, J.D.; GUERRA, F.L.; SOCOLOSKI, R.F., GIORDANI, C., ZUCCHETTI, L.; MASUERO, A.B. **Diagnosis of pathological manifestations and characterization of the mortar**

coating from the facades of historical buildings in Porto Alegre — Brazil: a case study of Château and Observatório Astronômico. International Journal of Architectural Heritage, v. 15, n. 8, p. 1145-1169, 2016.

BRITO, J.; PEREIRA, C.; SILVESTRE, J.D.; FLORES-COLEN,I. **Expert knowledge-based inspection systems - inspection, diagnosis, and repair of the building envelope**. 1. ed. Suíça: Springer, 2020.

COSTA, V.S.; DI PRIMIO, A.H.M., MACHADO, A.A., FREITAS, N.D., AVILA, V.S.; TORRES, A.S..; **Análise comparativa do Método de Mensuração de Degradação e do índice de Performance do Elemento no Levantamento das Edificações Inventariadas na Cidade de Pelotas/RS**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 76981-77000, 2020.

COSTA, V.S.; SILVEIRA, A.M.; TORRES, A.S.; **Evaluation of degradation state of historic building facades through qualitative and quantitative indicators: case study in Pelotas, Brazil**. International Journal of Architectural Heritage, v. 15, p. 349, 2021.

COSTA, V.S.; TORRES, A.S.. **Diagnosis of degradation state of the historic building façade through qualitative and quantitative indicators: case study of the Former School of Agronomy Eliseu Maciel**. International Journal of Building Pathology and Adaptation, v. ahead of-print, n. ahead-of-print, 2021.

COSTA, V.S.; TORRES, A.S..**Aplicação de Método Quantitativo para Análise do Estado de Degradação de Edificações Subterrâneas: Túnel 7 – segmento 2 da Antiga Cervejaria Ritter - Pelotas/RS**. Revista de Arquitetura IMED, v. 9, n. 2, p. 110-139, 2020.

DE SOUZA, J.S.; BAUER, E.; NASCIMENTO, M.L.M.; CAPUZZO, V.M.S.; ZANONI, V.A.G. **Study of damage distribution and intensity in regions of the facade**. Journal of Building Pathology and Rehabilitation, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2016.

IOSHIMOTO, E. **Incidências de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. In: Tecnologia de edificações. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: Pini, IPT, 1988.

SILVA, M.N.B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF.** 2014. 217 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

TAGUCHI, M.K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TINOCO,J.E.L. **Mapa de danos recomendações básicas**. 1. ed. Olinda: Olinda: centro de estudos avançados da conservação integrada, 2009.