

Mapeamento de manifestações patológicas em revestimentos argamassados de fachada (RAF): estudo de caso em edifícios residenciais

R. Dias^{1*} , L. Pagoto¹ , N. Tsutsumoto² , C. Fioriti³ 

* Autor de Contato: rdias07@live.com

DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.538>

Recepção: 18/05/2021 | Aceitação: 09/07/2021 | Publicação: 01/09/2021

RESUMO

Este trabalho objetivou identificar, mapear e quantificar as manifestações patológicas (MP) em revestimentos argamassados de fachada (EMR), de 22 prédios residenciais de Fernandópolis-SP, Brasil. Para quantificação das MPs foram empregados os métodos da incidência (M-INC) e intensidade (M-INT), considerando a localização em cinco regiões tipificadas da fachada: paredes contínuas (1-OCW), entorno de aberturas (2-OOP), topo de parapeitos e beirais (3-TOP), abaixo de varandas/sacadas/ressaltos (4-BCP) e cantos/bordos (5-OCE). Observou-se 4351 e 481 BDs pelo M-INT e M-INC, respectivamente, realizando três mapas padrão de degradação. As BDs mais frequentes foram as manchas e fissuras. As regiões mais afetadas pelo M-INT foram 2-OOP (34,5%), 1-OCW (23,3%), e 4-BCP (21,60%), enquanto para o M-INC foram 1-OCW (39,9%), 3-TOP (29,3%) e 2-OOP (16,6%).

Palavras-chave: revestimentos de argamassa; anomalias; degradação; patologia das edificações; mapeamento.

Citar como: Dias, R., Pagoto, L., Tsutsumoto, N., Fioriti, C. (2021), "Mapeamento de manifestações patológicas em revestimentos argamassados de fachada (RAF): estudo de caso em edifícios residenciais", Revista ALCONPAT, 11 (3), pp. 88 – 107, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.538>

¹ Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Avançado Ilha Solteira, SP, Brasil

³ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, Presidente Prudente, Brasil

Contribuição de cada autor

Para realização deste trabalho as seguintes etapas foram vencidas: concepção da pesquisa, levantamento bibliográfico, coleta dos dados, análise dos resultados obtidos em campo, escrita do manuscrito, tradução, revisão do texto e avaliação da pesquisa. O autor R. Dias participou das etapas de concepção da pesquisa (50%), levantamento bibliográfico (50%), coleta dos dados (70%), análise dos resultados (50%), escrita (50%), tradução (34%) e revisão do texto (100%). As Autoras L. Pagoto e N. Tsutsumoto participaram das etapas de coleta dos dados (15%), análise dos resultados (15%), escrita (25%), tradução (33%) e avaliação da pesquisa (15%). O autor C. Fioriti participou das etapas de concepção da pesquisa (50%), levantamento bibliográfico (50%), análise dos resultados (20%) e avaliação da pesquisa (70%).

Licença Creative Commons

Copyright (2021) é propriedade dos autores. Este trabalho é um artigo de acesso aberto publicado sob os termos e condições de uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Discussões e correções pós-publicação

Qualquer discussão, incluindo a resposta dos autores, será publicada no segundo número do ano 2022, desde que a informação seja recebida antes do fechamento do primeiro número do ano de 2022.

Mapping External Mortar Render (RAF) defects: case study in multi-storey residential buildings

ABSTRACT

This study aims to identify, map, and quantify the external mortar render (EMR) defects of 22 multi-storey buildings located in the Fernandópolis city, Brazil. Incidence (M-INC) and intensity (M-INT) methods were used to quantify the building defect (BD) of five typified facade regions: continuous wall (1-OCW), around openings (2-OOP), top of parapets and eaves (3-TOP), below balconies, soffits or ledges (4-BCE), and on corners and edges (5-OCE). In addition, three degradation pattern maps were created. We observed 4351 and 481 BDs by M-INT and M-INC, respectively. The most frequent problems were stains and cracks. The most affected regions by M-INT were 2-OOP (34.5%), 1-OCW (23.3%), and 4-BCE (21.6%) while by M-INC were 1-OCW (39.9%), 3-TOP (29.3%), and 2-OOP (16.6%).

Keywords: mortar renders; anomalies; degradation; building pathology; mapping defect.

Mapeo de manifestaciones patológicas en revestimientos de mortero (RAF): un estudio de caso en edificios residenciales

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo identificar, mapear y cuantificar las manifestaciones patológicas (BD) en revestimientos de fachadas de mortero (EMR) de 22 edificios residenciales en Fernandópolis-SP, Brasil. Para cuantificar las BDs se utilizaron los métodos de incidencia (M-INC) e intensidad (M-INT), considerando cinco regiones tipificadas de la fachada: muros continuos (1-OCW), alrededor de huecos (2-OOP), parte superior de parapetos y aleros (3-TOP), debajo de balcones/balcones/voladizos (4-BCE) y esquinas/bordes (5-OCE). Se observaron 4351 y 481 BDs por M-INT y M-INC, respectivamente, realizando mapas estándar de degradación. Los BD más frecuentes fueron manchas y grietas. Las regiones más afectadas por M-INT fueron 2-OOP (34,5%), 1-OCW (23,3%) y 4-BCE (21,60%), y para M-INC fueron 1-OCW (39,9%), 3-TOP (29,3%) y 2-OOP (16,6%).

Palabras clave: recubrimientos de mortero; anomalías; degradación; patología de la edificación; mapeo de defectos.

Informações legais

Revista ALCONPAT é uma publicação trimestral da Associação Latino-Americana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação de Construção, Internacional, A.C., Km. 6, antiga estrada para Progreso, Merida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Website: www.alconpat.org

Reserva de direitos de uso exclusivo: No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos concedidos pelo Instituto Nacional de Direitos Autorais. Editor responsável: Dr. Pedro Castro Borges. Responsável pela última atualização deste número, Unidade de Informática ALCONPAT, Eng. Elizabeth Sabido Maldonado.

As opiniões expressas pelos autores não refletem necessariamente a posição do editor.

A reprodução total ou parcial do conteúdo e das imagens da publicação é realizada de acordo com o código COPE e a licença CC BY 4.0 da Revista ALCONPAT.

1. INTRODUÇÃO

As paredes e seus revestimentos influenciam nas condições de habitabilidade e salubridade das edificações, portanto, deve ser um elemento que cumpra requisitos mínimos de desempenho e vida útil (Terra, 2001; Silva et al., 2013). As anomalias encontradas nos Revestimentos Argamassados de Fachada (RAF) muitas vezes tem várias origens, sendo que, a presença de uma MP gera declínio do desempenho funcional do RAF, conferindo prejuízo aos usuários (Bauer, 2017; Dorfman; Petrucci, 1989).

As fachadas dos edifícios apresentam desempenho diferente em função de sua orientação geográfica, de modo que essa distinção de comportamento se dá em função da ação climática (ação do vento, carga solar e chuva) qual afetam uma fachada diferentemente de outra (Fox et al., 2016). Ainda assim, anomalias de origem térmica no RAF podem ser encontradas até mesmo para aquelas fachadas que não estão expostas diretamente à irradiação solar (sem fluxo direto de calor), normalmente identificadas em locais com presença de umidade em conjunto com fissuras e/ou descolamento do revestimento (Takeda; Maker, 2018).

Diversas são as falhas que acometem o RAF, quais podem ser originadas em diversas fases de uma edificação desencadeadas tanto por falha humana (projeto, construção, uso e manutenção) ou efeitos climáticos (Bauer, 2017; Bauer et al., 2018). A variação dos efeitos climáticos influencia na durabilidade do RAF em face da sua constante interação. No caso da temperatura, essas variações sazonais e/ou diárias poderão gerar tensões internas na argamassa que, com o tempo, culminará na formação gradual de microfissuras provocando declínio do desempenho do revestimento e consequente redução na vida útil (Sentena et al., 2018).

A radiação solar afeta principalmente as superfícies horizontais e as fachadas do edifício, mas, em contrapartida, muitos arquitetos e planejadores urbanos depositam mais atenção nas opções de design, preterindo as performances termo-físicas (Fabbri et al., 2020).

Os vários fatores que afetam a durabilidade dos edifícios e seus subsistemas tais como o RAF, podem ser subdivididos em duas categorias: a primeira, relacionado com a durabilidade do sistema e a segunda, relacionada com a agressividade do meio ambiente (Souza et al., 2018). Posto isso, os sistemas construtivos de revestimento externo precisam ser avaliados especialmente em diferentes zonas climáticas (Maciel; Carvalho, 2019).

Considerando distinção de ações em função da localização geográfica de uma edificação, o mapeamento da degradação e de qualquer outro tipo de anomalia (MP) é uma ferramenta muito poderosa para o auxílio na construção de um banco de dados entre laboratório e campo, para transformar dados da pesquisa em noções práticas úteis que se tornarão indutoras de ações de conservação adequadas (Rodrigues, 2014).

Por meio dos dados coletados é possível estabelecer conexões entre diferentes partes de uma fachada e os tipos mais prováveis de defeitos que ocorrem no revestimento argamassado. Essas conexões podem ser expressas graficamente por meio de "*mapas de padrões de degradação*" (Gaspar; Brito, 2005).

Devido à grande importância do RAF para o edifício, é necessário um estudo das MPs que venham contribuir para a degradação ao longo da vida útil, que tendem a ser minimizadas quando previstas durante o projeto ou execução do revestimento (Postingher et al., 2019).

Nos últimos anos, várias pesquisas vêm sendo realizadas no intuito de desenvolver e/ou aperfeiçoar métodos para prever a vida útil dos edifícios e/ou seus sistemas, bem como fornecer técnicas de prevenção, diagnóstico e reabilitação de edificações (Flores-Colen; Brito, 2010; Silva et al., 2013; Vieira et al., 2015; Silva et al., 2011; Carvalho et al., 2016; Silva et al., 2018; Charisi et al., 2018; Souza et al., 2018; Ferreira et al., 2019; Ansah et al., 2020; Saviz et al., 2020).

Nesses citados estudos, diversas variáveis dos métodos desenvolvidos encontram-se relacionadas com as MPs encontradas nas edificações de determinado local ou região, no entanto, a falta de

conhecimento dos profissionais da cadeia produtiva associados a ausência de dados concisos sobre a origem dos problemas patológicos, as formas mais comuns de manifestação, bem como a ausência de registro e divulgação dos dados retardam o desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas de projetar e construir, não evitando que repetidos erros já ocorridos no passado incorram novamente (THOMAZ, 2020).

Dessa feita, este trabalho objetiva a identificação, mapeamento e quantificação, das principais MPs que acometem os 22 edifícios residenciais de múltiplos pavimentos do município de Fernandópolis-SP, Brasil, por meio da realização de inspeções nos edifícios que se enquadram no critério estabelecido.

2. PROCEDIMENTOS

Fernandópolis-SP, Brasil, trata-se de um município de pequeno porte situado na região noroeste do Estado de São Paulo. O município é relativamente novo com aproximadamente 82 anos de idade (Prefeitura de Fernandópolis, 2012). Deste modo, os edifícios de múltiplos pavimentos do município são bem mais recentes que sua idade e, conseqüentemente, também se trata de edifícios bastante jovens, com idades máximas variando entre 4 e 34 anos. Assim, o estudo de caso foi realizado em todos os edifícios residenciais acima de 5 pavimentos no município de Fernandópolis-SP.

Dessa forma, o universo amostral de 22 edifícios atende a tal critério, dispostos em diversas regiões do município, conforme destacado na Figura 1. Os edifícios foram denominados de A à Q, sendo haviam dois condomínios com quatro e três torres, que foram denominados A1, A2, A3, A4, L1, L2 e L3, respectivamente. Cabe destacar que, como foram selecionados todos os edifícios do município que se enquadram nesses requisitos, não houve utilização de nenhuma técnica ou recomendação para escolha do universo amostral. Os edifícios selecionados possuem sistemas construtivos e arquitetura similar, com variações em forma, dimensão, acabamentos e elementos arquitetônicos de fachada, tendo predominantemente o RAF como acabamento de fachada.

2.1 Classificação do clima local

Como classificação típica do clima, foi utilizado o sistema global dos tipos climáticos Köppen-Geiger, largamente utilizado na área de geografia, climatologia e ecologia (Alvares et. al, 2013). A referida classificação baseia-se em parâmetros específicos para cada região do mundo, de modo que a determinação dos tipos climáticos é realizada considerando a sazonalidade bem como valores médios mensais ou anuais de temperatura do ar e precipitação.

2.2 Vistoria / Coleta de dados

Foi adotado o método prático e objetivo para a análise dos sistemas danificados de fachada, com foque exclusivamente no RAF, logo, demais elementos arquitetônicos de acabamento foram desprezados. A inspeção e o registro das MPs visíveis foram realizados a olho nu e com auxílio de binóculo, seguindo sequência de vistoria descrita por Antunes (2010), realizando a inspeção da esquerda para a direita, de cima para baixo, pavimento por pavimento, tomando cautela para que fosse percorrido todos os níveis e que fosse anotado todos os problemas encontrados no RAF. As informações de campo foram devidamente anotadas em ficha de inspeção desenvolvida especificamente para este trabalho.

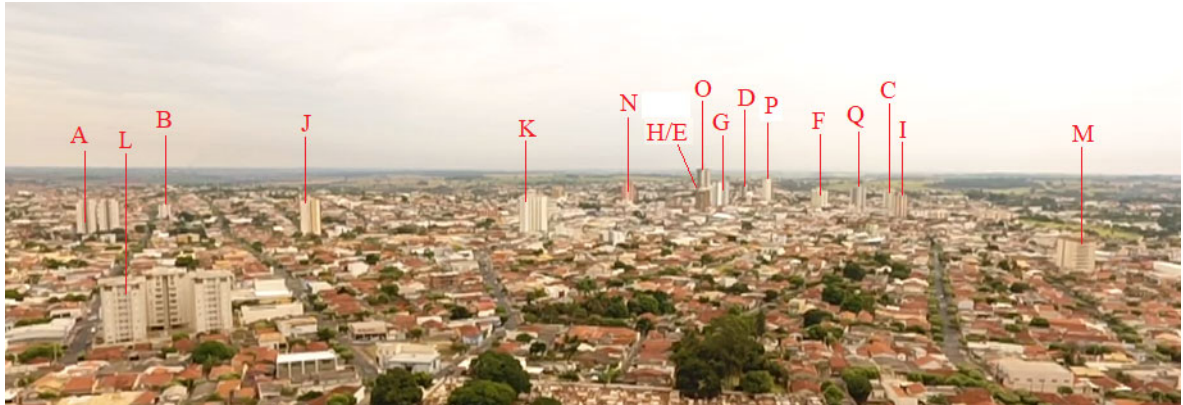


Figura 1. Edifícios estudados (vista panorâmica)

2.3 Método da Incidência (M-INC) e Método da Intensidade (M-INT)

Os referidos métodos foram utilizados por Segat (2005) no qual baseiam-se em duas formas distintas de quantificação dos casos patológicos observados. No método da incidência, cada MP é contabilizada uma única vez por fachada, mesmo que esta ocorra repetidas vezes, enquanto que no método da intensidade toda MP é contabilizada, independentemente da quantidade de repetição. A importância dessa forma de levantamento e quantificação se dá pelo fato de que, o primeiro método (da incidência) permite destacar quais são as MPs mais corriqueiras e frequentes para o espaço amostral, enquanto que, o segundo (da intensidade) permite obter informações mais concisas sobre aquelas que são presentes em maior quantidade.

2.4 Quantificação das manifestações patológicas (MPs)

A quantificação total de cada MP ocorreu preliminarmente de forma unitária, individualmente para cada tipo, fachada e localização. Para o M-INT, na presença de manchas e/ou fissuras corridas, até que não ocorresse uma separação física da mesma, ainda que a mesma se estendesse por mais de um pavimento ou até mesmo toda a fachada, foi quantificada apenas uma vez. Havendo separação física (descontinuidade) somou-se quantas MPs individuais existiam. Como forma de conversão da quantificação para o M-INC e consequente separação dos resultados para cada método, utilizou-se da seguinte regra lógica: caso a quantidade total de uma determinada MP que ocorre em determinada fachada fosse igual ou superior a 1, admitiu-se seu quantitativo igual a 1 e, não obstante, caso a quantidade total fosse igual a 0, admitiu-se seu quantitativo igual a 0, de modo que, para cada fachada e MP, ou foi contabilizado 0 MP ou 1 MP.

2.5 Regiões tipificadas da fachada

As MPs também foram quantificadas em cada região tipificada da fachada, qual seja, dada por sua localização. Para atribuição da localização das MPs a fachada foi dividida em cinco áreas, quais são: (1) em paredes contínuas-OCW, (2) ao entorno de aberturas-OOP, (3) no topo de parapeitos e beirais-TOP, (4) abaixo de varandas, sacadas ou ressaltos-BCP e (5) nos cantos e bordas-OCE, conforme Figura 2.

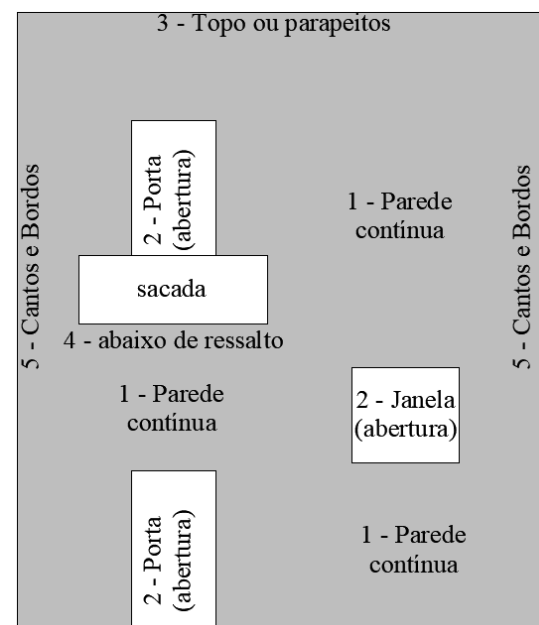


Figura 2. Regiões tipificadas da fachada
Fonte: Gaspar e Brito (2005) – modificado pelo Autor

2.6 Delimitação

As manifestações patológicas abordadas referem-se àquelas que incidem com mais frequência nas edificações inspecionadas. Desse modo, exclui-se as manifestações patológicas menos frequentes e/ou mais remotas.

Não foi objetivo do trabalho a avaliação dos materiais constituintes da argamassa, traço e proporções empregados, método executivo, propriedades da argamassa e espessura do revestimento.

A abordagem sobre as manifestações patológicas encontradas refere-se exclusivamente ao EMR, desprezando defeitos encontrados em pintura e/ou outro revestimento externo que não argamassado.

Embora as edificações inspecionadas sejam todas constituídas com estrutura principal em concreto armado e que danos a esta estrutura podem fazer manifestar manifestações patológicas no revestimento argamassado externo, estas estruturas e suas possíveis manifestações patológicas não foram objetos de estudo.

3. MAPEAMENTO DE MPs

O mapeamento das MPs observadas foi realizado por intermédio de “*Mapas Padrão de Degradação*” conforme relatado por Gaspar e Brito (2005). Para tal, além das regiões tipificadas da fachada, os tipos de MPs com enfoque dessa pesquisa foram: (HC) fissura horizontal, (VC) fissura vertical, (LC) fissura inclinada, (MP) fissura mapeada, (BD) descolamento com empolamento, (PD) descolamento em placas, (WD) descolamento com pulverulência, (VS) vesículas, (LS) manchas claras, (DS) manchas escuras e (FA) fântomes. Quando encontrados outros tipos de MP em RAF, a esse foi atribuída a designação (OT). Desse modo, para fins de diferenciação da localização de MPs similares, estas foram designadas com o numeral da região tificada afrente do seu tipo, como exemplo, MPH1 (MP tipo fissura horizontal na região 1 – em parede contínua).

A realização do mapeamento consiste em avaliar não só a ocorrência de determinado problema

patológico em cada região específica da fachada, mas também avaliar o quão significativo são estes problemas, atribuindo-se a cada MP um nível de degradação correspondente.

No presente trabalho foram feitas quatro adaptações no método desenvolvido por Gaspar e Brito (2005). A primeira adaptação refere-se ao enquadramento dos problemas locais observados no RAF dos edifícios estudados e o nível de degradação correspondente. Já a segunda, em face da configuração dos edifícios estudados (poucas paredes a nível do solo e muitas áreas de estacionamento com pilotis), problemas patológicos ao nível do solo não foram observados, motivando um ajuste nas regiões tipificadas das fachadas. A terceira adaptação refere-se avaliação dos resultados por orientação geográfica da fachada e global, sendo que, no trabalho realizado por Gaspar e Brito (2005) apenas os parâmetros globais são apresentados. A quarta alteração consiste na quantidade de mapas produzidos, qual seja, “*mapa de probabilidade*”, “*mapa de sensibilidade*” e “*mapa potencial de degradação*”.

3.1 Nível de degradação

Conforme destacado por Gaspar e Brito (2005), o nível de degradação da MP, é definido com uma análise qualitativa, no qual classifica as MPs em 5 níveis, quais sejam Nível 0 (nenhuma degradação) à Nível 4 (degradação muito acentuada), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Nível de degradação

Nível de Degradação	Problemas observados	Ação a ser tomada
Nível 0 – Nenhum sintoma (situação desejável)	➤ Não observada nenhuma degradação de modo visual	Não requer atenção
Nível 1 – Sintomas muito leves (condição adequada)	➤ Manchamento superficial leve, sem a presença de eflorescências	Avaliação visual periódica
Nível 2 – Sintomas leves de degradação (condição aceitável)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fissuras lineares (vertical, horizontal ou lineares) isoladas ou muito espaçadas, com poucas repetições ao longo da fachada ➤ Manchamento superficial acentuado, com sinais suaves de eflorescências ou presença umidade ➤ Presença localizada de mofo ou bolor 	Limpeza superficial por meio de escovação e lavagem
Nível 3 – Degradação ampla (condição mínima aceitável)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fissuras lineares (vertical, horizontal ou lineares) intensa, ocorrendo em várias partes, porém espaçadas ➤ Fissuras mapeadas isoladas ➤ Cantos ou bordos danificados ➤ Infiltrações localizadas ➤ Manchas claras (eflorescências) ➤ <i>Fântomes</i> ➤ Alteração da tonalidade e textura superficial 	Reparo e proteção
Nível 4 – Degradação muito acentuada (pior condição / não aceitável)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fissuras lineares muito intensas e pouco espaçadas (aglomeradas) ➤ Fissuras mapeadas aglomeradas ou com muitas repetições ➤ Descolamentos ➤ Vesículas 	Substituição parcial ou completa do elemento danificado

Fonte: Gaspar e Brito (2005) – modificado pelo Autor

3.2 Mapa de Probabilidade

Com os dados observados, é possível estabelecer uma conexão entre uma região tipificada da fachada e a probabilidade de ocorrência de alguma MP. Dessa conexão estabelece-se uma relação probabilística qual pode ser objeto da elaboração de um “*mapa de probabilidade*”, cujo é obtido por meio do cálculo matemático consoante da Equação (1). O parâmetro resultante 0 representa que não há probabilidade de ocorrer MP, enquanto que o parâmetro 1 expressa que na região certamente ocorrerá o caso patológico.

$$S_{(G,IT)} = \frac{\sum MP_{RG,IT}}{\sum MP_{G,IT}} \text{ ou } S_{(G,IC)} = \frac{\sum MP_{RG,IC}}{\sum MP_{G,IC}} \quad (1)$$

Em que:

$S_{(G)}$ corresponde a sensibilidade da fachada para a manifestação de um determinado grupo G de MP (varia entre 0 e 1), em que 0 representa nenhuma sensibilidade à formação de MPs ao grupo específico e 1 representa totalmente sensível à manifestação de defeitos;

MP_{RG} representa a quantidade de todas as MPs do grupo G que ocorrem na região R;

R corresponde a região de incidência (1 a 5)

MP_G corresponde a quantidade de todas as MPs do grupo G (fissuras, manchas ou descolamentos);

IC, IT correspondem à forma de quantificação das MPs, incidência e intensidade, respectivamente.

3.3 Mapa de Sensibilidade

Além da probabilidade de ocorrência do caso patológico, é possível estabelecer uma conexão entre cada região tipificada da fachada e a possibilidade de surgimento de determinado caso patológico em específico. Dessa conexão, estabelece-se uma relação que expressa o quão sensível é a região tipificada para uma MP em específico, na qual se pode elaborar um “*mapa de sensibilidade*” ou mapa de distribuição da MP, qual é objeto da expressão resultante da Equação (2). O parâmetro resultante de valor 0 representa que a região não tem sensibilidade alguma para manifestação deste caso patológico, enquanto que, o valor resultante 1 representa que a região é totalmente sensível à manifestação do caso patológico.

$$S_{(G,IT)} = \frac{\sum MP_{RG,IT}}{\sum MP_{G,IT}} \text{ ou } S_{(G,IC)} = \frac{\sum MP_{RG,IC}}{\sum MP_{G,IC}} \quad (2)$$

$S_{(G)}$ corresponde a sensibilidade da fachada para a manifestação de um determinado grupo G de MP (varia entre 0 e 1), em que 0 representa nenhuma sensibilidade à formação de MPs ao grupo específico e 1 representa totalmente sensível à manifestação de defeitos;

MP_{RG} representa a quantidade de todas as MPs do grupo G que ocorrem na região R;

R corresponde a região de incidência (1 a 5)

MP_G corresponde a quantidade de todas as MPs do grupo G (fissuras, manchas ou descolamentos);

IC, IT correspondem à forma de quantificação das MPs, incidência e intensidade, respectivamente.

3.4 Mapa potencial de Degradação

Realizando uma ponderação das MPs pelo seu nível de degradação correspondente é possível traçar o mapa de potencial de degradação, qual seja, qual região encontra-se mais ou menos degradada, conforme parâmetros qualitativos de degradação destacados na Tabela 1, de acordo com a Equação (3).

$$DP_{(R,IT)} = \frac{\sum MP_{R,IT} \cdot I_{MP,R,IT}}{\sum MP_{IT} \cdot I_{MP,IT}} \text{ ou } DP_{(R,IC)} = \frac{\sum MP_{R,IC} \cdot I_{MP,R,IC}}{\sum MP_{IC} \cdot I_{MP,IC}} \quad (3)$$

Em que:

$DP_{(R)}$ corresponde ao potencial de degradação de determinada região da fachada (varia entre 0 e 1), em que 0 representa nenhum potencial e 1 máximo potencial de degradação;

MP_R corresponde a quantidade de MP que ocorre na região R;

$I_{MP,R}$ corresponde ao nível de degradação da MP que ocorre na região R;

R corresponde a região de incidência (1 a 5)

MP corresponde a quantidade de todas as MPs;

I_{MP} corresponde ao nível de degradação geral considerando todas as MPs;

IC, IT correspondem à forma de quantificação das MPs, incidência e intensidade, respectivamente.

4. RESULTADOS

4.1 Condicionantes climáticos locais

O clima local é classificado como Aw segundo a categorização global dos tipos climáticos Köppen e Geiger, de modo que a letra maiúscula A se refere ao Grupo A – Tropical e a letra minúscula w representa clima de savana com inverno seco. Com base nos registros de acontecimentos climáticos observados no período compreendido entre Janeiro/2015 à Maio/2020 fornecidos pelos portais climáticos do INMET e CLIMATEMPO, relativo à temperatura, o clima é caracterizado pelas altas temperaturas diárias, tendo sido observados picos máximos e mínimos de aproximadamente 40 e 5°C, respectivamente. A temperatura média anual obtida é em torno de 25°C, enquanto que a amplitude térmica obtida para o mesmo período varia entre 10 e 15°C. Para o mesmo período foi ainda consultado os dados pluviométricos, pressão atmosférica bem como a direção e velocidade do vento. Quanto a pluviometria, percebeu-se maior concentração de precipitações no verão (estação quente) e menor concentração no inverno (estação mais fria), caracterizando a sazonalidade conforme destacado pela classificação Köppen e Geiger. A pressão atmosférica local sofre pouca variação diária, destacando-se os valores médios de 950 a 960 hPa, sendo que os picos máximos de pressão atmosférica acompanham a estação mais seca (inverno), enquanto o mínimo a estação mais úmida (verão). Quanto aos ventos predominantes, esses são bastante presentes para as direções cardeais combinadas com a direção Leste e praticamente inexistente nas demais direções.

4.2 Panorama geral das MPs

No total foram detectadas 4.351 MPs para o método da intensidade e 316 MPs para o método da incidência, somando-se todos os tipos, localização e edifícios. Na Tabela 2 é apresentado a quantificação total para cada tipo de MP, enquanto que na Tabela 3 é apresentado o resumo geral da quantidade de MPs por grupo e o número médio de repetições. Na Figura 3 é exibido o total para cada edificação. Analogamente ao observado por Gaspar e Brito (2005) no qual foi constatado que grande parte das edificações (93%) das fachadas apresentaram algum sinal de degradação, as MPs do presente estudo de caso foram observadas em todas (100%) das amostras.

Aplicando-se o Método da Incidência as maiores ocorrências foram as fissuras e manchas, com mesma quantidade e percentual, seguidas dos descolamentos, de acordo com a Tabela 3. Na mesma esteira, Terra (2001), Padaratz et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes, com mais representação das fissuras, seguidas das manchas e por fim os descolamentos.

Segat (2005) e Mazer et al. (2013) observaram para o referido método a predominância de fissuras,

seguidos de descolamentos e manchas. Um fator a ser destacado é quanto a localização dos estudos dos citados trabalhos, sendo que nos estudos cujos resultados foram próximos apresentam uma particularidade em comum, qual seja, verão mais quente e mais úmido. No entanto, a diferença de clima não modificou a predominância das fissuras para o referido método.

As manchas são muito mais frequentes que as demais MPs. No entanto, manchas e fissuras dispõem da mesma recorrência. Realizando uma avaliação climatológica regional, além da direção preferencial dos ventos, a variação cíclica diária de temperatura, notadamente observada pela grande amplitude térmica diária é um fator bastante significativo.

Com relação à orientação solar, relativamente ao Método da Incidência, as fachadas Leste e Norte foram as que mais apresentaram problemas, seguidas pelas fachadas Sul e Oeste com praticamente a mesma quantidade e percentual. No trabalho realizado por Mazer et al. (2013) predominaram-se problemas nas fachadas norte e oeste, seguidas das fachadas leste e Sul. Já para o Método da Intensidade, as fachadas Leste e Oeste foram as mais significativas, seguidas das fachadas norte e sul com praticamente mesma quantidade e percentual. A quantidade de MPs por orientação solar e método segue destacada na Tabela 4. No trabalho realizado por Antunes (2010) a distribuição dos problemas ocorreu em ordem decrescente nas fachadas Norte, Sul, Oeste e Leste, enquanto que, Consoli (2006) observou maior ocorrência na fachada Sul, seguida das fachadas Leste, Oeste e Norte.

Relativamente à localização das MPs pelo Método da Intensidade, ocorreu predominância de manchas nas proximidades de aberturas, topos e abaixo de varandas, sacadas ou ressalto, enquanto que em paredes contínuas e nos cantos predominam-se fissuras. Os resultados obtidos são próximos aos parâmetros encontrados por Gaspar e Brito (2005) e Freitas (2012), embora a região de estudo seja em clima diferentes conforme a classificação Köppen e Geiger, qual seja, Fernandópolis-SP (Aw), Lisboa, Alcochete e Tavira (Csa) e Goiania (Aw). Os mesmos parâmetros e representatividade de problemas também foi verificado pelo Método da Incidência, a exceção das manchas em paredes contínua, qual superou os descolamentos. Nas Figuras 4. e 5. são apresentados os resultados de localização por grupo de MP e localização.

Tabela 2. Quantidade de MPs por tipo, localização e método de quantificação

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA - MP	QUANTIFICAÇÃO VIA M-INC					QUANTIFICAÇÃO VIA I-INC				
	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	Total de MP	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	Total de MP
MPHC1	11	8	13	13	45	52	74	36	53	215
MPHC2	2	0	5	2	9	2	0	8	4	14
MPHC3	6	4	2	3	15	26	18	2	14	60
MPHC4	0	1	2	1	4	0	1	15	45	61
MPHC5	3	0	0	0	3	4	0	0	0	4
MPVC1	5	6	5	1	17	30	19	14	2	65
MPVC2	3	1	5	1	10	5	2	43	14	64
MPVC3	1	1	1	1	4	1	7	1	3	12
MPVC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPVC5	5	3	2	2	12	15	6	4	7	32
MPLC1	4	7	8	5	24	21	66	30	18	135
MPLC2	1	1	5	3	10	4	2	80	35	121
MPLC3	3	2	1	1	7	4	3	2	1	10
MPLC4	2	1	0	0	3	13	100	0	0	113
MPLC5	0	0	0	2	2	0	0	0	3	3
MPMC1	6	6	9	7	28	72	8	30	57	167
MPMC2	1	1	1	0	3	1	4	1	0	6

MPMC3	1	1	1	1	4	1	1	2	4	8
MPMC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPMC5	2	1	1	2	6	12	2	2	10	26
MPLS1	2	5	2	2	11	6	32	7	20	65
MPLS2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
MPLS3	0	0	1	1	2	0	0	1	9	10
MPLS4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPLS5	1	1	0	0	2	8	1	0	0	9
MPDS1	7	7	8	10	32	45	67	134	37	283
MPDS2	7	10	12	9	38	298	261	442	271	1272
MPDS3	21	21	22	22	86	148	135	166	195	644
MPDS4	5	6	8	5	24	108	61	327	269	765
MPDS5	4	1	2	2	9	16	4	2	4	26
MPFA1	0	0	1	0	1	0	0	3	0	3
MPFA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPFA3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPFA4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPFA5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPBD1	0	0	2	1	3	0	0	2	1	3
MPBD2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPBD3	0	1	0	0	1	0	8	0	0	8
MPBD4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPBD5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPPD1	0	1	3	1	5	0	2	4	1	7
MPPD2	1	0	1	0	2	3	0	1	0	4
MPPD3	0	1	0	1	2	0	1	0	1	2
MPPD4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPPD5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPWD1	6	3	6	4	19	14	3	20	26	63
MPWD2	0	3	0	1	4	0	15	0	1	16
MPWD3	3	5	4	3	15	4	11	9	9	33
MPWD4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPWD5	0	1	0	1	2	0	1	0	3	4
MPVS1	1	1	4	1	7	1	1	4	1	7
MPVS2	0	1	0	1	2	0	1	0	1	2
MPVS3	3	0	2	0	5	3	0	3	0	6
MPVS4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPVS5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
MPOT2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Total da Fachada	119	112	139	111	481	919	917	1395	1120	4351

Tabela 3. Quantidade de MPs por grupo e método de quantificação

GRUPO DE MP	M-INT		M-INC		QUANTIDADE MÉDIA DE REPETIÇÕES (M-INT/M-INC)
	ABSOLUTO	RELATIVO	QTD	%	
<i>Fissuras</i>	1116	25,65%	206	42,83%	5,42
<i>Descolamento</i>	156	3,59%	68	14,14%	2,29
<i>Manchas</i>	3078	70,74%	206	42,83%	14,94
<i>Outras MPs</i>	1	0,02%	1	0,21%	1,00
Total	4351	100,00%	481	100,00%	-

Tabela 4. Quantidade de MPs por orientação solar e método de quantificação

FACHADA	M-INC		M-INT	
N	119	24,74%	919	21,12%
S	112	23,28%	917	21,08%
L	139	28,90%	1395	32,06%
O	111	23,08%	1120	25,74%
TOTAL	481	100,00%	4351	100,00%

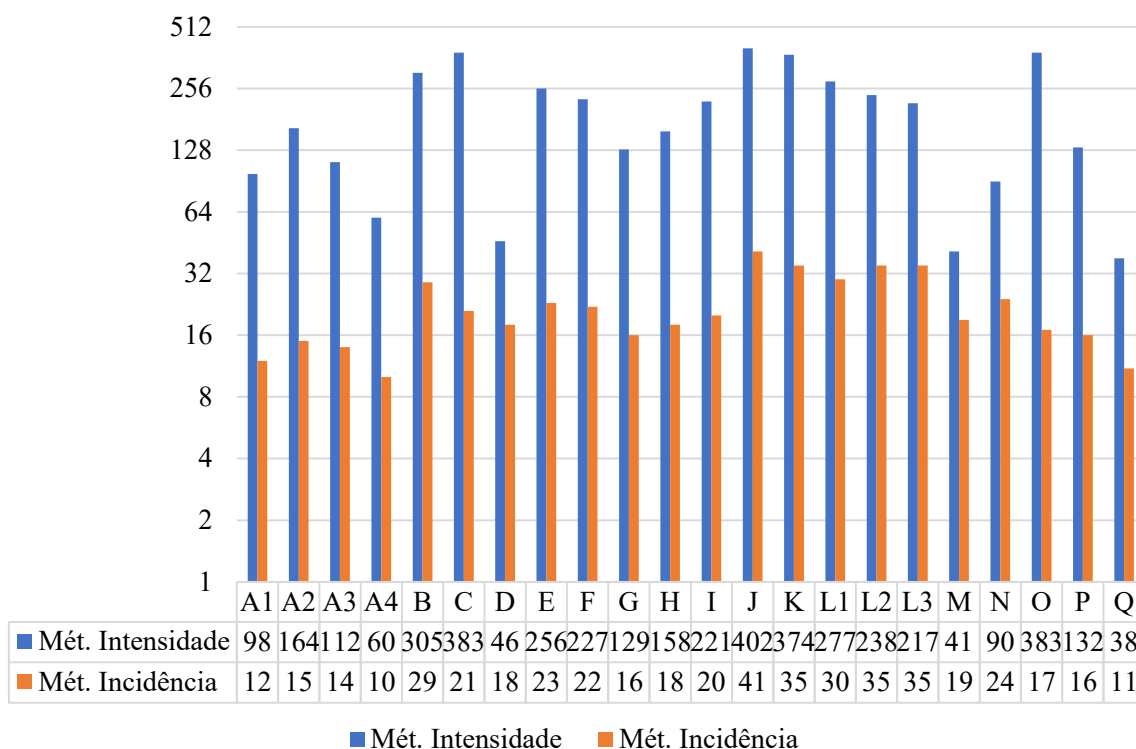


Figura 3. Quantidade de MPs por edificação e método de quantificação

4.3 Probabilidade de ocorrência de MP e seu Potencial de Degradação

A probabilidade de ocorrência de defeitos em cada região tipificada da edificação é apresentada nas Figuras 6 e 7, para cada orientação solar específica e geral, para os Métodos da Intensidade e Incidência. Os valores à direita indicam o nível médio de degradação para cada região tipificada da fachada. De maneira geral, para ambos métodos de quantificação, a maior probabilidade de ocorrência de MPs se dá nas Regiões 1 – em paredes contínuas, Região 2 – em torno de aberturas e Região 3 – no topo (parapeitos e beirais), assim como observado por Gaspar e Brito (2005), Antunes (2010), Freitas (2012) e Souza *et al.* (2019). Não obstante, os níveis de degradação também se mostraram mais significantes nestas regiões. Exceção aos parâmetros obtidos por Gaspar e Brito (2005) referem-se aos níveis de degradação da Região 2 e Região 4 que se mostraram mais significativos neste estudo.

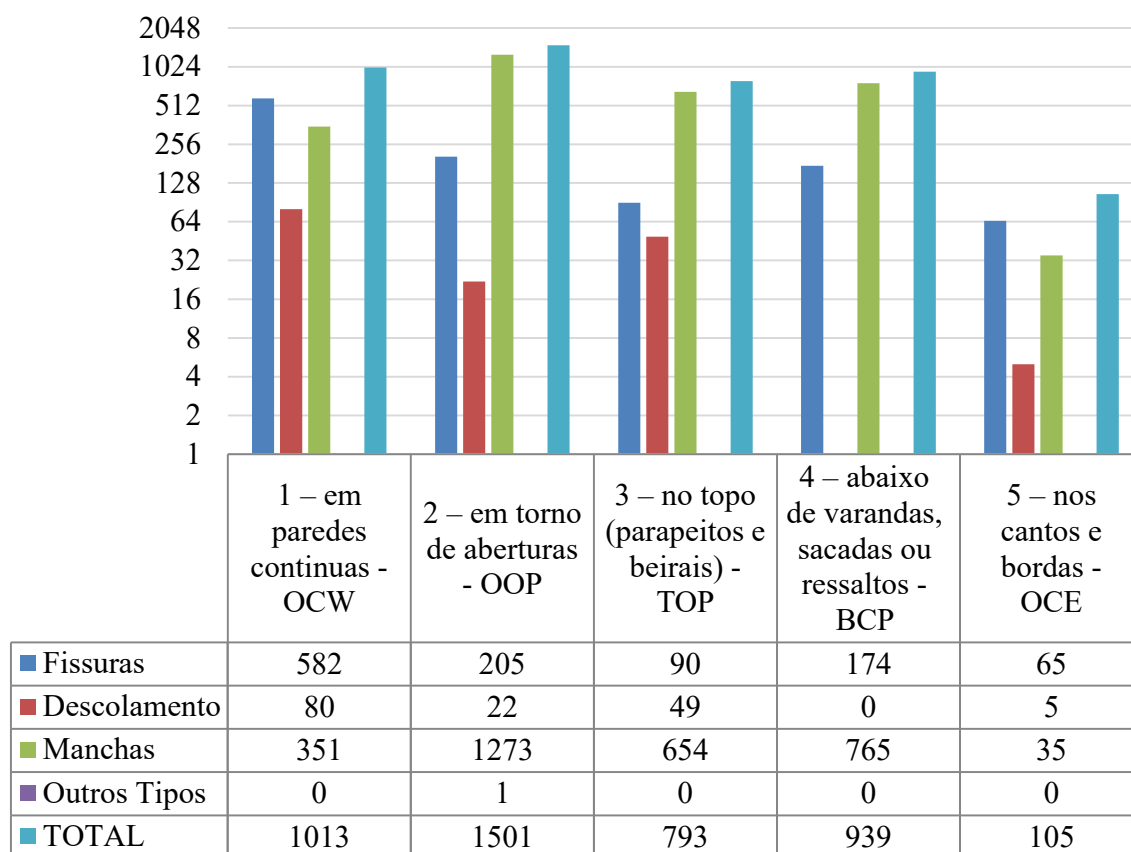


Figura 4. Localização das MPs por grupo e localização – Método da Intensidade

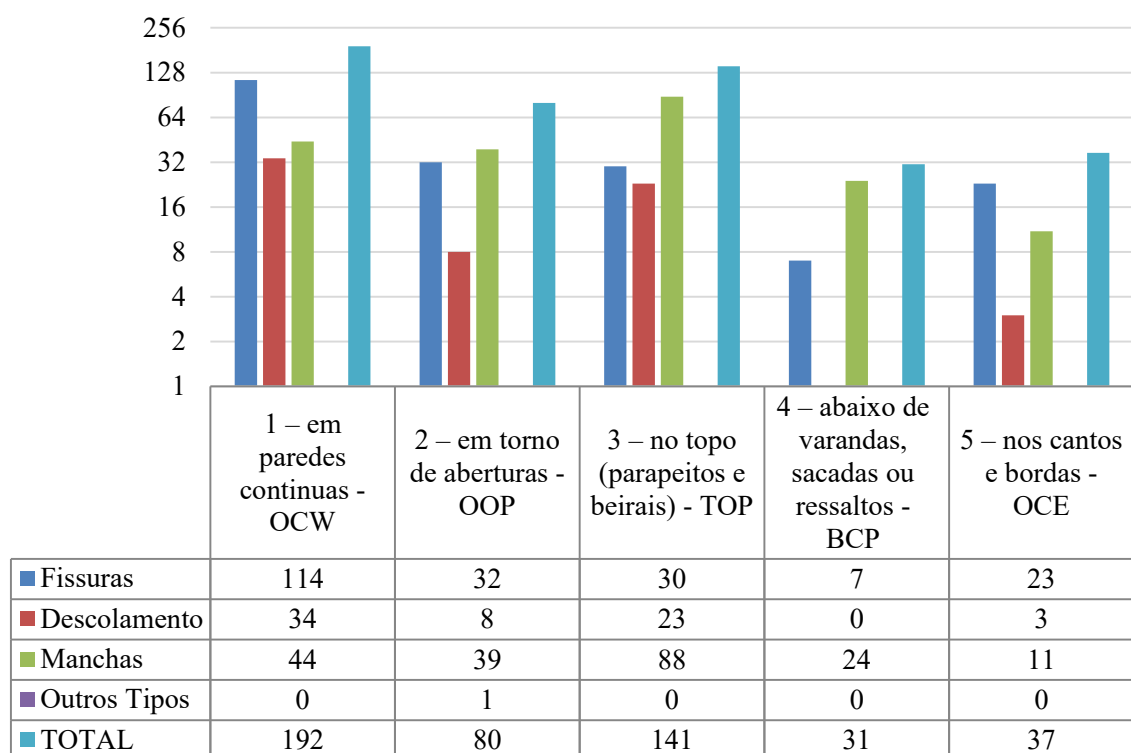


Figura 5. Localização das MPs por grupo e localização – Método da Incidência

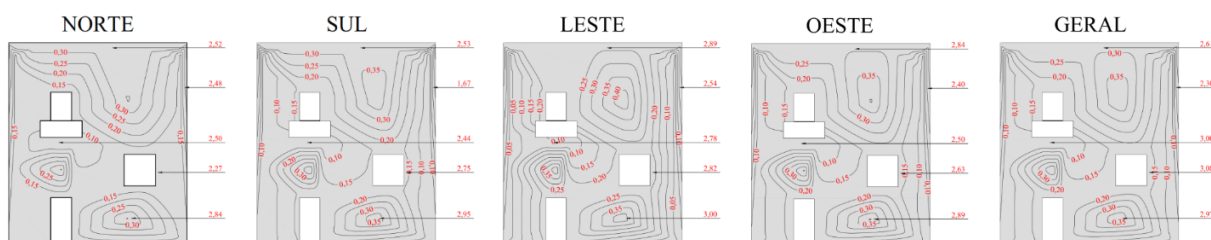


Figura 6. Mapa de Probabilidade de ocorrência de MPs – Método da Incidência
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

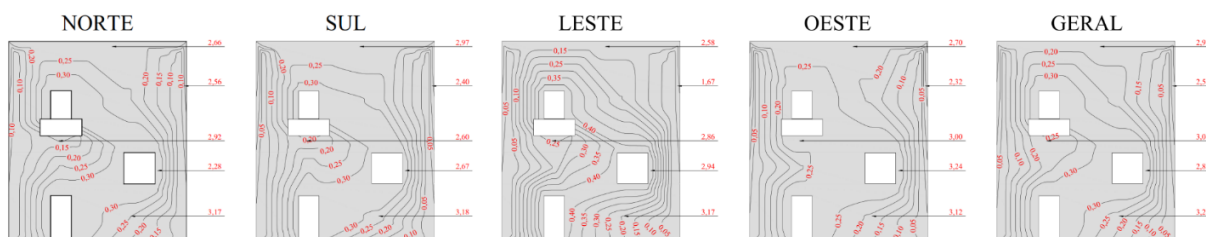


Figura 7. Mapa de Probabilidade de ocorrência de MPs – Método da Intensidade
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

De maneira geral, há diferenças bastante importantes entre os resultados de cada método aplicado na quantificação para a determinação do Potencial de Degradação (DP). Isso se dá, pois, a recorrência de efeitos para cada método em específico se dá de forma distinta, qual seja, uma pela quantidade total de repetições e outra pela quantidade de vezes que esta ocorre, sem considerar as repetições para uma mesma fachada. Desse modo, pode ser identificado potencialização de efeitos para cada método e MP. A exemplo, conforme destacado na Tabela 3, embora haja a mesma recorrência para manchas e fissuras, há um número muito superior de repetições das manchas frente as fissuras, daí a importância de considerá-los de forma independente e, não obstante, interpretar seus resultados

Nessa esteira, considerando todas as orientações solares, percebe-se maior potencial de degradação na Região 1 – em paredes contínuas, do que na Região 3 – no topo (parapeitos e beirais) para o Método da Incidência. Já para o Método da Intensidade observa-se maior potencial de degradação na Região 2 – em torno de aberturas, seguido da Região 1 – em paredes contínuas. Gaspar e Brito (2005) também observou degradação mais importante na Região 1 – em paredes contínuas.

O Potencial de Degradação (DP) em cada região tipificada da edificação é apresentada nas Figuras 8 e 9, para cada orientação solar específica e geral, para os Métodos da Intensidade e Incidência.

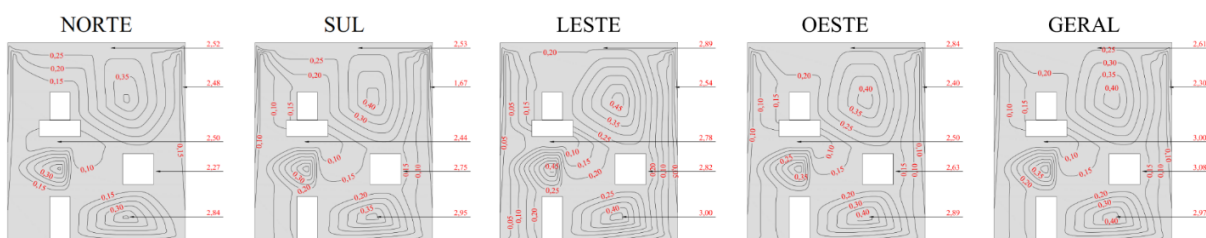


Figura 8. Mapa Potencial de degradação da região – Método da Incidência
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

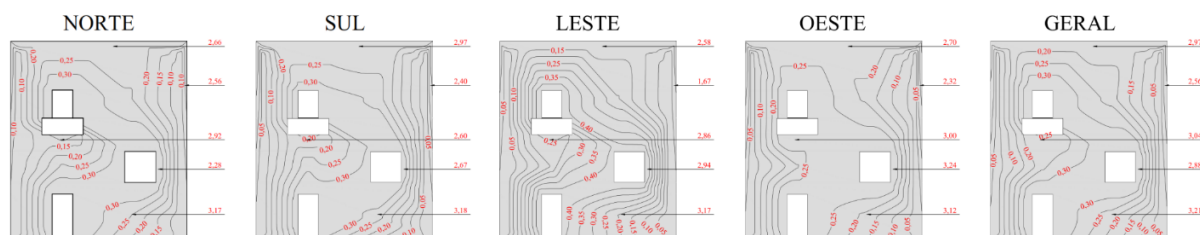


Figura 9. Mapa Potencial de degradação da região – Método da Intensidade
OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

4.4 Sensibilidade à formação de MPs

Sensibilidade à formação de MPs refere-se à sensibilidade de cada região tipificada à formação de um determinado tipo específico de MP, no qual é apresentado pelo “*Mapa de Sensibilidade*”.

4.4.1 Sensibilidade à formação de fissuras

Em ordem decrescente, observa-se maior predisposição à formação de fissuras nas Regiões 1, 2 e 5. As matrizes cimentícias são facilmente acometidas por movimentações higrotérmicas frente a variações importantes de temperatura e umidade. Na presença de grandes massas ou restrições a deformação, a fissuração é algo inevitável se a argamassa utilizada não tiver propriedades específicas para tal fim.

No presente estudo de caso observou-se grande amplitude térmica diária (cerca de 15°C), variações cíclicas de umidade bem como pressão atmosférica com pequenas variações diárias e sazonais (praticamente constante para um curto período). Essas particularidades certamente contribuem para a movimentação higrotérmica do RAF, sobretudo nas paredes contínuas quais são restritas a livre deformação pela própria argamassa bem como representam a maior superfície em exposição, logo, mais sujeita aos efeitos da temperatura e umidade, justificando ser a região mais afetada.

Cabe destacar ainda que, mesmo que não houvesse amplitude térmica diária tão importante, a temperatura entre RAF e ar são diferentes e, na presença de pressão atmosférica constante, há contribuição para a condensação do vapor d’água no interior da matriz da argamassa, também ocasionando movimentações higrotérmicas.

As fissuras presentes nessas regiões tendem a obter níveis de degradação acima de 2,00, destacando níveis médios acima de 3,00, qual seja, o mínimo aceitável. Tal observação também foi relatada por Gaspar e Brito (2005), Antunes (2010), Freitas (2012) e Souza et al. (2019). Nas Figuras 10. E 11. É apresentado os mapas de sensibilidade à formação de fissuras para os dois métodos de quantificação.

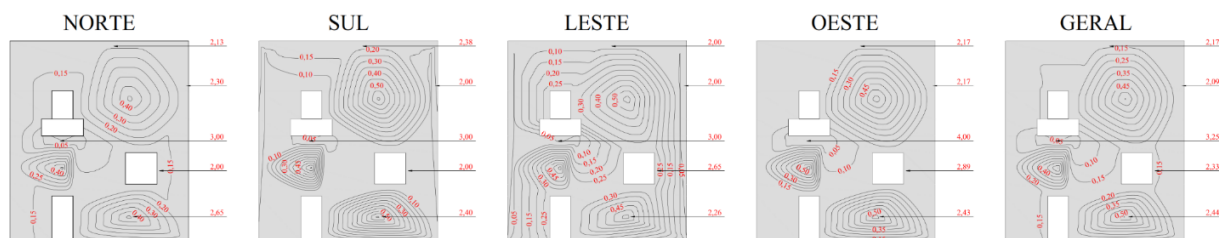


Figura 10. Sensibilidade à formação de fissuras – Método da Incidência
OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

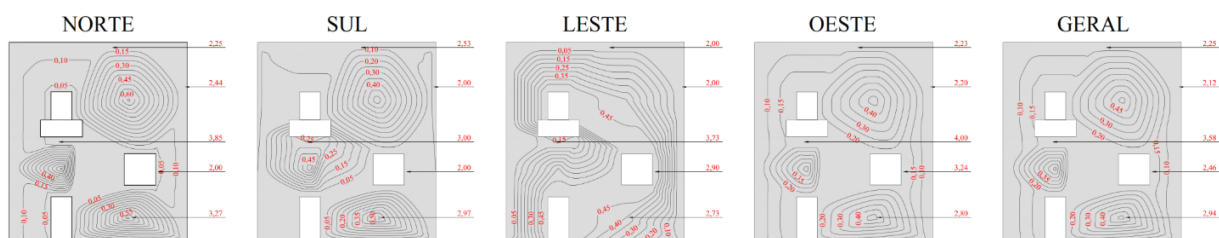


Figura 11. Sensibilidade à formação de fissuras – Método da Intensidade
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

4.4.2 Sensibilidade à formação de manchas

Em ordem decrescente, observa-se maior predisposição à formação de manchas escuras nas Regiões 3, 1 e 2. As manchas claras são poucos frequentes e recorrentes, de modo que há larga predominância de manchas escuras. Há quantidades demasiadas de manchas em fachadas com orientação solar voltadas para as dimensões predominantes de vento (combinadas com a direção cardinal leste). Tal situação pode ser um indicativo de que o ar atmosférico da região possa possuir quantidade elevada de partículas sólidas em suspensão e daí a “fácil sensibilidade” à essa predisposição. As citadas regiões dispõem de particularidade e similaridade quanto aos mecanismos de atuação na formação das MPs e, não obstante, há o mesmo tipo de sensibilidade. Gaspar e Brito (2005) relatou essa sensibilidade devido a atuação da chuva dirigida, principalmente naquelas pouco protegidas por coberturas e beirais. Nenhum dos edifícios estudados dispõem de coberturas sobressalientes dos panos de fachada e tal situação também pode ser um indicativo da motivação para tal problema. Nas Figuras 12. e 13. exibem-se os mapas de sensibilidade para a formação de manchas, para cada método de quantificação empregado.

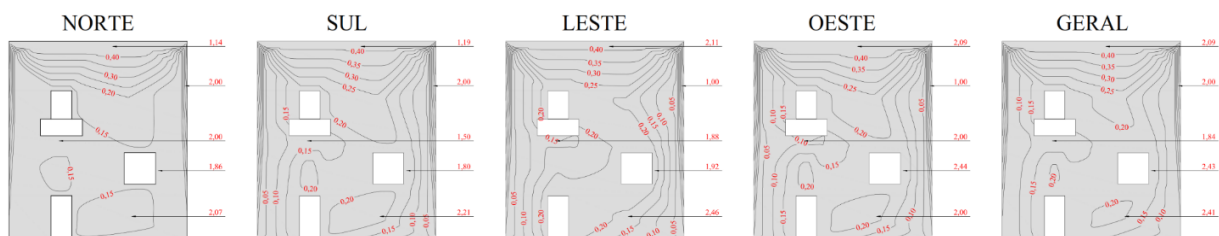


Figura 12. Sensibilidade à formação de manchas – Método da Incidência
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

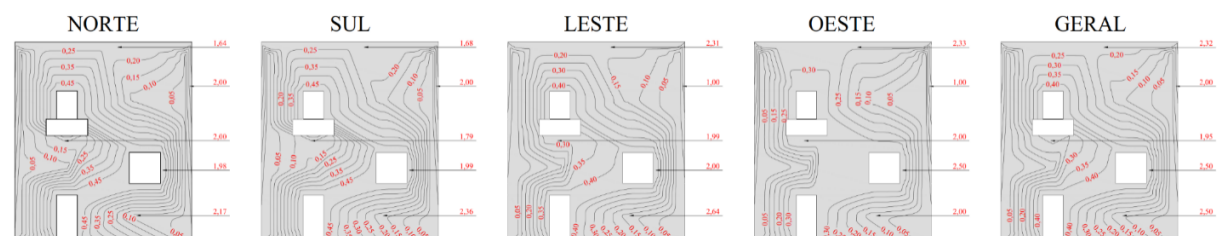


Figura 13. Sensibilidade à formação de manchas – Método da Intensidade
 OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

4.4.3 Sensibilidade à formação de descolamentos

A predisposição para a formação de descolamentos é mais presente nas Regiões 1, 3 e 2. Tal condição também foi verificada por Antunes (2010) e Souza et al. (2019). O descolamento presente em todas as regiões mais sensíveis são os com pulverulência. Essa MP ocorre por diversos motivos,

mas algo muito específico que cabe enfoque é a sua aplicação em altas temperaturas. Conforme pesquisa do clima local, as temperaturas da região são normalmente elevadas em todas as épocas do ano além de haver uma elevada amplitude térmica diária, da ordem de 15°C. Logo, essa condição quando da aplicação ou melhora na propriedade da argamassa para dirimir esses efeitos é algo relevante que deve ser observado.

Paralelamente aos descolamentos, as trincas são mais recorrentes e frequentes também na Região 1 quais, quando existentes, contribuem para o acúmulo de agentes agressivos neste local, favorecendo a potencialização dos problemas traduzidos na formação dos descolamentos (maior degradação possível).

Além do descolamento pulverulento, há também predominância de vesículas e descolamentos em placas, manifestações estas comumente associadas a reações expansivas tardias quer seja por deficiência na composição do traço da argamassa ou na presença de impurezas. Cabe destacar que estas MPs nas proximidades de Regiões 2 e 3 ocorrem em localizações supostamente mais úmidas e com predominância de manchamento superficial.

Nas Figuras 14. e 15. Apresentam-se os mapas de sensibilidade para a formação de deslocamentos, para cada região tipificada da fachada e método de quantificação.

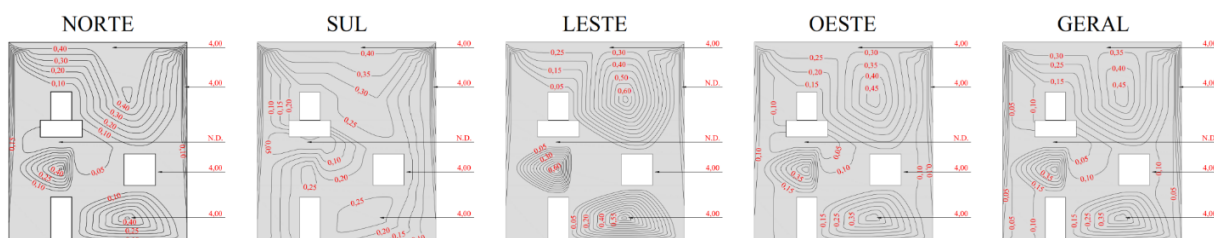


Figura 14. Sensibilidade à formação de descolamentos – Método da Incidência

OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

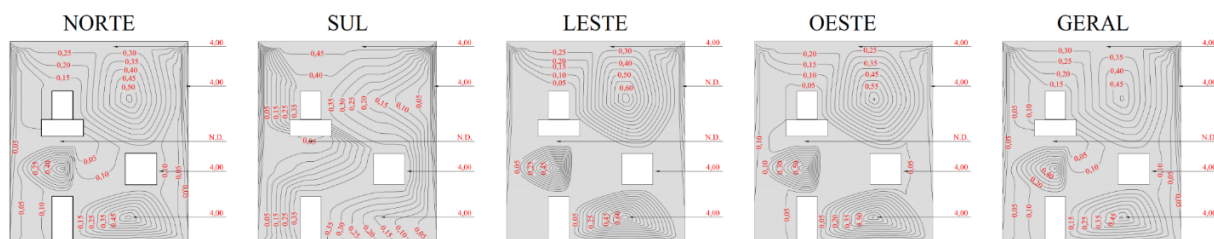


Figura 15. Sensibilidade à formação de descolamentos – Método da Intensidade

OBS: valores a direita representam o nível médio de degradação de cada região tipificada

5. CONCLUSÕES

Em face dos resultados obtidos, algumas conclusões foram observadas destacando os parâmetros do clima e das MPs:

- O clima local é caracterizado pela grande amplitude térmica diária (da ordem de 15°C) em média;
- O aumento da umidade e chuvas acompanham a estação mais quente (verão);
- Os ventos são mais frequentes e velozes nas direções cardeais combinadas com a direção Leste (E);
- A pressão atmosférica local é praticamente constante em todas as estações do ano;
- Há um declínio da umidade relativa do ar concomitantemente com o declínio das temperaturas diárias, observando tempo mais seco no inverno e mais úmido no verão;

- Em todas as edificações observadas foi encontrado presença de MPs;
- Há a mesma recorrência de manchas e fissuras, porém, as manchas se repetem mais significativamente, sendo então mais intensas quando comparadas às fissuras;
- Os descolamentos são menos recorrentes e frequentes do que as demais MP's estudadas no presente estudo de caso;
- A quantificação de MPs considerando dois métodos distintos, quais sejam, Método da Incidência e Método da Intensidade se mostrou bastante eficaz;
- A comparação de quantidade de MP's entre um método de quantificação e outro permite-se observar aquelas mais recorrentes e com mais repetições de problemas, iniciando a possibilidade de problemas localizados em edificações específicas;
- Foi observada a mesma recorrência de manchas e fissuras, embora as manchas se repetem com muito mais significância, ocasionando quantidade demasiadamente elevada de manchas, quais predominaram na direção Leste e Oeste;
- Há forte indício de que a direção local dos ventos (combinadas com a direção cardinal leste) favorece a formação de mancha para estas fachadas;
- A grande amplitude térmica diária também é outro forte indicativo de que o clima local favorece a formação de fissuras e descolamentos, quer seja por movimentações higrotérmicas ou até mesmo a temperatura de aplicação da argamassa;
- Observou-se resultados mais semelhantes a estudos com climas de mesma particularidade (inverno seco e verão úmido);
- Relativamente a quantidade de problemas, dada a quantidade de repetições de manchas nas direções Leste e Oeste, para o Método da Intensidade observou-se maior quantidade de anomalias nas citadas fachadas, seguidas das fachadas Norte e Sul, enquanto que para o Método da Incidência, a predominância fora na fachada Leste, seguida da Norte, Sul e Oeste.
- Quanto as regiões tipificadas da fachada, foi observado maior probabilidade de ocorrência de MPs nas Regiões 1, 2 e 3 do que nas Regiões 2, 4 e 5;
- O potencial de degradação de cada uma das regiões varia conforme o método, cabendo destacar que as degradações mais significantes se encontram nas Regiões 1, 2 e 3;
- As Regiões 1, 2 e 5 mostraram-se mais sensíveis a formação de trincas e fissuras do que as demais regiões;
- Nas Regiões 3, 1 e 2 há maior sensibilidade a formação de manchas do que nas demais Regiões;
- Nas Regiões 1, 3 e 2 foi observado maior sensibilidade a formação de descolamentos do que nas demais Regiões;

6. AGRADECIMENTOS

A empresa Dias & Cardozo pelo financiamento dos custos para a realização desta pesquisa, uma importantíssima iniciativa privada no fomento à pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., Sparovek, G. (2013), *Köppen's climate classification map for Brazil*. Meteorologische Zeitschrift. 22(6):711-728. <https://www.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

- Ansah, M. K., Chen, X., Yang, H., Lu, L., Lam, P. T. I. (2020), *An integrated life cycle assessment of different façade systems for a typical residential building in Ghana*. Sustainable Cities and Society. 53:1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101974>.
- Antunes, G. R. (2010), “*Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada de Brasília – Sistematização da incidência de casos*”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.
- Bauer, L. A. F. (2017), “*Materiais de Construção*”. Volume 2. 5ª ed. Revisada. LTC Editora. Rio de Janeiro. 538p.
- Bauer, E., Milhomem, P. M., Aidar, L. A. G. (2018), *Evaluating the damage degree of cracking in facades using infrared thermography*. Journal of Civil Structural Health Monitoring. 8:517-528. <https://doi.org/10.1007/s13349-018-0289-0>.
- Carvalho, C. G., Flores-Colen, I. e Faria, P. (2015), *Rehabilitation of renders of old buildings in Portugal: Survey, supporting methodology proposal and case study*. Structural Survey. 33(4/5):337-353. <https://doi.org/10.1108/SS-04-2015-0024>.
- Charisi, S., Thiis, T. K., Stefansson, P., Burud, I. (2018), *Prediction model of microclimatic surface conditions on building façades*. Building and Environment. 128:46-54. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.11.017>.
- Consoli, O. J. (2006), “*Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios sob a ótica do projeto arquitetônico*”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Dorfman, G., Petrucci, H. M. C. (1989), “*Recomendações para fachadas com vistas a sua maior durabilidade e facilidade de manutenção*”, Simpósio Sobre Patologia das Edificações, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre: RS(BR), pp. 251-261.
- Fabbri, K., Gaspari, J., Bartoletti, S., Antonini, E. (2020), *Effect of facade reflectance on outdoor microclimate: An Italian case study*. Sustainable Cities and Society. 54:1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101984>.
- Ferreira, C., Canhoto, L., Silva, A., Brito, J. (2019), *Stochastic Petri-net models to predict the degradation of ceramic claddings*. Building Research & Information. 47(6):697-715. <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1501873>.
- Flores-Colen, I. e Brito, J. (2010), *A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies*. Construction and Building Materials. 24(9):1718-1729. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.017>.
- FREITAS, J. G. (2012), “*A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada: estudo de caso na cidade de Goiânia-GO*”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
- Gaspar, P, Brito, J. (2005), *Mapping defect sensitivity in external mortar renders*. Construction and Building Materials. 19(8):571-578. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.014>.
- Maciel, A. C. F., Carvalho, M. T. (2019), *Operational energy of opaque ventilated façades in Brazil*. Journal of Building Engineering. 25:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100775>.
- Mazer, W., Silva, L. M. R., Lucas, E., Santos, F. M. C. (2016), *Evaluation of pathological manifestations in buildings in terms of geographical orientation*. Revista ALCONPAT. 6(2):145-156. <https://doi.org/10.21041/ra.v6i2.135>.
- Padaratz, I. J., Canova, J. A., de Mori, L. M., Botter, R. R. (2002), “*Incidências patológicas em fachadas e áreas comuns de edificações para ensino - caso do campus da Universidade Estadual de Maringá*”, Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu: PR(BR), pp. 1453–458.

- Postinger, C. M., Kremer, B. M., Rossatto, F. C., Pacheco, F., Christ, R. (2019), “*Avaliação das manifestações patológicas em revestimentos argamassados externos com VANT: estudo de caso em edificação multifamiliar do município de Garibaldi-RS*”, XV Congresso Latinoamericano de Patología de Construcción y XVII Congreso de Control de Calidad en la Construcción, CONPAT. 2:1-15. <https://doi.org/10.21041/CONPAT2019/V2PAT296>.
- Prefeitura de Fernandópolis (2012), “*Fernandópolis – nossa história nossa gente*”. Vol. II. Ed. Anglo. Santo Amaro.
- Rodrigues, J. D. (2014), *Defining, mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects*. *Journal of Cultural Heritage*. 16(3):267-275. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.06.007>.
- Saviz, M., Luc E, C., Saeed, M. M. (2020), *Design strategies using multi-criteria decision-making tools to enhance the performance of building façades*. *Journal of Building Engineering*. 30:1-28. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101274>.
- Segat, G. T. (2005), *Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)*, Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Sentena, J. A. A., Kazmierczak, C. de S., Krein, L. A. (2018), *Degradação de revestimentos de argamassa com finos de resíduos de concreto por ciclos térmicos*. *Ambiente Construído*. 18(1):211-224. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100217>.
- Silva, A. Dias, J. L., Gaspar, P. L., Brito, J. (2013), *Statistical models applied to service life prediction of rendered façades*. *Automation in Construction*. 30:151-160. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.028>.
- Silva, A., Brito, J. de, Gaspar, P. L. (2011), *Service life prediction model applied to natural stone wall claddings (directly adhered to the substrate)*. *Construction and Building Materials*. 25(9): 3674-3684. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.064>.
- Silva, A., Brito, J., Gaspar, P. L. (2018), *A comparative multi-criteria decision analysis of service life prediction methodologies for rendered façades*. *Journal of Building Engineering*. 20:476-487. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.08.009>.
- Souza, J. Silva A., Brito, J. Bauer, E. *Service life prediction of ceramic tiling systems in Brasilia-Brazil using the factor method*. *Construction and Building Materials*. 192:38-49. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.084>.
- Souza, J. S., Piazzarollo, C. B., Bauer, E. (2019), “*Degradação nas diferentes zonas de fachadas em sistemas de revestimento*”, Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, XIII STBA, Goiania: GO(BR), pp. 136-144.
- Takeda, O. T., Mazer, W. (2018), *Potential of thermographic analysis to evaluate pathological manifestations in façade cladding systems*. *Revista ALCONPAT*. 8(1):38-50. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.181>.
- Terra, R. C. (2001), “*Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachada de edificações da cidade de Pelotas*”, Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Thomaz, E. (2020), “*Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*”. 2. ed. 1ª reimp. São Paulo, Ed. Oficina de Textos.
- Vieira, S. M., Silva, A., Sousa, J. M. C., Brito, J., Gaspar, P. L. (2015), *Modelling the service life of rendered facades using fuzzy systems*. *Automation in Construction*. 51:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.12.011>.