DEGRADAÇÃO NAS DIFERENTES ZONAS DE FACHADAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO

Tema: Desempenho de sistemas de revestimento.
Grupo[1]: 1

JÉSSICA S. SOUZA[1], CARLA B. PIAZZAROLLO[1], ELTON BAUER[2]

[1]Estudante do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília/UnB, jss.siqueira@gmail.com, carlabp@gmail.com
[3]Prof. Dr., Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília/UnB, elbauerlem@gmail.com

RESUMO
A durabilidade do sistema de vedação dos edifícios está relacionada ao desempenho frente à exposição aos agentes degradantes, bem como aos efeitos proporcionados pela configuração arquitetônica das fachadas, que podem ser verificadas pela pormenorização da fachada em zonas. O objetivo da pesquisa é verificar o comportamento da degradação nas zonas que compõem a fachada. Este estudo investiga a extensão de danos em quatro edifícios residenciais localizados na cidade de Brasília, Brasil. Os resultados indicaram que o descolamento é a anomalia mais recorrente. A transição entre pavimentos apresentou maior porcentual de danos indicando ser a zona com maior susceptibilidade a degradação.

Palavras-chave: Degradação; Fachada; Anomalias; Fator de Danos.

DEGRADATION IN DIFFERENT ZONES IN COATING SYSTEMS

ABSTRACT
The durability of the building sealing system is related to its performance against exposure to degrading agents as well as to the effects provided by the architectural configuration of the facades, which can be verified by the detailing of the facade in zones. The objective of the paper is to verify the behavior of the degradation in the zones of the facade. This study investigates the extent of damage in four residential buildings located in the city of Brasília, Brazil. The results indicated that detachment is the most recurrent anomaly. The transition between floors presented greater percentage of damages, thus indicating this zone with greater susceptibility to degradation.

Key-words: Degradation, Facade, Anomaly, Damage Factor.

[1] **Grupo 1:** Oriundos de teses, dissertações e relatórios finais de projetos de pesquisa; ou **Grupo 2:** oriundos de disciplinas de pós-graduação, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCC), pesquisas aplicadas e outros.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de revestimento de fachada é um elemento do edifício que, além da função estética que valoriza o imóvel, exerce a função de proteção contra as intempéries. Qualquer aspecto que comprometa a função do sistema de revestimento é denominado como fator condicionante de degradação ou como fatores de degradação.

Os fatores condicionantes de degradação que, a longo prazo, podem danificar as fachadas são inúmeros [1]. Estes fatores podem condicionar o processo de degradação e são classificados em sete grupos, representados pela qualidade de materiais, nível de projeto, execução do edifício, condições climáticas internas e externas, condições de uso e frequência de manutenção [2].

Todo elemento naturalmente sofre um processo de degradação no decorrer do tempo [3]. Entretanto, este processo de degradação pode ser acelerado devido à alguns esforços de natureza mecânica, química, física, biológica ou ação das intempéries [4]. Quando estes esforços não são previstos e/ou considerados no projeto e na execução do sistema de revestimento, o desempenho do sistema é afetado [5].

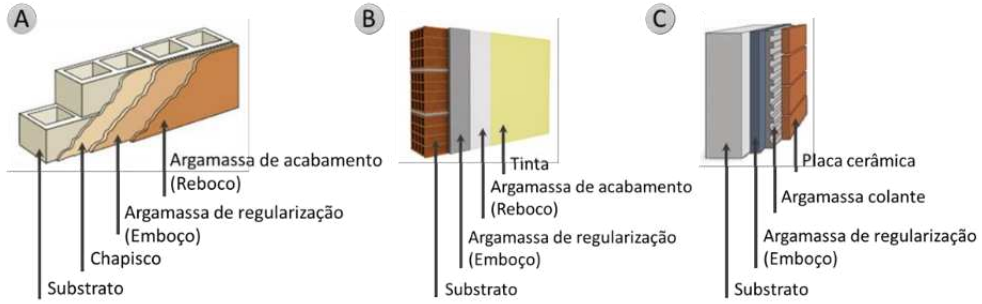
A durabilidade dos edifícios está relacionada ao desempenho dos sistemas de revestimentos de fachadas frente à exposição aos agentes degradantes, bem como aos efeitos proporcionados pela configuração arquitetônica das fachadas, que podem ser verificadas pela pormenorização da fachada em zonas [6].

Esta pesquisa tem como objetivo verificar o comportamento da degradação nas zonas que compõem a fachada, de modo a analisar a presença de cada tipo de anomalia. Além disso, realizar uma comparação entre as regiões, possibilitando a identificação das regiões mais susceptíveis ao surgimento de anomalias.

2. DEGRADAÇÃO DE SISTEMAS DE REVESTIMENTO

Segundo a norma brasileira [7], os elementos que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, tais como fachadas ou paredes, são denominados sistema de vedação vertical (SVV). Em geral, os edifícios residenciais apresentam fachadas compostas pelo substrato (blocos cerâmicos ou de concreto) e revestimento (argamassa, tinta e/ou cerâmico). A Figura 1 ilustra as camadas que comumente constituem o sistema de revestimento de fachadas de edifícios residenciais na cidade de Brasília.

Figura 1 - Sistemas de revestimento de fachada (Adaptado [8][9]).



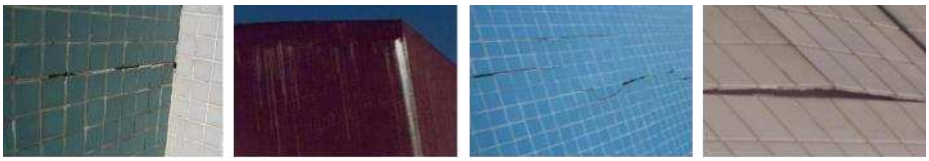
A argamassa está presente em quase todos os sistemas de revestimento, sendo que há uma variação quanto ao seu emprego [10]. Em sistemas de revestimento em argamassa (Figura 2A), o acabamento final é a argamassa, que pode ser aplicada em duas camadas (emboço e reboco) e faz-se a utilização da argamassa de chapisco quando há a necessidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e a aderência do revestimento. O sistema de revestimento com pintura (Figura 2B) é semelhante ao sistema de revestimento em argamassa, sendo a diferença a adição da tinta como o acabamento final. Em sistemas de revestimento cerâmico (Figura 2C), embora as placas cerâmicas sejam o acabamento final é necessário a utilização de pelos menos três tipos de argamassa (argamassa de regularização, argamassa colante e argamassa de rejunte).

Uma vez que o sistema de revestimento é composto por vários materiais, estes se comportam de forma distinta às solicitações que lhe são impostas [11]. Este comportamento diferenciado prejudica a aderência do revestimento ao substrato provocando o surgimento de anomalias e, consequentemente, reduzindo o desempenho do sistema de revestimento.

O surgimento de anomalias no sistema de revestimento afeta diretamente as propriedades que lhe são exigidas e, consequentemente, atribui uma redução da vida útil do sistema. Dentre as propriedades exigidas pelo sistema de revestimento de fachadas, destaca-se as propriedades de capacidade de absorver deformações, aderência, permeabilidade e resistência mecânica [12].

As anomalias mais correntes no sistema de revestimento de edifícios são descolamento (cerâmico ou da argamassa), fissuração, falha de rejunte e eflorescência (Figura 3). Uma das principais causas do surgimento destas anomalias é a incapacidade do material de absorver deformações do sistema de revestimento que lhe são impostas, sejam estas deformações induzidas diretamente ou indiretamente [13].

Figura 2 - Anomalias correntes em sistema de revestimento



Falha de Rejunte | Eflorescência | Fissura | Descolamento

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa é baseada no Método de Mensuração de Degradação (MMD)[14][15][16]. Este método foi aplicado a quatro edifícios localizados na cidade de Brasília, Brasil, de forma a caracterizar a degradação em sistemas de revestimentos de fachadas em edifícios com diferentes idades.

A arquitetura da cidade de Brasília apresenta algumas particularidades, tais como edifícios com *pilotis*, sistema construtivo em que uma edificação é sustentada através de pilares, limitação máxima de seis pavimentos e, de forma geral, edificações horizontais, comprimentos maiores que a altura. Os quatro edifícios analisados contemplam estas particularidades e apresentam idades jovens e idades mais avançadas, permitindo evidenciar de forma autentica como o fenômeno de degradação ocorre na cidade de Brasília. A Figura 03 ilustra e indica a idade dos quatro edifícios analisados.

Figura 3 - Identificação dos edifícios



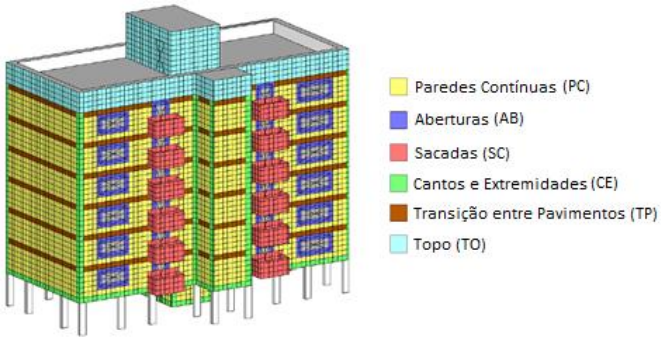
Edifício A (9 anos) | Edifício B (10 anos) | Edifício C (32 anos) | Edifício D (36 anos)

O método MMD contempla várias etapas, desde a investigação documental dos edifícios até a quantificação em área das anomalias identificadas. Sobreposta ao mapeamento de anomalias, a malha com dimensões quadradas de 50 cm permite quantificar as áreas totais e áreas degradadas de cada zona.

Devido a sistematização dos dados, as informações fornecidas pelo MMD permitem avaliar a degradação com diferentes perspectivas. Uma das possíveis análises que este método permite realizar é a investigação das anomalias em diferentes zonas da fachada. A Figura 4 ilustra a divisão da fachada em seis zonas, sendo: paredes contínuas (PC), aberturas (AB), sacadas (SC), cantos e extremidades (CE), transição entre pavimentos (TP) e topo (TO).

ISSN 1984-8757

Figura 4 - Divisão da fachada em zonas [15]



Nesta pesquisa a degradação da fachada é analisada em diferentes zonas em que surgem as anomalias, sendo obtido, em termos percentuais, a extensão de anomalias para cada zona da fachada. Além disto, nesta pesquisa é avaliado o indicador de degradação Fator de Danos das Regiões corrigido (FDR_C), obtido pela equação (1). Este indicador avalia a intensidade de degradação para diferentes zonas (ou regiões) da fachada. Uma vez que as zonas apresentam áreas desiguais, a correção (ou ponderação) realizada no FDR_C torna possível a comparação direta entre as diferentes zonas da fachada.

$$FDR_C = \left(\frac{\sum Ad_{r(n)}}{A_t}\right) \times \frac{A_{r(m)}}{A_{r(x)}} \quad (1)$$

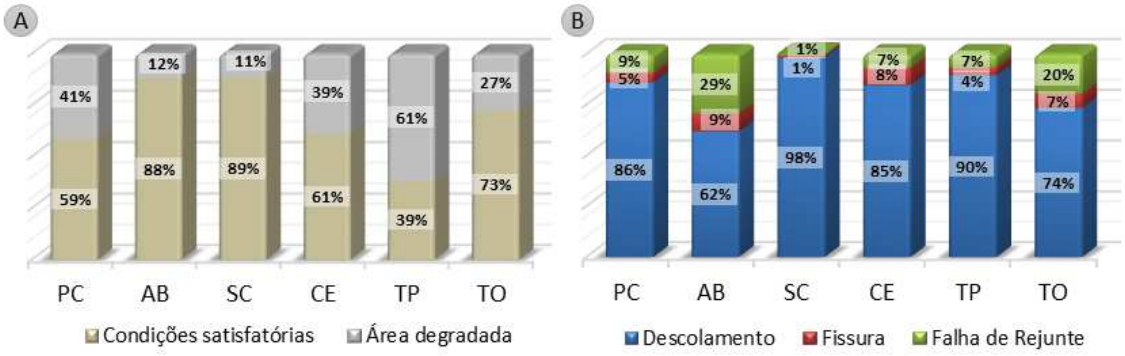
Onde, FDR_C é o Fator de Danos das Regiões corrigido, $Ad_{r(n)}$ é a área degradada pela anomalias (*n*) em determinada região *r*, A_t é a área total da fachada, $A_{r(m)}$ é a área da região que apresenta menor área, $A_{r(x)}$ é a área da região em análise.

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

As zonas que compõem a fachadas apresentam particularidades que podem refletir no surgimento das anomalias. Os resultados referentes à extensão de anomalias, considerando todos os edifícios, para cada zona analisada estão ilustrados na Figura 5.

Em geral, todas as zonas apresentaram áreas superiores de 50% em condições satisfatórias, exceto a zona de transição entre pavimento que apresentou 39% de área em condições satisfatórias (Figura 5A). As zonas que apresentaram baixo percentual de área degradada foram as sacadas (SC: 11%) e as aberturas (AB: 12%). Embora o percentual de área degradada apresentou-se baixo, nota-se que há uma tendência a degradação diferenciada entre as zonas. A zona de transição entre pavimentos tende a degradar-se com maior facilidade que as demais.

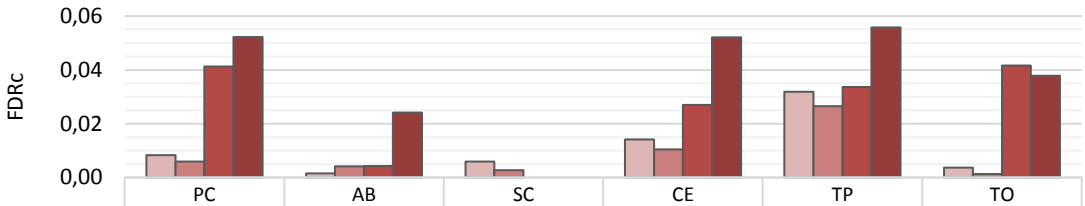
Figura 5 - Extensão de anomalias para cada zona da fachada.



Considerando as anomalias identificadas para cada zona, os resultados indicaram que independente da zona da fachada o descolamento é a anomalia mais recorrente, seguido pela falha de rejunte e a fissuração (Figura 5B). O percentual elevado de falha de rejunte na zona de aberturas (AB: 29%) indicam uma predisposição desta anomalia nesta zona. Este fato pode ser atribuído à elevada concentração de esforços nestas zonas ocasionado pela deficiência de vergas e contra vergas, que têm como objetivo distribuir adequadamente os esforços concentrados [17].

O Fator de Danos das Regiões corrigido (FDR_C) para cada edifício analisado permite verificar o comportamento da degradação ao longo da fachada em função da idade dos edifícios. A Figura 6 ilustra os valores obtidos para o Fator de Danos das Regiões corrigido de cada edifício analisado.

Figura 6 - Fator de Danos das Regiões corrigido para cada edifício. (PC – Paredes Continuas; AB – Aberturas; SC – Sacadas; CE – Cantos e Extremidades; TP – Transição entre Pavimentos; TO – Topo).



	PC	AB	SC	CE	TP	TO
Edifício A	0,0083	0,0016	0,0059	0,0142	0,0319	0,0037
Edifício B	0,0059	0,0042	0,0027	0,0105	0,0265	0,0013
Edifício C	0,0413	0,0042		0,0270	0,0336	0,0416
Edifício D	0,0522	0,0241		0,0521	0,0558	0,0378

Independente da zona, os edifícios A e B, uma vez que são mais jovens, apresentam índices inferiores aos edifícios C e D. Na arquitetura dos edifícios de Brasília, embora apresente semelhanças, há uma mudança dos projetos de fachadas em função da época em que os

edifícios foram construídos. Nota-se esta particularidade nos edifícios estudados, em que os edifícios C e D, os quais possuem idades mais avançadas, não apresentem as zonas de sacadas.

Ainda em uma análise dos edifícios com idades mais avançadas, o fato de o edifício C apresentar indicadores superiores ao edifício D não contradiz o fato de que o tempo é o principal fator de degradação. Entretanto, este fato indica que além do tempo existem outras variáveis que também podem interferir no surgimento de anomalias. Cada edifício está sujeito a diferentes condições devido ao processo construtivo, a localização e condições ambientais distintas [18], assim provocando situações individualizadas a cada fachada.

A configuração da fachada também influencia na degradação, conforme observado nos edifícios com idades mais avançadas (edifício C e D) que apresentam elevados valores nas regiões de transição entre pavimentos, paredes contínuas e cantos e extremidades. Nos edifícios mais jovens (edifícios A e B), a zona de transição entre pavimentos apresenta valores elevados mostrando-se como a zona mais crítica para estes edifícios.

A análise destes resultados permite constatar que, independente da idade, a zona de transição entre pavimentos é a zona mais crítica. Esta zona situa-se na interface entre alvenaria e estrutura e desde as primeiras idades do edifício sofre movimentações que podem ocasionar anomalias. Ao longo do tempo as zonas de paredes contínuas tendem a se tornar zonas críticas, pois estas são zonas que podem apresentar anomalias por fadiga, ou seja, ao longo do tempo com a variação dimensional das placas cerâmicas ocorre a falha do sistema e surgem anomalias.

5. CONCLUSÕES

A análise das diferentes zonas da fachada evidencia uma tendência a degradação diferenciada entre as zonas. A zona de transição entre pavimentos tende a degradar-se com maior facilidade que as demais, mesmo quando considerado a idade dos edifícios. As zonas de paredes contínuas e cantos e extremidades tendem a se tornarem zonas críticas no decorrer do tempo.

Esta pesquisa serve a princípio como ferramenta de retroalimentação para elaboração de novos projetos, de forma a prevenir o surgimento das anomalias. Cada projeto tem uma solução apropriada, desde que mantenha a capacidade de exercer as funções as quais lhe são exigidas. Portanto, a continuação do desenvolvimento desta pesquisa pode construir ferramentas que servirão para a manutenção de sistemas de revestimento a partir de uma orientação direcionada a manutenção de cada zona da fachada, atuando diretamente no reparo do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA, J.; SILVA, A.; DE BRITO, J.; BAUER, E. Service life prediction of ceramic tiling systems in Brasília-Brazil using the factor method. **Construction and Building Materials**, v. 192, 2018.

2. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15686-2**: Buildings - Service life planning. Part 2: Service life prediction procedures. Switzerland: ISO, 2012.

3. SOUSA H.; THOMAZ E.; HUMBERTO R.; MORTON J.; SILVA J.M.; CORRÊA M.; PFEFFERMANN O.; LOURENÇO PAULO B.; VICENTE ROMEU S.; SOUSA R. Defects in Masonry Walls. Guidance on Cracking: Identification, Prevention and Repair. **International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB W023 – Wall Structures**. Rotterdam, 2015.

4. SHOHET, I.M.; PACIUK, M. Service life prediction of exterior cladding components under standard conditions. **Construction Management and Economics**, v. 22. 2004.

5. FLORES-COLEN I.; DE BRITO J.; DE FREITAS V. P. Stains in facades' rendering–diagnosis and maintenance techniques' classification. **Construction and Building Materials**, v.23. 2008.

6. 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 façade. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 1. 2016.

7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

8. CARASEK, H. Argamassas. *In*: Isaia, G.C. (ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. v. 2, cap. 28.

9. Medeiros, J. S.; Sabbatini, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

11. BAUER, E; CASTRO, E. K. Vida útil dos revestimentos de fachada - avaliação das manifestações patológicas nas fachadas de edifícios de Brasília. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais** … Fortaleza, 2013.

12. BAUER, E.; SANTOS, C. C. N.; MORAIS, D. M.; PEREIRA, C. H. A. F. Avaliação da consistência das argamassas industrializadas projetadas utilizando o método vane. **e- Mat – Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil**, v. 2. 2005.

13. SILVESTRE J. D.; DE BRITO J. Ceramic tiling in building facades: Inspection and pathological characterization using an expert system. **Construction and Building Materials**, v. 25. 2011.

14. SOUZA, Jéssica Siqueira de. **Evolução da degradação de fachadas - Efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

15. PINHEIRO, Pedro Ivo Santos. **Aplicação do Método de Mensuração da Degradação (MMD) ao estudo das fachadas de edifícios em Brasília**. Dissertação (Bacharel em Engenharia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

16. SILVA, Maria de Nazaré Batista da. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

17. SOUSA H.; THOMAZ E.; HUMBERTO R.; MORTON J.; SILVA J.M.; CORRÊA M.; PFEFFERMANN O.; LOURENÇO PAULO B.; VICENTE ROMEU S.; SOUSA R. Defects in Masonry Walls. Guidance on Cracking: Identification, Prevention and Repair. **International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB W023 – Wall Structures**. Rotterdam, 2015.

18. NASCIMENTO, M.L. M.; BAUER, E.; SOUZA, J. S.; ZANONI; V. A. G. Wind-driven rain incidence parameters obtained by hygrothermal simulation. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 1. 2016.