https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.081

VARIÁVEIS UTILIZADAS NA MODELAÇÃO DA DEGRADAÇÃO EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Maykon Silva[1]* e Elton Bauer[2];
*Autor de contato: eng.maykonsilva@gmail.com

[1] Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília (UnB), Brasília/DF, Brasil
[2] Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília (UnB), Brasília/DF, Brasil

RESUMO

As fachadas têm a função de proteger os espaços internos das condições adversas do exterior (chuva, vento, radiação solar), e de servir como barreira a estes agentes. Porém, todo elemento sofre um processo natural de degradação no decorrer do tempo. Procurando contribuir com os estudos e promover melhor compreensão dos fenômenos de degradação das fachadas, este trabalho busca identificar na literatura as principais variáveis utilizadas para modelação da degradação, em trabalhos que avaliam quantitativamente a evolução da degradação e estimam a vida útil nos sistemas de revestimentos em fachadas de edifícios. As variáveis levantadas são condicionantes do processo de degradação de diferentes sistemas de revestimento das fachadas, sendo analisados nesse trabalho os revestimentos cerâmicos, em argamassa, de pedra ou de madeira. Inúmeras variáveis são abordadas para os diferentes sistemas de revestimento, porém, as mais citadas são: idade, orientação da edificação, distância ao mar, exposição à umidade, exposição ao vento/chuva e o tipo de material utilizado. Conclui-se que além da idade, os agentes externos ambientais são os fatores mais representativos e influenciadores do processo de degradação das fachadas.
Palavras-chave: degradação; modelação; fachadas; revestimentos; variáveis.

ABSTRACT

Facades have the function of protecting internal spaces from adverse conditions from the outside (rain, wind, solar radiation), and to serve as a barrier to these agents. However, every element undergoes a natural and spontaneous process of degradation over time. Seeking to contribute to the studies and promote a better understanding of the phenomena of degradation of the facades, this work seeks to identify in the literature the main variables used for modeling the degradation, in order to allow the quantitative evaluation of the evolution of the degradation and to estimate the useful life in the coating systems. on building facades. The variables raised are determinants of the degradation process of different systems of covering of the facades, being analyzed in this work the ceramic coverings, in mortar, of natural stone or of wood. Numerous variables are addressed for the different coating systems, however, the most cited are age, geographical orientation of the building, distance from the sea, exposure to humidity, exposure to wind/rain and the type of material used. It is concluded that in addition to age, external environmental agents are the most representative factors and influencers of the facade degradation process in general.
Keywords: degradation; modeling; facades; coatings; variables.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm surgido preocupações sociais no que diz respeito à sustentabilidade econômica e ambiental da indústria da construção, levando ao desenvolvimento de vários estudos científicos em relação ao ambiente construído. Os edifícios e seus sistemas naturalmente se deterioram com o tempo e o conhecimento de seu processo e mecanismos de degradação permitem prever sua vida útil, bem como avaliar seu ciclo de vida. Dessa forma, são utilizadas ferramentas para modelação da degradação e previsão da vida útil para os sistemas das edificações.

As fachadas dos edifícios desempenham um papel importante na proteção dos edifícios por fazer parte da envolvente e devem cumprir as suas funções e requisitos de desempenho, resistindo aos agentes ambientais externos aos quais estão diretamente expostos. Além dos agentes de degradação ambientais, vários são os fatores que influenciam na durabilidade e vida útil das edificações pois estão relacionados com o processo de degradação. Diversos fatores são citados nos trabalhos que abordam a modelação da degradação e os modelos apontam as variáveis mais relevantes para a degradação do sistema estudado.

O objetivo deste trabalho se concentra especificamente em apresentar as variáveis que são utilizadas na modelação da degradação de fachadas de edifícios e no desenvolvimento de modelos de previsão de vida útil, em diferentes estudos e para diferentes tipos de revestimentos. Ou seja, o objetivo é explorar a literatura para levantar essas variáveis, que são fatores condicionantes do processo de degradação e são responsáveis por agravar ou atenuar os mecanismos de degradação. Os revestimentos de fachadas abordados nesse estudo são: Revestimento cerâmico; revestimento de pedra natural e revestimento em argamassas.

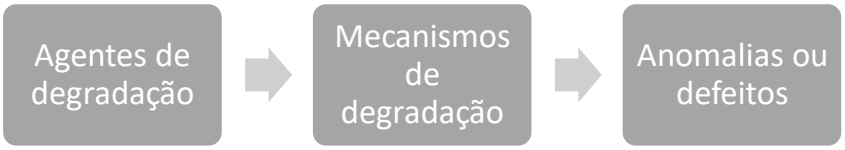
Nos trabalhos de modelação citados são utilizados um conjunto de análises estatísticas (análises fatoriais e análises de regressão simples e múltipla) para realizar a previsão da degradação e vida útil, além de avaliar a métodos para gestão da manutenção dos edifícios, baseados em dados de inspeções in situ do real estado de conservação das fachadas dos edifícios.

Neste artigo, é feita uma breve revisão sobre conceitos importantes relacionados ao processo de degradação, as variáveis encontradas e selecionadas são apresentadas e contextualizadas, os procedimentos estatísticos para modelar e classificar informações são apresentados e, por fim, métodos de previsão de vida útil são discutidos.

2. DEGRADAÇÃO

A degradação pode ser entendida como o processo inerente à ação de um agente de degradação ou do conjunto deles, o qual provoca mudanças nas propriedades de um material, sistema ou componente, podendo essas propriedades serem afetadas de forma física, mecânica ou elétrica (BS ISO 15686-8, 2008). A degradação leva a perda de desempenho do edifício ou de seus sistemas. É essencial a realização de manutenção para preservar suas características e propriedades durante o período de vida útil, de modo a respeitar os níveis mínimos de desempenho. (SANTOS, 2018). O processo de degradação pode ser retratado de forma resumida na figura 1.

Figura 1 – Processo de degradação



Fonte: os autores.

Os agentes de degradação das fachadas podem ser definidos como quaisquer fatores externos, provenientes de diferentes naturezas, agindo de forma combinada ou não, que comprometem adversamente o desempenho dos componentes e materiais do edifício; podendo ser ligados ao clima, biológicos, mecânicos, incompatibilidades e fatores de uso (ASTM E632, 1996).

O mecanismo de degradação é a sequência de alterações químicas ou físicas, ou ambas, que levam a alterações prejudiciais em uma ou mais propriedades de um componente ou material de construção quando exposto a um ou mais agente de degradação (ASTM E632, 1996). Os mecanismos estão relacionados a forma como um elemento de construção reage sobre a aplicação de uma ação, e ditam o processo de degradação, refletindo posteriormente no surgimento das anomalias.

No estudo da degradação, os mecanismos são influenciados pela ação, duração da ação e sensibilidade à ação, além dos fatores agravantes ou atenuantes. É importante caracterizar quais são os agentes responsáveis pela degradação e qual a duração da ação, destacando se os agentes são permanentes ou cíclicos. A sensibilidade da ação está relacionada ao meio que o edifício está inserido, as condições de exposição ambientais e demais fatores que interagem no processo de formação das anomalias, sejam eles, fatores que aceleram ou reduzem o processo de degradação. (NASCIMENTO, 2016)

O tipo de fachada, detalhes arquitetônicos, materiais utilizados no revestimento externo influenciam diretamente as propriedades do sistema, alterando de forma significativa a porosidade, o transporte de água, a ductilidade ou a fragilidade do material (SALOMÃO, 2016). Todos esses detalhes, juntamente aos agentes de degradação influenciam no surgimento de anomalias e no processo de degradação. (ANTUNES, 2010)

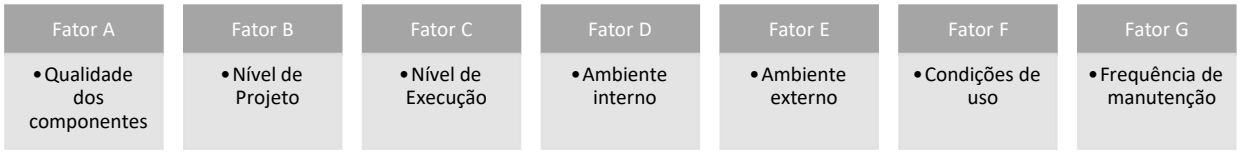
Embora existam diversos fatores de degradação, o tempo é inquestionavelmente o principal fator de degradação, pois mesmo que um sistema de revestimento apresente as melhores condições possíveis, o envelhecimento deste sistema é de ordem natural (SHOET e PACIUK, 2004; Silva et al., 2016).

A condição de degradação pode ser avaliada por indicadores de degradação que representam a alteração de alguma característica de desempenho de um componente do edifício, isto é, perdas das características que são críticas para o desempenho (COLEN, 2009). A degradação pode ser representada graficamente a partir das curvas de degradação, que representam a evolução progressiva da degradação no decorrer do tempo (índice de degradação x tempo). Essa representação reflete a perda de desempenho e a velocidade em que os sistemas deixam de atender aos requisitos mínimos exigidos, perdendo sua capacidade funcional, e permitindo fazer a estimativa da vida útil (SHOHET; PACIUK, 2004; GASPAR; BRITO, 2008; DIAS et al., 2014).

Para a previsão do fenômeno de degradação, a norma ISO 15686-7 (2006) se refere a sete classes de fatores condicionantes de degradação e durabilidade (Figura 2). Esses fatores são tidos como

variáveis independentes na modelação e permitem verificar os seus efeitos sobre o processo da degradação.

Figura 2 – Fatores condicionantes da degradação de acordo com ISO 15686-7(2006)



Fonte: os autores.

A degradação existente em fachadas é decorrente de múltiplos fatores e devido à ação conjunta dos agentes de degradação. A avaliação da degradação deve contemplar o máximo de informações possíveis dos fatores de degradação, para que o modelo de degradação seja eficaz (KAZMIERCZAK et al., 2016).

As causas e o comportamento da degradação não são completamente conhecidos devido a ações simultâneas e sinérgicas de vários fatores que influenciam os mecanismos de degradação Diferentes variáveis são abordadas nos diferentes trabalhos como condicionantes do ciclo de vida das fachadas dos edifícios, devido à complexidade do fenômeno degradação. Dessa forma, há uma grande variabilidade relacionada com os processos de degradação e os métodos de previsão da vida útil. É necessário estudar a questão da durabilidade e da degradação, de forma a acumular mais informações e alcançar desenvolvimentos matemáticos por meio da modelação para melhores previsões sobre a durabilidade e vida útil das edificações. (MARTINEZ et al., 2012).

Os modelos de previsão de vida útil buscam exprimir o processo de degradação para que o desempenho de sistemas construtivos seja previsto. Alguns pesquisadores (SILVA et al., 2016, SOUZA et al., 2016) propõem e averiguam diversos modelos previsão da vida útil, os quais incluem vários fatores que podem influenciar a evolução da degradação.

Os principais métodos utilizados para a estimativa da vida útil podem ser distinguidos em três abordagens diferentes: métodos determinísticos (como regressão simples e múltipla e método fatorial determinístico, métodos probabilísticos ou estocástico (como regressão logística, método fatorial probabilístico e cadeias de Markov) e métodos de engenharia (como redes neurais artificiais e lógica difusa) (HOVDE, 2004)

3. VARIÁVEIS CONDICIONANTES DA DEGRADAÇÃO UTILIZADAS NA MODELAÇÃO

Os trabalhos apresentam metodologias de previsão de vida útil e do processo de degradação, baseada em análises gráficas e estatísticas. Em sua grande maioria, consideram as anomalias observadas na inspeção de edifícios em uso e nas correspondentes curvas de degradação obtidas a partir da modelação. De acordo com o tipo de revestimento, diversos fatores são levados em consideração, sendo abordados como variáveis independentes na modelação da degradação e em métodos de previsão de vida útil. A metodologia deste trabalho se resume na busca dessas variáveis na literatura mais atual e na sua apresentação em tabelas para cada tipo de revestimento.

3.1 Revestimentos cerâmicos

Para aplicar técnicas estatísticas de modelação do processo de degradação de revestimentos cerâmicos e prever sua vida útil, é fundamental levantar as variáveis a serem investigadas. Nesse sentido, vários fatores são citados na tabela 1, dividido por trabalhos de autores. Na maioria dos trabalhos são citadas variáveis como idade, cor, orientação geográfica do edifício e exposição a agentes climáticos como radiação solar, chuva e vento. Cada trabalho ainda divide as variáveis em subfatores como a variável cor que é dividida em cores claras e cores escuras por (SOUZA et al., 2018a) e em cores claras, cores escuras e branco por (GALBUSERA; DE BRITO; SILVA, 2014).

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para modelação da degradação em revestimentos cerâmicos

Autores	Variáveis
SHOET et al. 2006	Falta de detalhes de projetos (Sistema de gotejamento, juntas de dilatação), Projeto defeituoso, ambiente marinho, exposição a poluição do ar, Mão de obra deficiente.
GALBUSERA; et al., 2014	Superfície da cerâmica (esmaltada ou não), cor, dimensão da cerâmica, tipo de substrato, proteção periférica, articulações periféricas, nível de execução, orientação geográfica, ação do vento/chuva, distância do mar, exposição a umidade, manutenção regular, facilidade de inspeção.
GASPAR, 2017	Variação de temperatura, umidade relativa, radiação solar, precipitação, velocidade e direção do vento.
SOUZA et al., 2018a	Cor, Variedades de cerâmica no mesmo edifício, tamanho da cerâmica, área da fachada, presença de articulações, elemento de construção (fachada, empena, escadaria), orientação geográfica, exposição a poluição, ação do vento)
SOUZA et al., 2018b	Cor, Variedades de cerâmica no mesmo edifício, tamanho da cerâmica, área da fachada, presença de articulações, elemento de construção (fachada, empena, escadaria), orientação geográfica, exposição a poluição, ação do vento)
SOUZA et al., 2019	Cor, Dimensão da cerâmica, altura do edifício, elemento construtivo (fachada, empena, caixa de escada), Existencia de juntas, orientação geográfica, grau de proteção e idade.
FERREIRA et al., 2021	Exposição ambiental (Exposição à umidade, distância do mar e orientação geográfica)

Fonte: os autores.

Regressão simples e múltipla (linear e não linear) revelam que idade, cor, variedade dos revestimentos cerâmicos, exposição a poluição são as principais variáveis que explicam a degradação dos revestimentos cerâmicos (SOUZA et al., 2018a). Em seu trabalho GASPAR (2017) constatou a influência dos fatores ambientais incidentes na fachada, como ciclos de calor extremo, exposição à radiação solar e em menor grau, ciclos de congelamento e degelo.

3.2 Revestimentos em argamassa e pintura

O mesmo método foi aplicado para os revestimentos de pintura em fachadas de edifícios e considera a quantificação dos defeitos associados à pintura. É analisada a influência de fatores de degradação da construção/ambiente no comportamento dos revestimentos de tinta ao longo do tempo. As variáveis encontradas para esse tipo de revestimento estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Variáveis utilizadas para modelação da degradação em revestimentos em argamassa e pintura

Autores	Variáveis
SHOET et al., 2006	Falta de detalhes de projetos (Sistema de gotejamento, juntas de dilatação), Projeto defeituoso, ambiente marinho, exposição a poluição do ar, Mão de obra deficiente.
GARRIDO et al., 2012	Espessura do revestimento, Aglutinante de tinta, Textura da superfície da tinta, preparação da superfície do substrato, orientação geográfica.
COSTA et al., 2014	Textura da superfície da tinta, identificação de cores, identificação de elementos salientes, orientação geográfica.
CHAI et al., 2014	Tipo de produto, acabamento da pintura, cor da tinta, preparação da superfície, exposição à umidade, distância do mar, ação do vento/chuva, orientação geográfica.
CHAI et al., 2015	Tipo de produto, acabamento da pintura, cor da tinta, preparação da superfície, exposição à umidade, distância do mar, ação do vento/chuva, orientação geográfica, idade, distância de fontes poluentes, número de pavimentos.
VIEIRA et al., 2015	Tipo de argamassa, altura do edifício, orientação geográfica, exposição à umidade, distância do mar, nível de proteção das fachadas.
SILVA et al, 2015	Tipos de argamassa, cor, geometria do edifício, proteção dos beirais, presença de pingadeira, nível de detalhamento em projeto, orientação geográfica, distância do mar, exposição a umidade, distância das fontes de poluição, nível de proteção das fachadas, tipo de propriedade, facilidade de inspeção.
SOUZA et al., 2016	Tipos de argamassa, cor, geometria do edifício, proteção dos beirais, presença de pingadeira, nível de detalhamento em projeto, orientação geográfica, distância do mar, exposição a umidade, distância das fontes de poluição, nível de proteção das fachadas.
SOUSA et al;, 2020	Densidade de urbanização, tipo de acabamento superficial, orientação geográfica, localização do edifício, distância ao mar, tipo de base, geometria do edifício, presença de grafite, cor da tinta, uso da construção, exposição da fachada, brilho da pintura, exposição à umidade, nível de poluição.

Fonte: os autores.

Na grande maioria dos trabalhos de revestimento com pintura, são criados modelos englobando variáveis como idade, tipo de tinta, orientação geográfica, distância ao mar e exposição da fachada aos agentes de degradação ambientais externos.

CHAI et al.(2014) apontam em ordem decrescente o grau de importância das variáveis para a degradação de fachadas pintadas, sendo respectivamente: Textura da superfície pintada, distância do mar, ação combinada do vento e chuva e orientação solar. Na análise simultânea dos fatores de degradação, CHAI et al. (2015) afirmam que 83% da degradação pode ser explicada por três variáveis independentes através de um modelo linear múltiplo, sendo elas a idade, orientação da fachada e distância do mar.

VIEIRA et al. (2015) encontraram como variáveis mais significativas o tipo de reboco, exposição à umidade e nível de proteção da fachada. Já SOUSA et al. (2020) observou que a idade tem relação não linear com a degradação, bem como outras variáveis e está diretamente relacionada ao processo de degradação. Nesse mesmo trabalho, as variáveis mais significativas foram a idade, densidade de urbanização e exposição à umidade.

3.3 Revestimento de pedras naturais

Essa seção inclui as variáveis que afetam a durabilidade dos revestimentos de pedras naturais (em termos de severidade de degradação). A tabela 3 apresenta as variáveis e os os autores respectivamente.

Tabela 3 – Variáveis utilizadas para modelação da degradação em revestimentos de pedras naturais

Autores	Variáveis
SILVA et al., 2011	Tipo de pedra, cor da pedra, tipo de acabamento, distância do mar, orientação, exposição ao vento/chuva, exposição à umidade, idade
SILVA; DE BRITO; GASPAR, 2011	Idade, distância do mar, tipo de acabamento, tamanho das placas de pedra.
SILVA; DE BRITO; GASPAR, 2012	Tipo de pedra, cor da pedra, tipo de acabamento, distância do mar, orientação, exposição ao vento/chuva, exposição à umidade, altura do edifício, tamanho da pedra, localização do revestimento, uso do edifício, vandalismo.
SILVA; DE BRITO; GASPAR, 2016	Idade, distância do mar, tipo de acabamento, tamanho das placas de pedra.
MOUSAVI et al., 2017	Tipo de pedra, cor da pedra, tipo de acabamento, distância do mar, orientação geográfica, exposição ao vento/chuva, exposição à umidade, tipo de uso do prédio.
FERREIRA et al., 2021b	Exposição ambiental (Exposição à umidade, distância do mar, orientação solar)

Fonte: os autores.

SILVA et al., (2011) verificaram que alguns fatores citados contribuem para o aumento da vida útil, enquanto outros diminuem. Entre as variáveis mais influentes tem-se a idade, distância do mar, tipo de acabamento e tamanho das placas de pedras. O trabalho de MOUSAVI et al., (2017)

confirma o tamanho das placas e tipo de acabamento como variáveis determinantes no processo de degradação. SILVA; DE BRITO; GASPAR (2012) constataram que a idade é a variável que mais contribui no processo, seguida pela distancia do mar, tipo de acabamento e tamanho das placas de pedra.

3.4 Revestimentos de madeiras

Por fim, são apresentadas as variáveis utilizadas para modelação da degradação dos revestimentos em madeira na tabela 4. Nesses estudos são abordados principalmente a influência das condições de exposição ambiental como: orientação das fachadas, distância do mar, exposição ao vento e à umidade.

Tabela 4 – Variáveis utilizadas para modelação da degradação em revestimentos de madeiras

Autores	Variáveis
PRIETO; SILVA, 2020	Orientação, exposição ao vento, exposição à umidade, distância do mar.
SILVA; PRIETO, 2021	Tipo de madeira, cor, localização do revestimento, direção do revestimento, orientação, distância do mar, exposição à umidade, ação do vento/chuva, exposição a poluentes, tipo de uso, facilidade de inspeção e manutenção.

Fonte: os autores.

4. CONCLUSÕES

A degradação dos componentes da construção é um fenômeno complexo que depende de várias variáveis que individualmente ou em conjunto age sobre a edificação. A contribuição de algumas variáveis para a degradação afeta a influência das outras. A idade foi confirmada por vários trabalhos como variável condicionante da degradação, visto que, os edifícios se degradam naturalmente ao decorrer do tempo.

As variáveis responsáveis pela degradação dos revestimentos variam de acordo com o sistema e material escolhido. Os fatores relacionados às condições ambientais como exposição à radiação solar, vento e chuva são citados como significantes para todos os tipos de revestimento. Outras variáveis que aparecem com representatividade são: Orientação geográfica, distância ao mar, exposição a umidade, exposição a gases poluentes e características da edificação e dos próprios materiais utilizados como revestimento.

Mais especificamente, verifica-se que a distância ao mar está relacionada diretamente com a exposição da fachada à umidade e à ação do vento e chuva. A orientação está ligada ao ataque ambiental pelo fato que algumas orientações sofrem maior incidência de agentes ambientais. No que diz respeito à localização do revestimento na fachada, é de esperar que um sistema de revestimento no piso térreo seja menos influenciado por condições ambientais adversas do que o sistema de revestimento menos protegido no topo do edifício. O tipo de acabamento está relacionado com a cor e tipo de material escolhido.

São inúmeros os fatores que afetam a degradação das fachadas e o seu conhecimento é de fundamental importância para a sua modelação. Conhecer as causas do processo de degradação

contribui também para o entendimento da durabilidade e previsão da vida útil das edificações, possibilitando uma melhor gestão da manutenção.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos e auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E632-82: Standard Practice for Developing Accelerated Tests to aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials. Philadelphia, 1996.

ANTUNES, G. R. Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2010

CHAI, C. et al. Predicting the Service Life of Exterior Wall Painting: Techno-Economic Analysis of Alternative Maintenance Strategies. Journal of Construction Engineering and Management, v. 140, n. 3, 2014.

CHAI, C. et al. Statistical modelling of the service life prediction of painted surfaces. International Journal of Strategic Property Management, v. 19, n. 2, p. 173–185, 2015.

COLEN, I. DOS S. F. B. Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva. p. 541, 2009.

COSTA, J. et al. Modeling Evolution of Stains Caused by Collection of Dirt in Old Building Facades. Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 28, n. 2, p. 264–271, 2014.

DIAS, J. L.; SILVA, A.; CHAI, C.; GASPAR, P.L.; BRITO, J. Neural networks applied to service life prediction of exterior painted surfaces. Building Research and Information 42(3): 371-380, 2014.

FERREIRA, C. et al. Impact of environmental exposure conditions on the maintenance of facades' claddings. Buildings, v. 11, n. 4, p. 1–31, 2021a.

FERREIRA, C. et al. Definition of a condition-based model for natural stone claddings. Journal of Building Engineering, v. 33, n. April 2020, p. 101643, 2021b.

GALBUSERA, M. M.; DE BRITO, J.; SILVA, A. The importance of the quality of sampling in service life prediction. Construction and Building Materials, v. 66, p. 19–29, 2014.

GARRIDO, M. A.; PAULO, P. V.; BRANCO, F. A. Service life prediction of façade paint coatings in old buildings. Construction and Building Materials, v. 29, p. 394–402, 2012.

GASPAR, P.; BRITO, J. (2008). Quantifying environmental effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators. Building and Environment. v. 43. n. 11, pp. 1818-1828.

GASPAR, P. L. End of the Service Life of Ceramic Cladding: Lessons from the Girasol Building in Madrid. Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 31, n. 2, 2017.

HOVDE, P. (2004). Factor methods for service life prediction. CIB W080/RILEM 175 SLM: Service Life Methodologies Prediction of Service Life for Buildings and Components, Task Group: Performance Based Methods of Service Life Prediction, Trondheim, Norway, 51 p.

International Organization for Standardization. ISO 15686-7 (2006): Buildings - Service life planning. Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice.

International Organization for Standardization ISO 15686-8 (2008): Buildings - Service life planning. Part 8: Performance evaluation for feedback of service life data from practice.

KAZMIERCZAK, C. S.; KULAKOWSKI, M. P.; BREHM, F. A.; SENTENA, J. A. A.; MARQUETTO, L. (2016) Considerações sobre a Avaliação da Durabilidade de Revestimentos de Argamassa com Incorporação de Resíduos por Meio de Ensaios Acelerados com Ciclos Térmicos. Ed. Scienza. Porto Alegre. Cap. 6. pp. 147 - 175.

MARTINEZ, S. E.; SÁNCHEZ, V. M.; GONCÁLEZ, J. B. Durability and accelerated aging tests in construction products. Materials Technology, p. 1–10, 2012.

MOUSAVI, S. H. et al. Service Life Prediction of Natural Stone Claddings with an Indirect Fastening System. Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 31, n. 4, 2017.

NASCIMENTO, M. L. M. Aplicação da Simulação Higrotérmica na Investigação da Degradação de Fachadas de Edifícios. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 173p, 2016.

PRIETO, A. J.; SILVA, A. Service life prediction and environmental exposure conditions of timber claddings in South Chile. Building Research and Information, v. 48, n. 2, p. 191–206, 2020.

SANTOS, D. G. DOS. Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios. Universidade de Brasília, 2018.

SALOMÃO, M. C. F. Estudo da estrutura das argamassas de revestimento e sua influência nas propriedades de transporte de água. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E. DT-06A/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 248p, 2016.

SHOHET, I. M.; PACIUK, M. (2004). Service life prediction of exterior cladding components under standard conditions. Construction Management and Economics. v. 22. n. 10. pp. 1081-1090.

SILVA, A. et al. Service life prediction models for exterior stone cladding. Building Research and Information, v. 39, n. 6, p. 637–653, 2011.

SILVA, A.; DE BRITO, J.; GASPAR, P. L. Service life prediction model applied to natural stone wall claddings (directly adhered to the substrate). Construction and Building Materials, v. 25, n. 9, p. 3674–3684, 2011.

SILVA, A.; DE BRITO, J.; GASPAR, P. L. Application of the factor method to maintenance decision support for stone cladding. Automation in Construction, v. 22, p. 165–174, 2012.

SILVA, A.; DE BRITO, J.; GASPAR, P. L. Methodologies for service life prediction of buildings: with a focus on façade claddings.

SILVA, A.; PRIETO, A. J. Modelling the service life of timber claddings using the factor method. Journal of Building Engineering, v. 37, n. November 2020, p. 102137, 2021.

SOUSA, V.; MEIRELES, I.; SILVA, A. Optimizing Service Life Prediction Models of External Paint Finishes. Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 34, n. 2, 2020.

SOUZA, J. et al. Analysis of the influencing factors of external wall ceramic claddings' service life using regression techniques. Engineering Failure Analysis, v. 83, p. 141–155, 2018a.

SOUZA, J. et al. Service life prediction of ceramic tiling systems in Brasília-Brazil using the factor method. Construction and Building Materials, v. 192, p. 38–49, 2018b.

SOUZA, J.; PIAZZAROLLO, C.; BAUER, E. Aplicação do método de mensuração de degradação em revestimentos de fachadas. 2o Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos. Anais.2019.

SOUZA, J. S. Evolução da degradação de fachadas - efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 114p, 2016.

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

VIEIRA, S. M. et al. Modelling the service life of rendered facades using fuzzy systems. Automation in Construction, v. 51, p. 1–7, 2015.