4° Workshop de tecnologia de sistemas e processos construtivos
TECSIC 2023

Porto Alegre, RS, Brasil, 23 e 24 de agosto de 2023

Contribuição para estimativa de vida útil das alvenarias de blocos de gesso

Contribution to estimate the service life of gypsum block masonry

Carlos Welligton de Azevedo Pires Sobrinho
ITEP | Recife | Brasil | carlositep@gmail.com

Resumo expandido

A previsão da estimativa de vida útil de elementos que compõem uma edificação, quando não conhecido seu comportamento, necessita de metodologia que considere a influência dos mecanismos depreciativos que interferem no desempenho ao longo do tempo. Neste artigo serão apresentados os principais contributos que podem auxiliar na formulação da metodologia da determinação da vida útil de referência de fachadas em alvenaria de blocos de gesso, utilizando métodos fatoriais e análise de regressão linear dos diversos indicadores de falhas, bem como os critérios para quantificar os fatores modificadores da formulação semi-empírica do método dos fatores. A metodologia fatorial foi empregada tendo por base resultados obtidos na campanha de inspeção em 115 edificações construídas em componentes de gesso em três regiões do estado de Pernambuco, considerando os principais fatores associados as curvas de tendência apresentados pela análise de regressão linear, propiciando a determinação da estimativa da vida útil para este tipo de edificação. Os resultados mostram que a influência decisiva das condições climáticas das casas construídas nas três zonas bioclimáticas investigadas.

Palavras-chave: Durabilidade das Alvenarias, Alvenaria em Bloco de Gesso, Vida Útil Estimada, metodologia fatorial.

Abstract

The prediction of the estimated service life of elements that make up a building, when its behavior is not known, requires a methodology that considers the influence of depreciative mechanisms that interfere with performance over time. This abstract will present the main contributions that can help in the formulation of the methodology for determining the reference service life of gypsum block masonry facades, using factorial methods and linear regression analysis of the various failure indicators, as well as the criteria to quantify the modifying factors of the semi-empirical formulation of the factor method. The factorial methodology was used

Como citar:
SOBRINHO, C. W. de A. P. Contribuição para estimativa de vida útil das alvenarias de blocos de gesso. TECSIC 2023. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS, 23 e 24 AGO 2023, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 46-51.

based on results obtained in the inspection campaign in 115 buildings built with gypsum components in three regions of the state of Pernambuco, considering the main factors associated with the trend curves presented by the linear regression analysis, allowing the determination of the useful life estimate for this building. Results show that climatic conditions of the houses built in the three investigated bioclimatic zones have a decisive influence.

Keywords: Masonry durability, Gypsum Block Masonry, Estimated Service Life, *factorial methodology*

INTRODUÇÃO

A previsão da vida útil, de elementos que compõem uma edificação, necessita de uma metodologia que considere a influência dos mecanismos depreciativos que interferem no desempenho ao longo do tempo. Isso possibilitará a definição do momento necessário ao restabelecimento dos requisitos de desempenho que não mais atendem aos especificados ou aos padrões de qualidade adquiridos e/ou não mais atendem aos requisitos normativos.

Para os elementos com comportamento tradicionalmente conhecidos, bastante estudados, tem nas normas e/ou nos manuais técnicos informações suficientes (através de testes específicos ou indicativos de sintomas detectados) para estimar o momento de intervir para reparar ou substituir um determinado componente e/ou elemento construtivo.

Já para elementos ou componentes de que não se tem domínio de seu comportamento frente às ações a que estão submetidos, conhecidas ou estimadas, necessitam de metodologias que possam estimar o tempo de vida para que este produto atenda aos requisitos mínimos especificados, sabendo que logo após sua concepção e sua entrada em serviço já se inicia o processo depreciativo.

O método dos fatores desenvolvido pelo Instituto de Arquitetura do Japão (AIJ, 1993) é a metodologia mais utilizada nos estudos sobre estimativa de vida útil das edificações e serve de referência para a norma ISO 15686 (ISO, 2014) na estimativa de vida útil de ativos construídos. Este método apresenta um procedimento de determinar a Vida Útil Estimada (VUE) de um determinado ativo construído, tendo por base uma Vida Útil de Referência (VUR). Caracteriza-se como a vida útil esperada em condições normais de uso e manutenção, sendo esta corrigida por fatores modificadores, variáveis de baixa correlação e estimadores de influência que interferem na estimativa da vida útil da edificação ou de suas partes.

METODOLOGIA

O método dos fatores desenvolvido pelo Instituto de Arquitetura do Japão (AIJ, 1993) é a metodologia mais utilizada nos estudos sobre estimativa de vida útil das edificações e serve de referência para a norma ISO 15686 (ISO, 2014) na estimativa de vida útil de ativos construídos. Este método apresenta um procedimento de determinar a Vida Útil Estimada (VUE) de um determinado ativo construído, tendo por base uma Vida Útil de Referência (VUR). Caracteriza-se como a vida útil esperada em condições normais de uso e manutenção, sendo esta corrigida por fatores modificadores, variáveis de baixa correlação e estimadores de influência que interferem na estimativa da vida útil da edificação ou de suas partes.

A aplicação deste método permite determinar a VUE para um elemento ou sistema construtivo, sob condições específicas. Tem como base uma VUR, e sobre esta, a

aplicação de uma série de fatores modificadores relacionados com as variáveis, de baixa correlação, que dizem respeito a ações ou condições específicas que agem sobre o produto em avaliação. O método fatorial é expresso pela Equação 1:

$$VUE = VUR \times Fator\ A \times Fator\ B \times Fator\ C \times Fator\ D \times Fator\ E \times Fator\ F \times Fator\ G \quad \textbf{[Equação 1]}$$

Onde: VUE - Vida Útil Estimada; VUR - Vida Útil de Referência; fator A - fator relacionado à qualidade do material/componente; Fator B - fator relacionado à qualidade do projeto; Fator C - fator relacionado à qualidade da execução no local; Fator D - fator relacionado às condições ambientais internas; Fator E- fator relacionado às condições ambientais externas; Fator F - fator relacionado às condições de uso da construção; e Fator G - fator relacionado ao nível de manutenção.

A VUR, principal quantificador da VUE, foi determinada através do levantamento de falhas nas edificações investigadas empregada em campanha de inspeção em 115 edificações construídas em componentes de gesso em três regiões do estado de Pernambuco, região responsável por 90% do gesso produzido no Brasil e onde se concentra a maior quantidade de casas térreas construídas com este componente. Posteriormente foram aplicados os fatores modificadores relacionados com as variáveis que potencialmente possam interferir no envelhecimento das edificações, geralmente definidos com base na expertise da equipe que tenha um conhecimento acumulado sobre os objetos em pauta.

Para a determinação da VUR foram utilizadas a quantificação dos níveis de degradação, denominado ODL (*Overall Degradation Level*), apresentado em Gaspar & de Brito (2008), e a determinação do indicador de severidade de degradação (S) que representa uma indicação do grau de degradação do sistema investigado (Gaspar & de Brito, 2011).

As equações 2 e 3 apresentam as formulações para a determinação dos dois quantificadores de degradação utilizados:

$$ODL = \frac{\sum ni.j}{ni} \quad \textbf{[Equação 2]}$$

ODL- nível geral de degradação, onde ODL ϵ K
ni - número de defeitos associado a falha j, j ϵ J
J - Escala de falha {0,1,2,3,4}, para cada falha específica j; e
K- Espaço das condições gerais de falha [0,00 - 4,00]

$$S = \frac{\sum(An.Kn.Kan)}{(A.K)} \quad \textbf{[Equação 3]}$$

S - Indicador de severidade da degradação;
An- área da fachada afetada p/anomalia n [m^2];
Kn- Constante de ponderação das anomalias n, Kn ϵ [0,1,2,3,4];
Kan- Constante de ponderação relativo ao peso da anomalia, definida em função dos custos de reparação, Kan ϵ R;
K- Constante de ponderação igual ao Kn mais elevado;
A- Área total investigada.

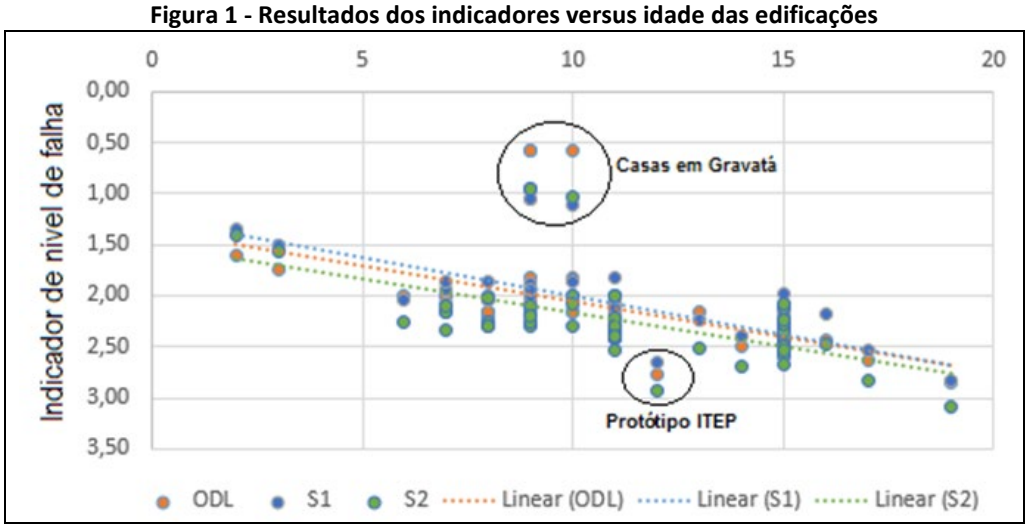
Em ambas as formulações o tempo é usado como variável independente, quantificado como a idade das edificações investigadas, e associado a ODL ou S. Cada edificação avaliada apresenta um nível geral de degradação (ODL) formado pela composição da

quantificação do número de falhas observadas ponderada pelo nível de degradação considerado, ou pelo indicador de severidade da degradação (S) que considera esta quantificação através das áreas atingidas, ponderada pelo nível de degradação e pela extensão desta degradação referente a área total avaliada.

APLICAÇÃO DAS FORMULAÇÕES AS EDIFICAÇÕES

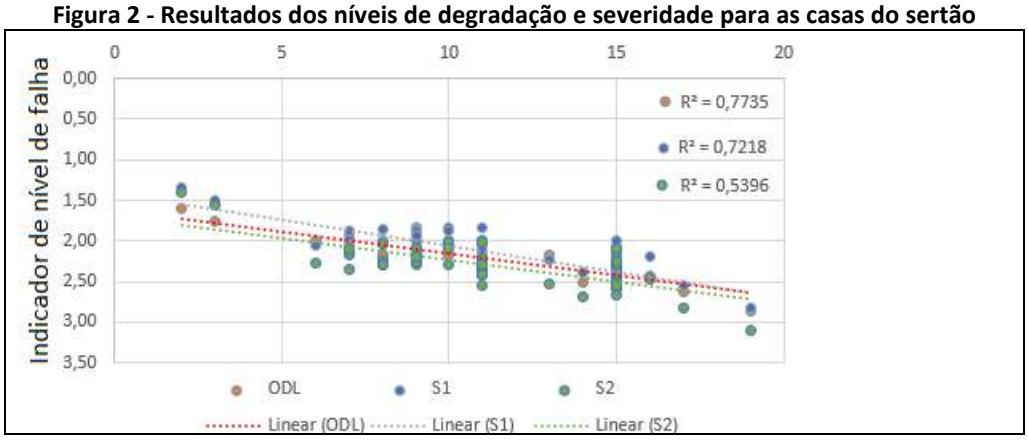
Na campanha realizada foram inspecionadas 62 casas térreas, localizadas nos municípios de Araripina e Trindade. A região que os constitui é considerada homogénea, classificada como zona bioclimática Z7 (ABNT, 2005). Destas, 58 casas estão localizadas na zona bioclimática Z7 (sertão do Araripe), 3 casas localizadas no município de Gravatá, na zona bioclimática Z6, e o protótipo construído no Recife, na zona bioclimática Z8. Os resultados aplicados às 117 edificações estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Resultados dos indicadores versus idade das edificações



Analisando dentro da mesma região bioclimática do Sertão (Z7), em um universo de 112 casas, é possível perceber que os três indicadores apresentam comportamento similar, não existindo disparidade maior entre valores, porém, os indicadores que representam graus de severidade S1 e S2 conseguem assimilar as variações das extensões das manifestações patológicas atuantes, exigindo maior sensibilidade dos avaliadores na determinação das áreas afetadas. A Figura 2 mostra o comportamento dos indicadores apenas situados na região do sertão pernambucano (Z7).

Figura 2 - Resultados dos níveis de degradação e severidade para as casas do sertão



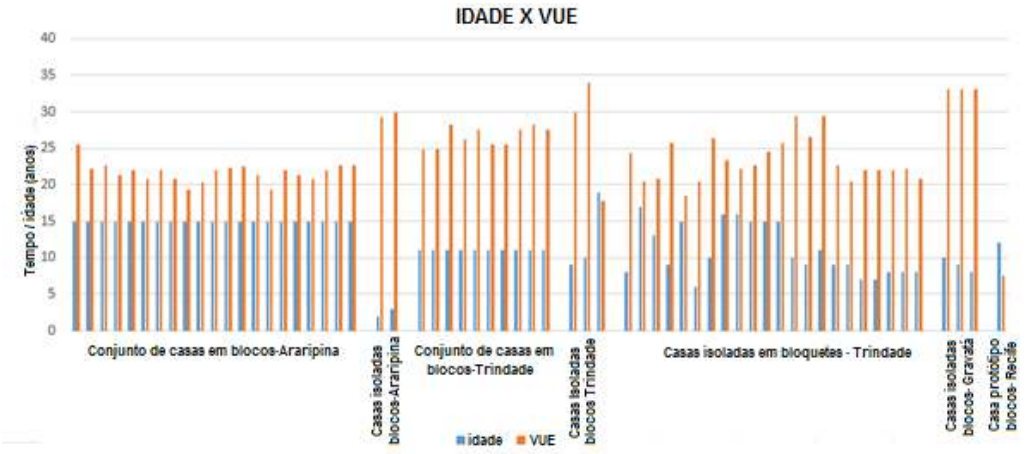
A influência climática é sem dúvida o principal fator que influencia nos resultados. A zona bioclimática Z6 (região do agreste: Gravatá) apresenta as menores precipitações pluviométricas, menor velocidade média dos ventos e umidade média relativa intermediária entre as demais regiões consideradas. Já a casa protótipo do ITEP, situada na Zona bioclimática Z8 (Região do Litoral: Recife), apresenta as maiores precipitações pluviométricas e as maiores velocidades médias de vento e uma umidade relativa sempre superior a 65%.

A vida útil de referência (VUR) depende do conceito relativo do "nível mínimo de desempenho exigido" que varia de acordo com o contexto, status de propriedade, orçamento disponível e outros critérios subjetivos (Gaspar & de Brito, 2008). Se for considerado que o desempenho mínimo seja o que indique a necessidade de recuperação, identificado com a constatação dos níveis de degradação instalada, o nível de degradação para o desempenho mínimo é 3.

Desta forma pode-se determinar a VUR como resultado da intersecção entre a curva de tendência dos indicadores de degradação e a linha que delimita o final do nível 3, neste caso, VUR foi obtido através da extrapolação das curvas de tendência, utilizando a expressão da regressão linear ODL (modelo que apresentou melhor coeficiente quadrático de Pearson R2), y=0,0537x+1,6136 aplicando y=3,0 tem-se x=25,8 anos.

Aplicando os demais coeficientes de ponderação (Sobrinho,2021) os resultados obtidos comparativos entre as idades do tempo de construção e a idade estimada calculada estão mostrados na Figura 3.

Figura 3- Avaliação comparativa (Idade x Vida Útil Estimada)



ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

A metodologia utilizada para determinação da VUE das edificações construídas em componentes de gesso, associando os modelos de quantificação de falhas para encontrar o modelo que rege os níveis de degradação, sendo identificado e quantificado pelos sintomas no sistema de revestimento, forma e intensidade das manchas de umidade e forma e intensidade de fissuras, foi utilizada com sucesso na determinação da VUR.

Na aplicação do processo gráfico de regressão linear foi possível constatar, no caso estudado, que o comportamento dos indicadores ODL (*Overall Degradation Level*) e os Si (Grau de Severidade de degradação) mostram comportamento similares, sendo

possível identificar a influência decisiva das condições climáticas das casas construídas nas três zonas bioclimáticas investigadas.

Expurgando as amostras de outras regiões, foi possível determinar a VUR através da utilização da grande massa de dados de uma região característica (Z7), obtendo das curvas de tendência, cujo R2 foi de 0,77, bastante aderente ao modelo analisado, sendo, no entanto, tomado como referência as características construtivas e climática desta região como base para definição dos pesos de referência para o método dos fatores. Desta forma foi possível fazer a extrapolação das demais (Z6 e Z8), aplicada a estas os fatores específicos.

As tendências dos modelos mostram similaridade e proximidade, porém foi observado que os indicadores do grau de severidade (Si) mostram maior sensibilidade às intensidades de extensão das manifestações patológicas, já o indicador baseado na quantificação das falhas (ODL) mostraram maior facilidade de aplicação. O indicador de severidade S2 é quase sempre maior que o indicador S1, já que os fatores amplificadores consideram estimativas de custos de intervenção para correção ou minimização do dano aplicando-os sobre os resultados S1.

Dos 7 fatores modificadores contemplados no método dos fatores, apenas o que diz respeito ao uso e manutenção não foram considerados pela ausência de informações sistematizadas, os demais foram qualificados e quantificados considerando as informações da tese de SOBRINHO (2021). Destes, os que refletem a qualidade dos blocos, o sistema de revestimento e, principalmente, as condições climáticas, interferem mais fortemente na modificação da Vida Útil Estimada (VUE) em relação á Vida Útil de Referência (VUR).

REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR 15220:205- Desempenho térmico de edificações: Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, Brasil:
2. AIJ-ARCHITECTURAL INSTITUTE OF JAPAN. (1993). Principal Guide for Service Life Planning of Buildings. AIJ.
3. GASPAR, P; de BRITO, J. (2008)- Quantifying environment effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators. Building and Environment, vol. 4, n 11, pp. 1818-1828,
4. GASPAR, P; de BRITO, J. (2011). Limit states and service life of cement renders facades Journal of Materials in Civil Engineering.
5. SOBRINHO, C.W.A.P.(2021). Durabilidade das Alvenarias de Blocos de Gesso - Limites de sua Utilização. Tese de doutorado FEUP. Porto, Portugal, 223 pg. https://hdl.handle.net/10216/136064