ANÁLISE TEMPORAL DO DESEMPENHO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS A MÉDIO PRAZO EM EDIFICAÇÕES DE USO INTENSO

Mid-Term Performance Analysis of Plumbing Systems in High-Usage Buildings

Morais, Lucas Salomão Rael de[1]; Nascimento, Poliana Paula[2]; Reis, Ricardo Prado Abreu[3]; Paula, Heber Martins de[4]

[1] Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Goiânia-GO, Brasil, lucas.salomao@ufg.br.

[2] Universidade Federal de Goiás, Secretaria de Infraestrutura, Goiânia-GO, Brasil, poliana@ufg.br.

[3] Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Goiânia-GO, Goiânia-GO, Brasil, ricardo_reis@ufg.br.

[4] Universidade Federal Catalão, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Catalão -GO, Brasil, heberdepaula@ufcat.edu.br.

RESUMO

A literatura aponta os sistemas prediais hidrossanitários (SPHS) como uma das principais fontes de demanda por manutenção ao longo da vida útil das edificações, devido à perda significativa do desempenho esperado e à recorrência de manifestações patológicas. Este artigo tem como objetivo realizar uma avaliação comparativa das demandas de manutenção nos SPHS de duas edificações públicas, considerando o período pós-obra (cinco primeiros anos de uso) e o intervalo entre 2023 e 2024, quando as instalações se encontram em um estágio mais maduro de operação. A análise foi conduzida com base no modelo da Curva da Banheira e na elaboração de um índice de falhas. Os resultados indicaram redução nas intervenções de manutenção em todas as edificações. As demandas dos SPHS apresentaram comportamento semelhante ao descrito pelo modelo da Curva da Banheira, com um número elevado de falhas no início da operação, seguido por uma fase de estabilização. No entanto, observou-se que os índices de falha se estabilizaram em patamares relativamente elevados, o que evidencia a necessidade de atenção contínua ao desempenho dos sistemas e à qualidade dos processos de manutenção aos quais essas edificações estão submetidas.

Palavras-chave: Sistemas prediais hidrossanitários; Manutenção predial; Curva da Banheira.

ABSTRACT

The literature identifies plumbing systems as one of the main sources of maintenance demands throughout a building's service life, often presenting significant performance loss and recurring pathological manifestations. This article aims to perform a comparative evaluation of the maintenance demands in the plumbing systems of two public buildings during the post-construction period (first 5 years of use) and between 2023 and 2024, when the systems have reached a more mature operational stage. This analysis was carried out using the Bathtub Curve model and the development of a failure rate index. The results indicated a reduction in maintenance interventions in all buildings. The behavior of the plumbing systems followed a pattern similar to the Bathtub Curve model, with a high number of failures at the beginning of operation, followed by a stabilization phase. However, failure rates stabilized at relatively high levels, highlighting the need for continuous attention to the performance of the evaluated systems and to the quality of the maintenance processes to which these buildings are subjected.

Keywords: *Plumbing Systems; Building maintenance; Bathtub Curve Model.*

1 INTRODUÇÃO

Durante as etapas de planejamento e elaboração orçamentária de uma edificação, os sistemas prediais usualmente representam uma parcela pouco expressiva do custo global da obra. No entanto, ao longo da fase de uso e operação, esses sistemas concentram a maior parte das demandas de manutenção e conservação da edificação (Morais et al., 2023; Prado, 2017).

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.7971

Nesse contexto, os sistemas prediais hidrossanitários (SPHS) se destacam entre os principais responsáveis pelas solicitações de assistência técnica durante a fase de uso e operação, apresentando recorrência significativa de manifestações patológicas (Morais e Lordsleem, 2019). Essa problemática é observada tanto em edificações recém-entregues quanto em edificações com maior tempo de uso (Cruz, 2013). Ao investigar as demandas de manutenção em sistemas hidrossanitários de uma amostra de vinte edifícios com maior incidência de intervenções em uma universidade federal, Morais (2021) constatou que 45% dessas edificações haviam sido construídas há menos de cinco anos.

Ainda que, ao longo do tempo, ocorra uma tendência de correção de falhas oriundas das etapas anteriores à ocupação e se estabeleça uma acomodação entre os sistemas e os usuários, observa-se a permanência da elevada participação dos SPHS nas ocorrências de manutenção ao longo da vida útil da edificação (Ogar e Ulaeto, 2024).

A dinâmica do desempenho dessas instalações ao longo do tempo pode ser representada pela “Bathtub Curve” ou Curva da Banheira (Lienig e Bruemmer, 2017). Esse modelo gráfico, que relaciona um indicador de número de falhas em função do tempo, ilustra o comportamento típico de degradação dos sistemas: uma primeira fase, logo após a entrega da edificação, marcada por altas taxas iniciais de falhas, geralmente atribuídas a vícios construtivos ou ajustes de operação, com tendência de queda à medida que esses problemas são corrigidos; uma segunda fase, de estabilização, na qual o número de ocorrências tende a se manter relativamente constante, desde que haja um mínimo de manutenção preventiva; e, por fim, uma terceira fase, correspondente ao envelhecimento dos sistemas, caracterizada por um aumento gradual das falhas decorrente do desgaste natural dos materiais, conexões e componentes.

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo avaliar as demandas de manutenção em sistemas prediais hidrossanitários em duas edificações públicas, considerando os anos de 2023 e 2024, período em que as instalações se encontram um estágio mais maduro de operação.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na Universidade Federal de Goiás (UFG), cuja área edificada é composta por múltiplas construções, localizadas diferentes, com tecnologias construtivas distintas, variadas idades e tipologias específicas. A instituição dispõe de um sistema informatizado de registro e controle das demandas de manutenção predial, o que viabilizou a realização do estudo a partir da análise dos relatórios gerados por essa plataforma.

Foram analisados os relatórios de ordens de serviço de manutenção predial da universidade, extraídos conforme o período de interesse. Inicialmente, procedeu-se à classificação das requisições por tipo de serviço, com posterior filtragem das ordens de serviço referentes aos Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS). Essas ordens foram então catalogadas de acordo com o edifício de origem, ano de registro e natureza da demanda.

Após o tratamento inicial dos dados, foram selecionadas duas edificações cuja data de início de uso e operação se enquadrava no escopo temporal da análise (Quadro 1), com o objetivo de aprofundar a avaliação das demandas de manutenção em nível de edificação.

Quadro 1: Edificações selecionadas para o estudo de caso

Edificação	Ano de início de uso e operação	Área Construída (m²)	Tipologia predominante de uso
Faculdade de Farmácia	2014	4.465,00	Pesquisa e extensão
Núcleo Takinahaky	2014	705,65	Pesquisa e extensão

Fonte: Autores (2025).

O Quadro 1 apresenta as principais características das edificações selecionadas, incluindo o ano de início de operação dos sistemas, a área construída e a tipologia predominante de uso. A Faculdade de Farmácia, entregue em 2014, é destinada a atividades de ensino e pesquisa, com grande número de laboratórios (áreas molhadas), auditórios, gabinetes docentes, salas administrativas e algumas salas de aula, distribuídos em seis pavimentos. Já o Núcleo Takinahaky, com um único pavimento, destina-se a um curso de formação superior indígena, e conta com salas de aula, auditório, laboratórios e áreas administrativas.

A análise foi dividida em dois intervalos temporais: o período pós-obra (os cinco primeiros anos de operação) e o biênio mais recente (2023–2024), quando os edifícios apresentavam idade mais avançada de uso.

2.1 Período Pós Obra

A avaliação das edificações durante os primeiros cinco anos de operação foi realizada em estudo anterior publicado por Morais (2022). Nessa etapa inicial, foram analisadas detalhadamente as demandas de manutenção dos SPHS, com o objetivo de identificar os tipos de manifestações patológicas mais frequentes no início da vida útil das edificações. Os dados publicados por Morais (2022) são utilizados neste estudo como referência comparativa para os resultados obtidos no período mais recente

2.2 Período 2023-2024

A mesma metodologia aplicada por Morais (2022) foi replicada para os anos de 2023 e 2024, período em que as edificações já contavam com cerca de 11 anos de operação, caracterizando uma fase mais madura da vida útil dos sistemas. Avaliou-se novamente o número de demandas de manutenção por 100 m² (adaptado de Morais e Lordsleem, 2019), assim como a catalogação e classificação das manifestações patológicas observadas nesse período, com o objetivo de identificar as ocorrências mais frequentes e suas prováveis causas.

Além da análise comparativa direta, foi proposto um indicador adicional denominado Índice de Falhas (equação 1), que relaciona o número total de manifestações patológicas com a idade da edificação (em anos). Esse índice permite avaliar o comportamento dos sistemas ao longo do tempo e contribuir para a classificação das edificações em relação às fases da curva de envelhecimento dos SPHS (inspirada na “Bathtub Curve” (Lienig e Bruemmer, 2017)).

$$\text{Índice de Falhas} = \frac{\text{número de manifestações patológicas}}{\text{idade da edificação (anos)}} \quad \text{(Eq. 1)}$$

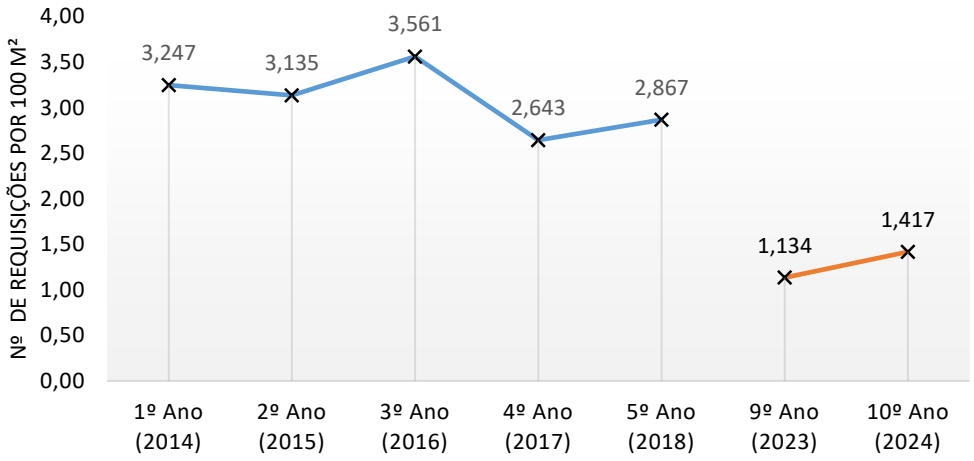
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O paralelo entre os dados dos cinco primeiros anos de uso com os registros recentes de manutenção, referentes aos anos de 2023 e 2024, permitiu comparar o comportamento das manifestações patológicas em diferentes estágios da vida útil das edificações estudadas. Essa análise possibilita verificar o desempenho dos Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS) ao longo do tempo de uso das instalações.

As Figuras 1 e 2 apresentam o parâmetro "número de demandas de manutenção por 100 m² de área construída", tanto para o período pós-obra (em azul) quanto para os anos de 2023 e 2024 (em laranja). Conforme já identificado por Morais (2022), durante os cinco primeiros anos de operação dos SPHS, observou-se uma tendência de crescimento desse parâmetro para o Núcleo Takinahaky. A Faculdade de Farmácia apresentou oscilações entre aumento e redução ao longo dos anos.

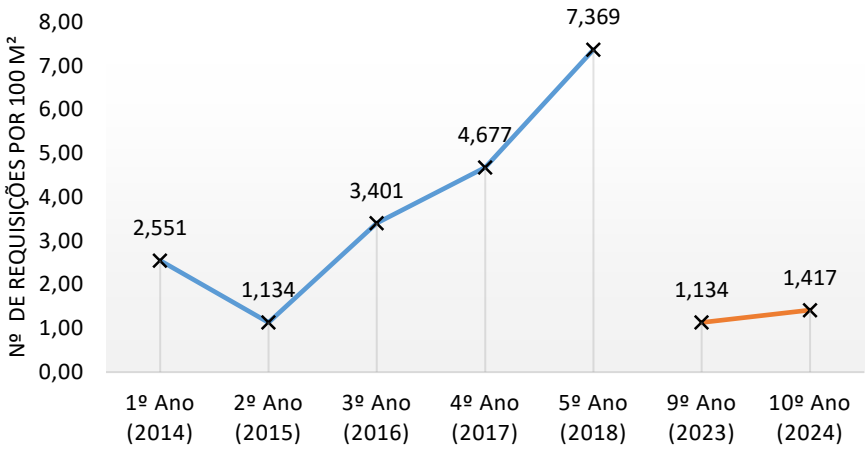
No entanto, para o período de 2023-2024, foi verificada uma redução nas demandas por 100 m² em todas as edificações, indicando uma menor solicitação de serviços de manutenção dos SPHS nas fases mais avançadas de uso das edificações.

Figura 1 – Evolução temporal do número de requisições/100m² - Faculdade de Farmácia



Fonte: Autores (2025)

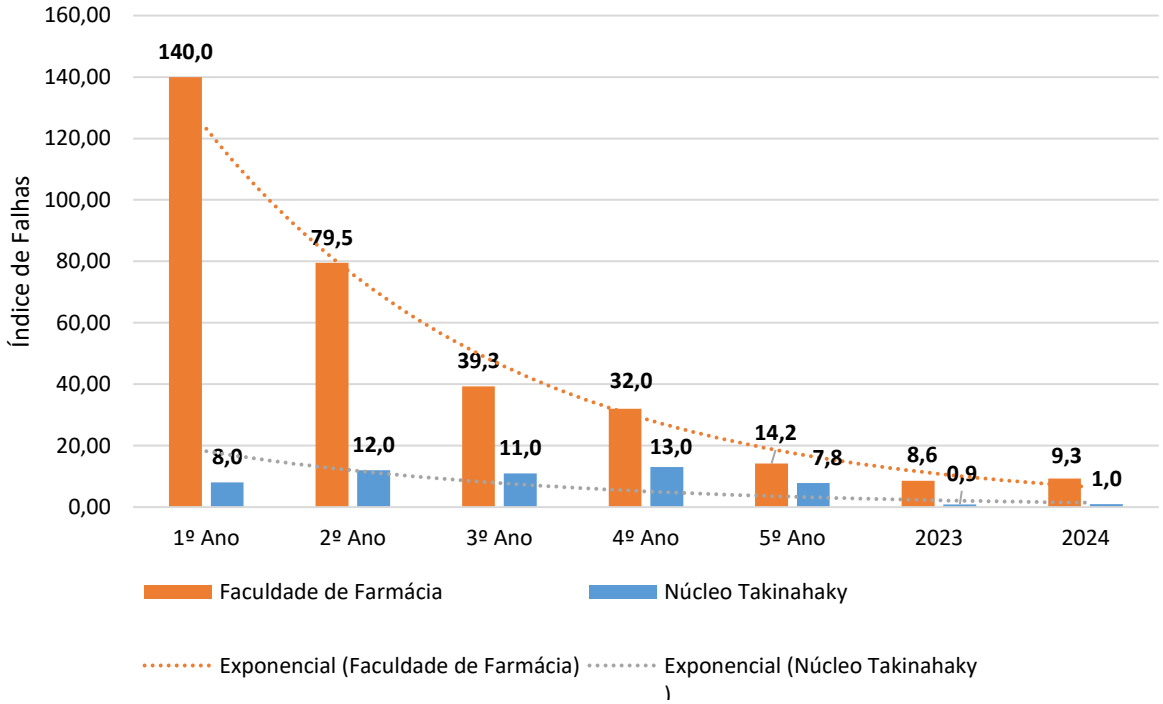
Figura 2 – Evolução temporal do número de requisições/100m² - Núcleo Takinahaky



Fonte: Autores (2025)

A Figura 3 apresenta a evolução do Índice de Falhas ao longo dos períodos avaliados. Nota-se que a linha de tendência observada para os dois edifícios segue a forma da Curva da Banheira (Bathtub Curve). O período pós-obra apresentou índices de falhas elevados, com tendência de queda ao longo dos anos. Já nos anos de 2023 e 2024, observou-se uma redução ainda mais significativa e estabilização do índice de falhas, o que sugere uma acomodação dos SPHS às rotinas de uso e manutenção a que estão submetidos, com consequente aumento da confiabilidade desses sistemas.

Figura 3 – Evolução temporal do índice de falhas para as edificações



Fonte: Autores (2025)

4 CONCLUSÕES

Através da análise proposta e da metodologia aplicada, este trabalho logrou êxito em avaliar as demandas de manutenção nos SPHS nas idades mais avançadas das edificações escolhidas como cenários de estudo, bem como em realizar a comparação com os resultados obtidos por Morais (2022). A partir da adoção do índice de falhas, verificou-se que os dados indicam que as demandas de manutenção dos SPHS tendem a apresentar um comportamento semelhante ao modelo da Bathtub Curve, com um número elevado de falhas no início da operação, seguido por uma fase de estabilização.

Entretanto, observou-se que os índices de falha verificados durante o período pós-obra foram excessivamente altos quando comparados com edificações similares avaliadas por Morais (2022), o que pode ter superestimado a queda da curva nos primeiros anos de operação. Além disso, foi constado que apesar da estabilização dos índices de falha observada durante a fase de acomodação e amadurecimento das instalações, entre os anos de 2023 e 2024, os níveis mantiveram-se relativamente altos em comparação com outras edificações avaliadas por Morais (2022). Isso evidencia a necessidade de atenção contínua quanto ao desempenho dos sistemas e à qualidade dos processos de manutenção aos quais essas edificações estão submetidas.

REFERÊNCIAS

CRUZ, D. C. *Análise de solicitações de assistência técnica em empreendimentos residenciais como ferramenta de gestão*. 2013. 167 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MORAIS, G. A. T.; LORDSLEEM, A. C. J. A. Building maintenance management activities in a public institution. ***Engineering, Construction and Architectural Management***, v. 26, n. 1, p. 85–103, 2019.

MORAIS, L. S. R. de; PAULA, H. M. de; REIS, R. P. A. Avaliação da ocorrência de manifestações patológicas em sistemas prediais hidrossanitários nos primeiros anos de uso e operação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 2., 2021, Porto Alegre. *Anais* [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v2i.1089.

MORAIS, L. S. R. de; PAULA, H. M. de; REIS, R. P. A. Avaliação do impacto financeiro das atividades de manutenção de sistemas prediais hidrossanitários em edificações públicas recém entregues. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Porto Alegre. *Anais* [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–13. DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v19i1.2014.

MORAIS, L. S. R. de; PAULA, H. M. de; REIS, R. P. A. Promoção da eficiência da manutenção predial em edificações públicas: abordagem baseada em registros de ordens de serviço. **Paranoá**, v. 16, n. 34, p. 1–27, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n34.2023.08. Acesso em: 5 maio 2025.

OGAR, I. C.; ULAETO, N. W. Maintenance practices for structural integrity of public buildings in Akwa Ibom State. **Journal of Contemporary Research in the Built Environment***,* v. 8, n. 2, p. 93–108, 2024.

PRADO, G. B. ***Aplicação do método G.U.T. para priorização de intervenções em manifestações patológicas de sistemas prediais em edifícios universitários***. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.