



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

REQUISITOS PARA MANUTENIBILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS¹

MARTINS, Nátali Vergara (1); SCHRAMM, Fábio Kellermann (2)

(1) Universidade Federal de Pelotas, natvmartins@gmail.com

(2) Universidade Federal de Pelotas, fabioks@ufpel.edu.br

RESUMO

É essencial que requisitos da atividade de manutenção sejam considerados no projeto de um edifício, dado seu impacto nas etapas pós-construção em termos de desempenho, custo e durabilidade. A partir de uma Revisão de Literatura, discute-se o conceito de Projeto para Manutenibilidade, sua importância, conceitos, estratégias e impactos positivos e negativos.

Palavras-chave: Projeto para Manutenibilidade. Manutenção de Edifícios. Uso e Operação. Disponibilidade.

ABSTRACT

It is essential that requirements from maintenance activity be considered when designing a building, given its impact on the post-construction stages in terms of building performance, cost and durability. Based on a Literature Review, the concept of Design for Maintainability is discussed, as well as its importance, concepts, strategies, and positive and negative impacts.

Keywords: Design for Maintainability. Building Maintenance. Use and Operation. Availability.

1 INTRODUÇÃO

Torna-se preponderante que requisitos e custos associados à atividade de manutenção sejam considerados ainda nas etapas de projeto e construção, dado seus impactos nas etapas pós-construção, especialmente no que diz respeito às constantes demandas por reparos e manutenção nas edificações, prejudicando seu desempenho e durabilidade (ADEJIMI, 2005; ALI *et al.*, 2013; WAZIRI, 2016).

Cultural e habitualmente, proprietários, incorporadores e projetistas concentram-se no custo inicial da construção, desconsiderando custos subsequentes, relacionados aos trabalhos de manutenção (STANFORD, 2010). Entretanto, os custos iniciais de uma edificação representam apenas 20% do custo total do seu ciclo de vida (STANFORD, 2010), enquanto que os custos anuais oriundos das atividades de operação e manutenção em uso variam de 1% a 2% do seu custo inicial, tornando-se altamente expressivos, se acumulados ao longo de toda a vida útil da edificação, que pode

¹ MARTINS, Nátali Vergara; SCHRAMM, Fábio Kellermann. Requisitos para Manutenibilidade no Desenvolvimento de Projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

ultrapassar os 50 anos (ABNT, 1999).

Além disto, a pequena atenção à manutenção predial pode resultar em edificações retiradas de serviço muito antes de cumprida sua vida útil projetada, causando transtornos aos usuários e custo não programado de serviços de recuperação (ABNT, 1999). Na prática, nota-se uma ausência de planos de manutenção predial bem definidos, voltados à prevenção de falhas ou desgastes (CARLINO, 2012), com requisitos de manutenção constantemente ignorados na etapa de projeto (WAZIRI, 2016).

Considerando que a manutenção é uma atividade constituinte do processo produtivo e não uma mera atividade secundária de apoio (SILVA, 2014), assim como os requisitos de manutenção são definitivos no momento da concepção final do projeto (MEIER; RUSSEL, 2000), entende-se o motivo pelo qual eles devem ser considerados antes de projetar qualquer produto (DHILLON, 1999). Em vista disso, torna-se oportuno incorporar o conceito de manutenibilidade ao longo do processo de projeto das edificações, atendendo aos requisitos de manutenção e melhorando o desempenho geral da edificação (GANISEN *et al.*, 2015).

Dessa forma, o conceito de manutenibilidade refere-se essencialmente à facilidade de executar a manutenção (ROSENFELD *et al.*, 2006), definido pela NBR15575-1 como:

[...] o grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sobre condições determinadas, procedimentos e meios prescritos. (ABNT, 2013, p.9).

A inserção sistemática do conceito de manutenibilidade na atividade de projeto recebe o nome de Projeto para Manutenibilidade (*Design for Maintainability – DFMT*), tendo como objetivo principal a função de manter elementos e sistemas funcionando ao longo do ciclo de vida, com o envolvimento de processos de manutenção, inspeção, reparo, padronização entre outros (ROSENFELD *et al.*, 2006).

Na construção civil, o Projeto para Manutenibilidade tem como objetivo reduzir o tempo e a frequência de inatividade, minimizando custos de manutenção durante o ciclo de vida da edificação e aumentando o desempenho do edifício com risco mínimo (SULAIMAN, ZIN, YAHYA, 2013). Ainda, a incorporação do conceito de Projeto para Manutenibilidade no desenvolvimento de produtos é uma atividade que agrega de valor ao mesmo, uma vez que intervém positivamente nos resultados da manutenção (MEIER; RUSSEL, 2000).

Contudo, apesar de importante e altamente impactante, o desempenho da manutenção predial ainda é baixo (ALI *et al.*, 2013), e as pesquisas nessa área ainda são muito limitadas (SULAIMAN; ZIN; HAHYA, 2013; ALI *et al.*, 2013; SILVA, 2014).

Dessa forma, este artigo tem como objetivo ressaltar a importância da inserção dos requisitos para Manutenibilidade no processo de projeto de edificações, a fim de identificar potencialidades e oportunidades no setor da construção civil. Acredita-se, assim, que ao avançar nas questões que envolvem as relações entre essas temáticas e conceitos, pode-se contribuir com as pesquisas na área.

2 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado foi a Revisão Narrativa de Literatura, que se caracteriza pela ausência de protocolo ou critérios explícitos e sistemáticos de busca, tornando-a adequada para a fundamentação teórica de diferentes tipos de

trabalhos acadêmicos (CORDEIRO *et al.* 2007; FERENHOF; FERNANDES, 2016).

A temática deste artigo é parte de uma dissertação de mestrado, que tem como objetivo propor diretrizes para a inserção de requisitos para manutenibilidade no projeto de edifícios públicos, por meio do processo de comissionamento.

3 PROJETO PARA MANUTENIBILIDADE

A relação custo-benefício de qualquer produto diz respeito ao seu desempenho ao longo do seu ciclo de vida, e em uma edificação isto não é diferente. A consideração dos custos de manutenção é essencial como parte dos custos operacionais totais de todas as instalações construídas (MEIER; RUSSEL, 2000). No caso brasileiro, segundo dados estatísticos da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, o custo de manutenção por faturamento bruto é de 4,7% do PIB (Produto Interno Bruto) do país (ABRAMAN, 2013)².

Segundo Khalid *et al.* (2019) a qualidade de um edifício depende do desenvolvimento do seu projeto, pois requer a consideração de requisitos específicos. Nesse contexto, problemas decorrentes de projetos inadequados podem se converter em um aumento no nível de manutenção durante a etapa de uso e ocupação de edifícios (WAZIRI, 2016).

Dentre esses problemas, pode-se apontar falta de praticidade e adequação da manutenção, como desconsiderar a necessidade de acessos e a não disponibilidade de equipamentos de manutenção, ignorar requisitos de manutenção e projetar elementos que necessitam de manutenção contínua sem a possibilidade de executá-la com facilidade (AL-HAMMAD; ASSAF; AL-SHIHAH, 1997).

Conforme uma pesquisa de avaliação pós-ocupação realizada em um conjunto habitacional de interesse social na cidade de São Carlos (SP), foram identificados problemas decorrentes da ausência ou inadequação da manutenção. Dentre eles, foi retratada a baixa manutenibilidade do edifício, como a construção de caixa coletora de esgoto atendendo a várias unidades dentro de áreas privativas, demonstrando a ausência de consideração da necessidade de manutenção no projeto dessas habitações (SANCHES; FABRICIO, 2009).

Solucionar problemas como esse podem acarretar custos altos de manutenção e de inatividade e subatividade decorrentes da não disponibilidade de recursos como elementos, sistemas e espaços. O conceito de disponibilidade é a probabilidade de um produto estar disponível para uso quando necessário (DHILLON, 1999), no Brasil, a indisponibilidade devido a manutenção representou 6,15% no ano de 2013, com um aumento de 1,41% em 16 anos (ABRAMAN, 2013).

A consideração da manutenibilidade é um fator essencial no estabelecimento da disponibilidade de uma unidade (FOGLIATO; RIBEIRO, 2009). Independentemente de ser um sistema, um elemento ou um espaço (salas de aula, escritórios etc.), é um recurso que deve estar disponível, e deve ser usado de forma eficiente. Além de diminuir custos, usar o espaço com mais eficiência pode liberar esses recursos para outras atividades importantes (NATIONAL AUDIT OFFICE, 1996).

Os requisitos de um programa geral de manutenção podem variar conforme o tamanho e a complexidade da instalação. Entretanto, geralmente, os elementos

² Embora a ABRAMAN afirme realizar e publicar dados acerca da referida pesquisa em intervalos bianuais, não foi possível obter acesso a dados mais recentes, sendo que o último documento disponível diz respeito ao ano de 2013.

básicos estão vinculados aos dados do projeto original, ao conhecimento dos materiais, aos meios e métodos gerais da construção, e aos manuais de operação e de manutenção fornecidos pelos contratados (STANFORD, 2010). Deve-se considerar também um padrão de prioridades básicas de manutenção como o trabalho necessário para remover qualquer perigo, manter o edifício à prova d'água, manter a eficiência operacional da edificação, manter condições de higiene das instalações e manter a aparência do edifício (KHALID *et al.*, 2019).

Segundo estudo realizado na Malásia, o cenário atual de manutenção dos edifícios públicos naquele país é predominantemente de abordagem reativa e, apesar de consequências catastróficas geradas por uma combinação de falhas de projetos e procedimentos ineficazes de manutenção, a manutenção e o projeto de edifícios ainda são tratados como dois aspectos distintos e desassociados (KHALID *et al.*, 2019)

De acordo com Stanford (2010), essa separação entre essas atividades pode causar problemas como a falta de retorno de informações e de entendimento das adversidades individuais desses profissionais, resultando em considerações limitadas de serviços, de atualizações e de manutenções. Além disso, se boa parte dos potenciais problemas relacionados à manutenção forem revolidos na fase de projeto, seu custo de manutenção será reduzido, assim como o custo do ciclo de vida de uma instalação (LIU; ISSA, 2014).

Ainda, em pesquisa realizada no Reino Unido, apenas 25% dos projetos realizados em instituições públicas locais contavam com o envolvimento de equipes de manutenção, ainda que a totalidade dos respondentes tenham afirmado que todos os projetos deveriam ser alimentados com informações das respectivas equipes de manutenção (WILLIAMSON; WILLIAMS; GAMESON, 2010).

Consoante a isto, muitas vezes, as equipes de gerenciamento de instalações não são formadas na fase de projeto ou as informações dessas equipes ocorre de forma tardia ou pouco estruturada, o que, muitas vezes, pode fazer com que os projetistas tenham que inferir, sem o necessário *expertise*, sobre as necessidades de manutenção (KHALEK; CHALHOUB; AYER, 2019).

Em vista disso, evidencia-se a necessidade do envolvimento de um especialista em manutenção ainda no estágio de projeto, para garantir que problemas de manutenção sejam levados em consideração logo nas etapas iniciais de planejamento da edificação (ZAVADSKAS; BEJDER; KAKLAUSKAS, 1998) e, assim, contribuir para reduzir a necessidade de grandes reparos e alterações durante a vida útil da instalação (MOHHAMED; HASSANAIN, 2010).

Ademais, decisões tomadas desde o planejamento de um empreendimento influenciam em um efeito cascata o comportamento da edificação durante a fase de uso e operação (MARTANI, 2015). Outrossim, é possível que um projeto seja executado perfeitamente dentro dos termos de referência estabelecidos, porém sua execução poderá não ser adequada se esses parâmetros forem definidos de maneira incorreta (CHANTER; SWALLOW, 2007).

Por esse motivo, proponentes da manutenibilidade defendem a incorporação desse conceito na fase de desenvolvimento da edificação, possibilitando integrar operações e experiências de manutenção nos processos de planejamento, projeto e construção para alcançar facilidade, precisão, segurança e economia nas tarefas de manutenção durante toda a vida útil da instalação (MOHHAMED; HASSANAIN, 2010).

Dessa forma, a manutenção integrada a um projeto para manutenibilidade passa a

ser uma atividade de agregação de valor incluída durante o desenvolvimento do projeto (MEIER; RUSSEL, 2000). A consideração dos requisitos de Projeto para Manutenibilidade podem ser determinados por processos de análise de engenharia de manutenção, de tarefas e requisitos de manutenção, de desenvolvimento de conceitos de manutenção e determinação das necessidades de recursos de manutenção (DHILLON, 1999).

De acordo com Stapelberg (2009), a concepção de um Projeto para Manutenibilidade faz uso fundamental de técnicas de previsão de manutenção, que ajudam nas decisões em que várias opções de projeto precisam ser consideradas. Também faz uso de modelos quantitativos específicos de análise e avaliação da manutenibilidade relacionados aos requisitos operacionais do projeto do ponto de vista dos conceitos de manutenção e logística.

Nos estágios iniciais do projeto deve ser feita uma análise de manutenibilidade, identificando o conceito de manutenção do sistema, os requisitos iniciais de manutenibilidade e os atributos de projeto relacionados. Lembrando que a manutenibilidade é uma consideração do projeto, enquanto a manutenção é uma consequência desse projeto (STAPELBERG, 2009).

Em suma, o Projeto para Manutenibilidade exige que a instalação possa ser reparada com facilidade, podendo ser mantida ou restaurada de maneira econômica e prática para uma condição utilizável. De acordo com Stapelberg (2009), a manutenibilidade é fundamentalmente um parâmetro de projeto, e o projeto para manutenibilidade define o tempo de inatividade de um sistema ou elemento.

4 DISCUSSÃO

Analisando a abrangência e o impacto da consideração e a incorporação do conceito de manutenibilidade no projeto de edificações, é possível ponderar diversos aspectos que podem ser atingidos quando este não é considerado. Esses aspectos foram apontados por diversos autores (ABNT, 1999; ADEJIMI, 2005; ALI et al., 2013; WAZIRI, 2016) ao longo do texto, como altos custos não programados, grande quantidade ou inadequação de reparos, defeitos de praticidade, transtorno aos usuários, baixo desempenho e durabilidade, indisponibilidade de recursos.

Nesse aspecto, é possível contrapor e salientar os benefícios que podem ser obtidos pela realização de um Projeto para Manutenibilidade, dentre esses essencialmente uma melhor operação e manutenção do edifício, e consequente manutenção adequada e facilitada. Ainda, promovendo melhorar e manter instalações de acordo com o padrão estabelecido em condições de sustentabilidade, durabilidade, confiabilidade, economia e qualidade.

Com isso, pode-se compreender a necessidade de considerar esses elementos durante o pré-projeto de um edifício, isto é, quando ele ainda está sendo delineado, a fim de facilitar a manutenção da edificação durante o período de vida útil – colaborando, também, com os proprietários e os desenvolvedores. Em outras palavras, a manutenção enquanto processo que permeia todo o tempo de vida do edifício pode não atingir a sua completa eficácia, sendo esta uma das consequências possíveis advindas da recusa em olhar para as questões aqui propostas.

Ademais, a possibilidade de unir a elaboração do projeto de um edifício a uma prática consistente de manutenção mostra caminhos possíveis para potencializar o valor de uma construção. Segundo Khalid *et al.* (2019), é justamente nessa correlação

entre o planejamento de um edifício e uma abordagem proativa da sua manutenção que se encontra a execução ideal dos requisitos específicos e de seu desempenho.

As pesquisas realizadas na Malásia (KHALID *et al.*, 2019) e no Reino Unido (WILLIAMS; GAMESON, 2010) apresentadas ao longo do artigo exemplificaram falhas da insuficiente ou equivocada consideração da manutenção na construção de edifícios, que também podem ser vistas na indústria da construção civil brasileira, acentuando a ideia de que projetistas se concentram em aspectos iniciais da construção, já observado anteriormente, desconsiderando possíveis problemas que podem vir a ocorrer.

Pode-se frisar, também, a ideia da necessidade de um especialista em manutenção envolvido na concepção do projeto, para não sobrecarregar projetistas, e garantir que problemas de manutenção não ocorram, assim como o distúrbio ocasionado pela falta de manutenibilidade relatada na pesquisa de pós-ocupação realizada por Sanches e Fabricio (2009) em São Carlos.

Diante disso, mais do que executar um projeto bem-feito, deve-se definir parâmetros de forma correta, como já mencionado por Chanter e Swallow (2007). Para isso, deve-se considerar estratégias e pré-requisitos bem formulados.

De acordo com Stapelberg (2009), um Projeto para Manutenibilidade a nível de sistema requer avaliação de visibilidade, acessibilidade e capacidade de reparo de um equipamento do sistema em caso de falha. Quando empregado a um item de equipamento, devem ser considerados aspectos de testabilidade, reparabilidade e troca de componentes inerentes ao conjunto.

Numa edificação não será diferente, identificando-se assim a importância da consideração desses aspectos de forma abrangente, já que se trata de um grande sistema que engloba outros equipamentos, sistemas, e suas especificidades.

À vista disso, avalia-se a necessidade da elaboração de um programa corporativo bem estruturado, constantemente atualizado e comprometido em programar soluções criativas para problemas de manutenibilidade (MEIER; RUSSEL, 2000).

5 CONCLUSÕES

A pesquisa procurou atingir de forma clara uma apurada noção do conceito de manutenibilidade e da consideração de requisitos de manutenção na concepção de um projeto e, ainda, os impactos que pode promover à edificação posteriormente nas etapas de uso e manutenção.

Pretende-se dar continuidade ao estudo, buscando adquirir conhecimento e estratégias para promover maior compreensão da viabilidade, aplicabilidade e funcionalidade do Projeto para Manutenibilidade, em especial às edificações públicas, com o intuito de fornecer disponibilidade do espaço como um recurso à sociedade.

Ademais, é reconhecida a necessidade de estudos sobre o assunto com maior aprofundamento, por se mostrar uma discussão importante e ainda pouco abordada no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de Edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2013.
- ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **Documento Nacional 2013.** Rio de Janeiro, 2013.
- ADEJIMI, A. **Poor Building Maintenance in Nigeria: Are Architects Free From Blames?**. ENHR International Conference. Nigeria, 2005.
- AL-HAMMAD, A., ASSAF, S., AL-SHIHAH, M. **The Effect of Faulty Design on Building Maintenance.** Arábia Saudita, 1997.
- ALI, A. S., KEONG, N., ZOLKAFI, U., AKASHAH, F. **The Effect of Design on Maintenance for School Buildings in Penang, Malaysia.** Faculty of Built Environment, University of Malaya, Kuala Lumpur. Malásia, 2013.
- CARLINO, A. E. **Melhorias dos processos de manutenção em prédios públicos.** UFSCAR – Dissertação. São Carlos, 2012.
- CHANTER, B.; SWALLOW, P. **Building Maintenance Management.** Blackwell. Oxford, 2007.
- CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RANERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão Sistemática: uma Revisão Narrativa. **Rev. Col. Bras. Cir.** Rio de Janeiro, 2007.
- DHILLON, B. S. **Engineering Maintainability: How to Design for Reliability and Easy Maintenance.** Elsevier Science & Technology Books. Ottawa, 1999.
- FERENHOF, H. A.; FERNANDES, F. F. **Desmistificando a Revisão de Literatura Como Base para Redação Científica: Método SSF.** 34º Painel Biblioteconomia em Santa Catarina. V.21, n. 3, p. 550-563. 2016.
- FOGLIATO, F.; RIBEIRO, J. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** Elsevier. Rio de Janeiro, 2009.
- GANISEN, S.; MOHAMMAD, I. S.; NESAN, L. J.; MOHAMMED, A. H.; KANNIYAPAN, G. **The Identification of Design for Maintainability Imperatives to Achieve Cost Effective Building Maintenance: A Delphi Study.** Center for Real Estate Studies, Universiti Teknologi Malaysia. Malaysia, 2015.
- KHALEK, I. A.; CHALHOUB, J. M.; AYER, S. K. **Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Desing.** Hindawi, Advances in Civil Engineering, 2019.
- KHALID, E. I.; ABDULLAH, S.; HANAFI, M. H.; SAID, S. Y.; HASIM, M. S. **The Consideration of Building Maintenance at Design Stage in Public Buildings: the current scenario in Malaysia.** Facilities. Malásia, 2019.
- LIU, R.; ISSA, R. R. A. **Design for Maintenance Accessibility using BIM tools.** Facilities. Flórida, 2014.
- MARTANI, C. **Risk Management in Architectural Design: control of uncertainty over building use and maintenance.** Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. Politecnico di Milano. Springer, Inc. Milão, 2015.
- MEIER, J. R., RUSSELL, J. **Model Process for Implementing Maintainability.** Journal of construction engineering and management. Madison, 2000.
- MOHAMMED, A. M.; HASSANAIN, M. A. **Towards Improvement in Facilities Operation and Maintenance through Feedback to Design Team.** Architectural Engineering Department, King Fahd University of Petroleum and Minerals. Arábia Saudita, 2010.
- NATIONAL AUDIT OFFICE. **Space management in Higher Education: a good practice guide.** 1996.
- ROSENFELD, H., FORCELLINI, F. A., AMARAL, D. C., TOLEDO, J. C., SILVA, S. L., ALLIPRANDINI, D. H., SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** Saraiva Ed. São Paulo, 2006.

SANCHES, I. D. A.; FABRICIO, M. M. **A Importância do Projeto na Manutenção de HIS.** ANTAC/VI SIBRAGEC. São Paulo, 2009.

SILVA, Vanessa Cristine. **Design para a Manutenibilidade no Usa da Ferramento GPS nos Serviços Prediais Industriais.** ENTAC. Maceió, 2014.

STANFORD, H. W. **Effective Building Maintenance: Protection of Capital Assets.** Fairmont Press. Nova York, 2010.

STAPELBERG, R. F. **Handbook of reliability, availability, maintainability and safety in engineering design.** Springer-Verlag London Limited. 2009.

SULAIMAN, A., ZIN, R. M., YAHYA, K. **Maintainability Factors and Risks in Building Design.** Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia. Malásia, 2013.

TAYLOR, A. **Design for Maintainability: Principles, Modularity and Rules.** BSc MA FRSA – Art and Engineering in Product Design. 2019.

WAZIRI, B. S. **Design and Construction Defects Influencing Residential Building Maintenance in Nigeria.** Lecturer, Department of Civil and Water Resources Engineering, University of Maiduguri. Nigéria, 2016.

WILLIAMSON, A.; WILLIAMS, C.; GAMESON, R. **The Consideration of Maintenance Issues During the Design Process in the UK Public Sector.** In: Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference. Association of Reserchers in Construction Management, UK. Wolverhampton, 2010.

ZAVADSKAS, E.; BEJDER, E.; KAKLAUSKAS, A. **Raising the efficiency of the building lifetime with special emphasis on maintenance.** Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania. Department of Production, Aalborg University, Aalborg, Denmark. 1998.