https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.014

CONSTRUÇÕES EM CONTÊINERS: APLICABILIDADE DO BIM COMO FERRAMENTA DE SUPORTE AOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Bárbara Botelho Ferreira de Carvalho[1]*, Maria Teresa Barbosa[1]
*Autor de contato: barbara.botelho@estudante.ufjf.br

[1] Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

RESUMO

O transporte marítimo destaca-se por ser o meio mais antigo utilizado devido ao menor custo e impacto ambiental, onde as cargas (secas, líquidas, resfriadas) podem ser transportadas através de containers. Inicialmente, os containers eram utilizados somente com a finalidade de transportar cargas, mas com os avanços tecnológicos e devido a baixa vida útil estimada, para essa aplicação, cerca de 10 anos, novas possibilidades surgiram e permitiram seu uso na construção civil, proporcionando inúmeros arranjos arquitetônicos e reduzindo os impactos do seu descarte. No entanto a utilização desta técnica é incipiente e bem diferente das tradicionais no setor da construção civil (concreto e alvenaria). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar o empego da ferramenta BIM nos serviços de Gestão da Manutenção de Edificações confeccionadas a partir do reaproveitamento de containers. Para tanto foi realizada uma revisão bibliográfica que analisa a seguinte questão: Como utilizar a metodologia BIM como ferramenta de suporte aos serviços de gestão da manutenção em contêineres a partir da especificação de vida útil estimada de seus componentes. Os resultados demonstram que a integração entre o BIM e a Vida Útil dos Componentes (VUE) exige a determinação consistente do objeto de análise, a materialização dos inventários do ciclo de vida, para alimentação da modelagem e garantia da qualidade dos resultados.

Palavras-chave: Containers; Gestão da Manutenção; Modelagem; Reaproveitamento; BIM.

ABSTRACT

Maritime transport is the oldest means used due to the lower cost and environmental impact, where cargo (dry, liquid, cooled) can be transported through containers. They were used only for the purpose of using machinery and equipment, but with the purpose of using the operation containers, but with the purpose of construction of 10 years, new construction possibilities and will allow the construction of their use in the transport operation , but with the purpose of constructing its use in the transport operation, surveys and the impacts of its disposal. However, the use of this technique is incipient and quite different from the traditional ones in the civil construction sector (concrete and masonry). In this context, the objective of this work is to study the use of the BIM tool in the

services of Maintenance Management of Buildings made from the reuse of containers. In order to do so, a bibliographic review was carried out that analyzes the following question: How to use the BIM methodology as a support tool for maintenance management services in containers from the specification of the estimated useful life of its components. The results demonstrate that the integration between BIM and the Useful Life of Components (VUE) requires the consistent determination of the object of analysis, the materialization of the life cycle inventories, to feed the modeling and guarantee the quality of the results.

Keywords: Containers; Maintenance management; Modeling; reuse; BIM.

1. INTRODUÇÃO

Criados por Malcom Purcell McLean em 1937, inicialmente os contêineres eram grandes caixas de aço destinadas à melhoria do sistema de embarque de fardos de algodão no porto de Nova York. Com o tempo, os métodos de trabalho foram aprimorados e a empresa passou a atender também os setores, fluvial e ferroviário. Pode-se considerar que a invenção do container foi uma revolução do carregamento, pois a carga de um caminhão, poderia ser passada para um navio ou trem utilizando um guindaste, sem perda de tempo com mudanças de meio de transporte (OCCHI, ALMEIDA, ROMANINI, 2015). No ano de 1968 os contêineres ganharam padrões, determinados pela ISO 338, onde foram determinadas suas dimensões e classificações, ficando definidos seus tamanhos de identificação, 20 e 40 pés, através da ISO 790 e da ISO 1987.

Por carregar diversos tipos de mercadorias sua durabilidade como equipamento de transporte é em média 10 anos. Por este motivo os portos estavam ficando com seus pátios lotados. Surge então a ideia da utilização deste na construção civil, onde sua durabilidade sobe para 100 anos (SILVA, 2018). “Nos últimos anos, pode ser observada uma forte e crescente multiplicação de contêineres em operação no mundo. ” (PRADO, BONFIM, 2020 p. 2)

A busca constante por alternativas de construção mais rápidas e ecologicamente corretas põe em pauta a utilização dos contêineres na construção, tanto de residências, escolas, prédios comerciais e afins. O uso de containers como alternativa construtiva tem-se mostrado uma forte tendência uma vez que reduz a extensão para descarte desses, que possuem uma baixa vida útil para o emprego ao qual são construídos, bem como possibilita o emprego desse componente favorecendo a sustentabilidade (RODRIGUES, 2015).

Os benefícios da utilização deste método construtivo são: Redução dos prazos de serviço; Redução dos custos de serviço; Aumento da produtividade; Confiabilidade. Além dos benefícios têm-se as vantagens para a empresa, como: produtividade, segurança, sustentabilidade, previsibilidade e lucratividade. Seus componentes possuem informações geométricas e seus atributos, que permitem melhorar a execução e a manutenção da obra, além de analisar os custos e os valores para cada serviço associado (SANTOS, 2018).

Ainda dentro dos parâmetros vantajosos pode-se dizer que quando se trata da modularização, o contêiner obtém um alto grau de industrialização e racionalização da cadeia produtiva da construção, mostrando-se economicamente viável em relação a outras técnicas construtivas convencionais já consolidadas no mercado brasileiro. No entanto a utilização desta técnica é incipiente, bem diferente das convencionais (concreto e alvenaria), pois ainda que sejam resistentes, o reaproveitamento de containers para estruturar edificações não pode prescindir de

alguns cuidados para evitar patologias e retrabalhos (ALVES, FERREIRA, CAVALCANTE, 2019).

Romano, Paris, Neuenfeldt Júnior (2014) outros benefícios ou vantagens de análise podem ser associados a utilização da plataforma BIM como: Diminuição do impacto ambiental gerado pelo entulho; Economia de recursos naturais durante a obra; Economia nos custos totais da obra; Menor geração de resíduos; Modularidade; Adaptabilidade; Versatilidade; Possibilidade de empilhamento; Possibilidade de associação de outros materiais; Possibilidade de associação de tecnologias sustentáveis; Menor custo na compra do contêiner das cidades portuárias - Meios de transporte até o local de implantação,

Ainda na visão de Romano, Paris, Neuenfeldt Júnior (2014) tem-se também algumas poucas desvantagens que são: a possibilidade de contaminação com pesticidas; Grande gasto em combustível para transporte de longas distâncias; Condutibilidade térmica do contêiner; Custos consideráveis para adaptação e possíveis manifestações patológicas como a corrosão.

Por isso a importância deste estudo que enfoca na aplicabilidade do BIM como método e estratégia que oriente nos serviços de gestão da manutenção de construções utilizando contêineres, face ao reduzido número de informações sobre este sistema construtivo em estudo e promover a manutenção a fim de prolongar sua vida útil.

O Building Information Modelling (BIM — modelagem da informação da construção) além de ser uma plataforma computacional que busca armazenar todas as informações de um projeto em um único arquivo, funcionando como um sistema integrado de concepção, produção e uso na construção civil, onde os projetistas podem realizar a análise conjunta de todas as informações referentes ao projeto, também pode ser utilizado no gerenciamento de uso da edificação após a construção. Os dados decorrentes de possíveis alterações na edificação ou decorrentes de reformas e manutenções podem ser inseridos no arquivo BIM, sendo obtidas informações sobre o comportamento do projeto.

Para esse estudo tem-se como objetivo estudar o empego da ferramenta BIM nos serviços de Gestão da Manutenção de Edificações confeccionadas a partir do reaproveitamento de containers.

Dessa forma, para esse estudo fez-se uma revisão bibliográfica que analisa a seguinte questão: Como utilizar a metodologia BIM como ferramenta de suporte aos serviços de gestão da manutenção em contêineres a partir da especificação de vida útil estimada de seus componentes. Uma vez que, o processo BIM produz um modelo tridimensional pode conter informações relevantes da edificação. Portanto, como gerenciar a realização de manutenção de construções em contêineres, no sentido de vida útil estimada dos componentes, com as informações provenientes da metodologia BIM, por meio de uma plataforma digital?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Considerações para a gestão da manutenção de construções em contêineres

Economia, durabilidade, velocidade de execução e, principalmente, baixo impacto ambiental são características que tornam atrativo o uso de containers navais para a construção de edificações permanentes, sejam residenciais ou comerciais.

Fabricados em aço corten, chega ao canteiro de obras praticamente prontos, isso garante uma obra limpa e com mínima geração de resíduos, mas mesmo resistentes e justificadamente uma boa alternativa construtiva, precisam de alguns cuidados para evitar patologia, a começar pela escolha do container, se está em boas condições estruturais, sem amassados relevantes.

O container suporta grandes pesos e pode ser empilhado o que facilita na execução de diferentes pavimentos. Além disso podem ser mesclados outros tipos de construção ao container, como alvenaria, madeira, bambu, etc. No Brasil são utilizados dois modelos de contêineres na arquitetura e construção civil, Standard e High Cub de 20 e 40 pés. A NR-18 não faz grandes exigências quanto a utilização de containers, mas pede para que algumas medidas sejam tomadas, tais como (SAURIN; FORMOSO, 2006): - Que o container receba ventilação natural de no mínimo 15% da área do piso e possua no mínimo duas aberturas; - A estrutura dos containers deve ser aterrada eletricamente, para prevenção de choques elétricos; - Containers usados no transporte e/ou acondicionamento de cargas devem apresentar atestado de salubridade com relação a riscos radioativos, químicos, e biológicos, seguidos dos dados da empresa responsável.

O laudo de habitabilidade e descontaminação é responsável por certificar a ausência de riscos físicos, químicos e/ou biológicos do container e deve ser emitido por engenheiro, acompanhado pela ART- Anotação de Responsabilidade Técnica. Na vistoria o profissional irá avaliar o agente radiação ionizante utilizando um radiômetro digital devidamente calibrado para as ondas alfa, beta e gama. Para os agentes químicos e biológicos serão realizadas averiguações qualificativas, para verificar a existência ou não de resíduos que podem comprometer a saúde e a segurança dos usuários que tiveram contato, direta ou indiretamente, com o container.

A principal patologia do container é a corrosão. Os containers em aço corten não são resistentes à corrosão e são de fácil reparação, quando ocorre a presença de ferrugem ela se limita a camada superficial do metal e não afeta a estrutura dos pilares e vigas (GILIOTI, 2006). Nem todas as corrosões são graves ou inutilizam o container, já que geralmente não afetam a estrutura do mesmo. Existem testes que mostram resultados para essas patologias, e se o container pode ser reparado ou não (PETRONILA, 2015). Fator determinante para o tempo de vida do container, a limpeza e descontaminação podem fazer que esses durem de 40 a 70 anos, junto com a manutenção da pintura.

Um ponto crítico na construção com containers é o conforto térmico e acústico. Como alternativa em tipologias residenciais contra-paredes de drywall junto a todas as paredes do container formando um sanduíche é a solução mais executada. O espaço de ar entre as faces interna e externa, em torno de 5 cm, deve ser preenchido com mantas compostas por lãs minerais ou de PET de alta densidade.

Cortes para instalações de esquadrias e vedação são pontos que podem gerar sérios problemas em projetos com containers. Para fixações é proibido utilização de parafusos em qualquer parte exposta do módulo, caso seja necessário fixar algum elemento ao container, isso deverá ser feito com solda. Em obras com mais de um container, a junção entre eles deve ser estudada para garantir que não gere ponto de infiltração.

Segundo SustentArqui (2018) umas das principais vantagens no uso de contêineres na construção é que na maioria das vezes não requer serviços de fundação e terraplenagem e mantém boa permeabilidade do terreno. Outro ponto a ser destacado é a sua resistência, permitindo empilhamento de até nove andares tendo uma carga de 25 toneladas em cada andar

Para (BARBOSA et al., 2017), além da rapidez e eficiência na execução, comparando-se com uma construção tradicional de alvenaria, essa técnica construtiva pode reduzir até 30% o valor total do investimento.

2.2. Considerações sobre o BIM

A Modelagem da Informação da Construção – BIM pode ser uma alternativa tecnológica para auxiliar na tomada de decisões na fase operacional das edificações. O BIM proporciona a análise e a modelagem de todo o ciclo de vida, como no processo construtivo, desde a fabricação, fornecimento de insumos, manutenção, incluindo a restauração, e o fim de vida útil , corrosão entre outros (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

De acordo com Eastman et al. (2014) os conceitos e abordagens hoje identificadas como BIM possuem em média trinta anos, sendo que à terminologia BIM está em circulação a apenas 15 anos, sendo o exemplo mais antigo e documentado sobre as ideias que hoje entende-se como BIM é o protótipo do "Building Description System", publicado em 1975 no extinto jornal AIA Journal, por Charles M. "Chunk" Eastman, na Universidade de Carnegie-Mellon.

No Brasil, começou-se o processo de adoção do BIM em meados dos anos 2000, sendo a sua implantação objetivo de muitas empresas nos últimos anos, porém são poucas que efetivamente utilizam os modelos para o desenvolvimento completo dos processos de projeto. (SOUZA, et al., 2009).

Em relação as dimensões do BIM são possíveis encontrar diversas formas de dimensionar os níveis de implantação de acordo com o ciclo de vida da edificação, no entanto, as dimensões são diferentes dos níveis de maturidade, pois estão ligadas ao tipo de informação que pode ser disponibilizada através do processo. A seguir a listagem de algumas das definições de dimensões do uso do BIM.

- 3D: MODELAGEM - Desenvolvimento de todos os projetos finais em 3D, com informações e ajustes finais dos projetos.

- 4D: PLANEJAMENTO- Extração de cronogramas, logística, planejamento de comprar, simulação de fases do projeto.

- 5D: CUSTOS - Previsão total de gastos, concepção real do modelo e do custo, quantificação e extração de custos estimados, verificação de interferências.

- 6D: SUSTENTABILIDADE - Certificação de edificação quanto à sustentabilidade, concepção de análise energética.

- 7D: MANUTENÇÃO - Manutenções preventivas para o aumento da vida útil da edificação, as-built da edificação, dados COBie, planos de gerenciamento de manutenção.

A dimensão 7D: Fase de gestão da construção é utilizada pelos gestores na operação e manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida. A sétima dimensão do BIM permite que os participantes para extrair e rastrear dados de ativos relevantes, tais como 26 status do componente, especificações, manutenção e manuais de operação, datas de garantia etc. a utilização da tecnologia 7D BIM pode resultar em mais fácil e rápida substituição de peças, cumprindo e otimizando uma

gestão racionalizada ciclo de vida de ativos ao longo do tempo. O 7D BIM proporciona processos para o gerenciamento de subcontratante / fornecedor, facilitando a manutenção durante todo o ciclo de vida da construção.

Nesse sentido, para esse estudo a dimensão de modelagem que enfatizada é a voltada para a manutenção, ou seja, a sétima dimensão. Onde pretende ser levado em conta o nível de modelagem dos elementos em questão, assim como, os parâmetros necessários para obter um banco de dados, possível de gerar o controle de manutenção.

2.3. Vida útil

A Vida Útil (VU) é definida pela NBR 15575-1 4 (ABNT, 2013) como uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes, ou seja, o período de tempo em que estes elementos se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, considerando a devida realização dos serviços de manutenção. A estimativa de vida útil de um produto nas condições de uso é um dos requisitos para a realização de uma análise do ciclo de vida de produto. É, também, fundamental em análises de desempenho econômico, a partir do conceito de custo global, que inclui não apenas os custos de construção, mas também os custos de manutenção. (SATTLER; PEREIRA, 2006).

3. METODOLOGIA

Ao se estudar construções em contêineres, o maior benefício do sistema de gestão de manutenção preventiva dos componentes associados ao modelo BIM, é ter o domínio por meio de avisos os dados que cada componente possui além de obter, por meio do método fatorial a vida útil estimada para cada componente, a fim de ter o controle real de prevenção de patologias na edificação.

Para Eastman et al. (2014) a Modelagem da Informação da Construção é uma plataforma útil para diferentes tipos de projetos e sistemas construtivos. As ferramentas/softwares não são feitas para projeto com containers, especificidades como as reentrâncias de suas faces necessitam de alternativas para serem modeladas, não apenas como modelo virtual, mas como modelo capaz de traduzir informações. A gestão da manutenção, no sentido de vida útil estimada dos componentes, com as informações provenientes da metodologia BIM, por meio de uma plataforma digital, inicia no método correto de modelagem, seguida do preenchimento de valores nos fatores e finaliza na extração dos dados ao sistema de gestão.

Usar a metodologia proposta traduz uma melhor aferição comparativa de benefícios e verificações acerca do método de modelagem para melhor gestão e extração dos dados necessários, com possibilidades de além de gerar relatórios de inspeção predial, inserir e modificar dados, entre outras funções, para que o modelo BIM seja usado em seu potencial máximo, com objetivo de obter o controle de vida útil da edificação em todo o seu ciclo.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O processo de criação da metodologia e estudo surgiu com a finalidade de gerar um planejamento de gestão de manutenção que possibilitasse criar etapas de análise. A integração entre o BIM e a Vida Útil dos Componentes (VUE) exige a determinação consistente do objeto de análise, a materialização dos inventários do ciclo de vida, para alimentação da modelagem e garantia da qualidade dos resultados.

O BIM depende do conjunto de todas as incorporações num todo, não sendo possível distinguir qual a componente que mais contribui para seu sucesso. Dirigida a manutenção dos elementos, identificou-se que objetos paramétricos são as potencialidades mais reconhecidas. A Figura 01 foi estruturada no intuito de identificar em cada uma das etapas da metodologia realizada no estudo, os resultados obtidos por meio dos objetivos, procedimentos e análises conclusivas.
Figura 01

OBJETIVOS	PROCEDIMENTOS	ANÁLISES
Gestão da manutenção de construções em contêineres	Busca por estudos para compreender o sistemas construtivo e suas patologias.	Identificar quais os componentes serão necessários adquirir informações mais precisas.
Modelagem BIM	Modelagem no Archicad.	Dentro do BIP e BEP é importante que se tenha as definições de metodologias de modelagem para que a fase de gestão de manutenção seja alcançada com segurança.
Escolha do Método da VUE	Busca por referencial teórico de métodos de vida útil já existentes.	Não foram identificados métodos exclusivos para a estimativa de vida útil de componentes. É possível realizar adaptações no método, mediante estudos realizados para outras finalidades.
Criação dos Parâmetros	Criar os parâmetros para gerar os fatores do método.	Criar parâmetros compartilhados e posteriormente os parâmetros no projeto em cada elemento de categoria que seria necessário. É necessário que

		o usuário tenha um domínio maior do sistema.
Extração dos dados	Extrair as informações e utilizar um software de leitura e edição de dados para demonstrar as propriedades dos elementos da edificação.	Além controlar as patologias, criar oportunidades de novas pesquisas

5. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu comprovar que a Modelagem da Informação da Construção, Building Information Modeling (BIM), pode ser aplicada também na Gestão da Manutenção de edificações de containers. Ao se considerar a especificação de vida útil estimada de seus componentes permite ao usuário verificar e receber alertas individuais. Os dados obtidos do modelo BIM são a base para alimentar o sistema de gestão, este por sua vez, será responsável por realimentar os parâmetros no modelo, afim de obter o modelo e o sistema de gestão atualizados e sincronizados.

Especificidades construtivas como as reentrâncias das faces do container necessitaram de alternativas para serem modeladas como modelo virtual BIM onde as informações de projeto exigem a correta modelagem para a geração de quantitativos, compatibilidade com as instalações prediais, bem como a documentação e desenhos técnicos precisos para os cortes e aberturas.

6. AGRADECIMENTOS

CNPq – Conselh0 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

REFERÊNCIAS

ALVES, J. V. P.; FERREIRA, R. S., CAVALCANTE R. P. Containers: uma nova alternativa para a construção civil. Estudo direcionado para projetos residenciais. **Divulgação Científica e Tecnológica** Do IFPB, v. 1. nº 46, 2019.

ARRAIZ , C.G, et al,. Estudo comparativo entre o sistema construtivo de contêiner marítimo e sistema de concreto-PVC em São Luís – Maranhão. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Jandaia-GO, v.17 n.33; p. 432, 2020

DEGANI. C. M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS Rafael; LISTON Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Revisão Técnica: Eduardo Toledo Santos. Bookman. Porto Alegre, 2014.

RODRIGUES, F. K.. **Casa Contêiner: Uma Proposta de Residência Unifa- miliar Sustentável**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Uni- versidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí. 2015.

ROMANO, L.; PARIS, S. R. De; NEUENFELDT JÚNIOR, A. L.. **Retrofit De Contêineres Na Construção Civil**. Labor E Engenho 8.1 83-92. Web. 2014.

SANTOS, K. P. B. ; ALVES, L. ; CALMON, J. L. **O emprego do BIM como ferramenta de suporte à Gestão da Manutenção de edificações.** 2018. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

SANTOS, K. P. B.. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM**: enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil. Vitória, 2017.

SATTLER, Miguel Aloysio; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Coletânea Habitare, Construção e Meio Ambiente.** Volume 7, p. 24. Porto Alegre. 2006.

SILVA, L. M.B.; BENTO, M. R. V.; MIRA, M. A. A. **Sistema construtivo utilizando contêineres marítimos.** 2019. Disponível em: http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2019/pdf/03.47.pdf

SIMOES, D. G. **Manutenção de Edifícios apoiado no modelo BIM**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IFT Técnico Lisboa. 2013.

PAULA, Kênia Alves de; TIBÚRCIO, Túlio Márcio. **Estratégias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre o uso do container na arquitetura.** XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora, 2012.

PETRONILA, Cláudia Cristina Bico. **Reutilização dos Contentores Marítimos na Arquitetura.** 197 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de Évora, Évora, Portugal, 2015

TISSEI et al. **Processo BIM em edificação de containers reaproveitados**. Revista Mix Sustentável, Florianópolis, v.3, n. 2, p. 101-107, mai. 2017.