



5° EABIM

ENCONTRO ACADÊMICO DE BIM DE MINAS GERAIS



25 DE NOVEMBRO
MINASCON 2021

Artigos científicos publicados no
5º Encontro Acadêmico de *Building Information Modeling* (BIM) de Minas Gerais

MINASCON 2021
25 de Novembro
Belo Horizonte, Minas Gerais

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada ou transmitida total ou parcialmente, por nenhuma forma ou meio, sem autorização prévia escrita dos autores e editores.

Os critérios e opiniões expressos nos artigos presentes nesta publicação são de exclusiva responsabilidade de cada um dos seus autores.

Sobre a CBIM-MG

Filiada à Câmara Brasileira de BIM Nacional, a Câmara Brasileira de *Building Information Modeling* de Minas Gerais, representada pelo acrônimo **CBIM-MG**, foi fundada em 1º de dezembro de 2018, em Belo Horizonte, Minas Gerais. A CBIM-MG é uma associação sem fins lucrativos, que tem como missão a promoção do desenvolvimento tecnológico, a regulamentação e normatização de procedimentos, ferramentas e elementos de uso comum do BIM, assim como sua difusão no âmbito municipal, estadual, regional, nacional e universal.

A partir de convênios e parcerias com diversas instituições públicas e privadas no estado, a CBIM-MG fomenta diversas iniciativas como: eventos profissionais e acadêmicos, atividades técnicas, programas e consultorias no âmbito da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Dentre essas iniciativas, destacam-se o SeBIM (Seminário BIM-MG), que está na sua 4º edição; o Conversa BIM, evento mensal com viés descontraído e oferta de palestras, discussões e networking entre os principais *stakeholders* de BIM na cidade Belo Horizonte - MG; e o EABIM - Encontro Acadêmico de BIM de Minas Gerais, na sua atual 5º edição.

A CBIM-MG está atualmente estruturada de forma hierárquica nas seguintes repartições: Presidência, Conselhos - Ética, Fiscal, Administrativo e Consultivo - e Comitês - Eventos, NBR, Tecnologia, Processos, Acadêmico, Aprovação de Projetos, Contratações/Licitações, Qualidade/Comunicação e Certificação.

Composta por diversos membros associados - profissionais e estudantes - a instituição tem tido uma relevante atuação junto ao cenário BIM no estado, principalmente por fomentar e discutir diversos aspectos junto à gama de especialistas e entusiastas que contribuem neste projeto.

Objetivos da CBIM-MG

Dentre os diversos objetivos da CBIM-MG, destaca-se, sugerir e/ou colaborar com a criação de políticas públicas no âmbito federal, estadual e municipal, e com a política industrial e tecnológica da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), relacionadas ao BIM, visando facilitar a aprovação de projetos, o controle e a fiscalização de obras, a melhoria na qualidade de informações para planejamento, o orçamento e a gestão de obras, e a integração e a troca de experiências entre projetistas, usuário final e construtoras, e, ainda, contribuir com as políticas supracitadas no âmbito da ciência, educação, tecnologia, cultura e inovação, na aplicação de mecanismos que facilitem a integração entre institutos de pesquisas, universidades e empresas.

Buscando atuar também na esfera acadêmica, a CBIM-MG propõe-se a planejar, promover, realizar, apoiar e coordenar mostras e exposições científicas, encontros,

eventos de comercialização, congressos, simpósios, seminários, feiras e conferências para a difusão dos trabalhos técnicos desenvolvidos a partir das experiências obtidas e das atividades compartilhadas e outros eventos de interesse dos setores da indústria usuária do BIM, estimulando, a partir destas e de outras ações a obediência às normas técnicas pertinentes.

Sobre o EABIM

Um dos grandes desafios da difusão do BIM ainda está pautado na mudança cultural do mercado e no conhecimento restrito, descentralizado e insuficiente que ainda existe sobre seus conceitos fundamentais. Com o objetivo de atuar na interface com as instituições de ensino técnico e superior e o mercado da AECO, visando a difusão dos conceitos BIM e capacitação técnica em todos os níveis e por consequência, reduzir e ou mitigar estas questões, surge o Encontro Acadêmico de *Building Information Modeling* (BIM) de Minas Gerais - EABIM.

Com frequência anual, o EABIM firmou-se como um relevante evento acadêmico de viés técnico-científico, reunindo diversos profissionais - docentes, empresários, gestores e funcionários públicos - do ramo educacional e de mercado, e discentes, tanto a nível técnico como superior. Este encontro tem contribuído para a abordagem do BIM nas academias nas suas mais diversas abordagens.

O 1º EABIM realizou-se em 29 de novembro de 2011 na cidade de Belo Horizonte - MG. Numa parceria da CBIM-MG, ABRASIP-MG e SEBRAE junto à coordenadores e professores dos cursos de engenharia e arquitetura das instituições de ensino do Estado, o encontro contou com a apresentação da CBIM-MG e suas ações, abordagem e nivelamento dos conceitos em torno do BIM, a apresentação do Comitê Acadêmico da CBIM-MG e fomentou debates cujas temáticas abordagem as medidas necessárias para melhor difusão do BIM no âmbito acadêmico.

No ano de 2019, realizou-se o 2º EABIM, em 26 de fevereiro de 2019, novamente numa parceria entre a CBIM-MG, ABRASIP-MG e SEBRAE. Dentre as pautas realizadas no evento, destacam-se a atualização da Estratégia BIM BR, o resultado das pesquisas acadêmicas e do mercado sobre BIM, o resultado de pesquisa BIM sobre plataformas tecnológicas adotadas pelo Mercado BIM no Brasil, a criação de Grupos de Trabalho para Estratégias de adoção de BIM pelas Instituições de Ensino e a definição de agenda do Comitê Acadêmico da CBIM-MG.

No segundo semestre de 2019, realizou-se então o 3º EABIM, em 8 de novembro de 2019. Nesta edição, foi apresentada uma nova estrutura de evento, com a abertura para a submissão de resumos e artigos científicos, e mediante aprovação do comitê científico, a apresentação desses trabalhos, ampliando ainda mais a participação da academia e da disseminação das pesquisas desenvolvidas sobre o BIM no estado. Além disso, destaca-se o lançamento do Programa de Aprimoramento do Conhecimento em BIM (PAC-BIM), uma iniciativa da CBIM-MG que visa a capacitação dos discentes vinculados à uma

instituição de ensino superior a partir de convênios para o aprendizado prático do BIM no cotidiano dos escritórios que o utilizam, elevando assim o nível do conhecimento sobre BIM e mercado, entre os discentes e por consequência, atuando positivamente nas suas respectivas produções acadêmicas e no aprendizado técnico durante a vivência universitária.

No segundo semestre de 2020 realizou-se o 4º EABIM. Devido o cenário de pandemia por conta da COVID-19, o evento foi realizado na modalidade *online* dentro da programação do MINASCON 2020, evento realizado pelo SEBRAE-MG e pela FIEMG, no dia 18 de novembro de 2020.

No segundo semestre de 2021 realizou-se a 5ª edição do EABIM. Ainda por conta das restrições impostas pelo cenário de pandemia por conta da COVID-19, o evento foi novamente realizado na modalidade *online* dentro da programação do MINASCON 2021, realizado pelo SEBRAE-MG, no dia 25 de novembro de 2021.

Comitê Organizador

Carla de Paula Amaral Macedo

Daniel Pinheiro Santos

Ronaldo Sergio Santos Bartholo

Comitê Científico

Daniela Matschulat Ely

Eduardo Marques Arantes

Reymard Savio Sampaio de Melo

Kléos Magalhães Lenz César Júnior

Everaldo Bonaldo

Raquel Regina Martini Paula Barros

Ana Cláudia Pereira Cotta Rezende

Josyanne Pinto Giesta

Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

Carlos Antônio Camargos d'Ávila

Ronaldo Sergio Santos Bartholo

Lúcio de Souza Campos Neto

Adriana Tonani Mazzeiro

Natalia Assunção Brasil Silva

Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

Comitê Acadêmico | CBIM-MG

Carla de Paula Amaral Macedo

Daniel Pinheiro Santos

Ronaldo Sergio Santos Bartholo

Coordenação | EABIM

Daniel Pinheiro Santos

Edição

Daniel Pinheiro Santos

Realização



Comitê Acadêmico



Apoio



Programação geral

Início	Temas e participações
	Mestre de Cerimônia – Carla Macedo
13:30	Apresentação da CBIM-MG Carla Macedo
13:40	Apresentação do Comitê Acadêmico da CBIM-MG Carla Macedo
13:50	Apresentação do 5º EABIM Daniel Pinheiro
14:00	<p>Painel 1: Experiências com o ensino de BIM em IES</p> <p>IES 01: LaBIM UFBA – Prof. Sávio Melo IES 02: EMGE – Profª Patrícia Elizabeth IES 03: CEFET – Profª Daniela Ely IES 04: UFV – Prof. Kleos M. Lenz César IES 05: PUC – Prof. Wadson Miguel Siqueira Júnior IES 06: UFRN – Profª Josyanne Giesta</p>
15:15	Debate 1: Ensino de BIM nas academias Mediação: Carla Macedo
15:30	<p>Painel 2: <u>O Ensino do BIM no Brasil e no Mundo e suas normativas</u></p> <p>Palestra: “O Ensino de BIM, no Brasil e no Mundo” Prof. Eduardo Toledo (USP)</p> <p>Palestra: “Normalização BIM no Brasil” João Gaspar (ABNT CEE-134)</p>
16:30	Debate 2: O Ensino do BIM no Brasil e no Mundo e suas normativas Mediação: Ronaldo Bartholo
17:00	<p>Painel 3: Apresentação dos artigos</p> <p>Artigo: Desenvolvimento de automações de processos de projeto estrutural de paredes de concreto em BIM Apresentação: Gabriel Veloso</p> <p>Artigo: Impacto do Trainee da Liga Acadêmica de Building Information Modeling e novas tecnologias na disseminação do BIM Apresentação: Rafael Kneip</p> <p>Artigo: Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de classificação da informação para uso na metodologia BIM Apresentação: Weysmuller Olives</p> <p>Artigo: Fluxo de Modelagem 3D para uso BIM 4D – aplicação prática e proposta de refinamento em um grupo de pesquisa do RN Apresentação: Leo Azevedo</p>

	Artigo: A economia circular aplicada ao setor da construção civil e o BIM: um mapeamento sistemático da literatura Apresentação: Thalita Giesta
18:00	Perguntas e repostas sobre os artigos Apresentação: Carla Macedo
18:15	Premiação dos artigos Apresentação: Daniel Pinheiro
18:30	Comunicados e encerramento Apresentação: Daniel Pinheiro

Sumário

A economia circular aplicada ao setor da Construção Civil e o BIM: um mapeamento sistemático da literatura	11
<i>Thalita Giesta, Emilha Lira, Josyanne Giesta, Alfredo Costa Neto</i>	
Desenvolvimento de automações de processos de projeto estrutural de paredes de concreto em BIM	23
<i>Gabriel Veloso, Danielle Oliveira, Carmen Ribeiro e Sidnea Ribeiro</i>	
Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de classificação da informação para uso na metodologia BIM	35
<i>Weyssmuller Olives, Josyanne Giesta, Alfredo Costa Neto</i>	
Fluxo de modelagem 3D para uso BIM 4D: aplicação prática e proposta de refinamento em um grupo de pesquisa do RN	46
<i>Leo Azevedo, Daniel de Oliveira, Josyanne Giesta e Alfredo Costa Neto</i>	
Impacto do trainee da liga acadêmica de Building Information Modeling e novas tecnologias na disseminação do BIM	56
<i>Rafael Kneip, Máira Sodré, Maria Fernanda Pereira e Pâmela Silva</i>	
Uso de ferramentas BIM em projetos de infraestrutura na Secretaria de Planejamento Municipal de Feira de Santana	68
<i>R�rio Mota, Matheus Azevêdo, Victor Carneiro, Manuella Queiroz e Vagner Souza</i>	

A ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O BIM: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Thalita Giesta | Universidade Federal do Rio Grande do Norte | thalitagiesta@gmail.com

Emilha Lira | Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Josyanne Giesta | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Alfredo Costa Neto | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Resumo:

Na contemporaneidade, a economia mundial tem apresentado novas demandas de processo, visto que os recursos naturais do planeta são finitos e limitados. Portanto, observa-se o requerimento de práticas de gestão e produção sustentáveis. Nesse contexto, a economia circular (EC) surge como um processo circular capaz de mitigar o desperdício, promover maior reutilização e maior integração entre as etapas do ciclo de vida. A área da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) tem grande influência na degradação ambiental, e, portanto, metodologias que facilitem a aplicação da economia circular no setor são oportunas. Entre elas, insere-se o Building Information Modeling (BIM), conjunto de políticas, processos e tecnologias que envolvem a integração dos diversos profissionais, bem como a geração e coordenação das variadas informações durante toda a vida útil do edifício. Diante de tal cenário, é válido perceber como se encontra a academia no referente a estudos que discorram sobre o tema e apreciem as potencialidades, dificuldades e aplicações da economia circular e, mais especificamente, da sua utilização na área da construção, uma vez que esses estudos são capazes de guiar e facilitar a implantação de novas tecnologias. Portanto, esse trabalho objetiva identificar o estado da arte nacional no tocante ao tema da economia circular, a sua utilização na área AECO e a sua associação com o BIM, de modo a fornecer aos pesquisadores brasileiros um panorama atual. Para tanto, foi utilizado como método de pesquisa um mapeamento sistemático da literatura, o qual foi realizado em 3 (três) etapas: pesquisa pelo termo de busca “economia circular” na base de dados Microsoft Academic, a fim de identificar as áreas de pesquisas mais comuns na temática e a proporção da área AECO; coleta das palavras-chave utilizadas nos trabalhos da área AECO e utilização das mesmas como termo de busca junto ao termo “economia circular” em mais três bases de dados, Scopus, SciELO e BDTD; e compilação de todos os trabalhos científicos encontrados na área AECO e identificação daqueles que tratam da metodologia BIM. A partir desse levantamento, foram identificados e compilados dados como a quantidade de publicações, as áreas mais avançadas no tema EC e os principais tipos de publicações, bem como foram realizadas análises temporais e espaciais de produção. Dentre os resultados obtidos, destaca-se que: estudos primários sobre EC na área AECO ainda são escassos, representando menos de 7% do total de pesquisas sobre economia circular; mais de 60% das pesquisas encontradas que versam sobre a EC aplicada à área AECO foram produzidas no sudeste, indicando uma distribuição espacial heterogênea no país; e em termos de evolução temporal, a primeira pesquisa foi localizada em 1999, no entanto, se apresentou de forma pontual durante muitos anos e ganhou significativa notoriedade apenas nos últimos cinco anos, tendo atingido seu pico em 2019, com 11 publicações. Como principal conclusão, tem-se que, apesar do considerável avanço de pesquisas sobre as temáticas, as produções ainda são escassas, especialmente quando tratadas em conjunto.

Palavras-chave: Economia circular, Building Information Modeling, Arquitetura e Engenharia, Construção e Operação, Gestão de resíduos, Desenvolvimento sustentável.

Abstract:

Nowadays, the world economy has presented new process demands, since the planet's natural resources are finite and limited. Therefore, there is a requirement for sustainable management and production practices. In this context, the circular economy (CE) emerges as a circular process capable of mitigating waste, promoting greater reuse and greater integration between the stages of the life cycle. The area of Architecture, Engineering, Construction and Operation (AECO) has a great influence on environmental degradation, and, therefore, methodologies that facilitate the application of the circular economy in the sector are opportune. Among them, there is the Building Information Modeling (BIM), a set of policies, processes and technologies that involve the integration of different professionals, as well as the generation and coordination of various information throughout the life of the building. In this scenario, it is worth noting how the academy is doing with regard to studies that discuss the topic and examine the potential, difficulties and applications of the circular economy and, more specifically, its use in the construction area, since these studies are able to guide and facilitate the implementation of new technologies. Therefore, this paper aims to identify the national state of the art regarding the theme of circular economy, its use in the AECO area and its association with BIM, in order to provide Brazilian researchers with a current overview. For this purpose, a systematic literature mapping was used as the research method, which was carried out in 3 (three) steps: research for the search term "circular economy" in the Microsoft Academic database, in order to identify the most common areas of research on the subject and the proportion of the AECO area; collection of keywords used in papers in the AECO area and the use of them as a search term with the term "circular economy" in three more databases, Scopus, SciELO and BDTD; and compilation of all papers found in the AECO area and identification of those dealing with the BIM methodology. From this survey, data such as the number of publications, the most advanced areas in the CE theme and the main types of publications were identified and compiled, as well as temporal and spatial analyzes of production were held. Among the results obtained, the following stand out: primary studies on CE in the AECO area are still scarce, representing less than 7% of total research on circular economy; more than 60% of the researches found that deal with CE applied to the AECO area were produced in the Southeast, indicating a heterogeneous spatial distribution in the country; and in terms of temporal evolution, the first research was located in 1999, however, it was presented punctually for many years and gained significant notoriety only in the last five years, having reached its peak in 2019, with 11 publications. As a main conclusion, the productions are still scarce, especially when treated together, despite the considerable advance of research on the themes.

Keywords: Circular economy, Building Information Modeling, Architecture and Engineering, Construction and Operation, Waste management, Sustainable development.

1. Introdução

A economia mundial vem trabalhando com um modelo linear de processo, baseado na extração, transformação, produção, utilização e descarte dos produtos. Mas tal procedimento não é capaz de ser mantido, uma vez que os recursos naturais do planeta são finitos e limitados. Nesse aspecto, surge a Economia Circular (EC), modelo sustentável baseado em um processo circular de ciclo de vida dos produtos, o qual permite a redução do consumo de matéria-prima, energia e água. Esse processo possibilita novas práticas de gestão e produção, ao mesmo tempo em que

garante uma realidade mais sustentável e comprometida com o meio ambiente e as gerações futuras, por meio da competitividade de um mercado que busca atender às novas demandas.

Este novo paradigma de sustentabilidade estimula novas práticas de gestão e descortina novas oportunidades adicionando valor à organização e aos clientes, em harmonia com o meio ambiente. Enquanto fonte de inovação e permitindo a redução da procura de recursos naturais com a recuperação de desperdícios e resíduos, a Economia Circular abre excelentes perspectivas a serem encaradas pelas empresas como alavanca e motivação para um crescimento com bases sólidas e com futuro, além das vantagens competitivas no contexto de um mercado global altamente dinâmico (LEITÃO, 2015).

O setor da construção civil detém papel fundamental no progresso social e econômico da civilização, sendo uma área em constante desenvolvimento e notório potencial financeiro. Não obstante, é identificado como um dos setores de maior impacto negativo no que se refere às consequências ao meio ambiente, uma vez que suas atividades se enquadram entre as mais consumidoras de recursos naturais, promovem enorme geração de resíduos sólidos e utilização de energia, como também grande poluição sonora e atmosférica. Assim, há, na atualidade, significativa pretensão pela atualização e inovação de procedimentos, técnicas e matérias-primas no campo da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), visando o melhoramento da qualidade de vida dos indivíduos e a diminuição dos agravantes ambientais decorrentes de suas intervenções.

No que concerne aos impactos ambientais, em uma exposição quantitativa, os resíduos da construção e demolição são um dos principais contribuintes na produção mundial de resíduos e geração de rejeitos, compreendendo cerca de 3 bilhões de toneladas em 2012 em um total de 40 países, considerando-se os relatórios disponibilizados por organizações governamentais – European Commission, em 2015, e United State Environmental Protection Agency - USEPA, em 2014 (MATEUS, 2019). Ademais, atentando ao contexto nacional, os resíduos da construção civil representam de 50% a 70% do volume dos resíduos sólidos urbanos brasileiros, conforme exposto pelo IPEA (2010). Dessa forma, os dados mencionados alertam para a problemática dos resíduos e demais impasses ao meio ambiente advindos da AECO.

O gerenciamento inadequado desses resíduos interfere, para além dos aspectos naturais, em fatores financeiros e de qualidade das empresas do setor, a citar custos, tempo e produtividade, as quais são primordiais para diversos âmbitos nos países em desenvolvimento (MHASKE; DARADE; KHARE, 2017). A ARUP (2016) afirma que projetar a geração de resíduos desde as etapas iniciais de um empreendimento, alinhando projeto, construção, uso e manutenção e demolição, proporciona um fluxo de recursos circular entre as diferentes pessoas, instituições e localidades associadas. Diante disso, surge a efetivação da economia circular como ferramenta auxiliadora na integração das etapas do ciclo de vida de uma edificação, material ou produto, com a finalidade de reduzir o desperdício, fomentar a reutilização de componentes e minimizar a inserção de novas matérias-primas na produção.

Nesse contexto, e a partir de uma visão voltada para a área AECO, atenta-se para as potencialidades do uso do Building Information Modeling (BIM) como prática possível de um processo de economia circular.

Building Information Modeling (BIM) pode ser definido como um conjunto integrado de políticas, processos e tecnologias que formam um banco de dados, através do qual é possível estabelecer um método de gestão do projeto, da construção e da operação de edifícios, em formato digital, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (SUCCAR, 2009).

A metodologia de trabalho BIM tem por fundamento a integração de arquitetos, engenheiros e construtores na concepção de modelos virtuais paramétricos, os quais possibilitem ser empregados como base de dados, de rápido e fácil acesso, para orçamentação, cálculo energético, previsão de insumos e outras ações durante os estágios da construção. Ela abrange a geração e coordenação das variadas informações dispostas e requeridas por um empreendimento, viabilizando a associação sistemática e transversal dessas a todo o ciclo de vida de uma obra, de forma a dar suporte às decisões. Logo, o volume de informações disposto nesses projetos pode oportunizar o desenvolvimento sustentável no processo produtivo da indústria da construção civil, propiciando, a exemplificar, a rastreabilidade de materiais e produtos.

A aplicação de tecnologias e sistemas BIM na logística e coordenação de resíduos será capaz de manipular informações, geométricas e não-geométricas, de modo a facilitar a deliberação acerca da gestão ainda em fase de projeto, em detrimento das ações inesperadas ou emergenciais de tratamento e destinação de resíduos já em etapa de execução do empreendimento (LU *et al.*, 2017). O dinamismo e a prontidão dos dados, bem como o transparente e aberto fluxo de trabalho, permite aos projetistas e responsáveis a visualização, compreensão, análise e simulação de diferentes cenários para a produção mínima de resíduos.

No entanto, apesar de serem muitas as potencialidades do uso do BIM atrelado à economia circular, ainda pouco se observa em termos de trabalhos acadêmicos que busquem melhor analisar tais potencialidades, e os trabalhos existentes encontram-se bastante dispersos. Nesse sentido, o presente artigo tem por objetivo realizar uma revisão bibliográfica que vise compreender o estado da arte e, conseqüentemente, as principais lacunas possíveis de pesquisa, a fim de solidificar o conhecimento já obtido e perceber os caminhos possíveis para pesquisas voltadas à utilização do BIM como um processo circular de desenvolvimento na área AECO.

2. Método

A metodologia utilizada neste artigo foi a revisão da literatura, a fim de compreender de forma mais metódica e assertiva como se encontram os estudos científicos relacionados com a economia circular e o BIM. Para tanto, definiu-se os seguintes critérios de inclusão e exclusão: foram incluídos apenas trabalhos no idioma português, todos os anos de publicação e todos os tipos de trabalho seriam incluídos. A revisão foi dividida em três etapas.

A primeira etapa consistiu na pesquisa pelo termo de busca “economia circular” na base de dados Microsoft Academic. Foram encontrados 613 trabalhos a partir do termo, sendo 141 no idioma português. A partir desses, a área de pesquisa, o ano de publicação e o tipo de trabalho foram identificados e analisados. Essa etapa se desenvolveu com a finalidade de identificar o perfil mais comum de pesquisas na temática da economia circular e a proporção em que o contexto da área AECO se insere nessas pesquisas.

A etapa seguinte se realizou a partir da coleta das palavras-chave utilizadas nos trabalhos acadêmicos pertencentes à área da Construção Civil. Tais palavras-chave foram utilizadas como termos de busca, junto ao termo “economia circular” em mais três bases de dados, a saber: Scopus, SciELO e BDTD. Tanto a pesquisa na Scopus quanto a pesquisa na SciELO não retornaram nenhum trabalho nos critérios estabelecidos, ou seja, no idioma português e na temática da economia circular atrelada à área AECO. Já a BDTD retornou 396 trabalhos em português, sendo apenas 34 voltados para a área AECO. Vale atentar para a diferença quantitativa que ocorreu entre a BDTD e as demais bases de dados, a qual se deve ao modo de funcionamento da plataforma, que apresenta resultados para os termos de busca de forma inclusiva – “termo 1”

ou “termo 2” –, enquanto a Scopus e a SciELO retornavam resultados de forma excludente – “termo 1” e “termo 2”.

Na última etapa foram reunidos todos os trabalhos científicos encontrados na área da Construção Civil, excluídos os trabalhos duplicados e indicados aqueles que analisavam a metodologia BIM, com o objetivo de verificar a proporção em que estes se encontravam com o todo.

3. Resultados

Diante das potencialidades tanto da economia circular, especialmente no setor da construção civil, quanto da filosofia BIM, o método de pesquisa é aplicado com o intuito de reconhecer o cenário atual da academia no tocante a tais temas e avaliar se esforços visando pesquisas nesse sentido não apenas são escassas, mas também se são relevantes.

Com relação aos trabalhos retornados pela base de dados Microsoft Academic, foi realizado um levantamento quanto à área de pesquisa de cada um deles e, posteriormente, construído um gráfico (Figura 1) com a quantidade de trabalhos por área. As cinco áreas mais densamente pesquisadas foram: Revisão da literatura, Engenharia de produção, Políticas públicas e urbanismo, Energias renováveis e Construção Civil, com 25, 24, 11, 9 e 9 trabalhos, respectivamente. Cabe atentar para o fato de o tema de Revisão da literatura se encontrar na posição com mais trabalhos encontrados. Isso pode ser devido a existência maior de um interesse do que de ações efetivas em termos de pesquisa. Nesse aspecto, é válido pontuar que o conceito de “sistema econômico circular” é introduzido em 1989, com base em estudos prévios de 1966 (KOMATSU, 2017), o que justifica o fato de já haver um interesse consolidado no tema, ainda que nele ainda não sejam identificadas ações que de fato aprofundem os conhecimentos.



Figura 1: Quantidade de trabalhos sobre economia circular por área de pesquisa.
 Fonte: os autores (2021).

As pesquisas na área da Construção Civil representaram menos de 7% do total dos trabalhos encontrados, o que significa um número ainda muito pequeno e, portanto, corrobora com a interpretação de que o conhecimento acerca da aplicação da economia circular na área AECO se encontra muito incipiente, e são necessárias, portanto, medidas que visem incentivar pesquisas nessa temática. Também é válido inferir o caráter generalista da economia circular, ou seja, é notável, a partir da análise da Figura 1, que esse novo conceito econômico está presente em diversos setores.

Ainda com base nos trabalhos coletados na primeira etapa, foi realizado um levantamento no que se refere ao tipo de trabalho. Os resultados são expostos na Figura 2. Ao analisar a figura, observa-se que a temática da economia circular aparece majoritariamente em três tipos de produção acadêmica, a saber: Artigo em evento científico, Artigo em periódico e Dissertação de mestrado, com, respectivamente, 43, 40 e 28 trabalhos. Isso demonstra que as iniciativas de pesquisas no tema da economia circular ainda apresentam caráter isolado, a partir de produtos de grupos de pesquisa e de pesquisas de mestrado. Infere-se também, pela pequena quantidade de trabalhos finais de graduação e teses de doutorado e livros, respectivamente, que o conceito da economia circular ainda não está presente nas matrizes curriculares e nas discussões que permeiam os cursos de graduação do país, bem como tal conceito pouco se insere nos contextos acadêmicos de pesquisas mais aprofundadas.



Figura 2: Quantidade de trabalhos sobre economia circular por tipo de produção acadêmica.
Fonte: os autores (2021).

Os trabalhos encontrados na primeira etapa da revisão também foram agrupados por ano de publicação e, posteriormente, foi elaborado um gráfico com o somatório de publicações por período (Figura 3). Através da análise desse gráfico, é possível confirmar que a temática da economia circular já se apresenta na academia desde, pelo menos, 2007, mas que ganhou força apenas a partir de 2017. Além disso, é evidente que se caracteriza como um tema em grande crescimento no cenário acadêmico.

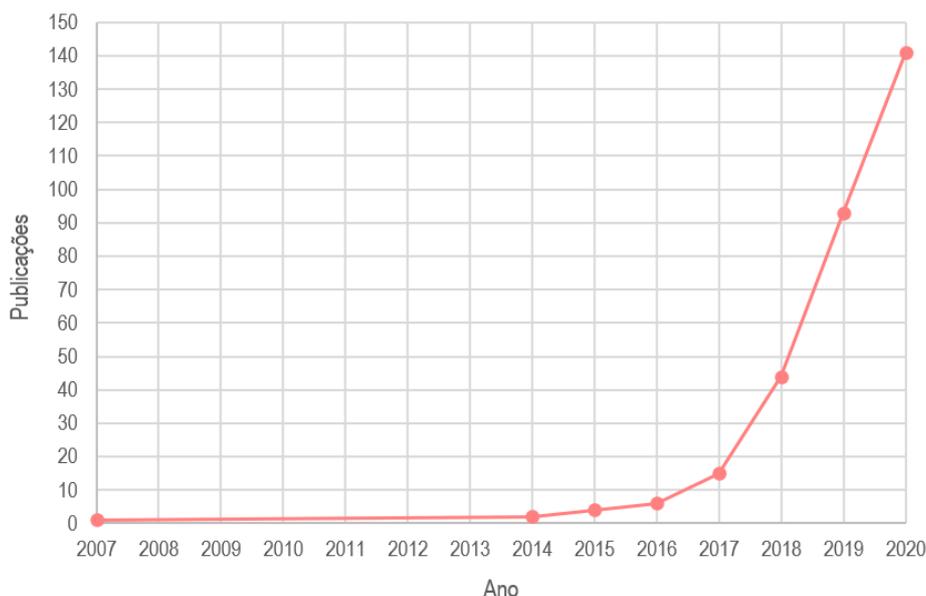


Figura 3: Somatório de publicações sobre economia circular por período.
Fonte: os autores (2021).

Para iniciar a segunda etapa da revisão, foram coletadas as palavras-chave utilizadas nos trabalhos sobre Construção Civil obtidos pela pesquisa na base de dados Microsoft Academic, a fim de obter nas bases de dados seguintes, a saber, Scopus, SciELO e BDTD, apenas trabalhos sobre economia circular relacionados com a área AECO. As palavras-chave relacionadas com a área de recorte obtidas foram: BIM, Construção, Construção Civil, Edificações, Engenharia e Modelagem.

Tais palavras foram, então, utilizadas como termos de busca nas três bases de dados citadas, juntamente com o termo “Economia Circular”. Os trabalhos encontrados foram reunidos com aqueles anteriormente coletados na primeira etapa da revisão, resultando em 43 trabalhos que versam sobre a economia circular aplicada na área da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação. Desse número total, 8 se apresentavam duplicados e, portanto, foram excluídos, resultando em 35 trabalhos.

Por meio de uma análise realizada nesses 35 trabalhos, foram elaborados quatro gráficos: o primeiro referente ao ano de publicação, o segundo, ao tipo de publicação e os dois últimos ao local de publicação. A Figura 4 apresenta a quantidade de trabalhos sobre a temática publicados em cada ano. A partir dele, é possível não apenas comprovar o que já se inferiu pela análise da Figura 3, mas também aprofundar tal conhecimento. Observa-se que o tema da economia circular atrelada à área AECO já aparece na academia desde, pelo menos, 1999 e que, a partir de então, se apresentou de forma pontual durante muitos anos e ganhou significativa notoriedade apenas nos últimos cinco anos.

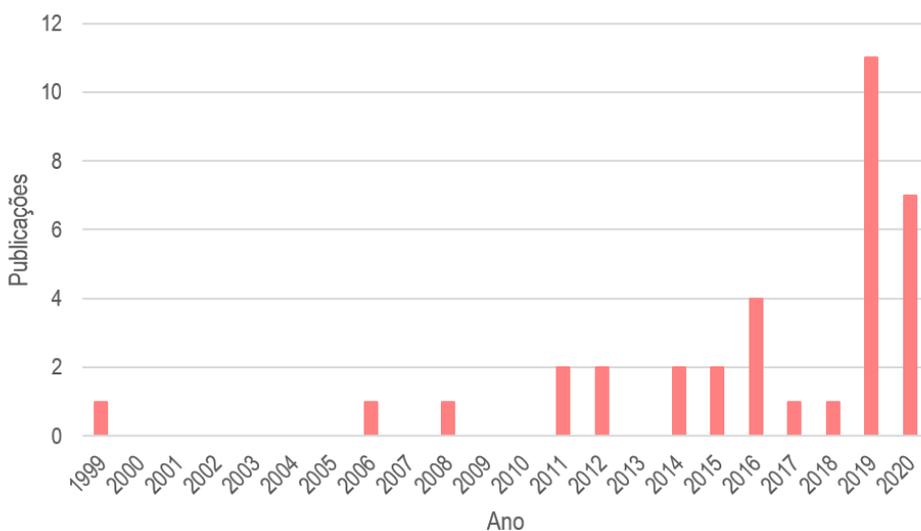


Figura 4: Quantidade de publicações sobre economia circular e construção civil por ano.
Fonte: os autores (2021).

A Figura 5 aponta a quantidade de trabalhos por tipo de publicação acadêmica no contexto da economia circular aplicada à área AECO. A partir dele, verifica-se que a grande maioria é do tipo dissertação de mestrado, representando quase $\frac{2}{3}$ do total. Tal característica já difere razoavelmente do que se apresenta na Figura 2, visto que os tipos de artigo em evento e artigo em periódico não se apresentam fortes no contexto da área AECO. Isso pode significar que os cursos de graduação, bem como os grupos de pesquisa da área ainda não se atentaram de forma eficaz para a importância e iminência da temática da economia circular no contexto da sociedade globalizada, dinâmica, competitiva e que busca por alternativas sustentáveis, cabendo as pesquisas sobre o tema ainda apenas às iniciativas individuais daqueles que fazem mestrado.

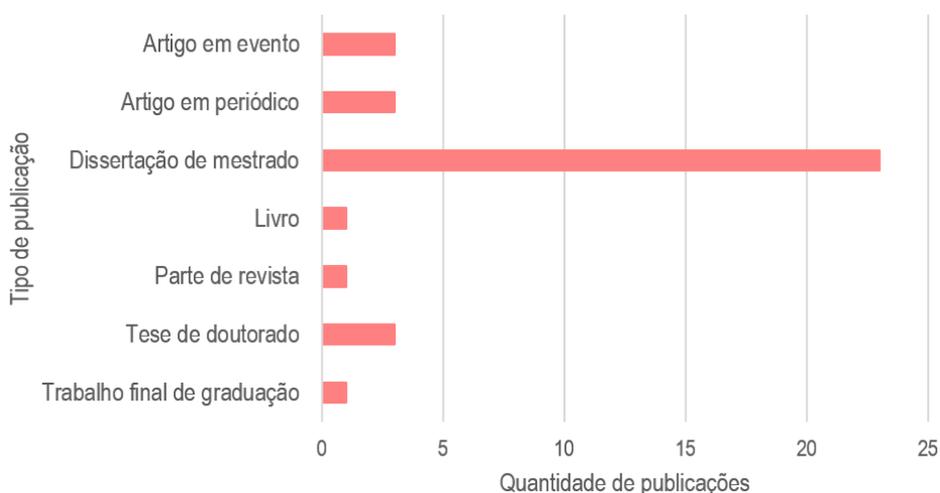


Figura 5: Quantidade de publicações sobre economia circular e construção civil por tipo.
Fonte: os autores (2021).

A Figura 6 apresenta a quantidade de trabalhos, dentre os 35 em análise, por local de publicação, incluindo Portugal e, no Brasil, os estados e o Distrito Federal. O estado de São Paulo se destaca fortemente, com 13 publicações, seguido pelos estados do Paraná e de Minas Gerais, com 5 e 3 publicações, respectivamente. Os demais estados aparecem com apenas 1 ou 2 publicações. A figura também traz 2 publicações realizadas em Portugal, em comparação com 33 realizadas no Brasil.

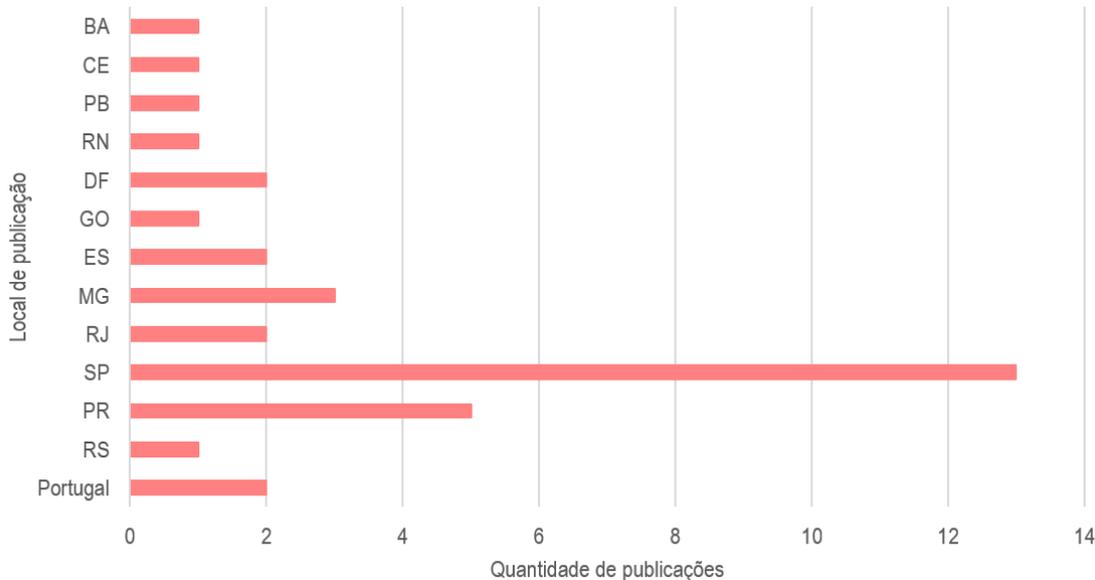


Figura 6: Quantidade de publicações sobre economia circular e construção civil por local.
 Fonte: os autores (2021).

A Figura 7 ilustra como se encontra a densidade de publicações referentes à economia circular atrelada à construção civil no território nacional. Pode-se observar que a região Norte não possui representatividade nos trabalhos encontrados por meio desta revisão da literatura. De forma semelhante, as regiões Nordeste e Centro-Oeste apresentam apenas esforços pontuais no tocante a publicações acadêmicas na temática, totalizando, respectivamente, 4 e 3 trabalhos por região. Em comparação, a região Sudeste já se mostra bastante avançada no tema academicamente, com uma soma de 20 publicações na região, representando mais de 60% do total encontrado no país. Quanto à região Sul, cabe atentar para o destaque do Paraná, que se encontra como segundo estado brasileiro com mais publicações. Tal cenário provavelmente é resultado da maior existência histórica de incentivos à pesquisa e à produção acadêmica nas instituições de ensino superior (IES) nas regiões mais ao sul do país, especialmente ao Sudeste, alimentando um ciclo que mantém a defasagem territorial. Assim, são necessárias medidas que busquem trazer esse tema com tanto potencial para as demais regiões, a fim de que mais pesquisadores possam atuar na solidificação da economia circular como processo vantajoso na área AECO.

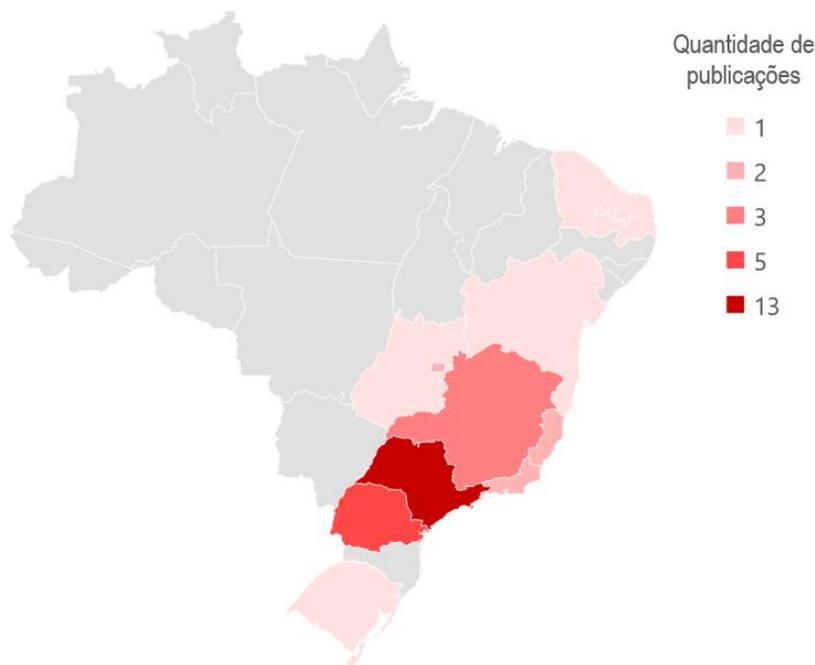


Figura 7: Mapa coroplético das quantidades de publicações por estado do Brasil.
Fonte: os autores (2021).

No tocante às pesquisas na área AECO que envolvem a economia circular e o processo BIM, foi encontrado apenas 1 entre as 35, a partir do protocolo aplicado. A saber: Gerenciamento de resíduos da construção com BIM para uma economia circular: uma estrutura conceitual, de Miara e Scheer, publicada em 2019 nos anais do 2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção. Isso evidencia que não só os trabalhos de economia circular na área AECO são escassos, mas aqueles que atrelam tal temática à filosofia de construção BIM estão ainda menos presentes na academia atualmente.

O trabalho foi desenvolvido em Curitiba - PR e busca propor uma estrutura conceitual para um sistema de gestão de resíduos de construção, integrando todas as etapas do ciclo de vida e visando a economia circular a partir de uma metodologia que envolve uma revisão sistemática da literatura e um questionário realizado com arquitetos e engenheiros de Curitiba (MIARA; SCHEER, 2019).

A pesquisa encontrou que a estratégia de processo construtivo pesquisada é bastante eficiente na identificação e minimização da geração de resíduos, bem como na proposição de medidas corretivas e estratégias de controle. Os autores apontam que a utilização do BIM no sistema de gestão de resíduos da construção favorece o maior aproveitamento dos materiais e a menor necessidade de incluir novos materiais nos processos, de forma a desenvolver uma economia circular.

Quanto às lacunas deixadas e propostas para futuras pesquisas, os autores recomendam que a estrutura conceitual por eles apresentada possa servir de base para o desenvolvimento dos trabalhos posteriores e para a implementação de novos aplicativos BIM.

4. Conclusão

Diante dos resultados obtidos pela revisão sistemática da literatura, é válido concluir que a academia ainda se encontra muito carente de pesquisas que tratem da economia circular na área da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação, especialmente daquelas que avaliam o processo BIM como facilitador da aplicação desse conceito econômico. Também se observa que tal temática se encontra em relevante crescimento em termos de produção acadêmica, o que torna ainda mais imperativo que sejam despendidos esforços no sentido de esclarecer e melhor compreender as potencialidades da aplicação da economia circular na área AECO e do uso do BIM nesse processo.

Apesar de os recortes temporal e espacial do presente artigo serem bastante amplos, incluindo todos os anos e todas as localidades em que se produz no idioma português, ele ainda apresenta limitações. A primeira delas diz respeito às bases de dados, visto que foram procurados trabalhos apenas em quatro bases de dados, sendo possível que trabalhos na temática já publicados em outros bancos, como repositórios de universidades, ficassem de fora da análise. Também cabe salientar a possibilidade de ser feita uma revisão mais voltada para a pesquisa sobre a aplicação do BIM na economia circular, incluindo trabalhos em outros idiomas, a fim de reconhecer também o estado da arte da temática a nível global e, mediante isso, comparar os cenários mundial e brasileiro.

5. Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisas Interdisciplinares em Economia Circular e Ciclo de Vida (UFRN) pelo incentivo.

Referências

ARUP (Org.). **Circular Economy in the Built Environment**. London, 2016.

IPEA – Instituto de Pesquisa **Econômica Aplicada**. Relatório de Pesquisa do Ipea - Maio - 2010: Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos Relatório de Pesquisa. Brasília: Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (DIRUR), 2010. 63 p.

KOMATSU, K. **A Estruturação dos Modelos de Negócio Circulares na Cadeia Produtiva das Embalagens Plásticas PET**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro.

LEITÃO, A. **Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI**. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting. v. 1, n. 2, p. 149-171 set, 2015.

LU, W.; WEBSTER, C.; CHEN, K.; ZHANG, X.; CHEN, X. **Computational Building Information Modelling for construction waste management: Moving from rhetoric to reality**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 68, p. 587-595, fevereiro 2017.

MATEUS, V. **Otimização da gestão de resíduos sólidos na construção civil por meio de modelagem matemática aplicando a tecnologia BIM**. 2019. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

MHASKE, M.; DARADE, M.; KHARE, P. **Construction waste minimization**. International Research Journal of Engineering and Technology, v. 4, n. 7, p. 934–937, jul. 2017.

MIARA, R. D.; SCHEER, S. **Gerenciamento de resíduos da construção com BIM para uma economia circular: uma estrutura conceitual**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2, 2019, Campinas. Anais [...].Porto Alegre: ANTAC, 2019.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, maio 2009.

DESENVOLVIMENTO DE AUTOMAÇÕES DE PROCESSOS DE PROJETO ESTRUTURAL DE PAREDES DE CONCRETO EM BIM

Gabriel Veloso | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) | gveloso072@gmail.com

Danielle Oliveira | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Carmen Ribeiro | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Sidnea Ribeiro | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Resumo:

O detalhamento de um projeto estrutural em sistema construtivo de Paredes de Concreto é um processo extenso, devido à necessidade de representar cada parede única e seus respectivos reforços, mas também, por isso, é repetitivo e padronizado, a partir das características da tipologia da edificação e dimensionamento. Nesse contexto, a utilização da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) tem se mostrado efetiva para otimização dos processos e redução do tempo de projeto. Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar pontos críticos do processo de modelagem e detalhamento de estruturas de parede de concreto, para que, com o auxílio do software Autodesk Revit e sua API (*Application Program Interface*), fosse realizado o desenvolvimento de automações, por meio da linguagem de programação C#, para simplificar estas etapas. Os pontos críticos foram mapeados com base em uma revisão teórica, para então, desenvolver as automações como comandos externos do Revit por meio de um estudo de caso. No mesmo, foi possível comparar a paginação das telas geradas e quantitativos com um projeto de referência, validando os comandos desenvolvidos. Assim, estima-se uma redução de 72% do tempo na etapa de detalhamento das elevações e armaduras das paredes, quando comparado com um projeto desenvolvido em BIM, no Revit, e 74%, em relação a um projeto em CAD. Ressalta-se que esta diferença ocorreu pela redução de tempo já alcançada a partir do desenvolvimento com as ferramentas padrão do Revit, com base na revisão teórica.

Palavras-chave: Parede de Concreto Moldada no Local, *Building Information Modeling*, Estruturas

Abstract:

The detailing of a structural project in a Concrete Wall system is an extensive process, due to the need to represent each unique wall and its respective reinforcements, but also, for this reason, it is repetitive and standardized, based on the topology of the building and its structural design. In this context, the use of BIM (*Building Information Modeling*) technology is effective in optimizing processes and reducing project time. Thus, this work aimed to analyze critical points in the process of modeling and detailing concrete wall structures, so that, with the support of Autodesk Revit and its API (*Application Program Interface*), the development of automation was carried out, through the C# programming language, to simplify these steps. Critical points were mapped based on a theoretical review, to then develop the automation as external commands in Revit through a case study. In it, it was possible to compare the design of the generated welded meshes and the quantitative with a reference project, validating the developed commands. Thus, it is estimated a reduction of 72% of the time, in the step of detailing of elevations and reinforcement of the walls, when compared with a design developed in BIM, Revit, and 74% compared to a design CAD. It is noteworthy that this difference occurred due to the time reduction already achieved from the development with the standard Revit tools, based on the theoretical review.

Keywords: 'Cast-In-Place(CIP)' Concrete Walls, Building Information Modeling, Structures.

1. Introdução

O método construtivo de Paredes de Concreto Moldadas no Local é um sistema que passou a ser adotado em escala no Brasil nos últimos anos, principalmente em construções de interesse social, por meio do programa Casa Verde e Amarela (Minha Casa Minha Vida), devido aos altos índices de produtividade e racionalização, quando comparado com métodos convencionais. Atrelado a este cenário, a demanda por projetos estruturais deste tipo aumentou e por consequência também a necessidade de otimizar o processo de projeto.

Este tipo de projeto tem por característica um processo de detalhamento repetitivo e, em geral, padronizado, pois requer a representação das elevações de cada uma de suas paredes e respectivas armaduras, de acordo com a ABNT NBR 16055:2012 - Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos. A partir disso, a utilização da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) tem se mostrado efetiva para otimização dos processos e redução do tempo deste tipo de projeto, vinculando-se às características paramétricas de modelagem das ferramentas BIM. Gheno (2018) apresenta um fluxo para modelagem deste tipo de projeto, que resulta em uma redução de 27% do tempo de desenvolvimento, quando comparado com o desenvolvimento tradicional em CAD. Ademais, o mesmo aponta etapas que demandaram maior esforço no processo novo, devido a uma curva maior de aprendizado.

O Brasil passa por uma crescente adesão às ferramentas BIM no desenvolvimento de projetos das variadas disciplinas, sendo este processo apoiado, principalmente, pela Estratégia BIM BR instituída pelo Decreto N° 9.983, de 22 de agosto de 2019, que dentre vários objetivos, visa difundir o BIM, estimular a capacitação, criar condições favoráveis para investimentos na metodologia e coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM. Esta progressiva adoção ao uso da metodologia foi reforçada pelo Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, segundo o qual, a partir de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Portanto, este trabalho se justifica por buscar e avaliar formas de simplificar os processos de modelagem através de automações, possibilitando proporcionar maior adesão ao processo de projeto em BIM. E por consequência, alcançar reduções de tempo de projeto, nas etapas de detalhamento das elevações, em referência ao mapeado em revisão teórica. Por este trabalho não ter objetivo de tratar também do dimensionamento de paredes de concreto, foi utilizado um projeto de referência e as correlações entre aspectos geométricos e as armações, estipuladas na NBR 16055:2012, para estruturação das possibilidades de automação e análise dos resultados, em forma de um estudo de caso.

2. Revisão Teórica

De acordo com a ABNT NBR 16055:2012, o projeto estrutural de paredes de concreto deve ser constituído por desenhos que contenham as plantas de forma e elevações das paredes, com as respectivas armaduras. Quando necessário, apresentando os reforços, detalhes de amarração de paredes com paredes e paredes com laje.

Gheno (2018) propõe um fluxo de modelagem para paredes de concreto em BIM, utilizando o software Autodesk Revit. De maneira geral, o mesmo é apresentado na Figura 1.

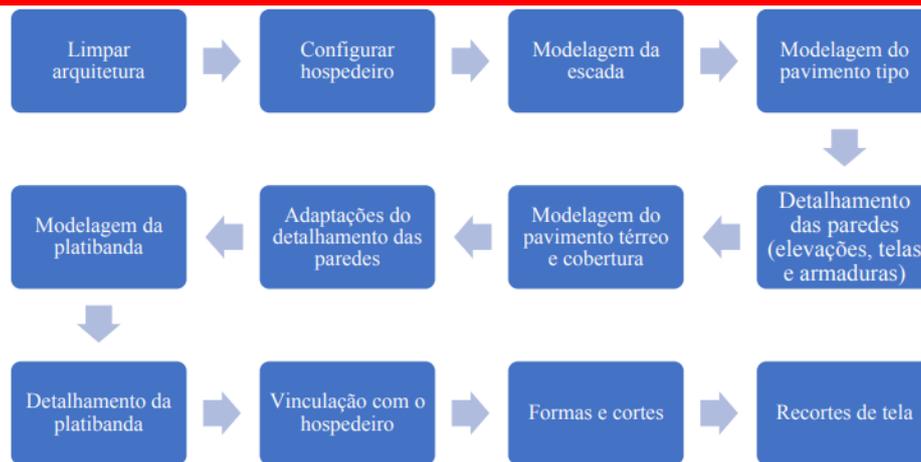


Figura 1: Fluxo para detalhamento de paredes de concreto.

Fonte: Gheno (2018).

As etapas propostas pelo autor são:

- “limpar” a arquitetura disponibilizada, apenas deixando as *layers* relevantes em caso de a mesma ter sido desenvolvida em CAD. Ou criando um vínculo com o arquivo de estrutura e aplicando gráficos de vista, que favorecem a visibilidade dos elementos relevantes;
- então, é feita a configuração do hospedeiro, que é o arquivo que irá conter os vínculos, sendo os arquivos dos pavimentos e escadas;
- logo, torna-se possível começar o processo de modelagem, que se inicia pela escada. São modeladas duas escadas, uma para o pavimento tipo e uma para o pavimento térreo, tendo em vista a diferença devido à altura entre pisos dos pavimentos;
- a segunda etapa de modelagem é a do pavimento tipo. Com o vínculo da arquitetura configurado, são modeladas as paredes, aberturas e pisos;
- então, ainda no mesmo arquivo, é feito o detalhamento das paredes. São geradas as elevações, e nelas são distribuídas as telas de aço soldadas, com a ferramenta de área de folha de tela soldada, que permite fazer a paginação com cortes de tela para uma parede inteira, e ainda são adicionadas as armaduras complementares, como os reforços das aberturas e barras de espera.
- a terceira etapa de modelagem envolve gerar o arquivo do térreo e da cobertura como cópias do tipo, realizando os ajustes com base nas diferenças arquitetônicas;
- com as fôrmas já adaptadas, são feitos os ajustes no detalhamento das elevações;
- a quarta etapa de modelagem é desenvolver a platibanda. Como as paredes da platibanda são diferentes dos demais arquivos, não compensa utilizar outro pavimento como base. Portanto, é realizado um processo semelhante à modelagem do tipo;
- o detalhamento das elevações da platibanda também segue o padrão do tipo. Entretanto, as telas nas paredes da platibanda não podem fazer ligação com as paredes do pavimento inferior, então, devem ser dobradas para fazer ligação com a laje. Essa condição impede utilizar a ferramenta de “área de folha de tela soldada”, pois a mesma não possibilita a dobra. Portanto, uma opção é fazer o detalhe adicional da dobra ou utilizar a ferramenta “folha de tela soldada”, que permite a dobra, mas passa a ser necessário inserir trecho a

trecho das telas, reduzindo a produtividade e perdendo a capacidade de otimização da paginação que o Revit proporciona;

- finalizados os processos de modelagem, retorna-se ao arquivo hospedeiro, para atualizar as vinculações;
- no arquivo hospedeiro são finalizados os detalhamentos das formas e cortes;
- por fim, é necessário gerar o plano de corte das telas, com base nas paginações desenvolvidas nos detalhamentos. Os dados referentes às telas são exportados do Revit e importados para o CutLogic 2D. Este *software* otimiza os recortes das telas de acordo com o painel comercial com as dimensões de 6 metros por 2,45 metros. Com a otimização desenvolvida, é exportado um arquivo em formato DWG do *software*.

Gheno (2018) replicou o fluxo em três projetos pilotos para validação. Como resultado, obteve a redução de 27% no tempo gasto, em comparação ao fluxo anterior, partindo de 48 horas de trabalho para 35 horas, como pode ser visto na Tabela 1. Ademais, com a facilidade de paginação das telas proporcionada pelo Revit e a otimização nos planos de corte no CutLogic2D, alcançou-se a melhoria no aproveitamento das telas soldadas de 88% para 96% em um dos projetos piloto, quando comparado com um projeto de tipologia semelhante no método tradicional. É importante salientar também que, segundo Gheno (2018), parte significativa do tempo gasto no novo método se deu por uma curva de aprendizado mais complexa no detalhamento das elevações e suas respectivas armaduras, como pode ser observado quantitativamente na Tabela 1.

Tabela 1– Análise dos resultados do tempo gasto em cada etapa do detalhamento

Etapa do Projeto	Pré-BIM (horas)	BIM (horas)	Diferença
Formas e Cortes	16	10	-37%
Elevações (tipo e térreo)	8	12	50%
Elevações (5º pavimento)	8	4	-50%
Elevações (Platibanda)	3	2	-33%
Cortes de tela	5	4	-20%
Quantitativo	6	1	-83%
Pranchas	2	2	0%
Totais	48	35	-27%

Fonte: Adaptado de Gheno (2018).

Sena (2019) faz uma análise comparativa de ferramentas para programação em BIM e automações de etapas de projeto. No estudo, são consideradas soluções com Dynamo, Python e C#, e então são analisados os pontos positivos e negativos de adesão para cada uma das tecnologias. Dentre os critérios de avaliação, o autor classificou a linguagem C# com alto nível de adequação em: confiabilidade, uso por empresas de grande porte, orientação à objetos, facilidade para manutenção e documentação do código e interação com a API do Revit. E classificou com baixo nível em: aderência a grade curricular de matérias no ensino de arquitetura, facilidade de

uso, simplicidade para definir tipos de variáveis, uso por empresas de pequeno e médio porte, automatizar formas complexas e artigos científicos que abordam a linguagem.

Ademais, Sena (2019) analisa que a linguagem C# é mais aderente à API do Revit, por fazer uma comunicação direta com o *software*, o que torna as automações mais rápidas, ao comparar com as demais tecnologias. Assim como, foi constatado que para criação de *plugins* mais complexos, o uso da linguagem C# é mais eficiente, pois permite o acesso às inúmeras classes e métodos que estão disponíveis, dando condições ao usuário de interagir quase de forma nativa com o banco de dados do Revit. Desta forma, torna-se a melhor opção para o desenvolvimento de automações de alta confiabilidade.

Marostega (2020) analisa formas estimar o tempo de projeto atrelado a processos BIM e, a partir desta análise, faz uma proposta de solução baseada em um *plug-in* para Revit, que possibilite discriminar as horas de projeto por usuários, projetos, etapas e tarefas, e coletar informações presentes no modelo, para proporcionar um melhor entendimento dos processos de projeto. Essa proposta, resultou no *plug-in Project Tracker*, disponibilizado na loja *online* de aplicativos da Autodesk. Por fim, Marostega (2020) conclui que, a aplicação também pode apoiar o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas que visam avaliar processos de projeto em BIM.

3. Metodologia

Com base na revisão teórica, definiu-se realizar um estudo de caso, para desenvolver e analisar automações de etapas do detalhamento das elevações das paredes de concreto, tendo em vista que estes são os processos que demandam maior tempo em BIM, na comparação com projetos desenvolvidos em CAD. Desta forma, utilizando a linguagem de programação C# e a API do *software* Revit, foram desenvolvidas as aplicações, como comandos externos, para gerar as telas soldadas, os reforços das aberturas e as elevações de cada uma das paredes. Assim, a partir de um projeto de referência, os resultados alcançados com as automações foram analisados quantitativamente e qualitativamente, a fim de comparar o tempo de execução e intervenções necessárias do projetista para garantir a qualidade. O tempo foi coletado utilizando o *plugin Project Tracker*, desenvolvido por Marostega (2020), considerando uma discriminação por etapas, equivalente à feita por Gheno (2018).

4. Estudo de Caso

O estudo de caso consistiu em: definir as classes e métodos da API do Revit, que poderiam ser utilizadas para automatizar as etapas definidas, desenvolver os códigos atrelando à estas definições, executar os comandos nos modelos BIM com as fôrmas de referência, comparar as armações geradas com o projeto de referência e mapear com o Project Tracker o tempo necessário para fazer os ajustes e adições necessárias nas armações.

O projeto cedido para ser utilizado como referência possui uma tipologia com 5 pavimentos, e pé direito de 2,53 metros. Toda a modelagem de fôrmas já havia sido desenvolvida em BIM, portanto, o estudo foi realizado com base em modelos previamente criados no Revit, constituídos pelos elementos de parede e laje de concreto. O detalhamento das armaduras havia sido realizado em CAD, e as telas soldadas que constituíam a armadura principal das paredes possuíam a

especificação Q92. Assim, previamente à execução dos comandos, foi necessário configurar os tipos de “Folha de tela soldada”, “Área de tela soldada estrutural” e vergalhões necessários nos arquivos dos modelos. E então foram executados os comandos nestes arquivos. O tempo gasto nos ajustes necessários foi discriminado de acordo com os pavimentos (térreo, tipo e último).

Para maior compreensão da documentação da API e definição das classes e métodos necessários, utilizou-se como fonte a versão em endereço eletrônico Revit API Docs, disponibilizada por Talarico (2021). Os códigos das automações foram desenvolvidos utilizando a IDE (*Integrated Development Environment*) Visual Studio 2019. A partir de um projeto criado com um modelo de Biblioteca de Classes (.NET Framework), em que foram adicionadas as referências Revit API 21.0.0.0 e Revit APIUI 21.0.0.0, para ser possível acessar as classes e métodos do Revit, assim como, a documentação. Então, foram desenvolvidas as aplicações para as telas soldadas da armadura principal, armaduras de reforços dos vãos e criação das vistas de elevação.

4.1. Geração das Telas

A automação da modelagem das telas principais foi desenvolvida com base no método “*Create*” da classe “*FabricArea*”. Este método possui duas sobrecargas, e a utilizada inicialmente requer os argumentos conforme a Figura 2.

```
C#  
  
public static FabricArea Create(  
    Document aDoc,  
    Element hostElement,  
    XYZ majorDirection,  
    ElementId fabricAreaTypeId,  
    ElementId fabricSheetTypeId  
)
```

Figura 2: Argumentos do método para criação da área de tela soldada.

Fonte: Talarico (2021).

De maneira geral, este método cria uma área de tela soldada, com base nos limites de um hospedeiro, e seus argumentos podem ser descritos, respectivamente, da seguinte forma: o documento do modelo em que será executado o comando; o elemento hospedeiro das telas, que são as paredes; um ponto que gera o vetor da direção principal do painel; o identificador do tipo da área de tela soldada desejada; o identificador do tipo do painel necessário. Com base nestes argumentos, a lógica construída para geração das telas seguiu os passos:

- acessar o banco de dados do modelo e coletar todos os tipos de “Folha de tela soldada” presentes no arquivo e separar apenas o tipo Q92;
- coletar os tipos da categoria “Área de tela soldada estrutural” no arquivo, e selecionar o adequado, para realizar a distribuição das “Folhas de tela soldada”;
- coletar todas as instâncias de paredes modeladas no arquivo e separar apenas as atribuídas como elemento estrutural de concreto;
- iniciar uma transação no documento em que ocorrerão as modificações;
- iniciar uma iteração para passar por cada uma das paredes de concreto;
- definir um vetor normalizado em Z, com base na curva de localização de cada parede;

- executar o método, passando como argumentos, o documento do projeto, a parede sendo iterada, o vetor normalizado em relação a mesma, e os tipos fixados de painel e área de tela.
- finalizar a transação, após o término da iteração, para que a ação seja finalizada.

Desta forma, são geradas áreas de tela soldada, definidas pelas linhas que definem o perfil de cada parede. Este processo foi utilizado para modelagem das telas principais das paredes dos pavimentos, exceto da platibanda, que por se utilizar a tela dobrada, se inviabiliza o método de “área de tela soldada” que foi considerado na lógica.

4.2. Geração dos reforços de aberturas

De acordo com a ABNT NBR 16055:2012, as aberturas de portas e janelas devem possuir armaduras de reforço, que tem a área de aço e comprimentos, diretamente relacionados com as dimensões destas aberturas. Conforme pode ser observado na Figura 3, o comprimento das barras é relacionado à área de influência da abertura, com largura $2ah$ e comprimento $2av$.

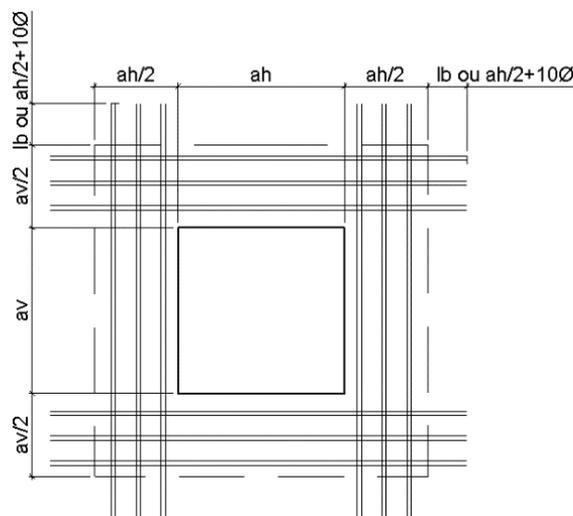


Figura 3: Área de influência e comprimentos do reforço da abertura.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 16055:2012.

No projeto de referência, o projetista definiu um detalhe padrão para estes reforços, composto por barras e cortes de tela, posicionados nos cantos inferiores, para janelas, e superiores, para portas. Portanto, a variação se restringiu apenas ao comprimento das barras, de acordo com as dimensões das aberturas.

Desta forma, foi necessário criar dois processos para realizar a geração dos reforços das aberturas, um para as armaduras em tela e outro para as armaduras em barra. Para as armaduras em tela, o processo se diferenciou da etapa das armaduras principais das paredes, tendo em vista que não é necessário gerar uma “área de telas soldadas”, e sim, apenas cortes de tela pontuais, baseados no comando “Folha de tela soldada” do Revit. Portanto, a primeira etapa consistiu em previamente configurar um tipo de “Folha”, com as dimensões padrão definidas pelo projetista.

Então, com base no método “Create” da classe “FabricSheet”, que possui os argumentos apresentados na Figura 4, foi definido o seguinte processo para inserção automática:

- acessar o banco de dados e coletar todos os tipos de “Folha de tela soldada” presentes no arquivo e separar apenas o definido para o reforço;
- coletar todas as instâncias de aberturas no arquivo, que no caso foram modelados com famílias das categorias porta e janela;
- iniciar uma transação no documento em que ocorrerão as modificações;
- iniciar uma iteração para passar por cada uma das aberturas;
- obter os pontos que representam as coordenadas XYZ de cada um dos cantos das aberturas, através do método “get_BoundingBox”, que retorna a “caixa” que engloba o elemento;
- coletar a parede hospedeira da abertura, com base na propriedade “.host”;
- verificar se a abertura é uma janela ou porta, se for porta, separar em uma lista as coordenadas dos cantos superiores e se for janela, as coordenadas dos cantos inferiores;
- realizar uma iteração na lista de coordenadas, para, após gerar as telas, passando como argumento: o documento do modelo, o identificador da parede hospedeira, e o tipo da tela de reforço (que possui as dimensões); e mover para cada um dos pontos nos hospedeiros;
- finalizar a transação, após o término das iterações, para que a ação seja finalizada.

C#

```
public static FabricSheet Create(  
    Document document,  
    Element hostElement,  
    ElementId fabricSheetTypeId  
)
```

Figura 4: Argumentos do método para criação de Folha de tela soldada.

Fonte: Talarico (2021).

Para as barras de reforço, foi utilizado como referência o método “CreateFromRebarShape” da classe “Rebar”, em que os argumentos necessários estão apresentados na Figura 5.

C#

```
public static Rebar CreateFromRebarShape(  
    Document doc,  
    RebarShape rebarShape,  
    RebarBarType barType,  
    Element host,  
    XYZ origin,  
    XYZ xVec,  
    XYZ yVec  
)
```

Figura 5: Argumentos do método para criação dos reforços em barra.

Fonte: Talarico (2021).

Adicionalmente ao processo descrito para inserção das telas, foram coletados todos os “formatos de vergalhão” inseridos no Revit, e separado em uma variável, o adequado ao projeto. Assim

como, foram coletados todos os tipos de “barra de vergalhão”, e separado o que corresponde ao diâmetro de projeto. Ademais, a coordenada da origem é definida como o ponto inferior mais à esquerda da barra. Então, para as barras horizontais, utilizou-se como referência de posicionamento as coordenadas dos cantos à esquerda das aberturas, subtraindo no eixo X, metade da dimensão da abertura mais 10 diâmetros. E, a partir da origem, definiu-se o vetor de magnitude igual a duas vezes o tamanho da abertura mais 20 diâmetros, direcionando de acordo com a orientação da parede hospedeira. O mesmo foi realizado para as barras na vertical, mas, considerando como referência da origem, os cantos inferiores e o comprimento de influência.

4.3. Geração das vistas de elevação

Para a geração das vistas de elevação, foi adotada uma adaptação do processo proposto por Mueller (2020). O desenvolvimento consiste em quatro etapas principais: criar um marcador de elevação para cada uma das paredes, posicioná-lo centralizado e com um pequeno deslocamento em relação à respectiva parede, gerar uma vista de elevação para cada uma das paredes e ajustar os limites da vista de acordo com os limites das paredes.

Os processos utilizados podem ser descritos da seguinte forma:

- acessar o banco de dados do modelo e coletar todas as paredes estruturais no arquivo;
- coletar todos os tipos de famílias de vista, e separar um que se aplique a elevações;
- iniciar uma iteração para passar por cada uma das paredes coletadas;
- obter o ponto central da base da parede, através do método “*get_BoundingBox*”, possibilitando definir o ponto a partir da média da menor e maior coordenada em X e Y, e o menor valor para Z;
- criar um marcador de elevação, a partir do método “*CreateElevationMarker*” da classe *ElevationMarker*, em que os argumentos são: o documento em que será criado, o tipo de família de vista selecionado, o ponto de localização definido no centro da base da parede, e um valor inteiro para definir a escala da vista;
- com o marcador criado, pode-se executar a partir dele, o método “*CreateElevation*”, para gerar a vista de elevação. O método requer os seguintes argumentos: o documento em que será criada a vista, o identificador de uma vista em que o marcador está visível, e valor de *index* que define a direção da vista;
- a partir da vista criada, deve-se rotacionar o marcador de acordo com o ângulo formado pelo vetor normal da parede e da vista gerada. A normal da parede é obtida por meio da propriedade “*.orientation*” da classe *Wall* e o vetor normal da vista, pode ser obtido por meio de uma transformação, dos pontos máximos e mínimos da caixa de corte da vista, do sistema de coordenadas da vista para o sistema de coordenadas do modelo. Assim pode-se obter os outros dois pontos que compõem a caixa de corte da vista, para então, gerar o vetor normal e realizar a transformação inversa, possibilitando obter o ângulo de rotação.
- por fim, a caixa de corte da vista deve ser ajustada em relação às dimensões da parede. Isso pode ser realizado, inicialmente, obtendo a curva de localização da parede e o valor do parâmetro de altura. Assim, podem ser definidos o menor e o maior ponto da parede no sistema de coordenadas do modelo. Para utilizar estes pontos como referência, para atualizar as a caixa de corte, deve-se realizar uma transformação dos pontos para o sistema de coordenadas da vista. Assim, os mesmos podem ser repassados como limites da caixa de corte.

5. Análise e Discussão dos Resultados

A partir do projeto de referência foi estruturada uma análise quantitativa dos resultados obtidos com as automações propostas. Destaca-se desta análise, o comparativo entre as telas da armadura principal das paredes geradas e as do projeto. No desenvolvimento, foi considerada uma lógica simples de definir as áreas de tela soldada com base nas paredes hospedeiras, respeitando os cobrimentos e a direção principal das telas, definida no projeto de referência. Desta forma, ficou garantida a mesma área de aço, em todas as paredes, de forma equivalente ao projeto, entretanto, a paginação foi adaptada de acordo com o método do Revit. Desta forma, a modelagem com o uso do plugin reduziu 2 cortes de tela, entretanto, aumentou em aproximadamente 6% o peso de aço, sem perdas, na edificação, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo de quantitativos entre modelagem com e sem *plug-in*.

Recortes de Tela			
Modelado sem <i>plugin</i>		Projeto com <i>plugin</i>	
QTD	PESO TOT.	QTD	PESO TOT.
889	3826,70 kgf	887	4049,66 kgf

Fonte: Autoria própria.

A redução da quantidade de telas, ocorreu principalmente, devido a paredes que possuem portas, que em comparação ao detalhamento do projetista, o comando externo unificou cortes de tela menores em outros maiores. O acréscimo no peso foi principalmente ocasionado, em trechos do projeto em que há paredes que se cruzam, e por considerar apenas o contorno das paredes hospedeiras, foram inseridas telas indevidas na região destes cruzamentos, aumentando os trespasses e consequentemente o consumo de aço. A situação pode ser observada na Figura 6.

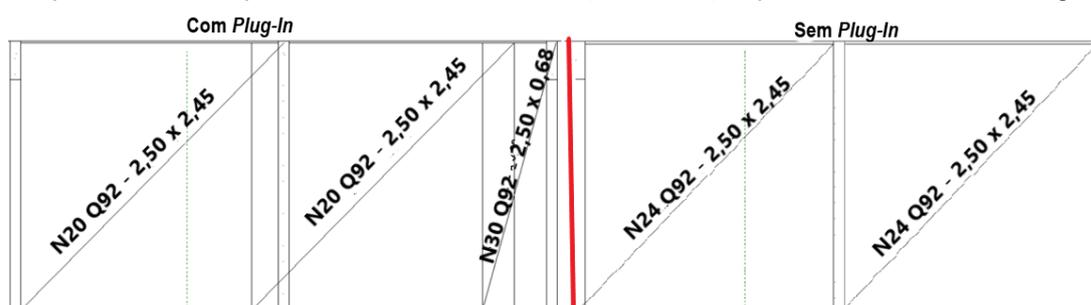


Figura 6: Comparação de elevação de uma mesma parede.

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, para que as elevações ficassem corretamente detalhadas, foram necessários ajustes manuais pontuais, nas telas inseridas pelo *plugin*, assim como, incluir barras de reforços pontuais, barras de espera entre os pavimentos, e incluir anotações, tendo em vista que, a maior parte das informações podem ser detalhadas por *tags*, que já possuem alto grau de automação no Revit.

Assim, observou-se um tempo aproximado de 5 horas, mapeado pelo *Project Tracker*, para realizar o detalhamento das armações de todos os pavimentos, e conforme indicado por Gheno (2018), quando comparado com o tempo médio para o detalhamento em BIM, estima-se uma redução em

72% do tempo de desenvolvimento das etapas, e 74% em relação à projetos CAD. O tempo gasto e as reduções estão indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação dos resultados do tempo gasto com detalhamento das elevações

Etapa do Projeto	Pré-BIM (horas)	BIM (horas)	BIM+ <i>plugin</i> (horas)	Diferença CAD	Diferença BIM
Elevações (tipo e térreo)	8	12	2	-75%	-83%
Elevações (5º pavimento)	8	4	1	-87,5%	-75%
Elevações (Platibanda)	3	2	2	-33%	-0%
Totais	19	18	5	-74%	-72%

Fonte: Autoria própria.

6. Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos, pôde-se observar um alto nível de aderência dos métodos disponíveis via API do Revit, para simplificar etapas de projetos estruturais em paredes de concreto. Apesar de uma maior dificuldade de uso da linguagem C#, em relação às demais tecnologias, conforme proposto por Sena (2019), a mesma, possibilitou a realização de operações que seriam complexas por meio de programação visual, devido aos vários processos de iteração necessários e alta capacidade de processamento para geração de centenas de elementos.

Torna-se necessário ressaltar alguns pontos de possíveis melhoria para automações das etapas de detalhamento de paredes de concreto. O primeiro, vincula-se a aumentar a flexibilidade. Os processos propostos neste trabalho ficaram condicionados às situações do projeto de referência. Embora geralmente existam detalhes padrão que tendem a ser repetidos nos projetos, uma interface prévia para o usuário indicar tipos de tela, diâmetros de barra e tipos de reforços, aumentaria a usabilidade, possibilitando a utilização em um maior número de projetos. Um segundo ponto, é referente a possibilidade de implementar mais automações atreladas à inserção das telas de ligação entre paredes e parede para laje, indicadas na norma.

Por fim, o processo proposto no item 4.1 pode ser melhorado considerando a outra sobrecarga do método de criação de áreas de tela soldada, em que é possível passar como argumento, uma lista de curvas que definem os limites das áreas. Assim, torna-se possível restringir a geração de telas em cruzamentos de paredes estruturais.

Ademais, para possíveis trabalhos futuros, podem ser estudadas formas otimizadas de gerar a armação das lajes neste fluxo de projeto. Seja pelas integrações com os *softwares* de dimensionamento, como o TQS e o Autodesk Robot, ou também por meio de automações realizadas pela API do Revit, o que simplificaria a gestão da informação, padronização de detalhamentos e extração de quantitativos. Outro campo de pesquisa possível, é o estudo do desenvolvimento de processos de otimização para o corte dos painéis de tela soldada, a partir do consumo das informações dos modelos BIM.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BRASIL. **Decreto n. 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modeling. Diário Oficial da União, Brasília. Atos do Poder Executivo. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm. Acesso em: 24 jun. 2021.

BRASIL. **Decreto n. 10.306**, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - Estratégia BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília. Atos do Poder Executivo. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 28 jul. 2021.

GHENO, R. **Proposta de implementação do fluxo BIM em um processo de detalhamento de paredes de concreto**, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MAROSTEGA, E. **Project Tracker: uma ferramenta computacional para captura de dados do processo de projeto em BIM**, 2020. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MUELLER, L. **Elevation by wall**, 2020. Disponível em: <https://lm2.me/post/2020/03/06/elevationbywall>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SENA, P. **Automação de Processos de Projeto e Programação em BIM: Dynamo, Python e C#**, 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TALARICO, G. **Revit API Docs**. Disponível em: <https://www.revitapidocs.com/2021>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA USO NA METODOLOGIA BIM.

Weyssmuller Olives | Instituto Federal do Rio Grande do Norte | olivesweyssmuller@hotmail.com

Josyanne Giesta | Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Alfredo Costa Neto | Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Resumo:

A utilização da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), requer diversas adaptações, organização, treinamentos e capacitação dos envolvidos, pois por meio dessa metodologia a equipe pode de forma integrada e simultânea, trabalhar para viabilizar estudos e análises do projeto e da sequência construtiva, assim como, elaborar orçamento e planejamento da obra. Ao que concerne toda abrangência e diversidade de profissionais atuando na elaboração de um projeto com o BIM e para que sua plena eficácia seja alcançada, surge a vital necessidade da criação e aplicação de Sistemas de Classificação da Informação (SCI), o qual tem como objetivo normatizar a terminologia e facilitar a comunicação entre a equipe envolvida. Os problemas derivados da ausência de um SCI dificultam ainda mais a implementação da metodologia BIM. Portanto, este trabalho tem como objetivo propor diretrizes para o desenvolvimento de um Sistema de Classificação da Informação, para utilização com a metodologia BIM. O método adotado baseia-se em: a) pesquisa bibliográfica que aborda o tema proposto buscando referências para o desenvolvimento de um SCI, focando em duas perguntas centrais - Por que fazer? E como fazer?; b) estudo de caso realizado no projeto de ampliação do setor administrativo do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Apodi, objetivando a análise do SCI desenvolvido e implementado em um template arquitetônico, criado para o uso do BIM 4D. Como resultados avaliou-se e comprovou-se a importância do SCI proposto, fornecendo assim diretrizes replicáveis, que contribuam para evitar ou minimizar as inevitáveis perdas decorrentes das trocas de informações e arquivos entre a equipe, evitando interpretações errôneas, bem como facilitar a interoperabilidade entre diferentes sistemas informatizados, no contexto BIM.

Palavras-chave: Sistema de Classificação da Informação, BIM, template.

Abstract:

The use of the *Building Information Modeling* (BIM) methodology requires several adaptations, organization, training and qualification of those involved, because through this methodology the team can work in an integrated and simultaneous way to enable studies and analysis of the design and the constructive sequence, as well as preparing a budget and construction planning. With regard to the full range and diversity of professionals working in the development of a design with BIM and for its full effectiveness to be achieved, there is a vital need for the creation and application of Information Classification Systems (ICS), which aims to standardize terminology and facilitate communication between the team involved. Problems arising from the absence of an ICS make the implementation of the BIM methodology even more difficult. Therefore, this paper aims to propose guidelines for the development of an Information Classification System, to be used with the BIM methodology. The method adopted is based on: a) bibliographical research that addresses the proposed theme, seeking references for the development of an ICS, focusing on two central questions - Why do it? How to do it?; b) case study carried out in the design to expand the administrative sector of the Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Apodi, aiming at analyzing the ICS developed and implemented in an architectural template, created for the use of

BIM 4D. As a result, it is expected to evaluate and prove the importance of the proposed ICS, thus providing replicable guidelines that contribute to avoid or minimize the inevitable losses arising from the exchange of information and files between the team, avoiding misinterpretations, as well as facilitating interoperability between different computerized systems, in the BIM context.

Keywords: Information Classification System, BIM, template.

1. Introdução

Building Information Modeling (BIM) é uma tecnologia de modelagem e conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção (EASTMAN et. al, 2008). É uma metodologia para gerenciar dados essenciais de um projeto de uma edificação em um formato digital, ao longo do ciclo de vida da edificação (SUCCAR, 2009).

Ao migrar para o *Building Information Modeling*, muitos gestores adquirem um software BIM e um treinamento básico para utilização da ferramenta e acreditam que é o suficiente para se considerar usuário da metodologia BIM na elaboração de projetos. Entender BIM apenas como tecnologia é uma distorção advinda de uma simplificação extrema do paradigma (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Para se utilizar o BIM de maneira mais eficiente, é importante ultrapassar a curva de aprendizado do funcionamento do software em si, o que já traz diversos benefícios, mas é necessário a criação de bibliotecas de componentes BIM e capacitação para toda a equipe. Em outras palavras, requer um planejamento, organização e padronização.

O BIM oferece a possibilidade de se trabalhar em equipe, extraindo o melhor de cada um e otimizando o tempo, mas como visto, para isso, se faz necessário planejamento e padronização. Padronizar os arquivos, é uma tarefa muito importante, pois garante a melhor forma de executar um trabalho, por agilizar o processo de procura e armazenamento de arquivos. Para padronizar e organizar os arquivos e informações utilizados, deve-se optar pela criação e utilização de Sistemas de Classificação da Informação (SCI).

Os Sistemas de Classificação da Informação têm como objetivo normatizar a terminologia e facilitar a comunicação entre a equipe envolvida, e tal comunicação é vital para o sucesso do projeto. Amorim e Peixoto (2006, p.189) salientam que, “Os problemas derivados da ausência de uma terminologia consolidada e da multiplicidade de propostas de classificação de elementos e componentes da edificação têm dificultado a implementação de tecnologias de informação na construção.”

Considerando que a eficiência de todo o processo de modelagem da informação depende de uma gestão efetiva da informação do projeto, e que esta só é possível a partir do desenvolvimento de um SCI, ou seja, sem um sistema de classificação consolidado, a utilização do BIM pode resultar em pesadas cargas operacionais para os envolvidos e até mesmo na inviabilização da metodologia BIM no processo de modelagem. Nesse sentido, Giesta, Costa Neto e Costa (2020) apontam que a falta de padronização das informações produzidas contribuiu para o surgimento de dificuldades durante alguns projetos, sobretudo nas comunicações e na interoperabilidade.

Diante desse quadro, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver diretrizes para a criação de um sistema de classificação da informação para uso na metodologia BIM. As diretrizes criadas, foram postas em prática no estudo de caso realizado no projeto de ampliação do setor administrativo do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Apodi, objetivando a análise do SCI desenvolvido e implementado em um template arquitetônico, criado para o uso do BIM 4D.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho pode ser dividida em duas fases como demonstrado na figura 1, a primeira fase está relacionada ao desenvolvimento teórico realizado a partir de uma pesquisa bibliográfica, que aborda o tema proposto utilizando as fontes de pesquisas Capes Teses e Dissertações, Google Acadêmico e Scielo e a segunda fase corresponde ao desenvolvimento prático, onde delineou-se e analisou-se as propostas para as diretrizes de um sistema de classificação da informação para o uso na metodologia BIM. Este desenvolvimento prático deu-se através de um estudo de caso, realizado no projeto de ampliação do setor administrativo do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Apodi. Segundo Yin (2010), o estudo de caso pode ser definido como uma pesquisa empírica, que investiga fenômenos contemporâneos, dentro de um contexto de vida real.

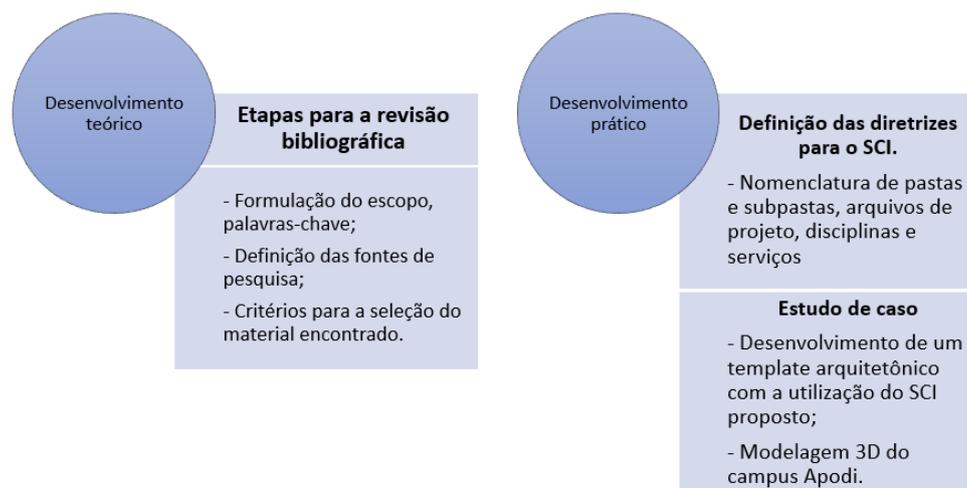


Figura 1: Metodologia utilizada na elaboração do trabalho
Fonte: Acervo pessoal

Para o desenvolvimento da revisão bibliográfica, definiu-se o período de 2010 a 2020. Determinou-se os critérios para seleção dos trabalhos que foram divididos em três etapas, na primeira etapa, a formulação da questão onde definiu-se o escopo (tema) para dar início as pesquisas, o qual foi dividido em Sistema de Classificação – BIM, e também, as palavras-chave relacionadas a esse assunto que foram, Sistema de Classificação da Informação, BIM, Planejamento e BIM 4D. Na segunda etapa, determinou-se as seleções das fontes de pesquisas, utilizando três bases de dados para a revisão bibliográfica, sendo elas a Capes Teses e Dissertações, o Google Acadêmico, e o SciElo, de onde foram selecionadas as publicações referentes ao tema proposto. Na terceira etapa, os critérios para a seleção do material pesquisado foram definidos a partir dos artigos que abordaram os temas definidos na estratégia de pesquisa, onde se separou o material de interesse, fez-se a eliminação dos artigos repetidos, verificou-se quais eram permitidos o acesso ao conteúdo de forma completa, e por fim, avaliou-se a qualidade dos estudos. Na sequência, todos os trabalhos selecionados foram analisados para se responder as seguintes perguntas: Por que fazer e como fazer? Os resultados obtidos, a partir das buscas nas fontes de pesquisas, possibilitaram concluir sobre a importância da utilização do SCI.

Com base no conhecimento teórico obtido na revisão bibliográfica sobre SCI, deu-se início ao desenvolvimento das diretrizes, definindo-se inicialmente as nomenclaturas de pastas e subpastas, arquivos de projeto, disciplinas, materiais e serviços. Posteriormente, estas nomenclaturas foram aplicadas no estudo de caso, de um projeto arquitetônico, realizado com o intuito de analisar as diretrizes propostas.

3. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

No Brasil, a implementação do BIM está em progresso seguindo os cronogramas definidos pelo Governo Federal por meio do decreto Nº 10.306, de 02 de abril de 2020, tendo em vista tal avanço, surge a primeira norma BIM Brasileira, a ABNT NBR 15965, que trata de um Sistema de Classificação das Informações que oferece à indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) a possibilidade de padronização para todo o país da nomenclatura que se utiliza nos processos. É importante ressaltar que os conteúdos encontrados na norma, não são uma simples tradução das tabelas da Omniclass. De fato, foram adicionados itens sobre técnicas e sistemas construtivos utilizados na indústria da AEC norte-americana, mas também foram incluídas soluções construtivas, técnicas e componentes específicos do Brasil.

Segundo Gonçalves (2018), o amadurecimento da adoção do Building Information Modeling passa pela consolidação de documentos, guias, normas e protocolos, devido à necessidade de integração e padronização na produção dos dados.

No Sistema de Classificação da Informação realizado neste trabalho, focou-se principalmente na sua utilização por um grupo específico de profissionais, adaptando o SCI para projetos desenvolvidos por órgão público, diferentemente da norma NBR 15965 que oferece a padronização para todo o país.

Um sistema é desenvolvido a fim de ordenar e hierarquizar um objeto de estudo, dividindo-o por classes e/ou princípios de especialização, agrupando-o de forma coerente e evitando interpretações dúbias sobre esse, por parte do interlocutor (LOPES, 2003 apud SILVA; AMORIM, 2011). Nesse cenário, o objetivo do Sistema de Classificação da Informação é organizar os conceitos e os termos de um domínio e, desse modo, proporcionar os fundamentos para fazer distinções entre objetos. Para garantir a comunicação precisa e um fluxo eficiente em transferência de informações entre os integrantes da equipe BIM, é essencial que sejam utilizadas nomenclaturas padronizadas, conhecidas e compartilhadas por todos. Estas nomenclaturas devem contemplar elementos, tais como modelos, entidades e documentos relacionados.

3.1. Nomenclatura de pastas e subpastas.

Arquivos criados sob forma digitais são armazenados diariamente em servidores ou computadores. Sem muita organização, os usuários muitas vezes permitem o acúmulo e armazenamento desordenado dos arquivos, gerando assim desorganização e, em alguns casos, perda dos mesmos. Segmentar e organizar arquivos exige tempo e alguma metodologia. Uma ferramenta muito importante é a criação de pastas no servidor ou computadores. A criação de pastas facilitará o trabalho de armazenamento e evitará riscos de que dados sejam perdidos.

As pastas principais que armazenarão todos os arquivos de um projeto deverão ser nomeadas com as iniciais do órgão, equipe ou grupo que desenvolverão os trabalhos, além das iniciais, é importante acrescentar um resumo do assunto encontrado na pasta como demonstrado na figura 2.

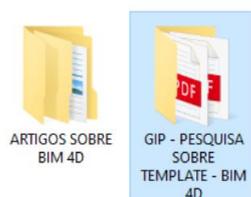


Figura 2 - Nomenclatura de pastas principais
Fonte: Acervo pessoal

Na nomenclatura das subpastas também deve-se acrescentar a sigla da equipe, órgão, ou grupo, com alguns códigos, como demonstrado na tabela 1, para uma melhor padronização. Dessa forma, os arquivos serão armazenados por categoria. Todos os termos da nomenclatura deverão ser separados por hífen, como exemplo tem-se: GIP-PR1-ARQ; GIP-FAM-POR; GIP-DOC-CO; GIP-ARQ.

Tabela 1. Códigos para nomenclatura de pastas e subpastas

Campo	Descrição	Pasta	Arquivo
Projeto	Deve-se definir um código para cada projeto. O código para o projeto e qualquer subprojeto deve ser definido com o uso de dois a seis caracteres. É importante que a pasta apresente o código referente ao projeto, sendo ele arquitetônico, estrutural, elétrico etc.	PR1	ARQ
		PR2	I. ELE
		PR3	I. HID
		PR4	EST
		PR5	INTE
Família	Deve-se definir um código para categoria de família, se são janelas, portas, mobília etc.	Fam	Port
		Fam	Jan
		Fam	Mobi
Tipo de Documento	Para criar a nomenclatura das subpastas para documentos, deve-se seguir o item 3.1 e a tabela 2	Doc	CO DE ES
Disciplinas	Deve-se indicar um código para cada disciplina ou sistema incluídos no projeto item 3.3 e Tabela 3.	ILU	LU
		ARQ	ARQ
		EST	EST
		ELE	ELE

3.2. Nomenclatura para arquivos de projeto

Ao se projetar com a metodologia BIM, cria-se diversos tipos de documentos para atender às necessidades do projeto, muitos dos quais podem estar dentro do projeto em si, como cortes ou detalhes em uma vista, mas alguns são salvos em outros formatos como PDF, Word, JPEG, Project, Excel, DWG, templates etc. É importante que ao salvar os arquivos, estes sejam nomeados para fácil identificação, seguindo os códigos da tabela 2, que são formados pela abreviação do documento. Se o arquivo armazenado for uma sequência de outros documentos, como por exemplo, um projeto simples no qual houve a necessidade da criação de 4 cortes, então estes cortes serão nomeados pelo seu correspondente código e seguido pela numeração, 01, 02, 03 e 04. O Arquivo nomeado também deverá iniciar com a sigla da equipe, grupo ou órgão, seguida da abreviação do projeto a que ele pertence, disciplina, código do documento e se houver uma sequência, numerar. Como exemplos tem-se GIP-PR1-ARQ-CO-01 e GIP-PR2-I.ELE-ET. Como o Caderno BIM do Estado de Santa Catarina (2014) recomenda, pode-se ainda, acrescentar ao final a letra “R” seguida por 3 algarismos numéricos que representarão o número de revisões.

Tabela 2. Códigos para nomenclatura de documentos

Sigla	Documento
CO	Corte
DE	Detalhe exterior
DU	Detalhe áreas úmidas
DI	Detalhes de Interiores
EP	Detalhe de plantas
EL	Elevações
CD	Corte detalhe
ET	Especificações técnica
ME	Memória de cálculo
PC	Planta de cobertura
PD	Plano diretor
OR	Orçamento
TP	Trabalhos prévios (demolição, preparo do terreno)

3.3. Nomenclatura para disciplinas

Quando se constrói virtualmente uma construção utilizando a metodologia BIM, ao longo do desenvolvimento do projeto, se dará uma integração entre diversas disciplinas, visto que o BIM permite a compatibilização de disciplinas. Sendo assim, é importante que haja uma organização na nomenclatura dos diferentes projetos (estrutural, hidráulico, elétrico, arquitetônico, entre outros). De acordo com SEHAB (2020), para a identificação das disciplinas deve-se utilizar duas letras maiúsculas. Nesse sentido, optou-se por acrescentar mais uma letra, considerando assim três letras, na nomenclatura proposta. Esta medida evita que seja necessário abrir o arquivo no software, para ver de qual disciplina é o arquivo, otimizando dessa forma o tempo e trabalhando de forma mais eficaz. Como as disciplinas estarão integradas ao projeto, o arquivo não será armazenado apenas com a nomenclatura da disciplina e sim seguindo as instruções do item 3.2. Apresenta-se na tabela 3 a nomenclatura para algumas disciplinas.

Tabela 3. Códigos para nomenclatura das disciplinas

Disciplina	Sigla
Arquitetura	ARQ
Estrutural	EST
Elétrica	ELE
Hidráulica	HID

3.4. Nomenclatura para materiais e serviços

“Os materiais nos produtos da Autodesk representam materiais reais, como concreto, madeira e vidro. Estes materiais podem ser aplicados em partes de um projeto para dar aos objetos aparência e comportamento realistas.” (AUTODESK, 2014). Portanto, os materiais têm propriedades detalhadas de aparência, como a reflexibilidade e a textura da superfície. A possibilidade de inserir diferentes tipos de materiais nos softwares da Autodesk, é um grande diferencial para a qualidade

final do projeto. Com essa possibilidade, é importante que haja uma biblioteca de diferentes tipos de materiais, de fácil acesso, para que não haja perda de tempo durante a execução do projeto. Para isso, é de vital importância também, que haja uma sequência lógica de armazenamentos, pois em muitos casos, o mesmo material pode existir em diversos tipos, como por exemplo, pedras de mármore onde há uma grande variedade de cores e características.

Uma obra envolve uma série de etapas e serviços para a sua conclusão, desde serviços preliminares, movimento de terra, assim com serviços auxiliares como serviços de usinagem, produção de materiais, dentre outros. Segundo ABDI (2017), para individualizar os serviços é possível utilizar o código da tabela 3R da NBR 15965 associado ao código SINAPI. De modo a simplificar, nessa primeira versão do SCI proposto, na nomenclatura dos materiais e serviços, como sugestão, pode-se usar somente os códigos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). O SINAPI é uma tabela muito utilizada no orçamento de obras, mantida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, que informa os custos e índices da Construção Civil no Brasil como demonstrado na figura 3.

CAIXA PREÇOS DE INSUMOS Página: 1 / 140

Indicação da origem do preço:
 • C – para preço coletado pelo IBGE
 • CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
 • AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 01/2021 Pesquisa: IBGE

Localidade: NATAL Encargos Sociais (%) Horista: 113,23 Mensalista: 70,12

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00013003	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI AGUA SANITARIA	L	CR	2,69
00001363	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA DE PINUS, VIROLA OU EQUIVALENTE, DE *2,2 X 1,8* M, E = 6 MM	M2	C	19,08
00001344	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 X 1,10 M, E = 8 MM	UN	CR	60,97
00001342	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 X 1,10 m, E = 14 MM	UN	CR	107,77
00001349	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2,20 X 1,10 M, E = 20 MM	UN	CR	153,70
00001350	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 10 MM	UN	C	58,23
00001357	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 12 MM	UN	CR	74,18
00001359	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 20 MM	UN	CR	114,59
00001351	ITEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 6 MM	UN	CR	36,93

Figura 3 – Tabela de preços de insumos do SINAPI
Fonte: CAIXA, 2021.

Objetivando definir a nomenclatura dos materiais, deve-se utilizar o código referente ao insumo, os códigos dos insumos estão na coluna “código” (figura 4), portanto, pode-se usar esse código para nomear os materiais que serão utilizados ao longo do projeto.



PREÇOS DE INSUMOS

Página: 11 / 140

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 01/2021

Pesquisa: IBGE

Localidade: NATAL

Encargos Sociais (%)

Horista: 113,23

Mensalista: 70,12

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00000344	ARAME GALVANIZADO 16 BWG, D = 1,65MM (0,0166 KG/M)	KG	CR	22,48
00000345	ARAME GALVANIZADO 18 BWG, D = 1,24MM (0,009 KG/M)	KG	CR	24,39
00043131	ARAME GALVANIZADO 6 BWG, D = 5,16 MM (0,157 KG/M), OU 8 BWG, D = 4,19 MM (0,101 KG/M), OU 10 BWG, D = 3,40 MM (0,0713 KG/M)	KG	CR	19,86
00003313	ARAME PROTEGIDO COM POLIMERO PARA GABIAO, DIAMETRO 2,2 MM	KG	AS	27,18
00043132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	CR	17,10
00000369	AREIA AMARELA, AREIA BARRADA OU ARENOSO (RETIRADA NO AREAL, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	71,03
00000366	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	C	81,25
00000367	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	C	80,00
00000370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	C	80,00
00000368	AREIA PARA ATERRO - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	60,00
00011075	AREIA PARA LEITO FILTRANTE (0,42 A 1,68 MM) - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	1.310,00
00011076	AREIA PRETA PARA EMBOCO - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	CR	100,00
00001381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	C	0,53
00034353	ARGAMASSA COLANTE AC II	KG	CR	0,98
00037595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	KG	CR	1,63
00037596	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III E	KG	CR	1,87
00000371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE BLOCOS DIVERSOS	KG	CR	0,57

Figura 4 - Código dos insumos

Fonte: CAIXA, 2021.

Ao nomear os materiais, deve-se novamente iniciar com a sigla da equipe, grupo ou órgão, a seguir usa-se a abreviatura de material (Mat), e então o código do SINAPI correspondente e o nome do material. Cada termo deve ser separado, utilizando hífen. A seguir tem-se exemplos:

- GIP – Mat – 00000371 – Argamassa industrializada multiuso, para revestimento interno e externo e assentamento de blocos diversos.
- GIP – Mat – 00037553 – Argamassa industrializada para chapisco colante
- GIP – Mat – 00007266 – Bloco cerâmico vazado para alvenaria de vedação, de 9 x 19 x 19 cm (l x a x c).

Ao nomear os serviços, deve-se seguir a mesma sequência descrita na nomenclatura dos materiais. Como exemplos, tem-se:

- GIP – Serv – 98524 - Limpeza manual de vegetação em terreno com enxada.
- GIP – Serv – 96555 - Concretagem de blocos de coroamento e vigas baldrame, fck 30 MPA.

4. ESTUDO DE CASO

No estudo de caso, utilizou-se como base um projeto em CAD do campus Apodi, cedido pela Diretoria de Engenharia e Infraestrutura do IFRN (DIENG). Na sequência, criou-se um template arquitetônico próprio, para contemplar todos os materiais e serviços com as respectivas nomenclaturas definidas pelo SCl proposto. Utilizando-se este template, iniciou-se a modelagem 3D do campus Apodi (figura 5). Em razão do template arquitetônico estar sendo criado objetivando-se o uso BIM 4D, foram necessárias muitas informações pertinentes ao projeto, como por exemplo: materiais, famílias, cortes, perspectivas para que pudesse ser realizado o planejamento da obra da melhor forma possível e dessa forma usufruir dos benefícios que o BIM oferece.

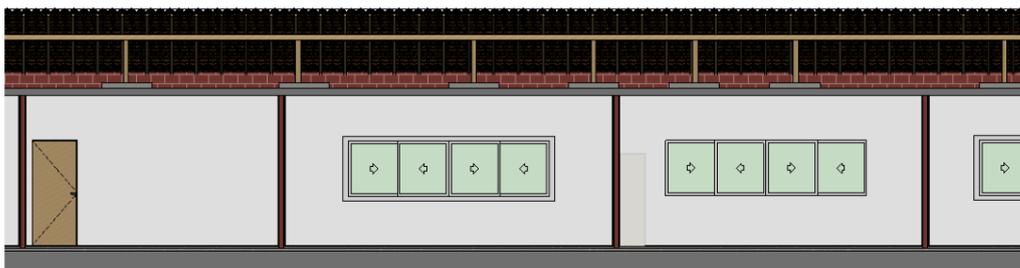


Figura 5 - Modelagem 3D do projeto piloto
Fonte: Acervo pessoal

A figura 6 apresenta a utilização do SCI no processo de criação de materiais para o template. Os trabalhos iniciais de criação do template com o SCI foram exaustivos, principalmente devido a necessidade de constante consulta as tabelas, para verificação da padronização proposta, bem como da necessidade de consulta a tabela do SINAPI para consulta dos materiais e ainda a definição do código mais adequado a ser usado. No entanto, após a utilização continuada do SCI, as padronizações foram melhor absorvidas pelos pesquisadores e a utilização da tabela do SINAPI também se mostrou mais facilitada pelo uso frequente.

Em uma situação ideal, não seria necessário iniciar nenhum trabalho do zero, e sim, aproveitar o esforço já realizado por alguns e então, partindo do ponto que se encontra, iniciar uma nova etapa de desenvolvimento, pois atividades simples como, por exemplo, a tarefa de dar nome aos componentes, funções e processos, podem gerar mal-entendidos e retrabalhos e o SCI desenvolvido para suprir as necessidades da equipe, contribui de forma positiva para a viabilização do trabalho colaborativo. Como exemplo da padronização utilizada no template desenvolvido, tem-se a figura 6 que demonstra a utilização de nomenclaturas dos materiais utilizados, criados para o template, diferenciando dessa forma, dos materiais originais do sistema.

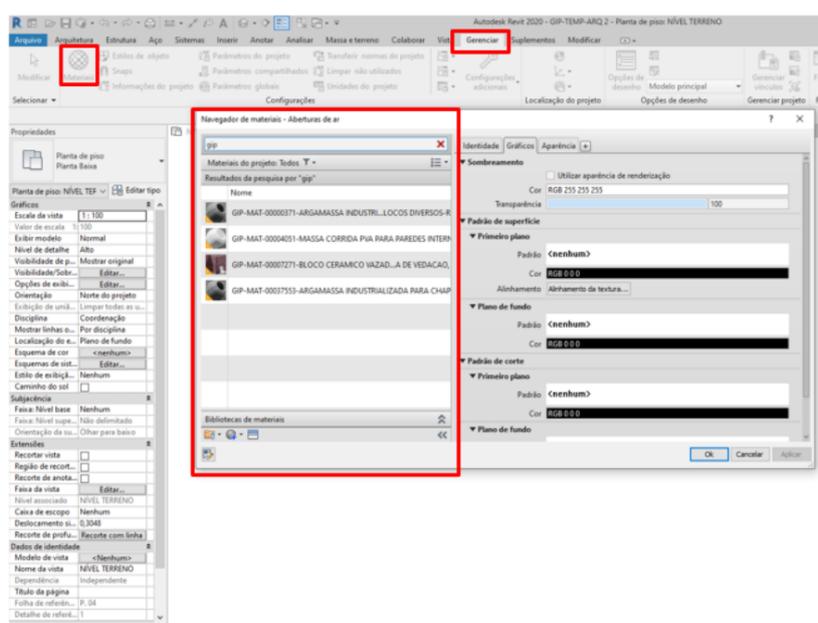


Figura 6 - Criação de materiais utilizando o SCI
Fonte: Acervo pessoal

5. CONCLUSÃO

O presente artigo objetivou desenvolver diretrizes para um Sistema de Classificação da Informação, para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas, no campo teórico, que subsidiaram a proposta de SCI. Na sequência, foi desenvolvido um estudo de caso, no campo prático, que permitiu utilizar e analisar o SCI proposto.

Como visto no decorrer do artigo, a utilização de um Sistema de Classificação da Informação para o desenvolvimento de projetos com a metodologia BIM, é indispensável, pois os benefícios são nítidos, como a otimização do tempo na procura por materiais nas bibliotecas ou por documentos nos arquivos armazenados durante o projeto. Vale ressaltar que, de acordo com a necessidade do projeto a ser elaborado, o SCI pode ser atualizado, acrescentando outros elementos, mas, sempre seguindo as padronizações definidas.

Diante do exposto, pode-se concluir que o Sistema de Classificação da Informação desenvolvido se mostrou como uma forma de organização muito eficaz, permitindo a padronização da nomenclatura de diferentes elementos. Bem como, que se fez necessário um período de adaptação, para uma utilização mais rápida e eficiente.

A pesquisa contribuiu com a implementação mais assertiva da metodologia BIM, apontando a importância da utilização do Sistema de Classificação da Informação, apresentando ainda, uma proposta de SCI replicável. Como sugestão para pesquisas futuras, tem-se que o SCI proposto seja aplicado em outros tipos de projetos, bem como, que seja desenvolvida a padronização de outros parâmetros de objetos paramétricos (materiais).

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e à Diretoria de Pesquisa e Inovação (DIPEQ) do Campus Natal Central (CNAT) e a Diretoria de Engenharia e Infraestrutura do IFRN (DIENG).

Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. Classificação da Informação no BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, ABDI, 2017. vol 2; 38p. ISBN: 978-85-61323-44-8.

AMORIM, S. R. L.; PEIXOTO, L. de A. **Classificação e terminologia para a construção**. 2006.

AUTODESK. Sobre materiais. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/PTB/Revit/files/GUID-0AA0E65D-55A4-4391-AA29-C53C06C048F4-htm.html>. Acesso em: 25 set. 2021.

CAIXA. Referências de preços e custos. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 26 set. 2021.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

GIESTA, J. P.; COSTA NETO, A.; COSTA, T. G. A pesquisa-ação em BIM fomentando a transformação de um curso técnico em edificações. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 11, p. e020021, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v11i0.8657348>

GONÇALVES, G. C. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21092018-144640/pt-br.php>. Acesso em: 25 set. 2021.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? *Ambiente Construído*, v. 13, n. 2, p. 151–165, jun. 2013.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Planejamento. Comitê de Obras Públicas. *Caderno BIM: Apresentação de Projetos de Edificações em BIM*. Santa Catarina, 2014. 95 p. Disponível em: https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/doc-tecnicos/labim/Caderno%20de%20Especificac%C3%A7%C3%B5es%20de%20Projetos%20em%20BIM_102018.pdf. Acesso em: 18 nov. 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO - SEHAB. *Caderno de Projetos em BIM*. São Paulo: KPMO Cultura e Arte, 2020. 33p. ISBN: 978-65-86913-01-9.

SILVA, J. C. B. A; AMORIM, S. R. L. Contribuição dos Sistemas de Classificação Para a Tecnologia BIM: Uma abordagem teórica. In: *ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO*, 10 p, 2011.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>. Acesso em: 20 set. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre (RS): Bookman; 2010.

FLUXO DE MODELAGEM 3D PARA USO BIM 4D: APLICAÇÃO PRÁTICA E PROPOSTA DE REFINAMENTO EM UM GRUPO DE PESQUISA DO RN

Leo Azevedo | Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) | leocvazevedo@gmail.com

Daniel de Oliveira | Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Josyanne Giesta | Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Alfredo Costa Neto | Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Resumo:

Com o constante aumento da aplicabilidade do *Building Information Modeling* (BIM) no segmento da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), bastante devido aos ganhos de produtividade e qualidade verificados na área, torna-se importante o estudo dos processos BIM e seus principais usos. Nesse sentido, o uso BIM 4D, que se refere à vinculação do modelo 3D de uma edificação à variável tempo, mesmo apresentando diversos benefícios aos seus usuários, ainda carece de experimentação em relação aos seus fluxos de modelagem. Assim, o presente trabalho tem por objetivo expor a avaliação da aplicação prática de um fluxo para modelagens 3D em uso BIM 4D, testado no projeto de ampliação do setor administrativo do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – *Campus Apodi*. O método adotado é o *Design Science Research* (DSR), que tem por objetivo diminuir as distâncias entre a teoria e a prática, haja vista o viés exploratório e de natureza aplicada da pesquisa. Nesse sentido, o estudo foi dividido em 3 etapas: uma revisão bibliográfica; a aplicação prática do fluxo de trabalho; e a análise e intervenção sob o fluxograma. Como resultado principal, obteve-se a repaginação do antigo fluxo adotado pelo grupo de pesquisa, já que se tornou possível a identificação de fragilidades e inconsistências à luz de estudos teóricos e experiência empírica dos autores. Convém destacar, contudo, a necessidade de continuidade no processo de experimentação, capaz de impulsionar cada vez mais a expansão do BIM e de suas aplicabilidades.

Palavras-chave: Modelagem 3D, BIM 4D, Fluxos de trabalho.

Abstract:

With the applicability of Building Information Modeling (BIM) increasing in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) segment, largely due to productivity and quality gains verified in the area, it becomes important to study BIM processes and their main uses. In this sense, the 4D BIM use, which refers to the 3D model of a construction linked with the time variable, even presenting many benefits to its users, still lacks experimentation in relation to its modeling flows. Therefore, the present paper aims to expose an evaluation of the practical application of a workflow for 3D models in 4D BIM use, tested in the expansion project of the administrative sector of Rio Grande do Norte's Federal Institute – Apodi campus. The method adopted was the Design Science Research (DSR), which was aimed to reduce the distance between theory and practice, considering the exploratory bias and the applied nature of the research. In this sense, the study was divided in 3 steps: one bibliography revision; a practical application of the workflow; and analyses and intervention at this work chart. As a main result, the old flowchart adopted by the research group was redesigned, whereas it became possible to identify weaknesses and inconsistencies in the light of theoretical studies and empirical experience of the authors. It is necessary to highlight, however, the need for continuity in the experimentation process, capable of increasingly boosting the expansion of BIM and its applicability.

Keywords: 3D Modeling, 4D BIM, Workflows.

1. Introdução

O *Building Information Modeling* (BIM) vem se destacando como uma das recentes grandes revoluções do segmento da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), já que está se mostrando capaz de apresentar ganhos expressivos no tangente à qualidade, custos e prazos dos empreendimentos, além de ainda estar em franca difusão e implementação no setor, principalmente no Brasil. De acordo com Succar (2009), BIM refere-se a um conjunto de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar os dados do projeto, da construção, da operação e do descarte da edificação em um formato digital, de modo a expor a amplitude desse conceito e a gama de possibilidades inseridas em seu contexto.

Com base no pressuposto, torna-se cada vez mais necessário o maior entendimento acerca dos diferentes usos e aplicações da tecnologia BIM. Nesse sentido, a *Pennsylvania State University* foi capaz de mapear 25 diferentes casos de usos para o BIM (2010 apud CBIC, 2016). Entre os propósitos do BIM encontrados, convém expor a subcategoria de coordenação, que tem por objetivo garantir a eficiência e a harmonia na relação entre os elementos, se enquadrando na categoria principal do uso para análises (KREIDER; MESSNER, 2013).

Inserido nessa finalidade, o BIM 4D pode ser um meio para a promoção de tal harmonia projetual. Ele corresponde à associação do modelo 3D de um empreendimento a sua variável tempo, conectando intimamente aspectos espaciais e temporais do projeto, melhorando a confiabilidade dos cronogramas e minimizando problemas de comunicação (HARTMANN; GAO; FISCHER, 2008). Entretanto, mesmo com diversas vantagens advindas de sua implementação, a experimentação prática de seus fluxos ainda é escassa (BORGES, 2019), de modo a exigir da academia aplicações dos estudos preexistentes em ambientes reais.

Em consonância com as ideias supracitadas, visando contribuir com a implementação de diferentes usos do BIM na construção civil, o presente trabalho tem por objetivo expor o processo de aplicação de um fluxo de trabalho em BIM 3D, desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP), voltado para a posterior vinculação da modelagem à sua quarta dimensão. Para isso, foi utilizado um projeto da própria instituição dos autores: uma proposta de ampliação de um edifício administrativo do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – *Campus Apodi*. Como consequência, tornou-se possível validar o artefato criado anteriormente e propor-lhe um refinamento, amparado nas demandas da experimentação em questão.

2. Metodologia

A pesquisa, por fazer parte de um projeto de iniciação científica e estar inserida no contexto de um estudo do caso no GIP, possui um panorama de natureza aplicada, já que se propôs, fundamentalmente, a realizar a experimentação de um fluxo de trabalho em Modelagem 3D para uso BIM 4D desenvolvido em projetos anteriores do grupo.

Nesse sentido, o trabalho tem como motivação problemas de pesquisa de natureza teórica e prática. Do ponto de vista teórico, embora já se encontre inúmeras pesquisas sobre o processo de implementação BIM 4D, inclusive com propostas de fluxos de trabalho, essa ainda se caracteriza como lacuna quando se trata de experimentação dos fluxos de trabalho. Com relação à natureza prática, a problemática parte da necessidade de apresentar uma experimentação prática, identificando aspectos gerais e fragilidades da utilização do fluxo adotado pelo grupo.

Diante desse cenário de necessidade de resolução de uma problemática que envolve quesitos práticos e teóricos, optou-se por adotar a metodologia de *Design Science Research* (DSR), utilizada nas pesquisas como forma de diminuir o distanciamento entre a teoria e a prática. Assim, enquanto método de pesquisa orientado à solução de problemas, a DSR busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores e desejáveis (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Entre os 4 tipos de artefatos considerados: modelos, constructos, métodos e instâncias, a presente pesquisa desenvolverá uma instância, que, segundo os autores supracitados, corresponde à implementação do artefato (constructo, modelo ou método) em um contexto real.

Conforme essa perspectiva, a atual pesquisa foi produzida em três etapas, a saber: a) Sugestão; b) Avaliação; e c) Conclusão.

Na primeira etapa, fez-se possível aumentar o arcabouço teórico dos autores e verificar o estado da arte nacional acerca das modelagens 3D para atender ao uso BIM 4D. Para tanto, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que buscou compreender melhor o que era requisitado nos fluxogramas e nas modelagens 3D. Nela, considerou-se artigos completos em português e inglês publicados entre 2014 e 2019 e disponíveis nas bases de dados Science Direct, Scopus e SciELO, encontrados por meio da aplicação das *strings* de busca contendo o termo “BIM 4D” e seus diversos sinônimos. Ademais, considerou-se como critérios de inclusão dos artigos a análise de seu período de publicação e a abordagem explícita do tópico requerido. Assim como considerou-se critério de exclusão tais os quais: a duplicação de trabalhos; línguas que não foram consideradas pelo protocolo; artigos inacessíveis; e a inexistência do termo “BIM 4D” em seu resumo e/ou palavras-chave.

Na seção de avaliação, que compreendeu a instância do fluxograma, aplicou-se o fluxo de trabalho para modelagens 3D no projeto de reforma de um prédio administrativo de um dos *campi* da instituição. Nesse sentido, por meio da disponibilização do projeto inicial pelo departamento de engenharia da instituição, os autores puderam reproduzi-lo em ambientes e softwares BIM – o Autodesk Revit® e o Autodesk Navisworks® – de modo a aplicarem o sequenciamento estabelecido pelo fluxograma adotado. A partir da relação entre o projeto e as etapas definidas pelo *workflow*, fez-se possível observar o comportamento do constructo na realidade, em uma edificação existente.

Já a terceira etapa, por fim, se refere ao processo de estudo e análise do processo anterior, em que se fez possível a proposição de mudanças e a efetiva solução da problemática inicial. Nessa fase, embasados nos estudos iniciais e nas experiências empíricas com o artefato, os autores foram capazes de realizarem alterações no fluxograma. Como produto, obteve-se um novo fluxo de trabalho para modelagens 3D, de maneira a atualizar os arquivos e estudos do grupo, além de contribuir para a maior difusão e implementação do uso voltado para análises da Modelagem de Informação da Construção.

3. Resultados e discussão

3.1. Revisão Sistemática de Literatura

Durante a primeira parte do estudo, realizou-se uma RSL com o fito de melhor compreender a problemática dos fluxos de trabalho em BIM 4D e das modelagens tridimensionais. Dessa maneira, aplicando-se as *strings* de busca supracitadas, encontrou-se um montante de 41 trabalhos contendo o termo “BIM 4D” em seus títulos e/ou palavras-chave. A partir disso, após a etapa de

filtração e realização dos critérios de inclusão ou exclusão, o quantitativo de trabalhos foi reduzido para 6 artigos, dos quais 4 abordavam a temática por meio de um aspecto mais geral, voltada para o planejamento de obras, com estudos de casos e revisões bibliográficas; e 2 se referiam à metodologia BIM 4D, em sua essência, e ao desenvolvimento de estudos sobre suas capacidades e usos.

Apesar da realização dessa revisão bibliográfica, não foram encontrados artigos que abordasse instancias de fluxos de trabalho nem que enfatizassem a importância de uma modelagem 3D adequada para a aplicação na quarta dimensão. Entretanto, aspectos importantes, como as diferentes potencialidades das modelagens 4D, foram identificados e auxiliaram durante o restante do estudo, demonstrando – de maneira indireta – aspectos das modelagens 3D que mereciam maior atenção.

Nesse viés, Brito e Ferreira (2015), identificaram seis principais potencialidades da modelagem BIM 4D, que incluíam a redução do esforço na visualização e interpretação projetual; a identificação de conflitos e interferências; e a melhoria na integração e comunicação entre os agentes envolvidos no empreendimento. Para tanto, um dos fatores vislumbrados pelos autores baseados nessa perspectiva foi a necessidade de maior riqueza de detalhes nas modelagens 3D, como no caso da existência de revestimentos, que, para a posterior vinculação ao cronograma do empreendimento, os elementos deveriam estar independentes, fato esse que será melhor apresentado posteriormente.

Logo, a primeira etapa da pesquisa demonstrou-se capaz de inferir o estágio ainda inicial das pesquisas sobre a temática e a real necessidade de realização de aplicações práticas de fluxos de trabalho preexistentes, consonante com a escassez de publicações abordando tal processo e suas consequências. Ademais, a RSL proporcionou uma visão mais macro da problemática, de modo a facilitar as seções seguintes, de aplicação da metodologia e de proposição de um novo sequenciamento de atividades.

3.2. Avaliação do fluxo de trabalho

Com um melhor entendimento acerca da problemática e a obtenção do projeto da edificação a ser utilizado no experimento, passou-se a avaliar a viabilidade e os resultados proporcionados pelo primeiro fluxograma do GIP para modelagens 3D em uso BIM 4D, desenvolvido anteriormente ao projeto de pesquisa em questão.

Na figura 1, é possível observar o fluxo de trabalho utilizado, com o seu sequenciamento de atividades exposto.

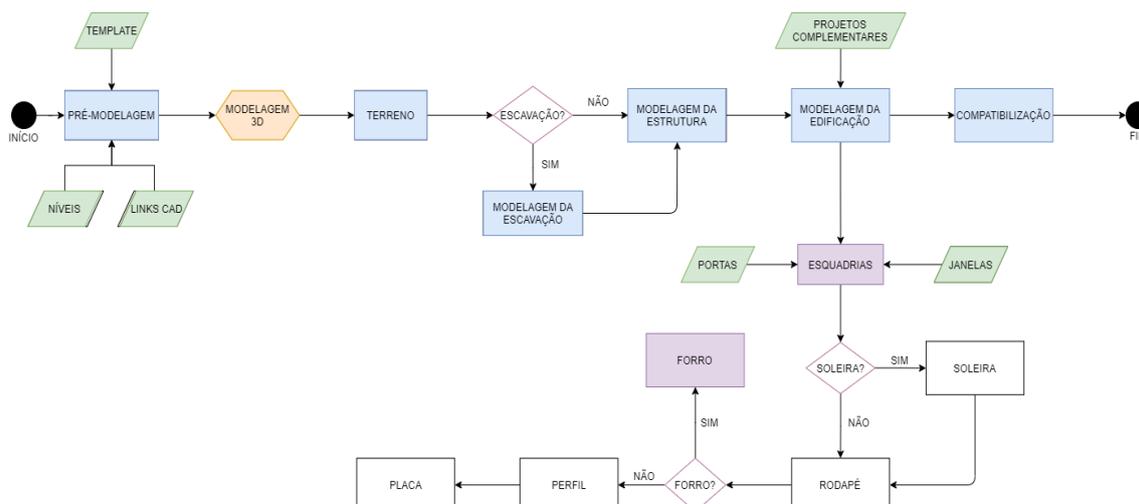


Figura 1: Fluxograma primário para modelagens 3D em uso BIM 4D.
Fonte: GIP (2020).

Como observa-se na figura 1, o processo esperado inicia-se pela pré-modelagem – caracterizada por um estudo inicial do empreendimento onde ele será aplicado – na qual são definidos os níveis e o *template* a serem empregados, em consonância com o projeto arquitetônico, além de serem indexados os links CAD desejados. A posteriori, indica-se que seja dada continuidade ao processo modelando-se os principais elementos de uma edificação e que, geralmente, compõem futuros pacotes de trabalho nos cronogramas das obras. Entre os indicados pelo grupo, é possível destacar elementos como o terreno, a parcela estrutural e a edificação, em si. Ademais, também é questionado ao modelador que está aplicando o fluxo a existência de escavações, soleiras e forros, a serem representados no modelo virtual.

Dessa maneira, o projeto de reforma da edificação do setor administrativo do *Campus Apodi*, o qual foi gentilmente cedido pelo setor de engenharia da instituição no formato *Computer Aided Design* (CAD), passou a ser manipulado pelos pesquisadores em função do fluxograma supracitado. Ao fim de todas as etapas propostas por ele, foi possível se obter a modelagem 3D completa da edificação, inserida nos preceitos BIM, a qual, posteriormente, foi exportada para outro fluxo de ações voltado especificamente para o planejamento da obra, vinculando-se ao seu cronograma por meio da metodologia BIM 4D. Na figura 2, tem-se uma renderização do espaço externo da edificação, modelada pelos pesquisadores no Revit®.



Figura 2: Modelagem 3D do setor administrativo do IFRN – *campus Apodi*.
Fonte: Autoria própria (2021).

Ao confrontar-se o resultado da modelagem com o fluxograma utilizado, infere-se a sua capacidade de ser aplicado por demais usuários BIM que também usufruem desse uso para coordenação em edifícios de pequeno e médio porte. Na seção que trata da terceira etapa metodológica do estudo explanou-se mais a fundo os aspectos observados nesse processo.

3.3. Análise e proposição do novo fluxograma

Como etapa final da pesquisa proposta nesse trabalho, foram analisadas as experiências dos autores obtidas por meio da aplicação do fluxograma exposto na figura 1 e proposto um novo fluxo, a partir dessa experiência empírica. Por meio de uma visão geral e enumeração de prós e contras observados ao longo do processo de modelagem, buscou-se dar continuidade ao que se mostrou otimizador e promover adaptações nos detalhes insatisfatórios e passíveis de melhoria.

Analisando-se todo o processo de uma forma mais ampla, em detrimento do uso BIM para coordenação e da utilização da sua quarta dimensão, percebeu-se, por intermédio da instanciação, a importância de 3 grandes pontos: o conhecimento prévio da Estrutura Analítica do Projeto (EAP); a obtenção de noções básicas dos diferentes processos executivos do empreendimento; e a aplicação de um Sistema de Classificação da Informação (SCI). O entendimento dos aspectos construtivos, juntamente com os diferentes pacotes de trabalho vinculados a eles, possibilita uma modelagem 3D mais próxima da realidade, já que se busca trazer características que são esperadas no canteiro de obras para o modelo, principalmente em se tratando do estudo e gerenciamento de seu cronograma. Ademais, a presença de um SCI bem definido torna-se primordial para o bom andamento do *workflow*, tendo em vista a promoção de uma comunicação eficaz entre os modeladores participantes e entre todos os elementos mutuamente correspondentes na simulação 4D final.

Nesse viés, entre os pontos positivos da experiência norteada pelo fluxo, destacou-se: o bom desencadeamento das ações; a assertividade na escolha dos elementos com base no uso que seria dado ao modelo; e os documentos a serem vinculados durante o processo, que colaboram com o resultado obtido ao final da modelagem.

Dentre tais aspectos, o sequenciamento das ações, com base nos elementos mapeados como essenciais para o uso voltado para a coordenação de obras, foi a principal base para o desenvolvimento do novo fluxo, já que, na visão dos pesquisadores, ele se mostrou eficiente. Ademais, os documentos a serem vinculados também sofreram manutenção, além de ter se observado que o processo também é um potencial gerador de arquivos, fato esse que provocou uma das alterações na etapa de “compatibilização”.

Após a identificação dos aspectos a serem mantidos, foram identificadas fragilidades que urgiam por correção. O primeiro elemento que se verificou a capacidade de melhoria foi o layout do fluxograma. Aproveitando-se da segmentação primitiva dada pelas cores das caixas de ações, buscou-se segregá-lo em 4 subtópicos, a saber: estudos preliminares; estrutura e edificação; elementos construtivos; e ajustes finais. Isso facilitou a identificação rápida e precisa dos pontos, baseados na busca primária por essas divisões, além de estar em consonância com alguns dos elementos identificados por Kreider e Messner (2013) como sistemas que o uso BIM poderia ser implementado.

Outro aspecto que se mostrou ausente no fluxo de modelagem utilizado e que causou conflitos posteriores na aplicação da modelagem 3D ao BIM 4D foi a questão dos revestimentos. Ao se identificar pacotes de trabalhos, no cronograma de obras, que diferenciavam os elementos para o revestimento das alvenarias, percebeu-se que a existência de paredes compostas no Revit®

promovia uma maior quantidade de retrabalhos aos modeladores, já que, para segregarem seus elementos, era necessário utilizar o comando “PARTS”. Além disso, quando estes iam ser vinculados aos pacotes de trabalho, já no Navisworks®, não havia convergência entre os nomes dos elementos e dos pacotes de trabalho, o que dificultou a identificação para a indexação no primeiro momento. A solução encontrada pelos autores que evitou o excesso de manipulação das modelagens durante o processo foi a adição de uma caixa de pergunta acerca da existência de revestimentos na modelagem. O modelador BIM, ao identificar essa necessidade em seu projeto, é orientado a modelar as alvenarias em paredes do tipo “cebola”. Nesse processo, é modelado uma quantidade de parede que, posteriormente, sobrepõem-se umas às outras, de maneira ao processo de concepção de uma parede ser formadas por camadas separadas e individuais (FARIAS, 2020).

Por fim, com o fito de se adaptar melhor ao uso final BIM 4D, buscou-se melhorar a antiga etapa de “compatibilização”. Como maneira de detalhar melhor essa seção e torná-la uma opção para o modelador que está aplicando o fluxo de trabalho, optou-se por substituí-la por uma caixa de pergunta referente à existência ou não de análise de conflitos. Caso haja essa necessidade, espera-se que a incompatibilidade seja solucionada e gere um relatório de problemas, o que pode se mostrar útil na posterioridade e agregar na auditabilidade do projeto. Se não for verificada essa necessidade, espera-se que a modelagem já seja exportada diretamente para o software que gerenciará o uso BIM 4D requerido.

Por conseguinte, como resultante do trabalho em torno dos aspectos esmiuçados anteriormente, obteve-se o novo fluxo de trabalho para modelagens 3D em uso BIM 4D, exposto na figura 3, que tende a ser aplicado mais eficientemente e com menos lacunas a serem preenchidas pelo modelador.

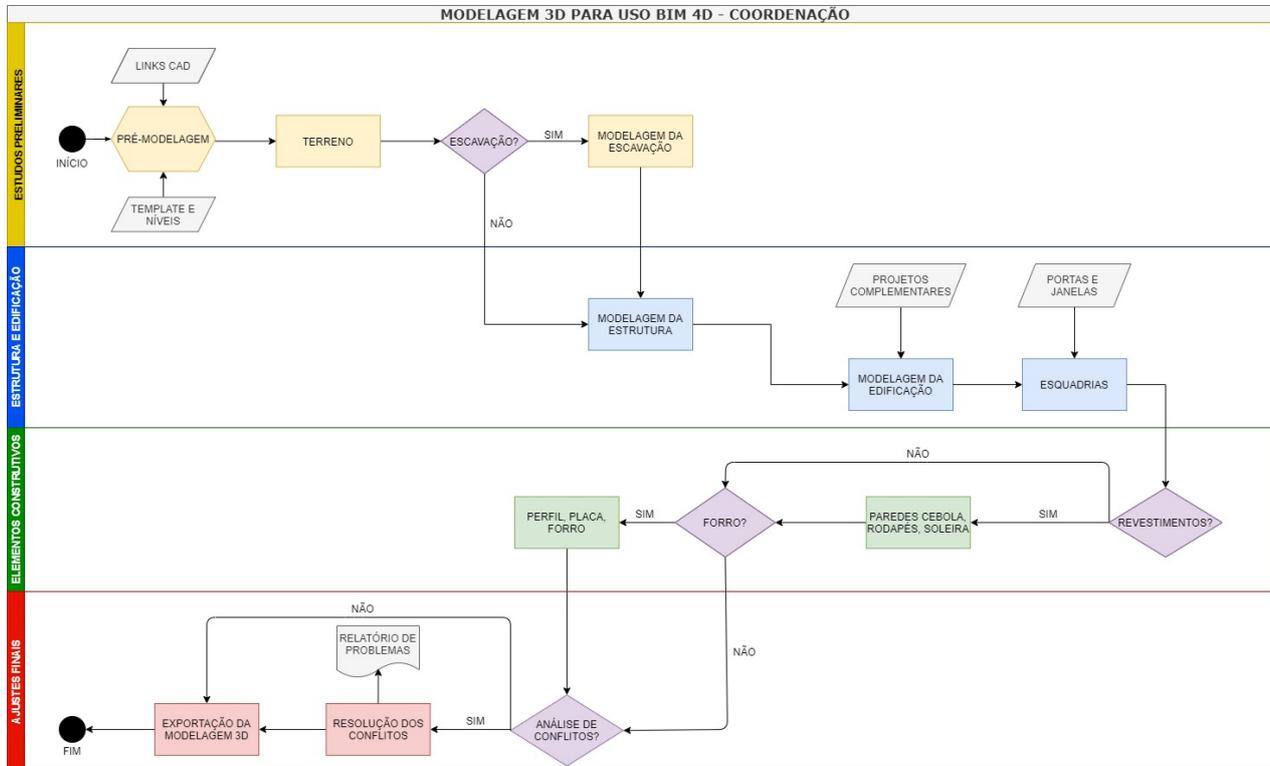


Figura 3: Novo fluxograma para modelagens 3D em uso BIM 4D.
Fonte: Autoria própria (2021).

Como vislumbra-se na figura 3, buscou-se dividir o sequenciamento de atividades em raias, selecionadas a partir da divisão primária do fluxo antecessor.

Na raia 1, que corresponde aos estudos preliminares da modelagem, convém destacar a necessidade de se definir previamente se o projeto será importado ou vinculado no formato CAD, o que está representado pela caixa “links CAD”. Além disso, a definição de um template próprio, que, de preferência, apresente um SCI, também está representado no princípio do fluxo. Convém destacar o impacto notado pelos autores referente à presença de um SCI durante todo o fluxo, já que a vinculação de componentes e pacotes de trabalho são otimizadas por meio de uma linguagem única e comum a todos os modeladores, o que também favorece a interoperabilidade do modelo. A partir desses aspectos a serem ponderados na pré-modelagem, tem-se realmente o início do processo de modelagem do empreendimento.

Seguindo para a raia 2 do fluxograma, percebe-se a representação das atividades relacionadas à modelagem da estrutura e da edificação, em si. Durante essa etapa da modelagem, inferiu-se a necessidade de produção ou importação de famílias que atendessem às características do uso aplicado à modelagem, já que se faz necessária a contemplação de parâmetros específicos, como o de espessura de acabamento, haja vista a aplicação de paredes do tipo cebola. Outro aspecto notado como consequência da utilização desse tipo de parede para a representação dos revestimentos foi a necessidade de aplicação do comando “JOIN” para promover a união de cada uma dessas camadas. Por meio da utilização dessas esquadrias e alvenarias da maneira correta, obtêm-se a verossimilhança procurada ao se aplicar a metodologia BIM.

Já na raia 3, a qual se refere aos elementos construtivos, é importante destacar novamente a questão dos revestimentos. Nesse sentido, para que eles sejam representados separadamente – em consonância aos pacotes de trabalho definidos anteriormente na EAP – faz-se necessária a composição de paredes do tipo cebola. Como opção para a adaptação de paredes compostas, como citado anteriormente, o comando “PARTS” pode atender tal demanda.

Por fim, na raia nomeada “ajustes finais”, convém perceber a sua sintonia com a verificação e resolução de conflitos no modelo da edificação. Dessa maneira, torna-se possível a identificação de inconsistências já no próprio Revit®, por meio de uma reavaliação do próprio modelador antes de exportar o modelo para o Navisworks®, o que evita futuros retrabalhos em torno das interferências não sanadas. Dessarte, espera-se que esse processo de exportação da modelagem 3D já se dê de forma definitiva e completa, no formato de arquivo “.NWC”.

4. Conclusão

Esse artigo apresentou as atividades desenvolvidas durante um projeto de iniciação científica realizado no Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP) em torno do estudo de fluxos de trabalho para modelagens 3D e seus diferentes usos. Nesse sentido, por meio de um estudo de natureza teórico-prática, analisou-se e aplicou-se um fluxo de modelagem voltado para o posterior uso em BIM 4D, o que resultou em sua repaginação.

No tangente ao aspecto teórico, percebeu-se, por meio da RSL, a escassez de instanciações de constructos desse tipo. Logo, há uma dificuldade de integração entre a academia e o segmento AEC, haja vista a improbabilidade de implementação de algo que não foi experimentado previamente, mesmo com a disponibilidade de diversos fluxos de trabalho que propõem a implementação do BIM e seus diferentes usos em empresas e construtoras da área. Outrossim, também foi possível identificar os principais usos mapeados da metodologia BIM, e promover soluções baseadas nas características do uso e dos elementos adotados.

Já referente ao conteúdo essencialmente prático do estudo, que contou com a instanciação e uma proposta de melhoria do constructo, percebeu-se a qualidade do fluxograma primário, apesar da realização de alterações. A partir do uso desejado para a modelagem 3D, inferiu-se a importância de o fluxo de trabalho adotado ser destinado para tal, visto que este se torna capaz de nortear os elementos construtivos e o nível de desenvolvimento do modelo do empreendimento.

Ademais, vislumbrou-se a funcionalidade do fluxo em questão, já que se fez possível obter a modelagem 3D do edifício administrativo e, posteriormente, a simulação de sua construção com base nos preceitos e *softwares* BIM 4D.

Por fim, foi concebida uma melhoria de qualidade do fluxograma adotado pelo grupo e compartilhado com a comunidade, que passou a contar com novos elementos focados no uso desejado, além de ter sido mais bem organizado, sendo segmentado por categorias de seus componentes.

Assim, essa pesquisa serviu para evidenciar a importância de avaliações práticas de diferentes artefatos relacionados à Modelagem de Informação da Construção, como os diversos fluxos de trabalho existentes, tendo em vista que a experimentação realizada pelos autores se mostrou capaz de aperfeiçoar o constructo em análise. Com isso, espera-se agregar ao processo de implementação e expansão das plataformas BIM na área. Para estudos futuros, é essencial que sejam feitas novas instanciações, inclusive a desse fluxo de trabalho em outros projetos, advindos de outras iniciativas.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e à Diretoria de Pesquisa e Inovação (DIPEQ) do *Campus* Natal Central, pelo apoio recebido. Também se registra o agradecimento à Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (DIENG) da instituição, pela conceção do projeto para fins acadêmicos e educacionais.

Referências

BORGES, Maria Luiza Abath Escorel. **Método para a implementação da modelagem BIM 4D em empresas construtoras**. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/27283>>. Acesso em: 08 de jul. de 2020.

BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Fundamentos BIM. Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, CBIC, 2016. vol 1; 124p. Disponível em: <<http://cbic.org.br/bim/>>. Acesso em: 07 de jul. de 2020.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES Jr., J. A. V. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 204 p.

FARIAS, Júlio César. **Parede composta vs Parede cebola**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/paredecomposta-vs-paredecebola/>. Acesso em: 29 set. 2021.

HARTMANN, T.; GAO, J.; FISCHER, M. **Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 143, n. 10, p.776-785, 2008.

KREIDER, R. G.; MESSNER, J. I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses**. Version 0. 9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2013. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

NAVISWORKS MANAGE, Autodesk. **Versão 2021**. [s./], Autodesk, Inc., 2021.

REVIT, Autodesk. **Versão 2020**. [s./], Autodesk, Inc., 2020.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

IMPACTO DO *TRAINEE* DA LIGA ACADÊMICA DE *BUILDING INFORMATION MODELING* E NOVAS TECNOLOGIAS NA DISSEMINAÇÃO DO BIM

Rafael Kneip | Universidade Federal de Juiz de Fora | rafael.kneip@engenharia.ufjf.br

Maíra Sodré | Universidade Federal de Juiz de Fora

Maria Fernanda Pereira | Universidade Federal de Juiz de Fora

Pâmela Silva | Universidade Federal de Juiz de Fora

Resumo:

Por meio do Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, tornou-se obrigatório a utilização de *Building Information Modeling* (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal no Brasil. Tendo em vista a efetividade dos segmentos em colaborar para a formação profissional dos discentes e a deficiência na grade curricular dos cursos de Engenharia e Arquitetura no que tange às disciplinas relativas a essa tecnologia, no cenário da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a Liga Acadêmica de BIM e Novas Tecnologias (LABIM) ganha destaque, ao ter como objetivo a disseminação desta tecnologia entre os alunos da graduação dos cursos de Engenharia e Arquitetura, por meio da realização de projetos em BIM. Este trabalho visa avaliar o impacto da etapa de *trainee* do processo seletivo para novos membros elaborado pela LABIM, por meio de um estudo de caso. Sendo assim, buscou-se, por intermédio da coleta de dados obtidos com a utilização de um formulário eletrônico, avaliar a percepção dos *trainees* acerca dos conhecimentos obtidos durante este processo. As perguntas foram elaboradas visando a comparação do nível de conhecimento, antes e após o desenvolvimento do projeto com os softwares mencionados, acerca das ferramentas e metodologias adotadas em BIM, bem como a criação de relações interpessoais entre os participantes, e foram respondidas por dezesseis pessoas. Assim, os resultados apontam uma concordância entre o objetivo da Liga de disseminar o BIM e a obtenção de conhecimento dos discentes, ainda que em um curto espaço de tempo e em um cenário pandêmico, comprovando a capacidade da LABIM em colaborar para a formação de profissionais mais competitivos para o novo mercado de trabalho.

Palavras-chave: BIM, liga acadêmica, *trainee*, disseminação do BIM, formação profissional.

Abstract:

Through Decree No. 10,306 of April 2, 2020, it became mandatory to use Building Information Modeling (BIM) in the direct or indirect execution of engineering works and services carried out by agencies and entities of the federal public administration in Brazil. Given the effectiveness of the segments in collaborating for the professional training of students and the deficiency in the curriculum of Engineering and Architecture courses with regard to subjects related to this technology, in the setting of the Federal University of Juiz de Fora (UFJF), the Academic League of BIM and New Technologies (LABIM) is highlighted, having as its objective the dissemination of this technology among undergraduate students of Engineering and Architecture courses, through the realization of projects in BIM. This work aims to evaluate the impact of the trainee stage of the selection process for new members elaborated by LABIM, through a case study. Therefore, through the collection of data obtained with the use of an electronic form, we sought to assess the trainees' perception about the knowledge obtained during this process. The questions were designed to compare the level of knowledge, before and after the development of the project with

the software mentioned, about the tools and methodologies adopted in BIM, as well as the creation of interpersonal relationships between the participants, and were answered by sixteen people. Thus, the results show an agreement between the League's objective of disseminating BIM and obtaining knowledge from students, even in a short period of time and in a pandemic scenario, proving LABIM's ability to collaborate in the training of professionals more competitive for the new job market.

Keywords: BIM, academic league, trainees, dissemination of BIM, professional training.

1. Introdução

O *Building Information Modeling* (BIM), que teve seu surgimento em 1974 (EASTMAN, 2014), é um tema recorrente no contexto mundial e nacional atual, principalmente no âmbito da construção civil. Nesse ínterim, 79% das empresas de construção da América Latina já utilizam BIM (LATAM, 2020). No Brasil, a criação da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* - Estratégia BIM BR, por meio do Decreto nº 9.983 de 22 de Agosto de 2019 (BRASIL, 2019a), visa promover um ambiente adequado para que o país possa investir nessa tecnologia. Ademais, o Decreto nº 10.306 torna obrigatório “a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (BRASIL, 2020).

Tendo em vista a aplicabilidade do BIM, trazer este conceito para a formação dos graduandos de Arquitetura e Engenharias é de extrema importância, pois, após formados, eles irão se deparar com a utilização dessa tecnologia em larga escala no mercado de trabalho, sendo necessário que as universidades acompanhem as atualizações nas aptidões profissionais exigidas.

Tratando-se do âmbito acadêmico, nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2019b), por exemplo, percebe-se que, apesar das resoluções serem atualizadas ao passar dos anos, a didática do curso não demonstra uma mudança de forma a acompanhar as exigências profissionais e pessoais. Diversos estudos que constatarem essa afirmação foram realizados, entre eles tem-se o aplicado na Universidade Federal de Juiz de Fora, no curso de Engenharia Civil, e que constatou que 60% competências relatadas nas DCNs são razoáveis e pouco desenvolvidas, além dos graduandos também não aprovarem as metodologias de ensino atuais (CARVALHO et al., 2020).

Desse modo, percebe-se a importância do pleno conhecimento e desenvolvimento do BIM nas universidades, sendo relevante a atuação de segmentos acadêmicos como a Liga Acadêmica de *Building Information Modeling* e Novas Tecnologias da UFJF (LABIM), que visa disseminar os conceitos de BIM entre os discentes dos cursos de Engenharias e Arquitetura desta instituição de ensino. Assim, o segmento tem o intuito de possibilitar a formação de profissionais qualificados para o mercado de trabalho, desenvolvendo competências, complementando a formação acadêmica desses, tendo em vista a discussão abordada anteriormente.

O ingresso na LABIM dá-se por meio de um processo seletivo, no qual discentes de todos cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo da UFJF podem participar. Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de verificar a capacidade da etapa de *trainee* em disseminar o BIM, pela perspectiva dos participantes. Para isso foi realizado um estudo de caso promovido por meio da análise de um formulário eletrônico respondido pelos discentes que completaram essa etapa.

2. Metodologia

A metodologia utilizada no presente artigo foi o estudo de caso, realizado por meio da aplicação de um formulário online, o qual foi encaminhado para os *trainees* do processo seletivo 2021.1 da LABIM. De forma a possibilitar um maior entendimento da pesquisa realizada, faz-se importante relatar o processo seletivo analisado.

2.1. Desenvolvimento do processo seletivo

Segundo Zarifian (2001), as competências não se resumem a habilidades técnicas, mas sim a capacidade de aplicar os conhecimentos na prática. Tendo em vista conceitos como esse, o processo seletivo foi realizado em três etapas, a saber: dinâmica, entrevista e *trainee*, e foi idealizado de modo a permitir que todos os inscritos tivessem a vivência na utilização de softwares e conceitos BIM. O primeiro processo seletivo da LABIM foi realizado de forma totalmente virtual, uma vez que as atividades presenciais na UFJF foram suspensas, devido ao cenário da pandemia de COVID-19 iniciado em 2020 no Brasil, dando lugar ao ensino remoto emergencial, ERE (CONSELHO SUPERIOR, 2020).

As duas primeiras etapas não foram de caráter eliminatório, mas essenciais ao contribuírem para a decisão final dos aprovados. Todo o processo foi realizado visando observar as habilidades comportamentais dos participantes e nenhum conhecimento prévio foi exigido, sendo o processo aberto a alunos de diferentes períodos.

Para o desenvolvimento da etapa de *trainee*, os participantes foram divididos em grupos, cujo objetivo era a modelagem das disciplinas arquitetônica, estrutural, hidrossanitária e elétrica para o projeto de uma residência unifamiliar nos softwares Autodesk Revit® e Autodesk Navisworks®, que atendesse ao programa de necessidades. A residência deveria ser composta por, no mínimo, dois andares, três quartos com uma suíte, sala, cozinha, área de lazer com espaço gourmet, um banheiro por andar, área de serviço e garagem, podendo ter piscina, jardim de inverno ou churrasqueira.

Uma vez que o grupo de participantes do processo seletivo poderia apresentar um caráter heterogêneo, com discentes de diferentes cursos, em diferentes períodos da graduação e com experiências distintas, era esperado que o nível de conhecimento acerca de modelagem das disciplinas pudesse variar significativamente entre os alunos. Desse modo, foram realizadas capacitações sobre os softwares a serem utilizados, elaboradas e ministradas pelos membros participantes da Liga, os quais já possuíam um maior conhecimento em BIM do que aqueles que prestavam o processo seletivo. O treinamento foi pensado de forma a introduzir aos discentes os conhecimentos necessários para o atendimento ao plano de necessidades, abordando as quatro disciplinas a serem posteriormente desenvolvidas, bem como instruir acerca da realização da compatibilização dessas.

A forma como os alunos dividiram-se dentro dos seus grupos para o desenvolvimento dos projetos e o atendimento dos requisitos estabelecidos pela Liga no plano de necessidades não foi previamente estabelecida. Tal autonomia oferecida aos grupos visava avaliar o poder de organização que eles possuíam, bem como possibilitar que a escolha da(s) atividade(s) desempenhada(s) pelos seus membros fosse realizada de acordo com as preferências e/ou interesses.

2.2. Elaboração do formulário de avaliação da percepção dos participantes da etapa de *trainee*

Para a obtenção dos dados para a pesquisa, foi elaborado um questionário eletrônico que visava coletar informações acadêmicas e acerca do nível de conhecimento em BIM que os discentes possuíam antes de sua participação no processo seletivo e após esse. Os alunos foram questionados sobre quais disciplinas, dentre as desenvolvidas no *trainee*, eles já haviam modelado e/ou já haviam tido um contato prático. Tais dados foram relacionados de forma a entender a contribuição da etapa de *trainee* para o desenvolvimento de tais conhecimentos. Além disso, os participantes também foram questionados acerca da relação interpessoal entre os membros de seus respectivos grupos durante esse período.

O formulário foi enviado aos participantes que concluíram a etapa de *trainee*. Mesmo com a desistência de alguns participantes, aproximadamente 82,8% do total de inscritos inicialmente terminaram o processo seletivo e, desses, cerca de 66,7% (dezesseis pessoas) responderam ao formulário anonimamente.

Os dados referentes ao número de discentes em cada momento do processo seletivo se encontram na Tabela 1.

Tabela 1- Número de participantes em cada etapa do processo seletivo da LABIM.

Etapas do processo seletivo	Número de participantes
Discentes inscritos	29
Discentes que iniciaram a etapa de <i>trainee</i>	28
Discentes que concluíram da etapa de <i>trainee</i>	24

3. Resultados e discussões

3.1. Projetos desenvolvidos na etapa de *trainee*

Cada um dos quatro grupos formados, ao final da etapa de *trainee*, entregou projetos que atendiam, em grande parte, ao programa de necessidades exigido. Esses projetos podem ser observados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

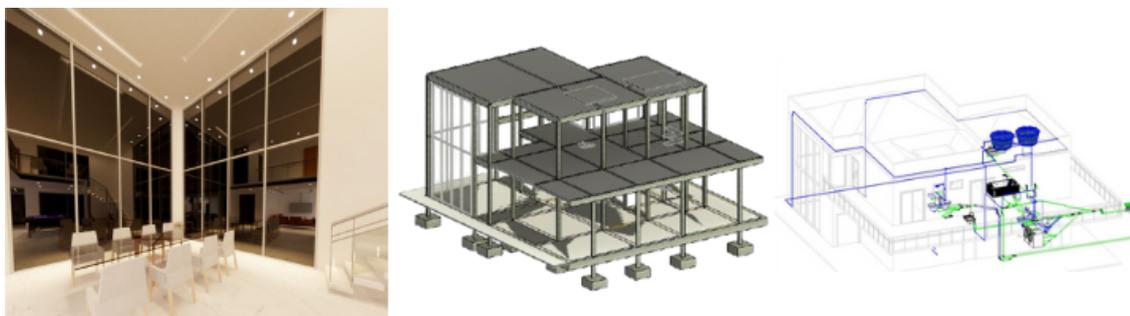


Figura 1: Modelos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário desenvolvidos pelo Grupo A.
Fonte: Capturas de tela da Autodesk reimpressas por cortesia da Autodesk, Inc..



Figura 2: Modelos arquitetônico, estrutural e elétrico desenvolvidos pelo Grupo B.
Fonte: Capturas de tela da Autodesk reimpressas por cortesia da Autodesk, Inc..

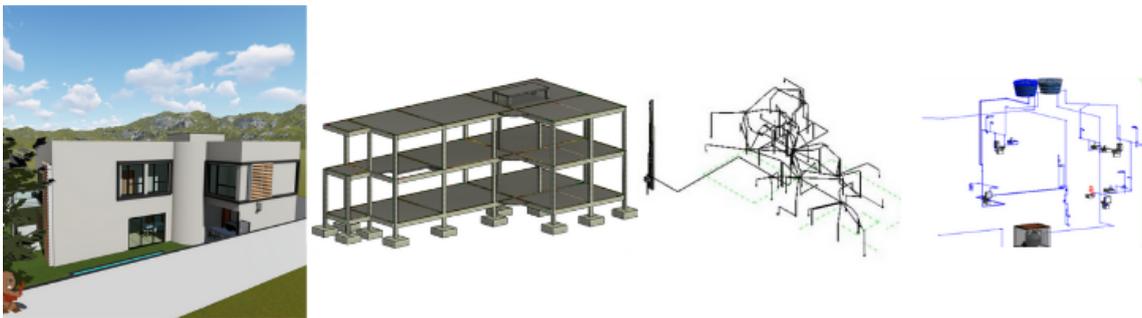


Figura 3: Modelos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário desenvolvidos pelo Grupo C.

Fonte: Capturas de tela da Autodesk reimpressas por cortesia da Autodesk, Inc..

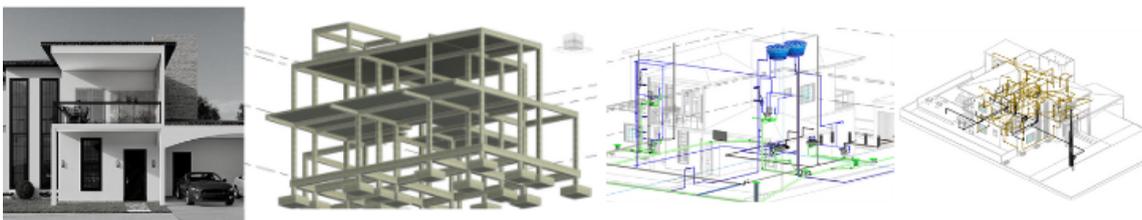


Figura 4: Modelos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico desenvolvidos pelo Grupo D.

Fonte: Capturas de tela da Autodesk reimpressas por cortesia da Autodesk, Inc..

3.2. Avaliação da percepção dos alunos na etapa de *trainee*

Com base nas respostas acerca do curso de cada participante do *trainee* e do período em que esses se encontravam, sendo essa resposta caracterizada com base no maior número de disciplinas que o aluno estava cursando no semestre em que terminou o processo seletivo (2021.1), obtiveram-se os dados demonstrados nos gráficos da Figura 5 .

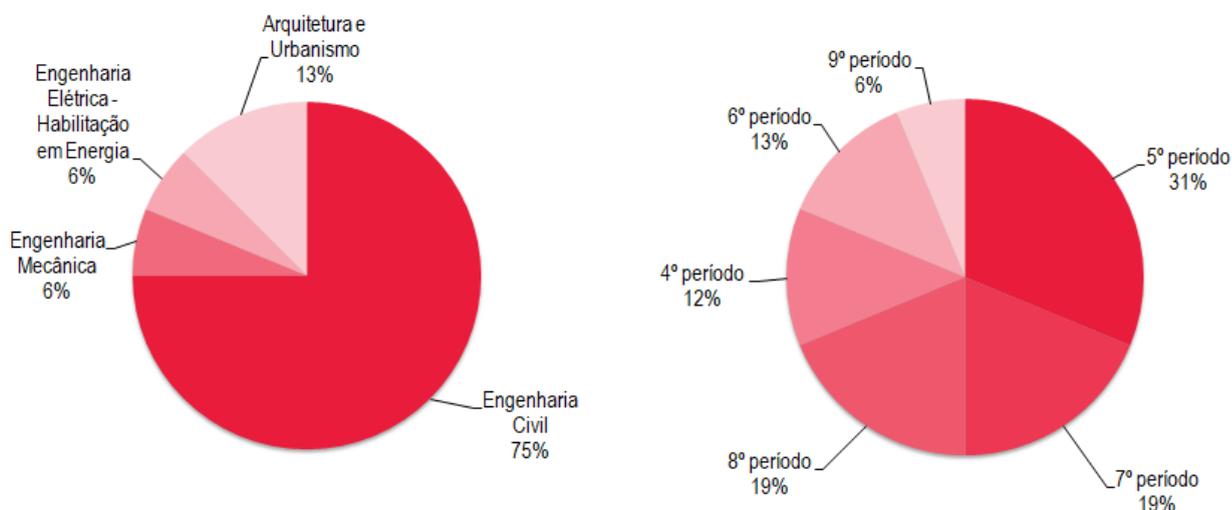


Figura 5: Cursos e períodos dos respondentes da pesquisa.
Fonte: Autores.

Por meio desses gráficos, nota-se que a maior parcela dos alunos que participaram do processo seletivo estão matriculados nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Entre todos os alunos participantes, percebe-se uma predominância daqueles que já estão avançados nos seus respectivos cursos, uma vez que quase todos os alunos já haviam concluído, ao menos, metade do número mínimo de períodos para a sua integralização. Desse modo, é evidente que, como discutido, o grupo de discentes inscritos no processo seletivo era, de fato, heterogêneo.

3.2.1. Disciplinas modeladas pelos participantes do *trainee*

De forma a avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, eles foram questionados sobre quais disciplinas, dentre as desenvolvidas no *trainee*, já haviam modelado e/ou já haviam tido um contato prático. A fim de possibilitar a comparação e mensurar a evolução dos alunos, foram coletadas, também, informações acerca das disciplinas modeladas por eles nessa etapa do processo seletivo. Esses dados são mostrados na Figura 6.

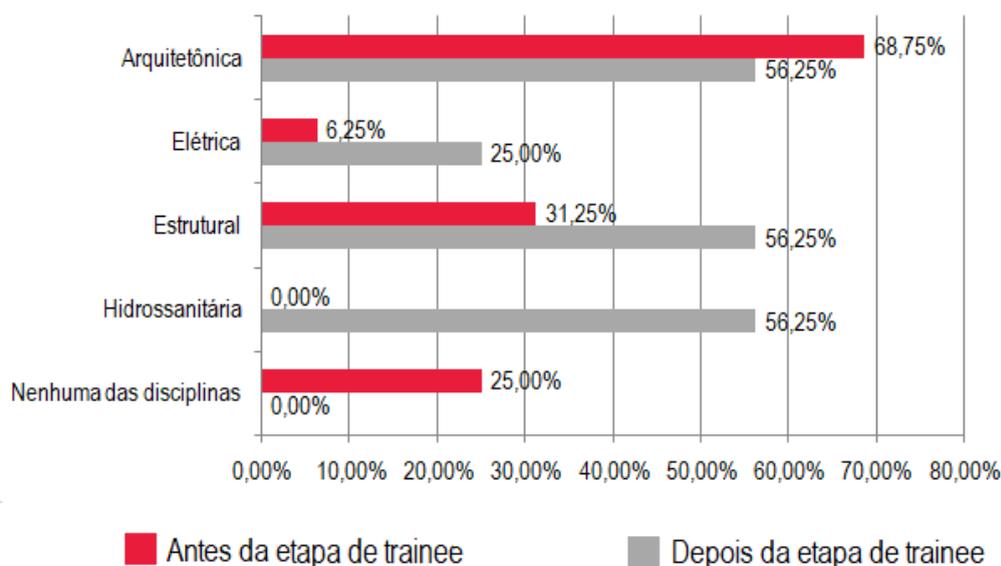


Figura 6: Gráfico comparativo da porcentagem de alunos que modelaram e/ou tiveram contato prático com alguma disciplina abordada no *trainee* antes e depois desse período.

Fonte: Autores.

A análise dos resultados obtidos por meio dessa comparação mostra que os conhecimentos em modelagem que os alunos possuíam antes do processo seletivo eram, em sua maior parte, referentes às disciplinas arquitetônica e estrutural. De fato, essas são abordadas em minicursos mais promovidos por eventos da instituição, assim como também estão inseridas na grade curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo, como é o caso das disciplinas Representação Digital Técnica para Arquitetura e Urbanismo I e II (COORDENAÇÃO DE ARQUITETURA E URBANISMO, 2012), e a disciplina eletiva Tópicos Especiais em Gerenciamento, de Engenharia Civil (COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, 2017), sendo esses dois cursos os quais a maioria dos participantes estão matriculados.

Os resultados mostraram-se expressivos sobretudo quanto às disciplinas pouco dominadas pelos alunos anteriormente. Enquanto apenas um dos alunos (6,25%) possuía experiência com a modelagem da disciplina elétrica antes da etapa de *trainee*, ao final do processo seletivo, quatro (25%) haviam participado da modelagem dessa nos projetos desenvolvidos. Esta análise é válida também para a disciplina hidrossanitária: o *trainee* foi responsável por proporcionar que, entre os dezesseis participantes, nove (56,25%) tivessem a oportunidade de desenvolvê-la, ao passo que antes do processo seletivo, nenhum dos alunos possuía tal experiência.

Ademais, é notório o número expressivo de participantes que, anteriormente ao processo seletivo da LABIM, um total de quatro alunos (25%), não haviam tido contato prático com nenhuma das quatro disciplinas abordadas nos projetos desenvolvidos. Após a etapa de *trainee*, todos os participantes tiveram contato com a modelagem de pelo menos uma delas.

Vale ressaltar, também, que anteriormente, 68,75% dos respondentes alegaram já terem modelado projetos arquitetônicos, ao passo que, no *trainee*, apenas 56,25% modelaram essa disciplina. Pode-se entender que a autonomia gerada pela delegação da escolha das disciplinas que cada aluno modelaria foi responsável por mostrar que, ao menos no que tange os discentes

com conhecimentos prévios na disciplina arquitetônica, uma parcela desses buscaram desenvolver novas competências durante a etapa de *trainee*.

No que diz respeito à autonomia mencionada anteriormente, como pode ser observado no gráfico da Figura 7, ainda que a mesma proporção de alunos tenham modelado as disciplinas estrutural, arquitetônica e elétrica no *trainee*, poucos discentes realizaram exatamente a mesma atividade durante essa etapa. Os resultados mostram que existem variações entre as necessidades e/ou desejos de aprendizagem entre os alunos, indicando a importância da pluralidade de vivências dentro do processo seletivo. Desse modo, pode-se entender que a organização do processo seletivo se mostrou importante por proporcionar que um maior número de alunos pudessem ter seus anseios atendidos, o que se tornaria difícil com a adoção de uma estrutura padronizada e pautada na segmentação do conhecimento.

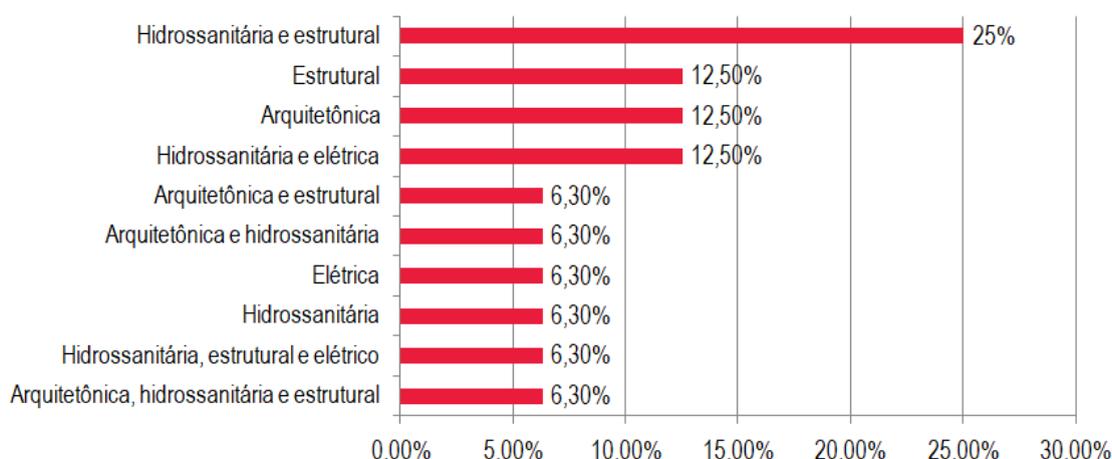


Figura 7: Distribuição das disciplinas modeladas pelos respondentes da pesquisa.

Fonte: Autores.

3.2.2. Compatibilização das disciplinas modeladas pelos participantes do *trainee*

Uma das etapas solicitada aos alunos constituiu a compatibilização entre as disciplinas modeladas por eles por meio do *software* Autodesk NavisWorks®. Percebeu-se que, antes do processo seletivo, dois alunos (12%) já possuíam experiências com a realização dessa atividade, enquanto ao final desse, cinco (31,25%) afirmaram ter conduzido essa etapa da elaboração dos seus projetos. Segundo Succar (2009), a tecnologia BIM pode ser dividida em três diferentes estágios. Enquanto o primeiro diz respeito à modelagem paramétrica das disciplinas, o segundo estágio configura no compartilhamento multidisciplinar do projeto, ou seja, se inicia o processo de colaboração, interoperabilidade e compatibilização de fases do projeto envolvendo diferentes disciplinas. Ao analisar os dados obtidos pode-se concluir que com a etapa de *trainee* conseguiu-se alcançar o segundo estágio de aprendizado do BIM.

3.2.3. Relevância da etapa de *trainee* na visão dos participantes

Corroborando com as discussões apresentadas anteriormente, dentre os respondentes do formulário, onze afirmam que, no mínimo, 70% do que sabem sobre BIM é resultado dessa experiência. Ademais, todos acreditam que, sem a presença da LABIM, não conseguiriam, nos seus cursos, se desenvolver da forma como fizeram por meio dos projetos em um mesmo período de tempo. Portanto, pode-se observar que os dados expostos acima são um reflexo positivo da atuação de segmentos acadêmicos, como a LABIM, na complementação da formação dos graduandos de Engenharias e Arquitetura.

3.2.4. Desenvolvimento de relações interpessoais entre os participantes do *trainee*

De acordo com Aguiar et. al (2011), a escala Likert pode ser usada de forma a medir a avaliação de entrevistados sobre algo com base em uma escala dividida em cinco níveis. Deve ser escolhido, então, um ponto dentre os cinco que melhor expresse a opinião do participante. Assim, utilizou-se dessa, a fim de analisar as percepções acerca das relações interpessoais estabelecidas durante a execução do projeto, visto que os trabalhos foram realizados em grupo. Os níveis usados para a avaliação da concordância e discordância dos alunos foram “concordo totalmente”, “concordo”, “nem concordo, nem discordo”, “discordo” e “discordo totalmente”, como pode ser visto nas figuras 8, 9 e 10.

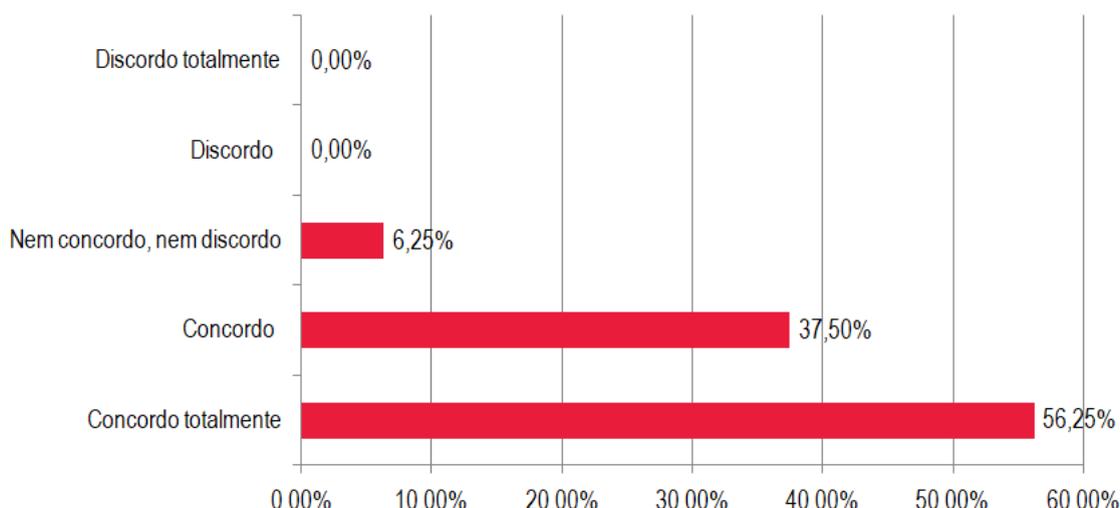


Figura 8: Respostas à afirmação “Mesmo a distância, em *home office*, a comunicação entre os colaboradores envolvidos foi efetiva.”

Fonte: Autores.

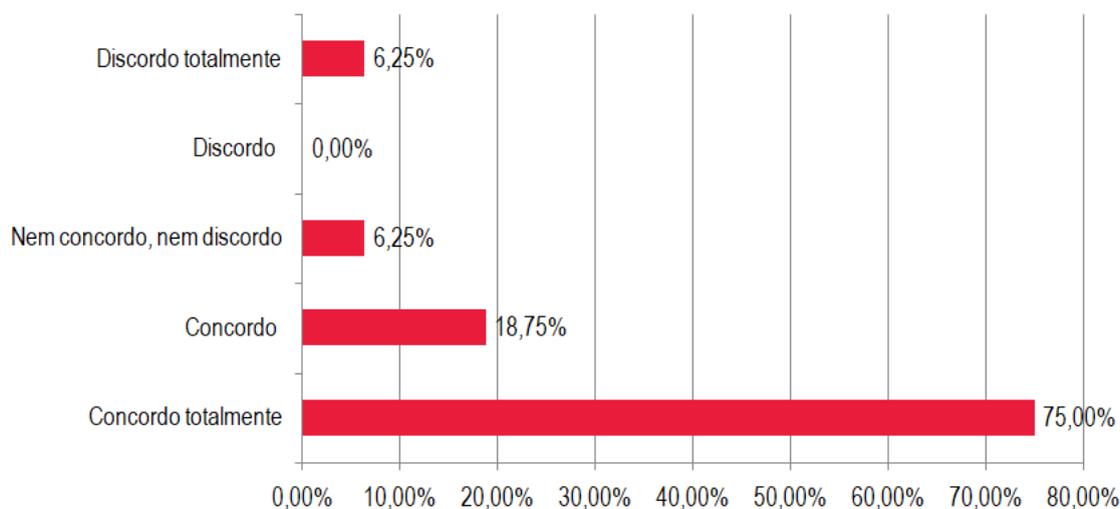


Figura 9: Respostas à afirmação “O *trainee* me proporcionou estabelecer relações interpessoais entre os participantes do meu grupo.”

Fonte: Autores.

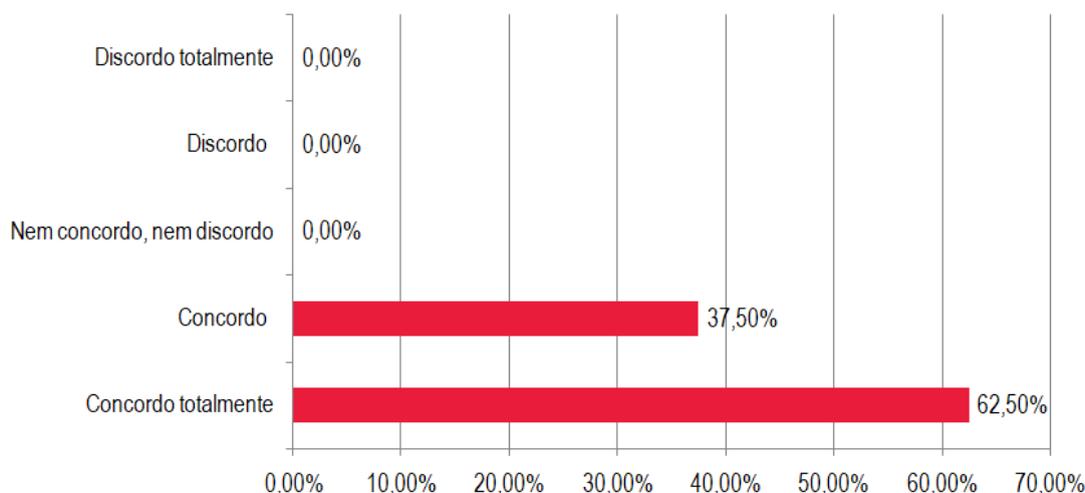


Figura 10: Respostas à afirmação "A divisão em grupos, com membros de diversas áreas de atuação e utilizando de métodos alternativos de comunicação (Google Meet, Whatsapp, etc.), foi efetiva para sanar os desafios da modelagem em BIM durante o *trainee*."

Fonte: Autores.

Analisando os dados obtidos, percebe-se que a comunicação entre os membros dos grupos foi efetiva não somente para a superar os desafios impostos pela realização de um projeto em BIM, mas também para estabelecer relações interpessoais entre os participantes. Esses resultados vão de encontro à obra de Soares et al. (2016), que afirma que "as relações sociais que se concretizam na universidade são entendidas por vários autores como importantes para a adaptação, vivência e alcance de resultados acadêmicos pretendidos pelos estudantes", evidenciando sua importância.

4. Conclusão

Como exposto ao longo do presente trabalho, observa-se a importância da Liga Acadêmica de BIM e Novas Tecnologias em exercer o seu papel de disseminar o BIM e a efetividade do processo seletivo em proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolver diferentes habilidades, além de trocas de experiências entre estudantes de períodos diversos.

A partir das discussões elaboradas com base nos dados coletados, fica evidente a contribuição da Liga para o desenvolvimento de competências na modelagem e compatibilização de projetos em BIM. De fato, destaca-se que todos os alunos participantes realizaram a modelagem de pelo menos uma disciplina no Autodesk Revit®, enquanto mais da metade desses realizaram a modelagem de duas ou mais. Ademais, mostra-se de grande relevância o alcance do estágio dois dessa tecnologia na etapa de *trainee* por 31,25% dos participantes. No que se refere às habilidades comportamentais, sobretudo a comunicação, 93,75% dos participantes concordam que estabeleceram relações interpessoais, desenvolvidas devido aos projetos realizados em grupos, o que se mostra importante para a sua futura vivência acadêmica.

Desse modo, conclui-se que, mesmo com a realização do projeto de forma virtual, o processo seletivo se mostrou uma experiência positiva na formação acadêmica e profissional dos alunos,

reiterando a importância de iniciativas que transcendem a sala de aula, como ligas acadêmicas, grupos de estudo e Programas de Educação Tutorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dado pela Liga Acadêmica de *Building Information Modeling* e Novas Tecnologias, Faculdade de Engenharia e a Universidade Federal de Juiz de Fora.

Referências

AGUIAR, B. et al. **USO DA ESCALA LIKERT NA ANÁLISE DE JOGOS. X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital**, 2011, Salvador.

AUTODESK, 3D model review software for architecture, engineering, and construction. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

AUTODESK, Multidisciplinary BIM software for higher-quality, coordinated designs. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BRASIL. Decreto Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 2, de 24 de Abril de 2019. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 out. 2021

CARVALHO, Y. M. et al. DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E SOCIAIS EM ENGENHARIA: impressões dos graduandos de uma Universidade pública. **XXV Encontro Nacional dos Grupos PET (ENAPET)**, 2020, Curitiba.

EASTMAN, Chuck. et al. **Manual de BIM**. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014.

FEDERACIÓN INTERAMERICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN. Pesquisa BIM / LATAM 2020. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZGYxMDA5MGYtMjE3Yi00MTM4LWE2ZjAtZmI0NTBINi00OTIzIiwidCI6ImZhNzk1MzFjLTU0NGJkMy05N2VlTl0NWU2ZWUyNjZiOCJ9>>. Acesso em: 10 out. 2021

SOARES, A. B. et al. **Relações Interpessoais Na Universidade: o que pensam estudantes da graduação em psicologia?** Estudos Interdisciplinares em Psicologia, Londrina, v. 7, n. 1, p. 56-76, jun. 2016.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction, v. 18, n.3, p. 357–375, mai 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Conselho Superior. Resolução Nº 33.2020, DE 14 DE AGOSTO DE 2020 Regulamenta a realização de Ensino Remoto Emergencial (ERE) nos cursos de graduação presencial da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em caráter excepcional, seguindo as orientações de proteção à saúde no contexto da pandemia do novo coronavírus.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora.** Disponível em: <https://www.ufjf.br/arquitetura/files/2009/12/PPC-AUR-2012_11_09-aprovado-CONGRAD-2013_02_18.pdf>. Acesso em: 08 out. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Civil.** Disponível em <<https://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/05/PPC-Engenharia-Civil-CCEC-16-Maio-2017-aprov-CONGRAD-Res.-59-2017-01-Jun.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2021.

ZARIFIAN, Philippe. **Objetivo competência: por uma nova lógica.** São Paulo: Atlas, 2001.

USO DE FERRAMENTAS BIM EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA NA SECRETARIA DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA

Raírio Mota | Universidade Estadual de Feira de Santana | rairiosmota@gmail.com

Matheus Azevêdo | Universidade Estadual de Feira de Santana

Victor Carneiro | Universidade Estadual de Feira de Santana

Manuella Queiroz | Universidade Estadual de Feira de Santana

Vagner Souza | Secretaria de Planejamento Municipal de Feira de Santana

Resumo: Decerto que no Brasil o termo "obras públicas" muitas vezes é associado à ineficiência e retrabalhos, sobretudo nas obras de infraestrutura. Essa associação acontece principalmente graças à ausência de informações e falta de compatibilização dos projetos, ocasionando incessantes solicitações de aditivos de custo e prazo. Almejando a redução de tais problemas, a Secretaria de Planejamento Municipal (SEPLAN), responsável pela elaboração dos projetos e orçamentos das obras da Prefeitura Municipal de Feira de Santana – BA, vem dando os primeiros passos no processo de uso das tecnologias *Building Information Modeling* (BIM) na execução das obras públicas municipais. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho são: realizar uma exposição do processo de implementação e uso de algumas ferramentas de modelagem BIM na elaboração dos projetos de infraestrutura na SEPLAN; discutir quais os resultados esperados em relação aos aditivos de custos das obras públicas de infraestrutura; e analisar os principais desafios à implementação do BIM em Feira de Santana. Para isso, foram realizadas revisões bibliográficas acerca do tema abordado, com o apoio da SEPLAN na obtenção de informações de processos para implementação do BIM. A partir do uso dos *softwares* BIM e das discussões acerca de tal necessidade na Secretaria, a criação da Comissão de Implantação do BIM em Feira de Santana surge como um resultado de fundamental importância ao processo de implementação. A elaboração dos primeiros projetos de infraestrutura deu incentivo à capacitação dos projetistas da SEPLAN, e o uso das ferramentas BIM implicou no aumento da precisão dos orçamentos. Espera-se, com isso, uma redução na quantidade de aditivos de custos, especialmente em função dos quantitativos obtidos através dos modelos desenvolvidos. Os resultados obtidos até o momento foram positivos, tendo em vista a ausência de projetos de infraestrutura desenvolvidos diretamente pela Secretaria anteriormente. No entanto, tomando como referência outros cases de sucesso com uso do BIM, há metodologias de implementação que apresentam melhores resultados no uso da tecnologia em órgãos públicos. Observa-se que o maior desafio em implantar o BIM consiste na reestruturação da maneira que os profissionais realizam suas atividades. Para adotar essa metodologia na SEPLAN, está sendo necessária uma adaptação do corpo técnico, incluindo o estabelecimento de objetivos internos, através de estratégias e do acompanhamento da qualidade do processo, o que demanda tempo e recursos. A Prefeitura mostra-se empenhada em realizar a implementação da metodologia BIM, principalmente na SEPLAN, realizando a aquisições de computadores e *softwares*. Todavia, esse processo é trabalhoso e carece de investimentos na capacitação de profissionais e gestores públicos, na definição de regras e responsabilidades, e em tecnologias que viabilizem os processos. Percebe-se, portanto, que a realização dessa análise é de fundamental importância, visto que a mitigação dos aditivos de custos está associada diretamente à diminuição dos valores totais gastos nos projetos, resultando em números mais próximos do planejado para as obras de infraestrutura. Dessa forma, ao se tratar de dinheiro público, a utilização destas ferramentas permite a redução dos custos das obras públicas, podendo os recursos remanescentes serem destinados a outros âmbitos para o bem estar da sociedade.

Palavras-chave: Building Information Modeling, infraestrutura, obras públicas, Engenharia Civil.

Abstract: Certainly, in Brazil the term "public works" is often associated with inefficiency and rework, especially in infrastructure works. This association mainly happens due to the absence of information and lack of project compatibility, causing incessant requests for cost and deadline additions. Aiming to reduce such problems, the Secretariat of Municipal Planning (SEPLAN), responsible for developing projects and budgets of the constructions for Feira de Santana City Hall, has been taking the first steps in the process of using Building Information Modeling (BIM) technologies in the execution of municipal public works. In this context, the objectives of this study are: to present the process of implementation and use of some BIM modeling tools in the preparation of infrastructure projects at SEPLAN; to discuss what are the expected results in relation to cost additives in public works of infrastructure; and to analyze the main challenges to the implementation of BIM in Feira de Santana. To this end, a literature review was conducted on the subject, with the support of SEPLAN to obtain information about processes on BIM implementation. With the use of BIM softwares and discussions about this need in the Secretariat, the creation of the BIM Implementation Committee in Feira de Santana emerged as a result of fundamental importance for the implementation process. The elaboration of the first infrastructure projects encouraged the training of SEPLAN's project planners, and the use of BIM tools led to an increase in the accuracy of the budgets. Thus, a reduction in the amount of cost additives is expected, especially according to the quantities obtained through the models developed. The results obtained so far have been positive, considering the absence of infrastructure projects developed directly by the Secretariat before. Nevertheless, taking other successful cases with the use of BIM as a reference, there are implementation methodologies that yield better results in the use of the technology in public agencies. It can be observed that the biggest challenge in implementing BIM consists in restructuring the way professionals perform their activities. To adopt this methodology in SEPLAN, an adaptation of the technical staff is being needed, including the establishment of internal objectives, through strategies and monitoring of the quality of the process, which requires time and resources. The City Hall is committed to implementing the BIM methodology, especially at SEPLAN, by purchasing computers and softwares. However, this process is laborious and requires investments in the training of professionals and public managers, in the definition of rules and responsibilities, and in technologies that enable the processes. Therefore, it can be seen that performing this analysis is of paramount significance, since the mitigation of cost additives is directly associated with the reduction of the total amounts spent on constructions, resulting in figures closer to those planned for the infrastructure works. Hence, when it comes to public money, the use of these tools allows the costs of public constructions to be reduced, and the remaining resources can be destined to other areas for the well-being of society.

Keywords: Building Information Modeling, infrastructure, public works, Civil Engineering.

1. Introdução

Planejar e gerir o desenvolvimento urbano de uma cidade e definir as intervenções a serem feitas não é uma tarefa simples, especialmente no que tange o planejamento e o projeto urbano, tendo em vista a expansão e o aumento da complexidade dos centros urbanos. De certa maneira, tais problemas são refletidos em grande parte das obras públicas brasileiras, onde o termo "obra pública" é quase um sinônimo de ineficiência, retrabalho e corrupção, principalmente graças à ausência de informações e à falta de compatibilização dos projetos (quando estes existem), acarretando em solicitações contínuas de aditivos de custo e prazo.

Essa situação é ainda mais evidente em obras de infraestrutura - drenagem, terraplenagem e pavimentação, por exemplo -, em que os projetos são mais complexos na sua elaboração, necessitando de informações precisas da topografia, características dos solos e das infraestruturas já existentes.

Ao longo dos anos, as técnicas de projeção em Engenharia Civil e Arquitetura evoluíram junto ao desenvolvimento tecnológico, saindo das pranchetas e desenhos à mão, passando pela plataforma CAD (*Computer Aided Design*) e chegando à metodologia BIM (*Building Information Modeling*). A utilização do BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, na esfera pública tem como principais motivações a redução de interferências construtivas na fase de projeto, a extração de quantitativos precisos e de documentação gráfica, elaboração de projetos eficientes, redução de erros humanos e economia de recursos financeiros e humanos (GONÇALVES JUNIOR, 2020?).

Na cidade de Feira de Santana, na Bahia, a Secretaria de Planejamento Municipal (SEPLAN) vem dando os primeiros passos no processo de uso do BIM na elaboração de projetos municipais com a compra de *softwares* e computadores e o treinamento do corpo técnico. O Departamento de Planejamento Urbano e Ambiental é o responsável pela elaboração dos projetos e orçamentos das obras na Prefeitura Municipal de Feira de Santana (PMFS) - a estrutura administrativa da SEPLAN pode ser observada na Figura 01. A implementação do BIM, por sua vez, ainda está em sendo estudada pela Comissão de Implantação do BIM em Feira de Santana.

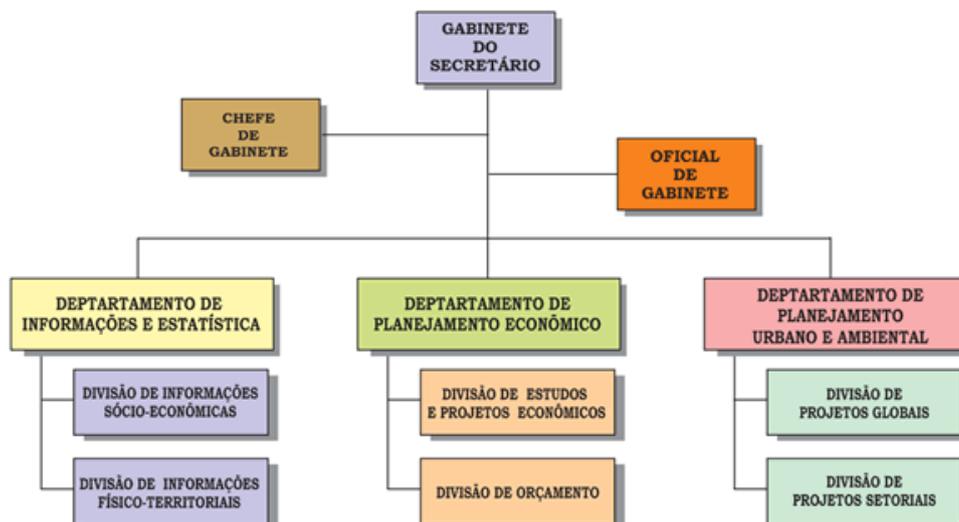


Figura 01 - Estrutura administrativa da SEPLAN.

Fonte: PMFS, 2021a.

1.1. Justificativa

Este trabalho é justificado pelas vantagens da utilização das ferramentas BIM na elaboração de projetos de infraestrutura, principalmente na maior assertividade na extração de quantitativos dos projetos; e redução de problemas como ausência de informações e falta de compatibilização dos projetos. Ademais, a utilização dessas ferramentas é uma etapa imprescindível na implantação da metodologia BIM como um todo. Por fim, nota-se que poucas são as pesquisas e trabalhos publicados sobre a utilização de ferramentas BIM em órgãos públicos, especialmente em projetos de infraestrutura urbana.

1.2. Objetivos

Sinteticamente, são três os objetivos deste trabalho:

- Realizar uma exposição do processo de implementação e uso de algumas ferramentas de modelagem BIM na elaboração dos projetos de infraestrutura na SEPLAN;
- Discutir quais os resultados esperados em relação aos aditivos de custos das obras públicas de infraestrutura;
- Analisar os principais desafios à implementação do BIM em Feira de Santana.

1.3. Metodologia

Este trabalho se caracteriza como um estudo de caso do processo de implementação de ferramentas BIM na elaboração de projetos de infraestrutura na SEPLAN. O primeiro passo foi delimitar o caso, buscando-se compreender melhor as condições particulares em tal situação. A segunda fase foi a coleta de dados, que contou com o apoio da SEPLAN na prospecção de informações de licitações de obras de infraestrutura e dos processos em andamento para implementação do BIM na PMFS. A terceira fase foi a de seleção, análise e interpretação documental, feitas com base em cases de sucesso de outros órgãos públicos brasileiros que passaram pelo processo de implementação do BIM. Numa quarta fase, foi realizado um breve relato, apresentando alguns dos dados analisados e interpretados, como a criação da Comissão de Implementação do BIM em Feira de Santana e algumas imagens de projetos elaborados.

2. Infraestrutura, Obras Públicas e BIM

Esta seção tem por objetivo apresentar os conceitos de obras públicas e obras de infraestrutura, apresentar as metodologias sugeridas por pesquisadores e instituições sobre a implementação do BIM e, por fim, expor cases de sucesso na execução de projetos e obras com o uso do BIM.

2.1. Empreendimentos de Infraestrutura

Infraestrutura pode ser definida como “os sistemas e serviços básicos, como transporte e suprimento de energia, que um país ou organização usam para funcionar com eficiência”, segundo o dicionário Cambridge (2021). Com o objetivo principal na redução de tempo, distâncias e custos, buscando-se a maior eficiência (SEBEN, 2018), os empreendimentos de infraestrutura são de fundamental importância para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas, estando diretamente relacionada com o crescimento do capital do país, em especial pela geração de empregos.

Buscando uma melhor definição para os empreendimentos de infraestrutura, pode-se caracterizá-los em cinco grandes áreas: infraestrutura ambiental (barragens, açudes, aterros), infraestrutura de energia (plantas de geração de energia, gás e óleo, mineração), infraestrutura de utilidades (redes de água, esgoto, drenagem, gás, comunicação), infraestrutura de recreação (parques, estádios) e infraestrutura de transportes (rodovias, ferrovias, aeroportos, túneis, pontes) (PASCOAL JÚNIOR et al., 2017).

No contexto de uma cidade de médio porte, como Feira de Santana, as obras de infraestrutura mais comuns são de utilidades, transportes e recreação. A execução de tais obras é precedida por estudos de viabilidade e implantação, projetos e orçamentos. Ao se tratar de obras públicas, definidas por Silva (2018 apud BRASIL, 2016) como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação considerada bem público, nem sempre o órgão público dispõe da quantidade necessária de profissionais para suprir as demandas, impactando diretamente na qualidade dos orçamentos, projetos e estudos elaborados.

2.2. Qualidade dos Projetos e Aditivos de Custo e Prazo

No levantamento feito por Alvarenga et al. (2021), são diversos os fatores que contribuem na extrapolação dos prazos e acréscimos nos custos das obras públicas pelo mundo, inclusive em países desenvolvidos. Os fatores mais frequentes foram projetos com erros ou aprovações tardias (14,1%), falhas de planejamento e controle (13,3%) e financeiros (11,9%). De mesmo modo, a pesquisa realizada por Jung, Kim e Lee (2016) cita que se deve ter maior atenção aos aspectos da qualidade do projeto, planejamento e do pagamento, pois são consideradas as causas mais prováveis para o crescimento nos valores dos custos e do tempo das obras.

Destaca-se a fase de projeto, que é uma importante etapa dentro do ciclo de vida do empreendimento, apresentando grande influência nos seus custos de execução. Mesmo com a devida importância, muitas vezes os projetos são entregues com inúmeras falhas e ausências de informações importantes, que como consequência, impacta negativamente na eficiência da execução das atividades (MELHADO, 1994).

Nota-se que, ao se tratar de uma obra pública, de acordo com Alvarenga et al. (2021), os problemas decorrentes do atraso da entrega de uma edificação são muito mais atenuantes, haja vista que além dos desperdícios dos recursos financeiros destinados às obras, sendo necessário a presença de aditivos, há também o fato de que a sociedade não poderá usufruir dos benefícios que essa construção irá proporcionar para a comunidade.

A utilização do BIM traz como vantagens a possibilidade de representar digitalmente os ativos construídos, permitindo a transferência de informações e dados do projeto entre diferentes softwares (AZEDO, 2018). Isso possibilita a integração entre as diversas informações do empreendimento, garantindo maior acurácia na elaboração dos projetos e orçamentos, na execução da obra e em sua manutenção.

2.3. Implementação do BIM em Obras Públicas de Infraestrutura

A implementação do BIM deve ser realizada de maneira eficiente e havendo conexão entre as etapas, haja vista que todo processo pelo qual se apresenta de forma complicada pode fazer com que se tenha entraves que dificultam esse processo. Nos últimos anos essa tecnologia se apresentou com um notório crescimento, principalmente nos âmbitos de obras públicas. Um importante case de sucesso de implementação do BIM, considerado um marco inicial, consiste no estado de Santa Catarina, que foi o primeiro estado a estabelecer um prazo de exigência do BIM nas licitações. Diante disso, importantes empresas e órgãos públicos já exigem a utilização dessa tecnologia em suas obras, como por exemplo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO).

Ao se tratar dessa implementação, é indispensável o treinamento e a modificação na infraestrutura tecnológica de softwares e hardwares, sendo a prefeitura responsável pela gestão dos processos, concedendo condições aos profissionais (SILVA, 2018). De acordo com Simões (2021, p. 1), a implantação do BIM nas prefeituras pode ser dividida em quatro etapas:

- I. Adequação de hardware e compras dos softwares necessários;
- II. Suporte e treinamento para equipe, capacitando a equipe para realização do projeto piloto;
- III. Ter um projeto piloto para pôr em prática o ambiente de trabalho real, fazer análises críticas, definir fluxos, interoperabilidade, conteúdo e padrões;
- IV. Fazer uma avaliação dos resultados, revendo as possibilidades de melhoria, onde o órgão armazena seu manual de boas práticas e define novas metas para execução das etapas I e II.

Desse mesmo modo, outro exemplo bastante utilizado de implantação do BIM em órgãos públicos consiste no processo ocorrido no estado do Paraná, com a instituição da “Estratégia BIM PR: PARANÁ RUMO À INOVAÇÃO DIGITAL NA OBRAS PÚBLICAS”, pelo Decreto n.º 3080 em 15 de outubro de 2019 (PARANÁ, 2020). Nessa estratégia, foi elaborado o “Plano de implantação da metodologia BIM PARANACIDADE”, que objetivou a adoção da metodologia BIM para o desenvolvimento, análise e acompanhamento de projetos. O método utilizado pelo modelo do PARANACIDADE visava:

- I. Desenvolver as condições para a capacitação da equipe técnica do PARANACIDADE para recepção, desenvolvimento e análise de projetos e acompanhamento de obras com o uso de tecnologias compatíveis com o BIM;
- II. Implantar a estrutura necessária para aplicação da metodologia no ambiente do PARANACIDADE;
- III. Desenvolver uma estratégia de desenvolvimento dos projetos piloto para conhecimento e aprimoramento da metodologia;

- IV. Desenvolver projetos padrão em BIM e disponibilizá-los aos municípios participantes de programas de investimentos na área do desenvolvimento urbano e regional;
- V. Fomentar o uso do BIM junto aos municípios, com linhas de financiamento e modelos de Termos de Referência para embasamento técnico;
- VI. Contribuir para as condições favoráveis ao investimento público e privado no fomento e implantação do BIM (PARANÁ, 2020, p. 7)

Para dirigir a implantação da estratégia do seu plano de ação, a fim de contornar os conflitos e riscos identificados e gerar informações, o PARANACIDADE definiu a criação de grupos de trabalho em momentos distintos, para atender as necessidades de cada etapa. No entanto, observou-se que o procedimento e acompanhamento da execução dessas ações dependem da capacidade técnica dos municípios, necessitando do apoio dos mesmos na gestão (PARANÁ, 2020).

3. Resultados

Antes de abril de 2021, a SEPLAN não elaborava projetos de infraestrutura por falta de corpo técnico suficiente para tais serviços dentro da PMFS, havendo apenas uma estimativa dos serviços que seriam realizados, com base na experiência dos elaboradores dos orçamentos. Em obras maiores, eram contratados projetos que, em sua maioria, eram elaborados em ferramentas CAD. A partir da contratação de alguns estagiários de Engenharia Civil, estudantes da Universidade Estadual de Feira de Santana, foi possível a elaboração dos primeiros projetos básicos com uso de ferramentas BIM, graças aos conhecimentos prévios de alguns e treinamentos custeados particularmente, mas também pelo interesse do Diretor da SEPLAN em adequar os projetos às exigências futuras do Decreto nº 10.306 de 2020 (BRASIL, 2020).

No processo de elaboração dos projetos, notou-se a dificuldade de instaurar outras etapas do BIM, além da projeção em si. Com o intuito de entender como outros órgãos públicos brasileiros passaram pelo processo de implementação do BIM, pesquisou-se sobre *cases* de sucesso. Assim, seria possível seguir passos semelhantes para obter tal sucesso na SEPLAN. Ao final, foi realizada uma explanação sobre os resultados obtidos - como a criação da Comissão de Implementação do BIM em Feira de Santana - no processo ainda incipiente, mas fundamental, de implantação do BIM e de suas ferramentas na elaboração de projetos de infraestrutura realizados pela SEPLAN, entre abril e novembro de 2021.

3.1. Implementação do BIM na SEPLAN

No caso de Feira de Santana, as secretarias envolvidas para o processo foram a Secretaria de Planejamento (SEPLAN), Superintendência de Operações e Manutenção (SOMA) e Secretaria de Meio Ambiente (SEMMAM), sendo a elaboração dos alvarás de requerimentos realizados pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDUR). Elas visam iniciar oficialmente o processo de implantação do BIM com a contratação do serviço de consultoria para implementação BIM pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial da Bahia (SENAI, 2021). O objetivo do contrato é habilitar os profissionais dos órgãos de Arquitetura, Engenharia e Construção para a metodologia de trabalho BIM por meio de uma consultoria para implementação BIM e de capacitações sobre abordagens gerais do paradigma BIM.

A "Consultoria para implementação BIM" foi dividida em 4 (quatro) etapas (Figura 02), com carga horária total de 264 horas, incluindo atividades de consultoria assistida, processos de análise, desenvolvimento e preparação de material de suporte.

Etapas da implementação BIM	Escopo de atividades	Carga horária média estimada
Diagnóstico e Mapeamento de Maturidade BIM	Diagnóstico geral da Empresa: levantamento de informações de infraestrutura física e tecnológica, fluxos de trabalho, equipes internas e externas, boas práticas e procedimentos.	32 h
	Pesquisa e avaliação da maturidade BIM atual da Empresa.	
	Relatório inicial - Maturidade BIM.	
Definição de Metas Estratégicas e Processos Preparatório para Implantação BIM	Definição dos estágios de maturidade futuros, elaboração do Roadmap de implantação BIM: objetivos, metas mensuráveis, usos BIM, ações estratégicas, necessidades de aquisições, treinamentos reestruturação de processos e equipes ao longo do tempo (estágios e prazos).	72 h
	Construção do Plano de Implantação BIM (BIP): reorganização de fluxos de trabalho com construção dos mapas de fluxo BIM e organização da informação, ações, responsabilidades e estruturação da equipe BIM, além de infraestrutura tecnológica e de suporte operacional.	
	Desenvolvimento do Plano de Execução BIM (BEP): Elaboração de BEP customizado para uso como documentação gerencial de base para as aplicações BIM pela empresa em projetos futuros e preenchimento do BEP para o Projeto Piloto.	

(a)

Etapas da implementação BIM	Escopo de atividades	Carga horária média estimada
Desenvolvimento Assistido do Projeto Piloto	Consultoria assistida para aplicação prática BIM por equipe da empresa em etapas de projeto – modelagem BIM 3D	64 h
	Consultoria assistida para aplicação prática BIM por equipe da empresa em etapas de orçamentação e planejamento de obra – aplicação BIM 4D e 5D	48 h
	Consultoria assistida para aplicação prática BIM por equipe da empresa em etapas de as-built e preparação de modelo para usuário final	28 h
Avaliação do Processo	Relatório de avaliação da implementação e reavaliação de maturidade BIM.	20 h
	Reajuste de metas estratégicas e ações futuras pela empresa.	
Total por empresa		264 h

(b)

Figura 02 - Etapas do serviço de consultoria para implementação BIM na Prefeitura Municipal de Feira de Santana
Fonte: SENAI, 2021

Já as “Capacitações sobre abordagens gerais do paradigma BIM”, com carga horária de 56 horas, são compostas por um módulo de capacitações BIM que contempla 4 (quatro) disciplinas básicas sobre os principais conceitos da metodologia (Figura 03). Entretanto, a proposta não inclui a capacitação de ferramentas BIM, sendo que o corpo técnico da Prefeitura carece de conhecimento sobre essas ferramentas, constituindo-se assim uma dificuldade de implantação atrelada ao fator pessoas.

Módulo de capacitação BIM proposto	Tópicos abordados	Carga horária	Carga horária total
Módulo de capacitações teóricas com abordagens de conceitos, aplicações e visão geral das ferramentas, mas sem prática de ferramentas BIM	Fundamentos BIM	8 h	56 h
	Gestão da implantação e contratação BIM para empresas	12 h	
	Coordenação e Integração de Projetos BIM	12 h	
	Tecnologia BIM para apoio na gestão de obras	12 h	
	Licitação e Contratos BIM	12h	

Figura 04 - Módulo de capacitações sobre abordagens gerais do paradigma BIM
Fonte: SENAI, 2021

Seguindo o modelo de implementação BIM do Paraná, iniciado em 2014, referência em implementação BIM em prefeituras no Brasil, o ponto para o início do BIM seria fomentar e promover aprendizado coletivo na secretaria por meio de palestras, seminários ou *workshops* sobre a metodologia. Nesse ponto, a Prefeitura de Feira de Santana vem buscando a contratação de uma consultoria técnica e capacitações básica no paradigma BIM, ou seja, o município ainda está na fase inicial do planejamento da implementação.

3.1.1. Projetos de Infraestrutura com uso de Ferramentas BIM na SEPLAN

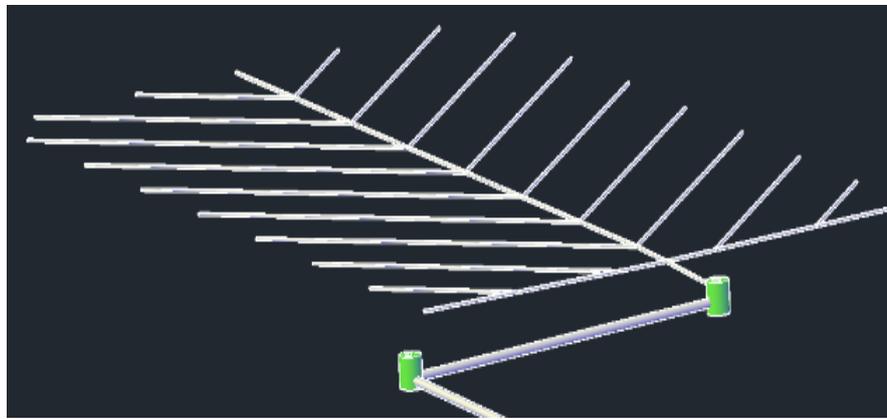
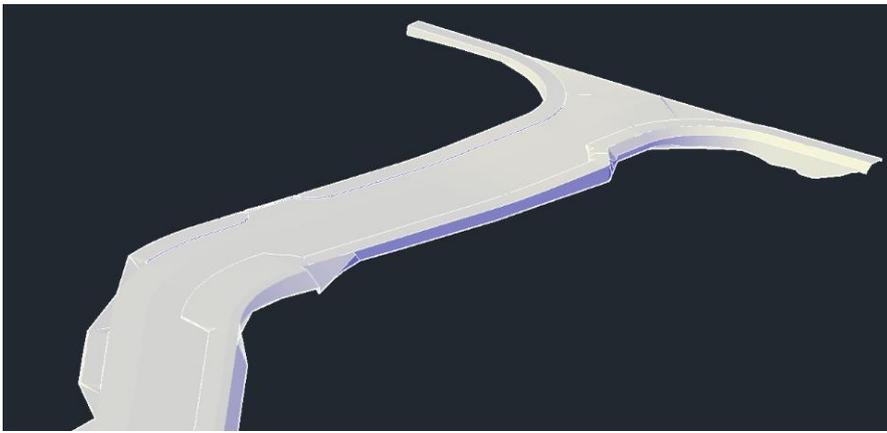
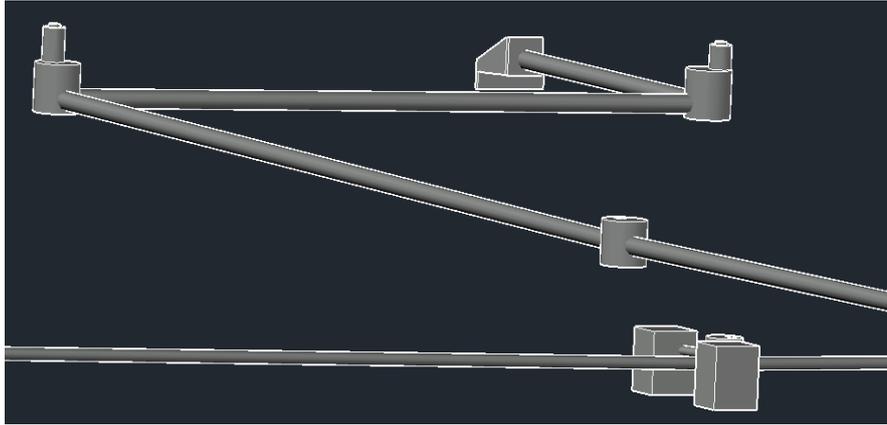
As ferramentas computacionais BIM são aquelas capazes “de participar em um processo BIM, lendo, interpretando e/ou gerando modelos BIM” (CORRÊA et al., 2019). Estas são utilizadas na elaboração de projetos de infraestrutura que possibilitam o compartilhamento de informações para trabalhos colaborativos e permitem a construção virtual dos empreendimentos, análise de opções de implantação, e avaliação de interferências entre as disciplinas projetadas. Para o uso de tais ferramentas, são necessários o treinamento e a capacitação do corpo técnico da empresa ou órgão, como uma das etapas para implementação do BIM (SIMÕES, 2021). Tal processo demanda investimento de tempo, necessitando de incentivos por parte da chefia e interesse por parte da equipe técnica.

Entre 05/04/2021 e 19/11/2021, foram elaborados alguns projetos de infraestrutura e estudos de viabilidade na SEPLAN utilizando ferramentas BIM. Nesse período, aconteceu o processo de aprendizado dos *softwares* para cada tipo de projeto elaborado. Cabe ressaltar que todos os projetos apresentados abaixo foram elaborados por um único estagiário. A tabela 01 traz um resumo da quantidade de projetos elaborados.

Tabela 01 - Quantidade de projetos elaborados com uso de ferramentas BIM, divididos por tipo

	Drenagem	Pavimentação	Terraplenagem	Geométrico	Estudos de viabilidade
Finalizados	06	02	03	01	01
Em andamento	02	02	02	00	02

Os softwares utilizados na SEPLAN para elaboração dos projetos e estudos de viabilidade de infraestrutura foram os da empresa Autodesk, o *InfraWorks* e o *Civil 3D*. Essas ferramentas são comumente utilizadas em fluxos de trabalho que: dependem de um estudo prévio que garanta acurácia, da modelagem, visualização dinâmica e a criação de estruturas paramétricas (*InfraWorks*); permitam a modelagem e elaboração de projetos executivos, com detalhamentos de infraestruturas e alterações nas diversas estruturas do modelo (*Civil 3D*); e, por fim, possibilitem a interoperabilidade entre tais softwares (AUTODESK, 2021). Abaixo são apresentadas imagens com alguns dos projetos elaborados com ferramentas BIM.





(e)

Figura 04 - Projetos e estudos elaborados com ferramentas BIM pela SEPLAN

Fonte: Autores

3.1.2. Comissão de Implantação do BIM em Feira de Santana

Balizando-se na implementação do BIM no âmbito nacional, a partir do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 – conhecido como Decreto BIM –, onde ficou estabelecida a utilização do BIM “na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (BRASIL, 2020), a PMFS se pôs a discutir internamente sobre o BIM em Feira de Santana. Este é um enorme desafio aos órgãos públicos, especialmente àqueles com poucos profissionais especializados e atualizados acerca do tema. A comissão de implantação do BIM foi publicada por meio da Portaria nº 585/2021 (PMFS, 2021b) e se apresentou com o objetivo de auxiliar no processo de inserção desta tecnologia no órgão público. Essa comissão apresentou como objetivo não apenas a implantação do conceito de modelagem, mas também o gerenciamento de tais atividades inerentes. Diante disso, a criação desse grupo se apresentou como um importante ponto para uma maior eficiência no processo de implementação dessas tecnologias, sendo que seus componentes serão responsáveis pela observação da implantação.

3.2. Aditivos de Custos das Obras de Infraestrutura

Todas as obras de infraestrutura executadas tiveram aditivos de custo, segundo levantamento feito pela SEPLAN dos contratos firmados junto à PMFS. A elaboração dos projetos com o uso dos *softwares* BIM teve como finalidade a obtenção de orçamentos e planejamentos mais precisos, assim, espera-se que os projetos de drenagem, terraplenagem e os estudos de viabilidade não tenham valores de aditivos solicitados inferiores ao padrão para essas categorias, ou até mesmo, em um cenário ideal, não necessitem de aditivos.

3.3. Principais Desafios à Implementação do BIM em Feira de Santana

Na SEPLAN, apesar de já iniciada a elaboração de alguns projetos de infraestrutura em BIM, a maioria das demandas ainda não são elaboradas com esse conceito, devido à falta de conhecimento dos softwares. O fator mão de obra é uma peça fundamental para o sucesso da implementação do BIM em obras públicas, pois a mudança de mentalidade e cultura das equipes é um grande desafio nesse processo que depende, dentre outros fatores, do conhecimento das ferramentas e da metodologia (SILVA, 2018).

Outro ponto de dificuldade é a indisponibilidade de recursos, já que, os equipamentos de infraestrutura técnica precisam de grande investimento, pois, conforme Silva (2018), muitas vezes modernizar esses equipamentos e softwares exigem uma total reestruturação tecnológica dos órgãos. Contudo, apesar dos recursos escassos, a Prefeitura de Feira de Santana, conseguiu investir um total de R\$ 90 mil reais na aquisição de softwares BIM para o desenvolvimento de projetos.

4. Considerações Finais

A implementação das ferramentas BIM em obras públicas apresenta alguns desafios a serem ultrapassados, como a ausência de profissionais com domínio das ferramentas e também no que se diz respeito à mudança de cultura dos colaboradores. No entanto, durante o estudo da implementação dessas ferramentas na PMFS, foram observados importantes avanços nesse âmbito, como por exemplo a aquisição de computadores e *softwares* e a criação da Comissão de Implantação do BIM em Feira de Santana.

Até então, tal implementação encontra-se em fase inicial, tramitando no processo de contratação do serviço de consultoria para a inserção dessas ferramentas por meio do SENAI. Diante disso, ainda não houve um projeto que esteja finalizado e que teve todo o seu processo feito por meio da utilização dessas ferramentas. A análise apresentada aqui é limitada, especialmente pela ausência de resultados concretos da redução de aditivos em obras de infraestrutura causadas pela elaboração de projetos com uso de ferramentas BIM.

Todavia, são notórias algumas importantes mudanças nas áreas do planejamento e da gestão, motivadas pela utilização dessas ferramentas, como nos projetos de infraestruturas, que possibilitam a elaboração de estudos, projetos e possíveis modificações de forma mais célere, além da apresentação de informações com maior precisão, resultando em orçamentos mais detalhados e permitindo a melhor tomada de decisão dos gestores públicos.

Considera-se que a utilização das ferramentas BIM no âmbito da gestão pública se designa de extrema importância. Isso se deve ao fato que, por meio destas, é possível a obtenção de uma maior assertividade nos quantitativos, resultando na diminuição dos aditivos contratuais. Por conseguinte, essa diminuição se traduz positivamente nos aspectos financeiros para os órgãos públicos, podendo ser destinados a outras vertentes para o bem-estar da sociedade do município.

Referências

- ALVARENGA, F. C.; MAUÉS, L. M. F.; JÚNIOR, P. C. S.; MACEDO, A. N. **Alterações de custo e prazo em obras públicas**. Ambiente Construído, v. 21, n. 1, p. 161-180, 2021.
- AUTODESK. **Arquitetura, Engenharia e Construção**. 2021. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.
- AZEDO, C. E. **Avaliação do uso de Building Information Modeling (BIM) em obras de Infraestrutura Urbana: estudo de caso de loteamento urbano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192365/TCC%20Caio%20Escote%20Azedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.
- BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 08 de outubro de 2021.
- CAMBRIDGE DICTIONARY. **Dicionário: Significado de *infrastructure* em inglês**. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/infrastructure>>. Acesso em: 07 de outubro de 2021.

CORRÊA, S. L. M.; SIVIERO, L. F.; FREITAS, R. O.; CORREA, F. R.; SANTOS, E. T. BIM para infraestrutura de transportes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em:

<<https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/180>>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

GONÇALVES JÚNIOR, F. de A. A. MAIS ENGENHARIA. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia.** 2020?. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2021.

JUNG, J. H.; KIM, D. Y.; LEE, H. K. **The computer-based contingency estimation through analysis cost overrun risk of public construction project.** KSCE Journal of Civil Engineering, v. 20, n. 4, p. 1119-1130, 2016.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PARANÁ (Estado). Secretaria do Desenvolvimento Urbano e de Obras Públicas. **Plano de Implantação BIM: Serviço Social Autônomo PARANACIDADE.** Curitiba, n. 57, setembro de 2020. Disponível em:

<http://www.paranacidade.org.br/arquivos/File/BIM/Plano_de_Implantacao_BIM_Paranacidade_-_publicacao.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

PASCOAL JÚNIOR, J.; ARROTÉIA, A. V.; ASSUNÇÃO, A.; SANTOS, E. T.; MELHADO, S. B. **Análise de casos práticos da adoção do processo BIM em empreendimentos de infraestrutura.** Research Gate. São Paulo, abril de 2017. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/316059908_Analise_de_casos_praticos_da_adocao_do_processo_BIM_em_empreendimentos_de_infraestrutura>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

PMFS - Prefeitura Municipal de Feira de Santana. **Portaria nº 585/2021, de 16 de julho de 2021.** Criar Comissão para implantação do conceito de modelagem e gerenciamento das atividades inerentes à projetos e construção de obras de engenharia. Diário Oficial Eletrônico. Município de Feira de Santana. ANO VII – EDIÇÃO 1755 – DATA 17/06/2021. 2021b. Disponível em: <<https://diariooficial.feiradesantana.ba.gov.br/atos/executivo/1JD5EK16062021.pdf>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.

PMFS - Prefeitura Municipal de Feira de Santana. **Secretaria Municipal de Planejamento.** 2021a. Disponível em: <<https://www.feiradesantana.ba.gov.br/secretarias.asp?id=12#gallery12>>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

SEBEN, F. D. **Infraestrutura e desenvolvimento econômico: proposta de um modelo analítico.** Economia e Sociedade, v. 27, n. 3, p. 971-996, 2018.

SENAI (Bahia). SENAI CIMATEC. **Proposta de prestação de serviço para a Prefeitura Municipal de Feira de Santana.** Área de Construção Civil - Programa de Implementação BIM, Salvador, n. 11, setembro de 2021.

SILVA, M. M. **Análise dos benefícios e dificuldades da implantação da metodologia BIM em obras públicas de municípios de pequeno porte.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília.

SIMÕES, D. **Confira as 4 etapas de implantação BIM em prefeituras.** MAPData, janeiro de 2021. Disponível em: <<http://blog.mapdata.com.br/index.php/2021/01/27/bim-em-prefeituras/>>. Acesso em: 29 outubro de 2021.



5° EABIM

ENCONTRO ACADÊMICO DE BIM DE MINAS GERAIS

