



# 4º E A B I M

ENCONTRO ACADÊMICO DE BIM DE MINAS GERAIS



18 DE NOVEMBRO  
MINASCON 2020

TRABALHOS APRESENTADOS NO  
4º EABIM – ENCONTRO ACADÊMICO DE *BUILDING INFORMATION MODELING*  
(BIM) DE MINAS GERAIS

BELO HORIZONTE  
MINAS GERAIS  
MINASCON 2020

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.

NENHUMA PARTE DESTA PUBLICAÇÃO PODE SER REPRODUZIDA, ARMAZENADA OU TRANSMITIDA TOTAL OU PARCIALMENTE, POR NENHUMA FORMA E NENHUM MEIO, SEJA MECÂNICO, ELETRÔNICO, OU QUALQUER OUTRO, 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 3ª 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 3ª 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 semestral, 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 abordam 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.

#### **COMITÊ ORGANIZADOR | 4º EABIM**

---

Camila Fonseca Melo Lima

Carla de Paula Amaral Macedo

Daniel Pinheiro Santos

José Alexandre Péret Dell'Isola

Lúcio de Souza Campos Neto

#### **COMITÊ CIENTÍFICO | 4º EABIM**

---

Daniel Pinheiro Santos

Daniela Matschulat Ely

Eduardo Marques Arantes

Everaldo Bonaldo

Gustavo Vasconcellos

Maiara Lisboa batista

#### **COMITÊ ACADÊMICO | CBIM-MG**

---

Camila Fonseca Melo Lima

Carla de Paula Amaral Macedo

Daniel Pinheiro Santos

José Alexandre Péret Dell'Isola

Lúcio de Souza Campos Neto

#### **COORDENAÇÃO EDITORIAL**

---

Daniel Pinheiro Santos

#### **EDIÇÃO**

---

Daniel Pinheiro Santos

## REALIZADORES

---



## APOIADORES

---



## APOIADOR INSTITUCIONAL

---



**PROGRAMAÇÃO GERAL**

<b>HORÁRIO DE INÍCIO</b>	<b>TEMAS E PARTICIPAÇÕES</b>
	<b>MESTRE DE CERIMÔNIA: CAMILA LIMA</b>
14:00	APRESENTAÇÃO DA CBIM-MG   <b>CAMILA LIMA</b>
14:10	APRESENTAÇÃO DO COMITÊ ACADÊMICO DA CBIM-MG   <b>DANIEL PINHEIRO</b>
14:20	APRESENTAÇÃO DO 4º EABIM   <b>DANIEL PINHEIRO</b>
14:30	<p><b>PAINEL 1   APRESENTAÇÃO: DANIEL PINHEIRO</b></p> <p>ACADEMIA 01: UFRRJ (RJ) – PROFª ANA PAULA RIBEIRO            ACADEMIA 02: LABIM UFBA (BA) – PROF. SÁVIO MELO            ACADEMIA 03: UFRN (RN) – PROFª JOSYANNE GIESTA            ACADEMIA 04: PUC-MG (MG) – PROF. EVERALDO BONALDO            ACADEMIA 05: CEFET-MG (MG) – PROFª DANIELA ELY</p>
15:05	<b>DEBATE 1: ENSINO DE BIM NAS ACADEMIAS   MEDIAÇÃO: DANIEL PINHEIRO</b>
15:30	<p><b>PAINEL 2   APRESENTAÇÃO: LUCIO CAMPOS</b></p> <p><b>PALESTRA: IGNASI PEREZ ARNAL</b> (BIM ACADEMY – ESPANHA)            TEMA: BIM E A FORMAÇÃO À DISTÂNCIA: EDUCAÇÃO SEM FRONTEIRAS</p> <p><b>PALESTRA: PROFª REGINA COELI RUSCHEL</b> (UNICAMP)            TEMA: MINHA HISTÓRIA DE ENSINO DE BIM</p>
16:10	<b>DEBATE 2: IGNASI PEREZ E REGINA RUSCHEL   MEDIAÇÃO: LUCIO CAMPOS</b>
16:30	<p><b>PAINEL 3   APRESENTAÇÃO: CAMILA LIMA</b></p> <p>ARTIGO 01 – LETÍCIA AZEVEDO            012 – UM ESTUDO DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA E GESTÃO DA UNIV. FEDERAL DE JUIZ DE FORA</p> <p>ARTIGO 02 – IRES VIEIRA            001 – CITY INFORMATION MODELING: UMA ANÁLISE NA BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES</p> <p>ARTIGO 03 – PÂMELA SILVA            015 – BIM E O PLANEJAMENTO DE PROJETOS – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</p>
17:00	<b>DEBATE 3: PERGUNTAS E REPOSTAS SOBRE OS ARTIGOS   APRESENTAÇÃO: CAMILA LIMA</b>
17:30	<b>PREMIAÇÃO DOS ARTIGOS   APRESENTAÇÃO: CAMILA LIMA</b>
17:35	<b>COMUNICADOS E ENCERRAMENTO   APRESENTAÇÃO: DANIEL PINHEIRO</b>



## SUMÁRIO

---

<b>A PRÁTICA ATUAL DO PLANEJAMENTO DE OBRAS E OS RECURSOS BIM 4D: O ENSINO COMO MEDIADOR</b> <i>LUDMYLLA SILVA, VINICIUS SANTOS</i>	<b>10</b>
<b>BIM E O PLANEJAMENTO DE PROJETOS – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> <i>PÂMELA SILVA, ALDO CARVALHO, DAVID REZENDE E MAURÍCIO MOLINA</i>	<b>18</b>
<b>CITY INFORMATION MODELING: UMA ANÁLISE NA BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES</b> <i>FRANCISCA MELO, JOSYANNE GIESTA</i>	<b>27</b>
<b>CONTRIBUIÇÕES DO BIM PARA APLICAÇÃO DO LEED EM PROL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO DA LITERATURA</b> <i>ALDO CARVALHO, DAVID REZENDE E PÂMELA SILVA</i>	<b>38</b>
<b>INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DO BIM NA BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA: ABORDAGEM NO PERÍODO DE 2007 A 2019</b> <i>SARA ROCHA, JOSYANNE GIESTA</i>	<b>50</b>
<b>REQUISITOS PARA PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM BIM ATENDENDO AO DECRETO N.º 10.306/2020</b> <i>THAÍS GERAKEI, EDVANIO PACHECO TEIXEIRA</i>	<b>58</b>
<b>UM ESTUDO DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA E GESTÃO DA UNIV. FEDERAL DE JUIZ DE FORA</b> <i>LETÍCIA AZEVEDO, PEDRO MELO, PEDRO LAZZARINI, WELLINGTON SILVA</i>	<b>70</b>
<b>UM OLHAR SOBRE O CITY INFORMATION MODELING: ANÁLISE DAS PRODUÇÕES BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2009 A 2019</b> <i>JOANNA PINTO, JOSYANNE GIESTA</i>	<b>80</b>



## A PRÁTICA ATUAL DO PLANEJAMENTO DE OBRAS E OS RECURSOS BIM 4D: O ENSINO COMO MEDIADOR

Ludmylla Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Goiânia

Vinicius Santos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Goiânia

### Resumo:

Apesar da difusão dos projetos de edifícios em modelos tridimensionais já estar em consolidação, o planejamento para a construção ainda é elaborado de forma independente dos recursos BIM. A incorporação do fator tempo ao modelo 3D, a identificação de incompatibilidades e a possibilidade de estudo das etapas da obra são características dos recursos BIM 4D. O planejamento e o gerenciamento de obras atual facilitam a adoção do BIM 4D? Por meio de um estudo de caso de duas construtoras da cidade de Goiânia foi possível conhecer como o planejamento de obras acontece e se faculta a utilização das estratégias BIM 4D. Constatou-se que o planejamento é uma atividade particularizada nas empresas e que a maturidade de gestão e a capacitação dos profissionais destacam-se como fatores importantes para se realizar a implementação do BIM 4D. O ensino do planejamento de obras e do BIM pode ser o mediador deste processo ao permitir ao estudante uma compreensão renovada da prática do planejamento e a ampliação de possibilidades com os recursos BIM 4D.

**Palavras-chave:** Planejamento da construção, Gestão da informação, BIM (Building Information Modeling)

### Abstract:

Although the diffusion of building projects in three-dimensional models has already been consolidated, the construction planning is still made independently of the BIM resources. The incorporation of the time factor to the 3D model, the identification of incompatibilities and the possibility of studying the construction steps are the highlighted resources of the BIM 4D. The current practice of planning and works management facilitate the adoption of BIM 4D? Through a case study of two construction companies in the city of Goiânia it was possible to know how the construction planning happens and whether it is possible to use the BIM 4D strategies. It was found that planning is a particular activity in companies and that management maturity and professionals training stand out as important factors to implement the BIM 4D. The teaching of construction planning and BIM can be the mediator of this process by allowing the student a renewed understanding of the practice of planning and expanding possibilities with BIM 4D resources.

**Keywords:** Construction planning, Information management, BIM (Building Information Modeling)

### 1. Introdução

A construção civil brasileira, acompanhando as inovações tecnológicas em escala mundial, tem se aprimorado e buscado o atendimento a requisitos de qualidade e produtividade com a redução de custos e do consumo de recursos naturais. Nesse contexto tem papel determinante a incorporação de novas tecnologias de produção como o BIM (SUZUKI; SANTOS, 2015). A

abordagem BIM tem contribuído para reverter o histórico perfil da indústria da construção civil, que tem dificuldade no controle real das variáveis custo e prazo (PEREIRA, 2014).

Esta pesquisa de iniciação científica dedicou-se ao estudo de caso do processo de planejamento desenvolvido por construtoras goianienses para conhecer os fluxos e ferramentas de planejamento utilizadas com vistas a identificar oportunidades de melhoria que orientem a implementação de um efetivo planejamento da produção apoiado por ferramentas 4D. Por consequência, buscou-se entender como os conceitos BIM estão sendo incorporados à prática das empresas de construção e se a implementação destes princípios aconteceu de fato.

Os objetivos vão ao encontro dos esforços desenvolvidos em nível nacional por organizações representativas do setor da construção civil, como a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e do Governo federal como a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial ligada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (ABDI-MDIC), além de iniciativas locais, como a desenvolvida pela Federação das Indústrias do Estado de Goiás (FIEG) para a divulgação, compreensão e implementação das ferramentas BIM na indústria da construção.

Este caminho é o mesmo já trilhado, há algum tempo, pelos países europeus, como a Inglaterra e a Espanha, em que os recursos BIM já são obrigatórios para a concepção e renovação de obras públicas (SUZUKI; SANTOS, 2015).

## **2. A construção civil e a metodologia *Building Information Modeling* (BIM)**

O conceito *Building Information Modeling* (BIM) foi desenvolvido nos EUA com o objetivo de melhorar as concepções de projetos, minimizando suas falhas. A proposta era desenvolver a modelagem do projeto e simultaneamente subsidiá-lo com informações da construção (materiais, orçamento, tempo, métodos construtivos e outros). Com o BIM é modificada não apenas a maneira de desenhar, como também a forma de se apresentar o projeto, ampliando as possibilidades de visualização, de modo a associar também ferramentas de compatibilização, planejamento e orçamento.

Succar (2009) e Eastman *et al.* (2014) definem o BIM como um conjunto de processos, políticas, tecnologias que ao serem associadas formam uma metodologia capaz de gerenciar todo o ciclo de vida de um empreendimento.

Proporcionais ao alto índice de importância da construção civil na economia brasileira (TEIXEIRA, 2005) estão os números do desperdício no setor, resultante das deficiências de planejamento na execução de serviços, no orçamento das despesas e até na compra e armazenamento de materiais. O valor financeiro do desperdício atinge um número próximo a 25% dos custos totais (BASTOS, 2015).

No contexto de modernização da construção civil brasileira na década de 90, o aumento da competitividade demandou a incorporação de novas tecnologias, materiais e processos voltados para a cadeia construtiva, como a incorporação da informatização das informações e de processos da construção civil (ABDI, 2017b). Neste sentido, a abordagem de produção orientada pelo BIM ainda está em implementação dentro da indústria da construção, tanto em termos conceituais quanto em termos práticos (COELHO, 2017).

O uso das informações de modelos tridimensionais de edifícios para o planejamento e gerenciamento da produção, por sua vez, ainda é um recurso em fase de experimentação na construção civil brasileira (ABDI, 2017a) e o modelo BIM 4D proporciona a possibilidade de compatibilização destas informações que, no entanto, depende da compreensão dos conceitos

BIM e de suas implicações para a implementação adequada e vantajosa destas ferramentas tecnológicas.

### **3. O planejamento e o controle de obras**

A gestão ineficiente é uma das principais causas de falhas em empreendimentos da construção civil (KOSKELA E HOWELL, 2002; BAZANELLA, 2019). Laufer e Tucker (1987) apontaram que o planejamento da produção é tido como algo que normalmente não é encarado como processo gerencial, mas como o resultado da aplicação de uma ou mais técnicas de preparação de planos, que, em geral, utilizam informações pouco consistentes ou baseadas na experiência e intuição de gerentes de produção.

O controle da execução ainda é equivocadamente realizado de maneira interna e imediata na obra e quando baseado, sobretudo, na troca de informações verbais entre o engenheiro e o mestre-de-obras, o que segundo Formoso (1999) visa uma solução a curto prazo e sem vínculo com o plano de longo prazo, resulta na utilização ineficiente de recursos. Assim, é proporcional à desvalorização do planejamento um maior esforço para correção de imprevistos durante a execução do empreendimento, o que normalmente ocorre na base da tentativa e erro ou utilizando da experiência dos gestores (POLIPO, 2015).

Polipo (2015) reafirma que a construção civil tem mais problemas de ordem gerencial do que técnica, como se imagina, e aponta que a utilização de apenas de um método, estratégia ou ferramenta de gestão não é capaz de garantir empreendimentos bem gerenciados. Para este autor não é possível falar em excelência e aumento de produtividade sem tratar informações de modo comparativo e identificar de oportunidades de melhoria. Apenas planejar a construção não é suficiente, sendo comumente necessário desenvolver ferramentas capazes de checar a produção de modo a identificar as falhas e facilitar a tomada de decisão.

O acompanhamento físico de uma obra é, portanto, fundamental. Mattos (2010) destaca que as atividades nem sempre são iniciadas e/ou finalizadas na data planejada, pois podem ocorrer alterações em projetos e imprevistos, como chuvas, atrasos dos fornecedores e também a identificação de lacunas que o planejador não havia preenchido no escopo do cronograma.

Rigorous ou não é o planejamento inicial aprovado que será utilizado como referência para o acompanhamento das atividades da obra. Cabe ao gestor realizar o gerenciamento e caso haja uma mudança no decorrer das tarefas, ele terá um parâmetro de comparação do andamento real do projeto (MATTOS, 2010).

Não obstante, a tecnologia da gestão ter evoluído significativamente, na prática, a indústria da construção não tem implementado estas inovações de uma maneira sistemática e compreensiva (NUNES; LEÃO, 2018). Gasperin (2019) ressalta que a adoção de Tecnologia da informação (TI) em empresas recai em algumas barreiras e uma delas é a aceitação dos usuários na utilização de novas técnicas.

No entanto, para a atuação de maneira competitiva e com ganhos de produtividade é essencial buscar tecnologias orientadas para uma melhor gestão, seja por agentes públicos ou na iniciativa privada. As possibilidades oferecidas pela automação de ações gerenciais que devem suportar o desenvolvimento dos empreendimentos são entendidas como fatores favoráveis para a implementação de soluções BIM nas empresas, sobretudo para minimizar os desperdícios gerados pelo planejamento e gerenciamento falhos dos processos produtivos e que afetam o custo previsto, o prazo executivo, a qualidade e o desempenho da edificação (POLIPO, 2015).

O adequado gerenciamento da informação é fundamental para que a concepção, o planejamento e a orçamentação sejam desenvolvidas de forma integrada. O planejamento da produção na

construção civil é elaborado, sobretudo, com base em informações quantitativas e ainda não integradas às informações geométricas do edifício e esta falta de integração reflete-se no gerenciamento da produção ao considerar o consumo de recursos, as perdas, a produtividade, a organização, a segurança e os custos. As ferramentas de controle de custos, recursos e prazos mais utilizadas para isso são cronograma físico-financeiro, diagrama PERT-CPM, linha de balanço e gráfico de Gantt gerados com o apoio de recursos computacionais (BIOTTO *et al.*, 2015).

O planejamento de obras que envolve o sequenciamento de atividades baseado no tempo de execução e suas interações, ordena estas atividades em um cronograma que depende de outras variáveis como, por exemplo o espaço onde estas atividades serão realizadas e seus condicionantes. A possibilidade de avaliar qual a melhor sequência de produção e estratégia de controle são decisivas no poder de intervenção em ocorrências por vezes simultâneas e interdependentes, o que caracteriza a exclusividade, a complexidade e a dinâmica dos empreendimentos da construção civil.

#### **4. O modelo BIM 4D e o ensino BIM**

BIM 4D é um recurso para a integração de informações quantitativas e geométricas do edifício orientada para o planejamento da construção e suas ferramentas. Ele tem como variável principal o tempo, que é associado à sequência de tarefas a ser executadas para a produção, aos deslocamentos físicos de insumos e equipes no canteiro de obras, assim como às mudanças de layout e aos estoques do canteiro (ABDI, 2017b).

Estas associações são possíveis porque o modelo tridimensional do edifício incorpora estes atributos, sendo, portanto, o 4D uma dimensão que amplia as informações ligadas ao produto a ser construído e posteriormente utilizado e gerido. Com os recursos 4D, o construtor pode visualizar, planejar, coordenar e levantar quantitativos para o edifício com precisão antes de se iniciar sua execução no canteiro de obras, além de permitir que a informação seja compartilhada por todos os membros da equipe envolvida, desde o projeto até o fornecimento do último insumo de acabamento. Esta intensa comunicação é facilitadora de um gerenciamento eficaz e representa uma vantagem da operacionalização das ferramentas BIM (SUZUKI; SANTOS, 2015).

O modelo BIM é constituído por diferentes Níveis de Desenvolvimento (ND). Cada ND determina o nível de detalhamento das estimativas de custo e prazo. Há no mercado diversos softwares para as abordagens BIM 4D: *Autodesk Navisworks*, *SYNCHRO*, *Vico Office*, *Bentley Schedule Simulation* e outros mais. A escolha do software requer que alguns conceitos sejam levados em consideração para a implementação, tais como capacidade de importação dos cronogramas e arquivos BIM, organização das informações, animação e ligação automática de informações (ABDI, 2017b).

A automação dos processos permite que a obra seja ensaiada no computador mesmo antes de ser implantado o canteiro de obras. Isso favorece a tomada de decisões de forma antecipada e melhores soluções técnicas, além de otimizar o planejamento e tornar possível o desenvolvimento de cada etapa da construção. Softwares BIM 4D possibilitam o planejamento integrado a partir do modelo 3D, onde poderá ser estudado o sequenciamento das atividades de execução da obra e a simulação.

As simulações 4D de um projeto são ferramentas potenciais para melhorar a colaboração dos planejadores do empreendimento ao permitir que utilizem a visualização das etapas ocorrendo virtualmente e assim evidenciar possíveis gargalos (EASTMAN, 2014). Além das visualizações das etapas, a simulação da obra no computador é benéfica para apresentar aos leigos os impactos que poderiam sobrevir com a construção, bem como a logística do canteiro de obras. Esses estudos de viabilidade são cruciais para o início de qualquer empreendimento. A inserção do BIM

4D no ensino ainda é um desafio, pois não há diretrizes que possam nortear uma mudança na forma como o BIM deve ser abordado em cada disciplina das Instituições de Ensino Superior (IES). Barison e Toledo (2011) destacam três principais obstáculos para a adoção do BIM no ensino: circunstâncias do ambiente acadêmico, incompreensão dos conceitos de BIM e dificuldades de aprendizagem/utilização das ferramentas BIM, pois não se trata da inclusão de disciplinas voltadas para o ensino do BIM e sim uma mudança em disciplinas já existentes e de conteúdos estruturados.

Novas atribuições têm sido demandadas aos profissionais quanto ao domínio e utilização de ferramentas BIM e isso faz com que estes mudem a sua postura diante de um mercado competitivo. Dessa forma, o ensino principalmente voltado para a graduação tem um papel fundamental para contribuir com o perfil deste novo profissional (Ruschel *et al.*, 2013).

A correta inserção do BIM nas disciplinas da academia deve iniciar com a assimilação do que é o BIM tanto por parte de docentes quanto dos discentes, e, tratando da adoção dessa metodologia em disciplinas de planejamento, gerenciamento e orçamento de obras é necessário a colaboração e integração de diversas disciplinas (SALGADO, 2019).

Nas IES, é praxe que as disciplinas trabalhem de forma independente e de acordo com Barison e Toledo (2011) algumas iniciativas potenciais de colaboração podem auxiliar na integração do BIM ao ensino, sendo elas: colaboração intra-cursos e interdisciplinar e colaboração à distância.

## **5. Estudo de Caso**

A partir de uma fundamentação teórica narrativa sobre os temas do planejamento e gerenciamento de obras, assim como do que é e como funciona o BIM 4D, buscou-se conhecer como acontece o processo de planejamento de obras em construtoras e se esta prática está orientada para a adoção dos recursos BIM 4D e suas vantagens para o processo produtivo das empresas. Em função do caráter exploratório do estudo e de sua curta duração, foi realizado o convite a três empresas de construção civil de Goiânia por meio de um questionário inicial, respondido positivamente por duas delas.

A carta convite apresentou o objetivo da pesquisa e contemplou um questionário de caracterização buscando conhecer se as empresas trabalham com projetos de arquitetura e complementares modelados em 3D, se os empreendimentos das empresas têm cadernos de diretrizes de concepção de projetos, se o planejamento de obras é realizado por equipe interna ou não e com ou sem consultoria, se as equipes de projeto e planejamento são integradas e se há interesse e ações para realização do planejamento físico-financeiro das obras por meio de recursos BIM.

Caracterizadas as empresas participantes, denominadas empresa A e empresa B, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com diretores e/ou coordenadores técnicos de modo a investigar o processo de planejamento da construção de um empreendimento específico em cada uma das participantes, a partir dos encontros com os coordenadores para entender como o planejamento do empreendimento foi realizado, de informações gerenciais utilizadas no planejamento, ou seja, as definições que a gerência da empresa passa aos coordenadores para a execução do planejamento, da apuração da efetiva utilização da modelagem 3D no processo de planejamento e controle, da confiabilidade dos dados nos modelos 3D para o planejamento e das dificuldades inerentes a adoção de recursos 4D.

As duas participantes atuam na produção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos na cidade de Goiânia e de cada empreendimento foram analisados documentos como cronogramas de Gantt, linhas de balanços, Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e o planejamento em *MS Project*.



A empresa A atua no setor de construção de edifícios há cinco anos, o empreendimento estudado foi um conjunto habitacional de três torres com sete pavimentos em alvenaria estrutural, tendo cada andar seis apartamentos de aproximadamente 45 m<sup>2</sup>.

A empresa B atua no setor de construção de edifícios há seis anos, o empreendimento estudado é um edifício residencial de 42 pavimentos em estrutura de concreto armado com vedações em alvenaria cerâmica, tendo dois apartamentos por andar de aproximadamente 235 m<sup>2</sup>. Durante a realização da pesquisa ambos os empreendimentos estudados estavam nas etapas iniciais de execução.

O estudo permitiu a percepção da dinamicidade da atividade de planejamento apontada na literatura e que parece ter acentuado as diferenças de concepção, de detalhamento e de processos no planejamento de cada empresa. A empresa A associa o controle da obra ao planejamento, apoia sua estratégia de planejamento em conhecimentos de gestão e apresenta especificações e normas internas, possuindo fichas de detalhamento para cada serviço a ser executado, com as orientações e especificações necessárias.

A empresa B não produz a partir do detalhamento de cada serviço, não tem fichas de especificação de serviço e não apresentou ou comentou sobre quaisquer fundamentos teóricos ou conhecimentos de gestão associados sobre os quais sua prática de planejamento e controle estejam fundamentadas. Foi possível verificar que todo o processo produtivo é dependente da experiência do engenheiro responsável pela obra na empresa B, ainda que seja uma construtora recente e de estrutura operacional compacta. Portanto, os produtos da empresa B atendem a um padrão de acabamento definido, mas não é orientado por padrão de trabalho definidos pela empresa.

Pode-se constatar que as empresas estão em diferentes estágios de maturidade em relação ao planejamento e controle de obras ainda que sejam jovens no mercado goianiense e estruturadas a partir de conceitos de gestão contemporâneos. A empresa A recebe os projetos de arquitetura, estrutura e complementares em 3D, modelados por empresas terceirizadas, contudo a equipe de planejamento não extrai nenhum dado dos modelos para a elaboração do planejamento, somente utilizam as tabelas de quantitativos tradicionais. A empresa A não utiliza o BIM 4D pois ainda está na fase de transição para o BIM 3D, contudo pretendem implantar ferramentas BIM 4D futuramente e já desenvolvem ações para implementá-lo como a criação de pacotes de trabalho e EAP's.

A empresa B não recebe nenhum projeto modelado em 3D e afirmaram almejar receber os projetos em 3D, dentro da plataforma BIM, no entanto, não são desenvolvidas ações institucionais efetivas para a adoção do BIM. Os profissionais entrevistados têm noções gerais sobre BIM e o veem como algo para o futuro, pois entendem que mesmo sem o BIM é possível executar um bom gerenciamento da construção. Pode-se depreender deste entendimento que as vantagens do BIM são entendidas apenas como acréscimos ao que já se obtém com os meios tradicionais e não como ferramentas que facilitam a correção de imprecisões ou o aprimoramento de recursos já consolidados na construção de edifícios.

## **6. Considerações finais**

O estudo de caso evidenciou que a prática do processo de planejamento e de gestão da produção pode ser diversa em um mesmo mercado e que ainda há a necessidade de melhoria para estes processos mesmo antes de se considerar as possibilidades mais amplas proporcionadas pelos recursos BIM 4D. No entanto, a partir do foco na implementação BIM 4D é possível visualizar os limites dentro dos quais esta melhoria pode acontecer a partir do tripé processos, tecnologia e pessoas, apontado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017a) para a implementação do BIM. Neste estudo pode-se ver parte deste tripé em atendimento na empresa

A, apesar de ainda não ser perceptível a interligação destas frentes, representando as dificuldades a serem superadas para a adequada implementação da plataforma BIM na construtora.

A indústria da construção ainda se apoia essencialmente em métodos de planejamento tradicionais com a ênfase no cronograma e dependente da experiência profissional construída entre erros e acertos, resultando nos desperdícios, retrabalhos, atrasos e estouros no orçamento dentre outros prejuízos que a literatura da área aponta.

A revisão bibliográfica assinalou a importância do bom planejamento de obras e como o ensino poderá auxiliar no processo de disseminação e uso do BIM, incorporando nos currículos formativos: (a) o entendimento dos princípios BIM, (b) a ênfase nos conceitos relativos ao processo de planejamento além do ensino e demonstração de técnicas e ferramentas consagradas, (c) a importância destacada com a prática BIM da padronização, (d) o domínio de atributos do modelo 3D que o permitam integrar-se ao planejamento, (e) a verificação de incompatibilidades em modelos virtuais, (f) a elaboração de modelos 4D e (g) a postura profissional aberta para a assimilação de novas ferramentas e conhecimentos do ambiente BIM, o que facultará às construtoras o estudo de cenários de produção não vislumbrados na atualidade, a ampliação das possibilidades da tomada de decisão não só na fase da pré-construção, mas também durante a fase executiva, permitindo maior velocidade e facilidade de alteração da informação, além da possibilidade de visualização de resultados.

O BIM 4D pode potencializar um controle produtivo eficaz e permitir a redução de perdas e a ampliação da eficiência no canteiro, sobretudo nas ações que envolvem diversas partes interessadas em um mercado competitivo e tradicionalista.

## Referências

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de projeto BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.1, 2017a.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A implantação de processos BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.6, 2017b.

BASTOS, L. B. **Análise de custos dos desperdícios na construção civil**. 2015. 23f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2015.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Tendências atuais para o ensino de BIM. Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, v. 5, 2011.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **Uso da modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.15, n.2, p. 79-96, abr./jun. 2015.

BAZANELLA, Emanuel. **Estudo dos benefícios do acompanhamento da gestão de qualidade dos serviços prestados na indústria da construção civil**. 2019 Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2019.

COELHO, KARINA. **A Implementação e Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura** / K. COELHO – São Paulo, 2017. 289p.





EASTMAN, C.; TEICOLZ, P.; SACKS, R.; KATHLEEN, L. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FORMOSO, C. et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Núcleo orientado para inovação da edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

GASPERIN, Thais. **Características de aceitação e uso da TI na indústria da construção civil: estudo nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. **The theory of project management: explanation of novel methods**. In: 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2002, Gramado. Proceedings... Disponível em [http://iglc.net/?page\\_id=6](http://iglc.net/?page_id=6).

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Construction Management and Economics, EUA, v. 5, p. 243-266, 1987.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2010. 420 p.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM Comparative study of design tools-the traditional CAD and BIM modeling**. Revista de Engenharia, v. 155, n. 55, p. 47-61, 2018.

PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **Implementação do bim no setor de planejamento e controle de uma construtora**. 2014. 50 fl. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

POLITO, Giulliano. **Gerenciamento de Obras: Boas práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade**. 1ª edição. São Paulo: Editora PINI, 2015. 356p.

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.

SALGADO, Mônica Santos. **Ensino de arquitetura, engenharia e tecnologias digitais: relato das experiências compartilhadas durante o ENEBIM**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO. 2019.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: **A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders**. Automation in Construction, Australia, 2009. 357–375.

SUZUKI, R. T.; SANTOS, E. T. **Planejamento 4D no Brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A Construção Civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba: IPARDES, n. 109, p. 9-25, jul./dez. 2005.



## BIM E O PLANEJAMENTO DE PROJETOS – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pâmela Silva – Universidade Federal de Juiz de Fora

Aldo Carvalho – Universidade Federal de Juiz de Fora

David Rezende – Universidade Federal de Juiz de Fora

Maurício Molina - Universidade federal de Juiz de Fora

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo demonstrar como o *Building Information Modeling* (BIM) possibilita, através da utilização de um modelo virtual do empreendimento, otimizar os processos de trabalho, concepção e acompanhamento deste projeto. A metodologia adotada foi de revisão bibliográfica com recorte temporal de 2000 a 2020. Utilizando técnicas e ferramentas que permitem a visualização de eventuais conflitos, ainda na fase de planejamento, o BIM proporciona a resolução destas inconformidades antes que o empreendimento comece a ser incorporado, trazendo eficiência e evitando o gasto desnecessário de recursos para as partes envolvidas. Além disso, com o BIM, pode-se adotar práticas colaborativas de trabalho, centralizando informações, compartilhando-as de forma mais rápida e eficiente, permitindo que todos estejam a par do que está sendo desenvolvido e possam contribuir para o desenvolvimento de um produto final mais coeso, com menos erros e de maior valor.

**Palavras-chave:** BIM, projetos, planejamento.

**Abstract:** The present work aims to demonstrate how Building Information Modeling (BIM) makes it possible, through the use of a virtual model of the enterprise, to optimize the work processes, design and monitoring of this project. The methodology adopted was a bibliographic review with a time frame from 2000 to 2020. Using techniques and tools that allow the visualization of eventual conflicts, even in the planning phase, BIM provides the resolution of these nonconformities before the project starts to be incorporated, bringing efficiency and avoiding unnecessary expenditure of resources for the parties involved. In addition, with BIM, collaborative work practices can be adopted, centralizing information, sharing it more quickly and efficiently, allowing everyone to be aware of what is being developed and can contribute to the development of a final product. more cohesive, with fewer errors and of greater value.

**Keywords:** BIM, project, planning.

### 1. Introdução

O conceito de BIM surgiu em 1975 a partir dos trabalhos de Charles M. “Chuck” Eastman em um protótipo denominado *Building Description System* (EASTMAN et al, 2014). A partir de então, tem ganhado cada vez mais espaço no setor da AECO. A Estratégia BIM BR, instituída por decreto federal em 2018, tem como finalidade promover a disseminação do BIM pelo Brasil, incentivando o desenvolvimento do setor da AECO, trazer mais economia para as obras públicas e maior transparência aos processos licitatórios, além de contribuir para a otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos (BRASIL, 2018).

O cenário atual tem como característica a falta de qualidade nos projetos, sejam eles públicos ou privados, o que contribui para o surgimento de patologias construtivas, adicionais de serviços, aumento de custos e ampliação de prazos de execução de atividades (CBIC, 2020). Desse

modo, a necessidade da valorização da etapa de planejamento na concepção de projetos e empreendimentos se torna evidente.

No acrônimo BIM, é importante destacar sua dupla perspectiva: de um lado, a de processo (Modeling); de outro, a de resultado (Model). Na perspectiva do processo, o BIM consiste em um conjunto de processos e softwares que possibilitam a modelagem de projetos que se comunicam e possibilitam a análise do empreendimento como um todo (ALIZADEHSALEHIA et al, 2020). Como resultado, o BIM é um modelo digital preciso de uma edificação e seu processo construtivo, o que faz possível a visualização de todo o ciclo de vida da construção (EASTMAN, 2014). No seu conjunto essas características agregam valor e conferem qualidade ao projeto. O BIM exige um ambiente tecnológico e uma cultura organizacional focada na colaboração. Ele facilita o processo de projeto e construção tornando-o integrado, o que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos (ALIZADEHSALEHIA et al, 2020).

O crescimento do setor da AECO, trouxe à tona algumas deficiências nas edificações, geralmente devido à escassez de planos de gestão dos empreendimentos, em especial no que se refere à manutenção e conservação dos bens (KROFKE et al, 2018). Por outro lado, considerando que a indústria da construção civil do Brasil está entre as maiores do mundo, representando 2% da indústria global (KASSEM et al, 2014), é perceptível a importância do BIM. Ao incorporar informações como tempo (4D) e custos (5D), o BIM possibilita a agregação de valor na gestão do projeto, sendo capaz, portanto, de atender à demanda do setor AECO no que se refere ao gerenciamento das etapas do empreendimento e também contribuir com a melhoria dos resultados econômicos do setor. Dessa forma, fica evidente a importância da adoção, pelo setor da AECO, da perspectiva da gestão no desenvolvimento de projetos em BIM (HARTMANN et al, 2008).

Em janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS), declarou um surto do novo Coronavírus na cidade de Wuhan, na China, como “Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional” (ZHANG et al, 2020). Ao se espalhar pelo mundo, a Covid-19 tornou-se uma pandemia com centenas de milhares de contaminados e óbitos. Visando conter o avanço da pandemia, a OMS determinou diversas diretrizes como o distanciamento e o isolamento social, que implicam diretamente no cotidiano das pessoas e na economia dos países (OMS, 2020). Considerando que o BIM pressupõe trabalho em rede, esta característica se adequa às necessidades atuais da sociedade, dadas as condições adversas do ambiente, o que confere segurança ao trabalho em equipe. Considerando que no Brasil, as atividades do setor da construção civil não foram paralisadas, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) definiu diretrizes específicas para a execução das obras, entre as quais a redução da circulação de pessoas, medidas de distanciamento social em ambientes fechados, a utilização do *home office* para pessoas que não trabalhem diretamente na execução, entre outras (CBIC, 2020). A partir desta realidade, o BIM traz uma contribuição clara para os profissionais da construção civil seguirem atuando, através do *home office*, sem expor sua saúde a riscos.

Atualmente, o BIM começa a ganhar espaço no processo construtivo e vida útil de projetos. Entretanto, frente à necessidade do setor da AECO de se adequar às adversidades, nota-se uma mudança cultural entre profissionais e empresas, que aos poucos estão inserindo BIM em seus processos (SHIROWZHAN et al, 2020). Nesse sentido, a etapa de planejamento, a qual consiste em detalhar a distribuição espacial do canteiro de obras, definir a melhor logística de insumos, estabelecer previsões de custos, tempos gastos, além estabelecer plano de gerenciamento de riscos e qualidade do empreendimento (GETULI et al, 2020), vem ganhando atenção.

## **2. Metodologia**

O presente artigo se utilizou, como metodologia, a revisão bibliográfica que é caracterizada como uma pesquisa realizada a partir de registros disponíveis, sejam estes documentos impressos, como livros, artigos e teses.

O parâmetro de busca para o estudo foram as palavras “BIM” e “planejamento de projetos”, com recorte temporal de 2000 a 2020, tendo como base artigos, dissertações e livros com conteúdo qualitativo mais relevante para esta pesquisa. A revisão ainda tem caráter de análise qualitativo da bibliografia, isto é, com leitura integral dos textos encontrados, o que permite traçar breves panoramas sobre a contribuição do BIM para potencializar a etapa de planejamento de projetos.

### **3. Revisão Bibliográfica**

#### **3.1. A etapa de planejamento de projetos do ciclo de vida de uma construção**

“Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.”(PMBOK, 2018; p.4) e, para que ele seja bem executado é necessário o planejamento que consiste na etapa após a iniciação do projeto, segundo o ciclo de vida do projeto, série de fases pelas quais o projeto passa, do início à conclusão (PMBOK, 2018).

A etapa de planejamento de projetos consiste na elaboração progressiva, por parte dos gerentes de projeto, de informações de alto nível em planos detalhados ao longo do ciclo de vida do projeto (PMBOK, 2018), tais como o escopo, o tempo, custos, qualidade, recursos humanos, plano de gerenciamento de comunicação, riscos, qualidade, desempenho, segurança, aquisições e stakeholders.

Ao realizar o planejamento de um empreendimento o gestor adquire um alto grau de conhecimento sobre o ele, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos (MATTOS, 2019).

O processo de planejamento e controle de obras possui influência decisiva no desempenho da produção já que deficiências nesse processo estão entre as causas de baixa produtividade, elevados desperdícios e baixa qualidade dos produtos gerados (MATTOS, 2010).

Destacam-se três funções principais do planejamento: auxiliar no cumprimento das funções primárias de execução, coordenação e controle; coordenar e comunicar as diversas partes envolvidas na construção; e facilitar a tomada de decisões futuras.

#### **3.2. Building Information Modeling (BIM)**

O BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de projetos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção (EASTMAN et al, 2014). Segundo Hardin et al, 2015, o BIM é a junção de processos e softwares e depende de três fatores para o seu sucesso, sendo eles processos, tecnologias e comportamento, como ilustrado na figura 1.

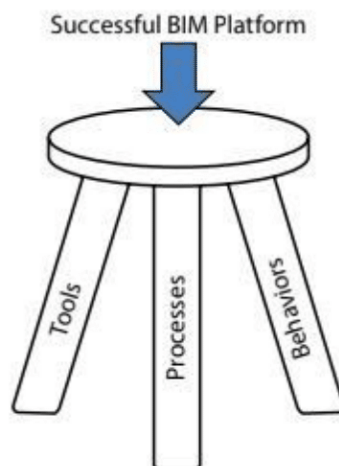


Figura 1: Tripé do BIM.

Fonte: Eastman, 2014;p.4.

### 3.2.1. Processos

Para que o BIM seja implementado em uma empresa ou no gerenciamento da construção é necessário que haja uma modificação no fluxo de trabalho para que os resultados sejam mais eficientes (EASTMAN,2014). Sendo assim, os processos estão relacionados com a constante adaptação e inovação das etapas necessárias para a conclusão de um projeto, incluindo habilitação de novas ferramentas e tecnologias.

### 3.2.2. Tecnologias

Além de ter como base a modelagem 3D, o BIM possibilita a incorporação de uma amplo leque de informações sobre o projeto (de caráter não geométrico).

Desse modo, a integração das informações, não apenas fornece uma visualização do empreendimento, mas também contribui para a eficácia do planejamento do projeto, otimizando essa etapa a fim de se obter um projeto compatibilizado, coeso e eficaz, reduzindo os erros ocorridos em canteiros de obra, o tempo e o gasto desnecessário de recursos.

### 3.2.3. Comportamento

Para que o BIM seja empregado em sua totalidade é necessário o envolvimento de uma equipe colaborativa, com cultura, mentalidade e atitudes que facilitem o processamento de alterações. É necessário que a empresa possua uma cultura de inovação e agilidade para a integração dos processos.

Assim, pode-se perceber que o BIM não é apenas uma tecnologia, muito menos apenas software, mas sim um conjunto de fatores que modificam o modo como o processo da construção é desenvolvido. Através dele é possível o desenvolvimento de um modelo virtual da construção constituído de modelos paramétricos, que possibilita a visualização das características referentes a cada elemento do projeto.

### 3.3. O BIM e o planejamento de projetos

Um planejamento mais detalhado da obra é uma das maiores vantagens da adoção do BIM. Com modelos parametrizados é possível gerar, a partir de um modelo único, toda a documentação técnica do projeto, de todo o seu ciclo de vida, integrando todas as disciplinas envolvidas em sua realização.

Segundo Koo e Fisher (2000) e Hartmann, Gao e Fisher (2008) uma das dificuldades encontradas pela construção é a visualização correta e o planejamento da obra no espaço, o que culmina em cronogramas de interpretação abstrata para usuários devido ao grande número de atividades e precedências.

Uma das características fundamentais do BIM é a interoperabilidade, que representa a capacidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos especialistas possam trabalhar colaborativamente em um projeto (EASTMAN, 2014). Para isso são utilizadas plataformas colaborativas em rede, que permitem a compatibilização das diversas disciplinas do projeto, através das quais as equipes podem coordenar seus projetos e desse modo minimizar erros típicos da construção tradicional. Desse modo eventuais interferências são detectadas e corrigidas ainda na etapa de projeto.

Na fase de planejamento, o BIM possibilita a representação / descrição das ações planejadas para a etapa da construção. Já na etapa da construção, a dimensão de planejamento do modelo prescreve como as ações planejadas deverão ser executadas e serve para fins de controle. Dessa forma, é possível um contraste entre o que foi planejado e o que está em execução no canteiro de obras. Mas, para que o sistema funcione, é necessária uma boa comunicação entre os envolvidos no projeto e a atuação de uma equipe estruturada e engajada.

Com a utilização de ferramentas BIM, a simulação visual de uma sequência construtiva possibilita o estudo de cenários através da visualização animada baseada no cronograma (4D). Além disso, é possível observar eventuais conflitos de planejamento e seu impacto no cronograma, podendo assim antecipar medidas remediais. Na figura 2, são notados os momentos ideais para se realizar alterações no projeto, sendo estes denominados “oportunidades construtivas”, nos quais pode-se alterar o rumo de serviço ou do próprio planejamento com um custo relativamente baixo. Com o passar do tempo, essas intervenções tendem a ser menos eficazes e suas implantações - as chamadas “oportunidades destrutivas” - onerosas (MATTOS, 2019).

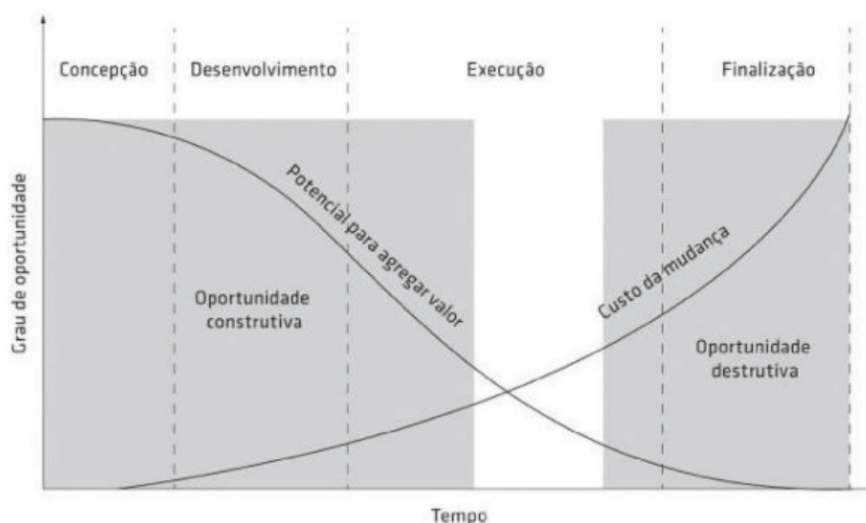


Figura 2: Grau de oportunidade da mudança em função do tempo.

Fonte: Mattos (2019)

As ferramentas de planejamento e acompanhamento do projeto possibilitam a antecipação de situações de risco, o controle de custos e a análise da produtividade. Também facilitam a alocação de recursos e equipamentos e permitem a geração de cenários alternativos através de simulações da execução, melhorando o planejamento da obra. Desse modo, a organização do canteiro de obras pode melhorar significativamente, mais ainda com a adoção de abordagens mais elaboradas de gestão.

A curva de MacLeamy (Figura 3) ilustra a contribuição do BIM ao planejamento. Nela se observa que o pico de esforço ocorre na fase de planejamento (curva 4), o que gera um menor custo (curva 2), caso seja necessária a realização de alguma mudança, quando comparado com o processo tradicional.

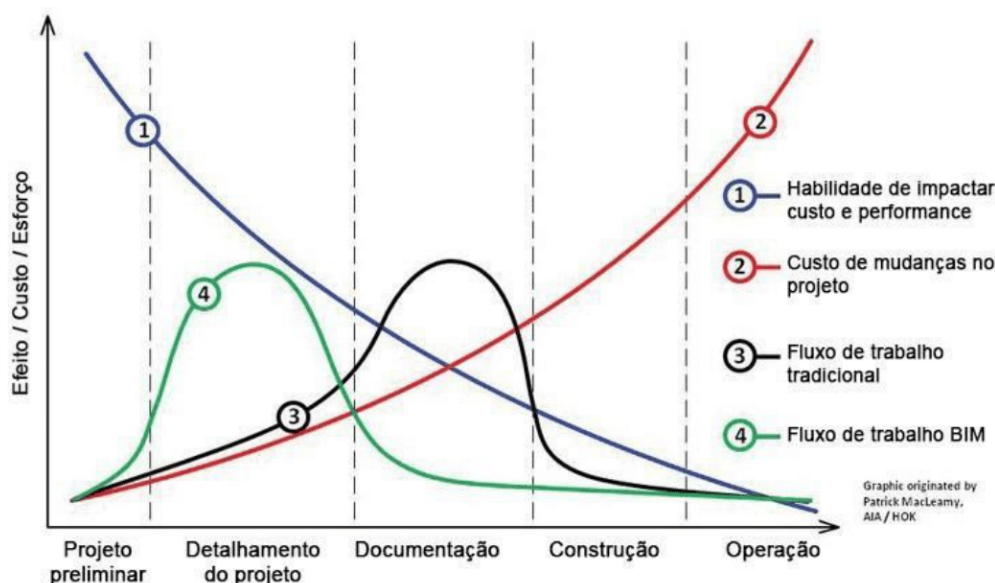


Figura 3: Curva de MacLeamy.

Fonte: Hardin e McCool (2015)

O uso do BIM, sobretudo na dimensão 4D, potencializa a etapa de planejamento de projetos, permitindo uma melhor gestão de tempo das etapas de execução do empreendimento. Assim, facilitando as atividades de logística, evitando o retrabalho e o desperdícios de recursos naturais, representando, portanto, uma economia de recursos financeiros (GUERRA; LEITE; FAUST, 2020). O BIM, em suas dimensões, trabalha com modelos parametrizados que é possível gerar, a partir de um modelo único, toda a documentação técnica do projeto, de todo o seu ciclo de vida, integrando todas as disciplinas envolvidas na realização do projeto através da interoperabilidade, que representa a capacidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos especialistas possam trabalhar colaborativamente em um projeto (HARDIN *et al*, 2015).

Para isso, softwares como Navisworks, Solibri, Revit, além de plataformas colaborativas em rede constituem uma das alternativas que permitem a compatibilização das diversas disciplinas do projeto (COMISKEY *et al.*, 2017), através das quais as equipes podem coordenar seus projetos e desse modo minimizar erros típicos da construção tradicional (ORAEE *et al*, 2019). Desse modo eventuais interferências são detectadas e corrigidas ainda na etapa de projeto. Um exemplo é o

quando utiliza-se o BIM para coordenação de projetos e observa-se a incompatibilidade entre os projetos de um empreendimento (SHIROWZHAN et al, 2020).

Na fase de planejamento, o BIM possibilita a representação / descrição das ações planejadas para a etapa da construção. Dessa forma, é possível controlar e estabelecer uma comparação entre o que foi planejado e o que está em execução no canteiro de obras. Mas, para que o sistema funcione, é necessário que a equipe do empreendimento trabalhe colaborativamente sobre o modelo digital (EASTMAN, 2014).

Com a utilização de ferramentas BIM, é possível observar eventuais conflitos de planejamento e seu impacto no cronograma, podendo assim antecipar medidas remediais. Através do BIM e suas ferramentas, é possível detalhar com maior perícia a fase planejamento de projetos, o que gera economia de recursos durante a etapa de execução (LU et al, 2014). Mecanismos tradicionais de controle e planejamento desempenham papel fundamental para o sucesso do empreendimento (ALARCÓ; SALVATIERRA; LETELIER, 2014). Ferramentas e metodologias de gerenciamento, como as viabilizadas pelo BIM, permitem o acompanhamento do projeto, a antecipação de situações de risco, o controle de custos e a análise da produtividade (HAMZEH et al, 2019) Também facilitam a alocação de recursos e equipamentos e permitem a geração de cenários alternativos através de simulações da execução, melhorando o planejamento da obra. Assim, a adoção de métodos e ferramentas voltadas para gestão do projeto são capazes de melhorar a distribuição espacial do canteiro de obra, otimizando o uso espacial e reduzindo acidentes laborais (MARZUOK; DAOUR, 2018; BRAUN; BORRMAN, 2019).

#### **4. Resultados obtidos**

Diante das análises realizadas ao longo deste artigo pode-se destacar como resultado principal a reafirmação de que a etapa de planejamentos de projetos é de suma importância para o ciclo de vida de uma construção, merecendo maior atenção e empenho por parte do setor AECO.

Destaque esse proposto pelo BIM, tendo em vista que esta é a etapa na qual devem ser feitos maiores investimentos de tempo e recursos possibilitando a redução de erros, detecção de incompatibilidades e diminuição retrabalhos ainda na fase inicial, tornando as mudanças necessárias menos onerosas em comparação com mudanças feitas na fase de execução. Esse investimento na etapa de planejamento possibilitaria a redução do custo final do produto, uma maior agilidade na sua implantação e poderia vir a aumentar a produtividade do setor AECO visando torná-lo mais competitivo frente aos outros setores industriais que tem um contato muito maior com a tecnologia e inovação

#### **5. Considerações finais**

A partir do estudo realizado pode-se concluir que a etapa de planejamento de projetos é, sem dúvidas, uma das mais importantes, estando presente em todo o ciclo de vida da construção, desde a concepção do projeto às etapas de manutenção e demolição.

A utilização do BIM nesta etapa proporciona um empreendimento com um número reduzido de incompatibilidades e com redução de erros e retrabalhos. Há também a facilidade proporcionada pela modelagem paramétrica em 3D (*Three-dimensional*) ou mais, dentro de um modelo único.

A competitividade é um dos objetivos prioritários do setor da AECO e, nesse sentido, para que as empresas alcancem esse objetivo, é necessária uma mudança na cultura organizacional do setor, o que engloba a modernização de processos e a utilização de novas tecnologias. Essa



necessidade de mudança se vê reforçada pela atual contingência mundial devido a pandemia do novo Coronavírus, o que poderá levar a uma nova realidade que, pelo fato de ainda não se saber como será, vai exigir a capacidade de adaptação e inovação contínua do setor.

Mesmo com todos os benefícios mostrados até agora com a implantação do BIM, ainda existem obstáculos que devem ser transpostos, como por exemplo, a falta de percepção dos clientes e profissionais do valor do BIM e a sua aplicação. Além disso, essa mudança organizacional se vê dificultada pela necessidade de mudança de mindset por parte das organizações em um setor marcado pela resistência à mudanças. É necessário que elas vençam sua inércia e se empenhem na implementação do BIM. O resultado desse esforço será traduzido em uma maior valorização do projeto pelos clientes, maiores índices de produtividade, maior eficiência, práticas mais ágeis e um desperdício cada vez menor de material, contribuindo para o desenvolvimento do setor e preservação do meio ambiente.

### Referências

ALIZADEHSALEHIA, S.; AHMAD, H.; HUANGC, J. C. From BIM to extended reality in AEC industry. **Automation in Construction**, v 116, 2020.

BRASIL. Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Comitê Gestor (CG-BIM). **Building Information Modelling - BIM**. Brasília, DF, 2018. Disponível: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: 11 de Maio de 2020.

BRAUN A.; BORRMANN. A.; Combining inverse photogrammetry and BIM for automated labeling of construction site images for machine learning. **Automation in Construction**, n. 106, 2019

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **A pandemia do Coronavírus**. São Paulo, SP, 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Recomenda%C3%A7%C3%B5es-CBIC-e-outras-entidades-23.03.2020.pdf>> Acesso em 15 de maio de 2020.

COMISKEY D.; MCKANE M.;JAFFREY A.; WILSON P.; MORDUE S. **An analysis of data sharing platforms in multidisciplinary education**. Architectural Engineering and Design Management, v. 13 n. 4, p. 244-261, 2017.

EASTMAN, Chuck. El al. Manual de BIM. Porto Alegre-RS, Bookman Editora Ltda, 2014.

GUERRA, B. C; LEITE, F.; FAUST, K. M. **4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams**. Waste Management, v. 116, p. 79-90, 2020.

GETULI, V; CAPONE, P.; BRUTTINI, A.; ISAAC, S. BIM-based immersive Virtual Reality for construction workspace planning: A safety-oriented approach. **Automation in Construction**, v. 114, 2020.

HAMZEH, F.; SAMAD, G.; EMDANAT, S. **Advanced metrics for construction planning**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 145, n. 11, p. 1-16, 2019.

HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **BIM and Construction Management**. 2 Ed. Wiley, 2015.

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.



KASSEM, M. Strategy For the Diffusion of Building Information Modelling in Brazil: executive summary report. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil, 2014.

KROFKE, J.; CONCEIÇÃO, P.; TOSTA, J. Análise do nível de conhecimento dos síndicos e administradores frente a legislação vigente sobre manutenção, reforma e inspeção predial. In CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES – CBPAT 2018, 2018, Campo Grande. **Anais [...]**, Campo Grande: 2018.

LU, W.; FUNG, A.; PENG, Y.; LIANG, C.; ROWLINSON, S. **Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves**. Building and Environment, v. 82, p. 317-327, 2014.

MATTOS, Aldo Dória. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo, 2019. Disponível em <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4SXXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&dq=planejamento+e+controle+de+obras&ots=X0G5kkYjN4&sig=IBvK8EV2s\\_OWuuJDsrYHW4eF\\_xo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4SXXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&dq=planejamento+e+controle+de+obras&ots=X0G5kkYjN4&sig=IBvK8EV2s_OWuuJDsrYHW4eF_xo#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em 28 de maio de 2020.

ORAE, M.; HOSSEINI, M.; EDWARDS, D.; LI, H.; PAPADONIKOLAKI, E.; CAO, D. **Collaboration barriers in BIM-based construction networks: A conceptual model**. International Journal of Project Management, v. 37, n. 6, p. 839-854, 2019.

Project Management Institute **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK) 6ª edição**. Philadelphia: Project Management Institute, 2018.

SHIROWZHAN, S.; SEPASGOZAR, S. M. E; EDWARDS, D. J.; LI, H.; WANG, C. BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor. **Automation in Construction**, v. 112, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - OMS. **Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic**. Disponível: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

ZHANG, H. W.; YU, J.; XU, H. J.; LEI, Y.; PU, Z. H.; DAI, W. C.; LIN, F.; WANG, Y. L.; WU, X. L.; WU, X. L.; LIU, L. H.; LI, M.; MO, Y. Q.; ZHANG, H.; LUO, S. P.; CHEN, H.; LYU, G. W.; ZHOU, Z. G.; LIU, W. M.; LIU, Z. L.; SONG, H. Y.; CHEN, F. Z.; ZENG, L.; ZHONG, H.; GUO, T. T.; HU, Y. Q.; YANG, X. X.; LIU, P. N.; LI, D. F. Corona Virus International Public Health Emergencies: Implications for Radiology Management. **Academic Radiology**, v. 27, n. 4, abril 2020.



## CITY INFORMATION MODELING: UMA ANÁLISE NA BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES

Francisca Melo – Universidade Federal do Rio grande do Norte (UFRN)

Josyanne Giesta – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

### Resumo:

*City Information Modeling* (CIM) pode ser caracterizado como um método ou plataforma que busca formular, gerar e avaliar projetos urbanos, levando em conta as especificidades do planejamento urbano, buscando modelar ruas, massas de edifícios, etc. Com base nesse termo, a presente pesquisa tem por objetivo desenvolver um mapeamento na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) sobre CIM, traçando um panorama sobre esses estudos. A metodologia é composta pela utilização do método quantitativo de coleta de dados, realizando a busca dos trabalhos relacionados ao tema e posterior seleção. Os resultados evidenciam que o termo ainda é recente, com poucas teses e dissertações, considerando um total de 12 trabalhos num universo temporal de 10 anos. Por meio deste estudo foi possível identificar barreiras que fazem parte do processo de implementação do CIM, desde a escolha de parâmetros e indicadores até mesmo a importância das políticas públicas na gestão das cidades. Contudo, ressalta-se a necessidade de expansão do termo dentro da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

**Palavras-chave:** CIM, BDTD, Urbanismo.

### Abstract:

City Information Modeling (CIM) can be characterized as a method or platform that seeks to formulate, generate and evaluate urban projects, taking into account the specificities of urban planning, seeking to model streets, masses of buildings, etc. Based on this term, this research aims to develop a mapping in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) on CIM, providing an overview of these studies. The methodology is composed by the use of the quantitative method of data collection, carrying out the search of works related to the theme and subsequent selection. The results show that the term is still recent, with few theses and dissertations, considering a total of 12 works in a 10-year time universe. Through this study it was possible to identify barriers that are part of the process of implementing the CIM, from the choice of parameters and indicators to the importance of public policies in city management. However, the need to expand the term within Architecture, Engineering and Construction (AEC) is highlighted.

**Keywords:** CIM, BDTD, Urbanism.

## 1. Introdução

A urbanização pode ser entendida como um processo de transformação de uma determinada região, representando não somente o crescimento da população das cidades, mas também um conjunto de técnicas e de obras que permitem dotar uma cidade ou área da cidade de condições de infraestrutura, planejamento e organização administrativa (MONTEIRO; VERAS, 2017). Desse modo, esse processo faz parte do conjunto de mudanças que irão se expressar tanto na paisagem urbana da cidade como no comportamento e estilo de vida das pessoas, transformações essas que irão impactar diretamente na estruturação da dinâmica socioespacial das cidades na atualidade.

Com base no pressuposto, surge a necessidade de buscar meios de planejar e compreender o crescimento das cidades, de modo a considerar os seus aspectos sociais, políticos, econômicos e ideológicos que envolvem este processo, ao longo do tempo. Neste sentido iniciou-se a busca por unir essa necessidade ao meio tecnológico, iniciando assim os estudos em relação ao termo *City Information Modeling* (CIM).

O conceito CIM surgiu com Khemlani (2005) abordando o tema como uma extensão do conceito *Building Information Modelling* (BIM) para cidades, onde fosse possível utilizar como auxílio para elaborar uma réplica digital e precisa de uma cidade, e assim ser submetida a simulações de impactos de decisões e análises holísticas. Partindo dessa ideia o CIM surge ainda como um projeto para as necessidades de um modelo de informações da cidade como plataforma para suportar tomadas de decisão mais acertadas. No mesmo sentido, Stojanovski (2013) estabelece que CIM é uma analogia ao BIM em urbanismo, onde o mesmo é um sistema de elementos urbanos representados por símbolos em um espaço 2D e dentro de um espaço 3D.

Entende-se que para o estabelecimento e a consolidação do CIM, independentemente das questões tecnológicas, existem também algumas questões conceituais que precisam ser discutidas e aprofundadas, buscando o desenvolvimento de aplicações e adoção de novas ferramentas nas práticas relativas ao planejamento, à projeção, à construção, à gestão e ao monitoramento das cidades (AMORIM, 2015). Assim, pretende-se com este estudo fomentar a discussão sobre esses e outros conceitos relacionados ao CIM, elaborando um mapeamento de como se encontra o campo de pesquisas, contribuindo para sua difusão.

## 2. Métodos e procedimentos da pesquisa

O presente estudo faz parte de um mapeamento sistemático da literatura que contempla aspectos relacionados ao *City Information Modeling*. O Mapeamento Sistemático da Literatura ou revisão de escopo (*scoping review*) é utilizado quando não é necessário responder com profundidade questões específicas, mas sim uma visão geral mais ampla de determinada área (MOHER; SHEKELLE, 2015). Desenvolveu-se por meio da metodologia P.I.C.O. (Quadro 1), onde esse tipo de processo busca encontrar respostas de determinados critérios de pesquisa – População, Intervenção, Contexto/Comparação e Resultado (*Outcome*, do inglês).

Quadro 1. Seleção dos estudos.

P.I.C.O.	DESCRIÇÃO DA PERGUNTA
População	<i>City Information Modeling</i>
Intervenção	Aplicação e criação de conceitos sobre CIM
Comparação	Barreiras identificadas para implantação do CIM
Resultado	Mapeamento dos estudos realizados para implantação da modelagem da informação para cidades e identificação de barreiras/dificuldades

Fonte: Própria (2020).

Foram adotadas as seguintes etapas: identificação do objeto de estudo, escolha da base de dados que seria consultada, definição dos critérios de exclusão dos trabalhos, análise e avaliação dos estudos incluídos, triagem das informações/resultados encontrados e, por fim, a apresentação do mapeamento.

Utilizou-se a base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD. Como *strings* de busca, foram utilizadas as palavras-chave Modelagem da informação para cidades e *City information modeling*, e o período de busca ocorreu durante o mês de setembro de 2020.

Inicialmente os artigos foram selecionados pelo título, sendo incluídos trabalhos cujos títulos se referiam ao tema. A seguir, pelo resumo, onde foram analisados e excluídos aqueles que não contribuiriam para esse levantamento. Para apuração destes estudos, optou-se pelos seguintes critérios de exclusão: [1] estudos publicados fora do universo temporal, que é de 2010 a 2019; [2] artigos com acesso fechado; [3] dispersão quanto ao tema pesquisado; [4] repetição de trabalhos, isso devido as duas *strings* de busca. Essa sequência de busca e seleção pode ser verificada na Tabela 1, apontando 12 trabalhos relevantes para a temática em questão.

Tabela 1 Seleção dos trabalhos.

BASE DE DADOS	TOTAL	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO			
		[1]	[2]	[3]	[4]
BDTD	291	0	0	274	5
				TOTAL FINAL	12

Fonte: Própria (2020).

Após a aplicação dos parâmetros de exclusão, ficaram 12 trabalhos que darão continuidade nas análises que serão realizadas neste mapeamento, os quais constam na Quadro 2.

Quadro 2. Pesquisas selecionadas.

	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>ANO</b>	<b>NÍVEL</b>
1	As cidades contemporâneas e suas tecnologias: a perspectiva do City Information Modeling	Iasmin de Sousa Jaime	2019	DISSERTAÇÃO
2	Modelagem da informação para cidades inteligentes: aplicação em acidentes de trânsito de Belo Horizonte	Izabella Bauer de Assis Cunha	2019	DISSERTAÇÃO
3	Viva a Cidade: A qualidade do espaço público, à luz da modelagem da informação	Sílvia Marina Dias Filipe	2019	DISSERTAÇÃO
4	Modelando a informação da cidade: do estado da arte à construção de um conceito de City Information Modeling (CIM)	Fernando Antonio da Silva Almeida	2018	DISSERTAÇÃO
5	Modelando a percepção: o ambiente do patrimônio cultural edificado na regulação da forma urbana	Carlos Eugênio Moreira de Sousa	2018	DISSERTAÇÃO
6	Visualização de informação para gestão de grandes projetos de engenharia	Paulo Ivson Netto Santos	2018	TESE
7	Curitiba-Viewport: contribuição ao desenvolvimento de uma plataforma computacional para cidades virtuais	Frederico Severo Miranda	2017	DISSERTAÇÃO
8	Ver a cidade: modelagem da informação para regulação de assentamentos informais	Mariana Quezado Costa Lima	2017	DISSERTAÇÃO
9	Modelagem de cadastro 3D de edifícios com base na ISO 19.152 (LADM)	Talita Stael Pimenta da Silva Costa	2016	DISSERTAÇÃO
10	O uso de sistemas generativos como instrumento de desenho urbano sustentável	Félix Alves da Silva Júnior	2016	TESE
11	Métodos de modelagem e análise urbana baseados em dados desagregados	Henrique Lorea Leite	2015	DISSERTAÇÃO
12	Geoprocessamento na modelagem Parametrizada da paisagem territorial: aplicações da geovisualização na simulação da paisagem urbana.	Sheyla Aguilar de Santana	2014	TESE

Fonte: Própria (2020).

### 3. Resultados

Inicialmente se deu a necessidade de averiguar o crescimento de publicações ao longo dos últimos 10 anos, desde 2010 até o ano de 2019 (Figura 1). Pode-se notar que por ser um conceito novo as publicações na BDTD iniciaram no ano de 2014, e não teve uma evolução significativa, deixando evidente que o termo CIM ainda necessita de um processo de disseminação maior, ou seja, pesquisas e estudos que tendam a trazer mais conhecimentos sobre a temática.

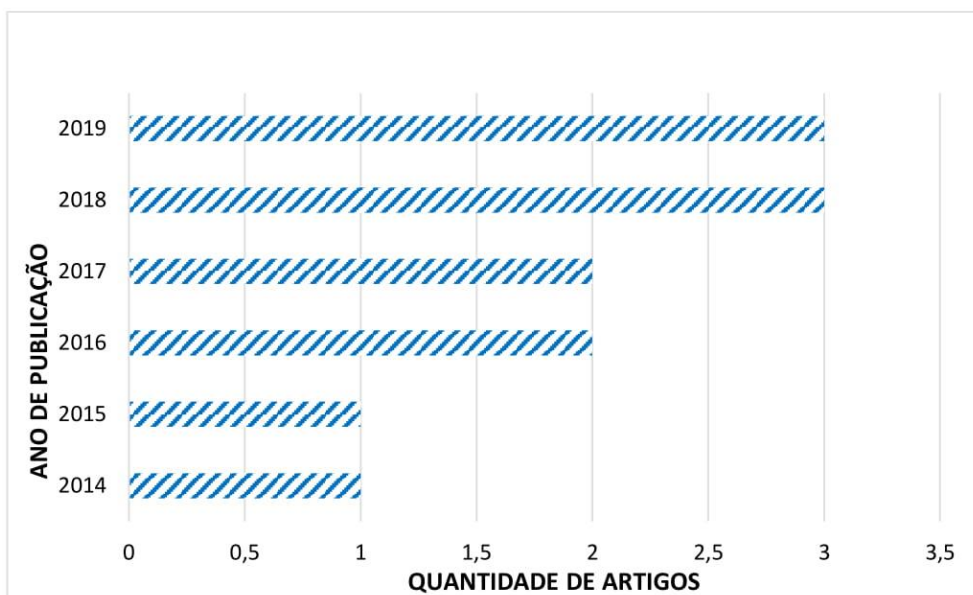


Figura 1: Publicações por ano.  
Fonte: Própria (2020).

Em relação as regiões que mais se destacam com estudos na área do CIM, tem-se: Nordeste com 5 trabalhos, e Sudeste e Sul com 3 trabalhos cada, a região Centro-oeste apenas 1 trabalho e a região Norte do país não apresentou o registro de nenhuma publicação, conforme Figura 2. Um fato que chama atenção é a região Nordeste possuir mais de 40% do número de pesquisas, com destaque para a Universidade Federal de Pernambuco e a Universidade Federal do Ceará cada uma com 2 trabalhos encontrados.

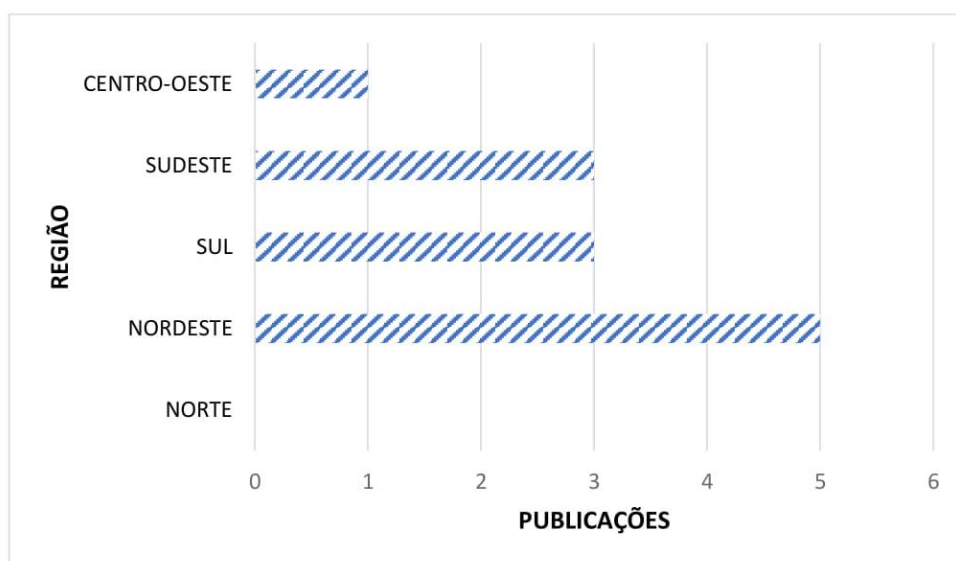


Figura 2: Publicações por região.  
Fonte: Própria (2020).

Com a análise foi possível constatar que a abordagem referente ao CIM é algo muito recente, e que ainda precisa de tempo para se consolidar, diante disso foi identificado apenas 3 trabalhos de Tese de doutorado (Figura 3), que é justificado por esse pouco tempo do surgimento desse conceito.

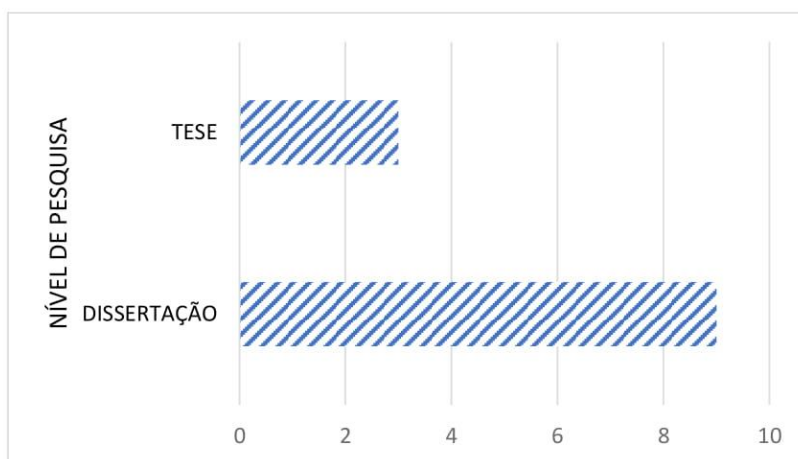


Figura 3: Tipo de estudo.

Fonte: Própria (2020).

Nos trabalhos analisados foi possível notar que a temática mais abordada é em relação a implantação do CIM com 6 trabalhos, projeção com 5 e revisão com 1 trabalho, conforme Figura 4.

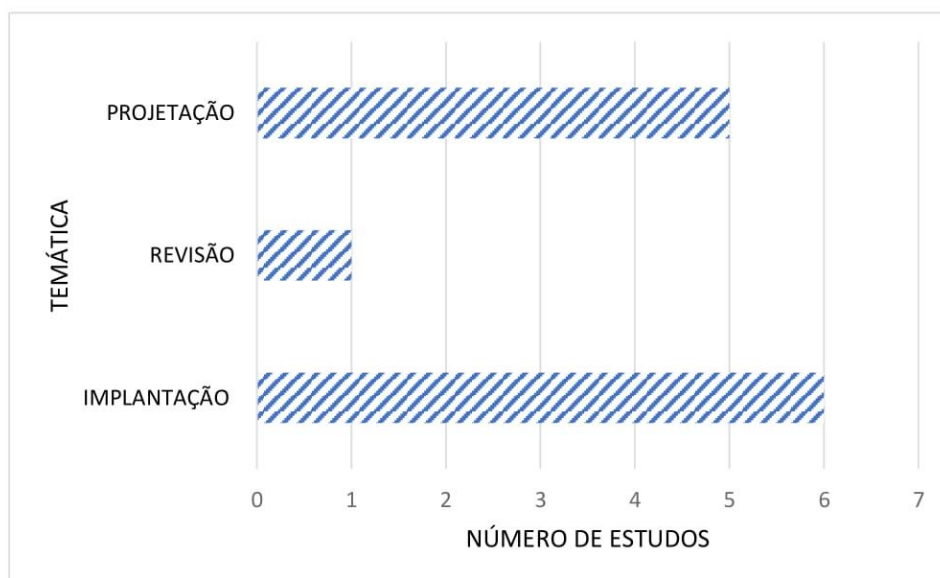


Figura 4: Temáticas abordadas.

Fonte: Própria (2020).

Como pode ser visto na Figura 5, os estudos mais recentes [1] Jaime (2019) e [3] Filipe (2019) abordam a temática de implantação e [2] Cunha (2019) projeção. Os trabalhos realizados no ano de 2018 [4] Almeida (2018) faz uma revisão sistemática da literatura, [5] Sousa (2018) e [6] Santos (2018) abordam a temática de implantação. Nos estudos de 2017 temos [7] Miranda (2017) com a temática de implantação e [8] Lima (2017) que aborda a temática de projeção. Em 2016 tivemos [9] Costa (2016) e [10] Silva Júnior (2016) na área de projeção. E [11] Leite (2015) na área de implantação e [12] Santana (2014) na área de projeção.



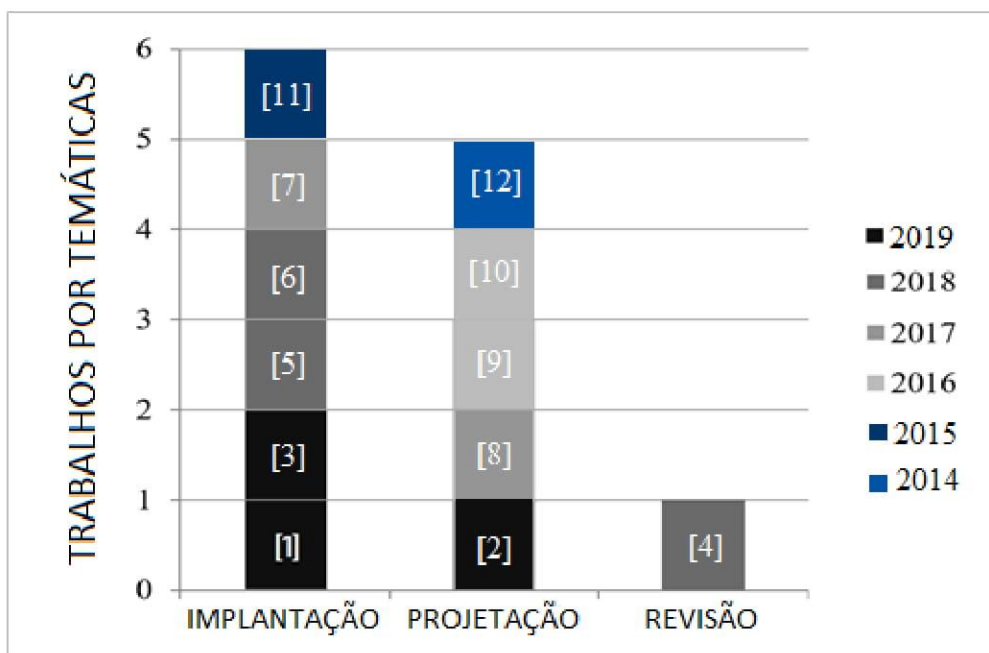


Figura 5: Temáticas abordadas.

Fonte: Própria (2020).

A modelagem da informação direcionada para o aperfeiçoamento do espaço público é um trajeto vasto e repleto de revés, que se encontra no início de sua abrangência e com isso lida-se com diversas problemáticas que precisam ser passíveis de solução. Com base nas pesquisas que esse mapeamento explana, é possível destacar algumas complexidades que foram salientadas pelos autores e com isso montar uma nuvem de palavras conforme Figura 6.



Figura 6: Nuvem de complexidades.

Fonte: Própria (2020).

Para Jaime (2019) e Costa (2016) é importante salientar que para o avanço do CIM é necessário dar foco na capacidade tecnológica de nossas cidades, do ponto de vista técnico, a modelagem do cadastro 3D apresenta uma complexidade que exige a utilização/desenvolvimento de programas mais especializados. Ao tratar da Modelagem da Informação da Cidade fica evidente que além de estabelecer requisitos físicos para os modelos que serão construídos é indispensável entender a complexidade existente por trás do processo de gestão das cidades.

Compreender o processo de gestão das cidades é algo complexo, logo um dos principais desafios encontrados principia pela definição do que é qualidade do espaço público, e como se processa a sua aferição através de indicadores, parâmetros e variáveis de forma clara e inequívoca. Sendo

fundamental perceber os padrões resultantes das relações entre os diferentes elementos da cidade, composto por uma heterogeneidade de elementos, para assim definir qual a modelagem da informação e criação de sistemas paramétricos, que se aplicam à complexidade da cidade, como um sistema e ao espaço público, como seu subsistema (FILIPE, 2019). Nesse sentido, Leite (2015) salienta que a avaliação do desempenho urbano por meio de indicadores depende da identificação de grupos de causalidade entre propriedades de elementos e o comportamento do sistema, e não somente no reconhecimento de graus de intensidade de características.

Silva Júnior (2016) e Miranda (2017) enfatizam em seus estudos que planejar a cidade é uma atividade complexa pois exige que o profissional identifique e gereencie um grande volume de informações, levando em conta várias camadas relacionadas às questões tecnológicas referentes à infraestrutura, ética, sociocultural, sociais, ações públicas, etc.

Cunha (2019) evidencia que em virtude da grande quantidade de dados que são gerados pelos diversos eventos de uma cidade, justifica-se a necessidade da modelagem, buscando a conversão dos mesmos em informações para geração do conhecimento, que são utilizados em benefício da população. Com isso, Santana (2014) aborda a necessidade de integração de várias tecnologias, muitas ainda pouco acessíveis, para permitir que todos tenham a correta interpretação e percepção do espaço modelado. Santos (2018) discorre que a utilização de ambiente integrado permite a análise automatizada de dados e simulações virtuais que permitem acesso mais rápido a informações de maior qualidade.

Desse modo pode-se salientar a carência de urbanistas na discussão sobre Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na prática do urbanismo contemporâneo, não que os mesmos não se utilizem de tecnologias dentro da sua amplitude da prática profissional, mas o fazem de forma predominantemente passiva, levando em consideração soluções abordadas por profissionais fora do contexto de produção do espaço urbano. Diante disso, a ideia é trazer o urbanista para à condição de protagonista na elaboração de soluções inovadoras, em busca da imanência exploratória e proativa na construção colaborativa de soluções em prol de sistemas cada vez mais aperfeiçoados dentro das cidades, de forma participativa, sustentável e competitiva (ALMEIDA, 2018).

Um ponto que provavelmente influencie essa falta de participação ativa dos urbanistas seria a dificuldade em se encontrar softwares específicos para o processo de projetos urbanos, o que gera uma defasagem no uso de métodos computacionais (SILVA JÚNIOR, 2016). Assim como a dificuldade na obtenção de dados geográficos espaciais, que conforme Lima (2017) salienta em sua pesquisa a baixa disponibilidade de dados espaciais sobre assentamentos informais, que é no caso o objeto de seu estudo, visto que para aplicação de uma modelagem da informação que represente de forma fiel o espaço urbano, é de fundamental importância ter acesso e disponibilidade de dados geográficos. Para Sousa (2018) um outro desafio relacionado aos dados geográficos foi na conversão de coordenadas geográficas para coordenadas cartesianas, que para mapeamentos por exemplo em Fortaleza/CE, que está inteiramente contida no fuso 24S, as coordenadas cartesianas são extremamente distantes do ponto de origem do eixo cartesiano, o que é um problema para a maioria dos modeladores.

De forma geral são várias as barreiras e obstáculos que precisam ser superados, tendo início com as barreiras políticas, assim como de ordem legal e operacional. A implantação de um novo modelo de informações para cidades depende em uma grande parcela do envolvimento dos gestores das mesmas. Diante disso, para a implementação de cidades sustentáveis é necessária a implantação



de políticas integradas, onde os desenhos urbanos juntamente com o sistema de infraestrutura são indispensáveis para a efetivação da qualidade desses espaços (Jaime, 2019).

#### **4. Considerações finais**

A modelagem da informação voltada para o urbanismo busca um aperfeiçoamento na qualidade do espaço público, levando em consideração indicadores, parâmetros e variáveis constituintes da sociedade. Indicadores esses como adaptabilidade, complexidade, diversidade, versatilidade, flexibilidade, vivacidade, vitalidade, acessibilidade, conectividade, densidade, topografia e relevo do solo, qualidade paisagística, interação social e segurança.

Diante da realização deste mapeamento sistemática foi possível identificar algumas das principais barreiras que fazem parte do processo de implementação do CIM, que vem desde a definição de quais parâmetros são imprescindíveis de serem considerados para caracterização de um espaço urbano de qualidade, assim como a importância de políticas públicas que tenham o foco no urbanismo, para que se tenha por parte dos gestores mais empenho em buscar melhorias para as nossas cidades.

Em meio a isso busca-se futuramente a realização de um estudo na formação de um panorama de ontologias aplicadas à cidade, embasado em experiências práticas, por meio do qual poderão ser explorados os diversos arranjos entre as abordagens de CIM.

## Referências

ALMEIDA, Fernando Antonio da Silva. **MODELANDO A INFORMAÇÃO DA CIDADE: do estado da arte à construção de um conceito de city information modeling (CIM)**. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano do Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

AMORIM, A. L. (2015). **Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 87-99, jul./dez. 2015. Doi: <http://dx.doi.org.br/10.11606/gtp.v10i2.103163>.

COSTA, Talita Stael Pimenta da Silva. **Modelagem de cadastro 3D de edifícios com base na ISO 19.152 (IADM)**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação., Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

CUNHA, Izabella Bauer de Assis. **Modelagem da informação para cidades inteligentes: aplicação em acidentes de trânsito de Belo Horizonte**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FILIPE, Sílvia Marina Dias. **Viva A Cidade: a qualidade do espaço público, à luz da modelagem da informação**. 2019. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

FONSECA, F. E. A. **Proposta de um quadro referencial para o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho para a gestão do ciclo de vida de produtos**. 2010. 238 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

JAIIME, lasmin de Sousa. **As cidades contemporâneas e suas tecnologias: a perspectiva do city information modeling**. 2019. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Projeto e Cidade da Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

KHEMLANI, L. (2005). **Hurricanes and their aftermath: how can technology help?** AECbytes, Sep. 2005 (29/09/2005). Disponível em: <https://web.archive.org/web/20111008085537/http://aecbytes.com/buildingthefuture/2005/HurricaneTechHelp.html>. Acesso: 20 set. 2020.

LEITE, Henrique Lorea. **Métodos de modelagem e análise urbana baseados em dados desagregados**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

LIMA, Mariana Quezado Costa. **VER A CIDADE: modelagem da informação para regulação de assentamentos informais**. 2017. 262 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MIRANDA, Frederico Severo. **Curitiba-VIEWPORT: contribuição ao desenvolvimento de uma plataforma computacional para cidades virtuais**. 2017. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MOHER, David; STEWART, Lesley; SHEKELLE, Paul. **All in the family: systematic reviews, rapid reviews, scoping reviews, realist reviews, and more**. 2015. Systematic Reviews, vol. 4, no. 168

MONTEIRO, Adriana Roseno; VERAS, Antonio Tolrino de Rezende. **A questão habitacional no Brasil**. Mercator, [S.L.], v. 16, n. 7, p. 1-12, 15 jul. 2017. Mercator - Revista de Geografia da UFC. <http://dx.doi.org/10.4215/rm2017.e16015>.



SANTANA, Sheyla Aguilar de. **Geoprocessamento na modelagem parametrizada da paisagem territorial: aplicações da geovisualização na simulação da paisagem urbana.** 2014. 244 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SANTOS, Paulo Ivson Netto. **Information Visualization for Managing Large-Scale Engineering Projects.** 2018. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Informática, Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2018.

SILVA JÚNIOR, Félix Alves da. **O uso de sistemas generativos como instrumento de desenho urbano sustentável.** 2016. 307 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SOUSA, Carlos Eugênio Moreira de. **MODELANDO A PERCEPÇÃO: o ambiente do patrimônio cultural edificado na regulação da forma urbana.** 2018. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

STOJANOVSKI, T. **City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations.** In: Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, 2013, San Diego. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2500016>>. Acesso em: 20 set. 2020.



## Contribuições do BIM para aplicação do LEED em prol do desenvolvimento sustentável: uma revisão da literatura

Aldo Carvalho – Universidade Federal de Juiz de Fora

David Rezende – Universidade Federal de Juiz de Fora

Pâmela Silva – Universidade Federal de Juiz de Fora

### Resumo:

A construção civil produz cerca de 35% dos resíduos sólidos gerados no mundo e demanda de grande quantidade de água, energia e insumos no geral. Dessa forma, materiais e metodologias inovadoras são necessárias para se obter uma sustentabilidade nessa indústria. Nesse contexto, ferramentas de avaliação ambiental, como o Selo LEED, e metodologias de trabalho, como o BIM, são alternativas viáveis para serem aplicadas e que proporcionam ganhos ambientais, com a economia de recursos naturais, otimização de procedimentos nos canteiros de obras entre outras. Assim, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a contribuição do BIM para potencialização da certificação LEED, visando empreendimentos mais sustentáveis dentro da construção civil. Para isso, optou-se por uma revisão bibliográfica de recorte temporal de 2010-2020, com abordagem exploratória-qualitativa acerca do tema em questão, em prol do desenvolvimento sustentável na construção civil brasileira. Entre os resultados obtidos está o panorama do desenvolvimento sustentável no Brasil, bem como da certificação LEED, a colaboração do BIM para a sustentabilidade na construção civil e também no auxílio da verificação e execução de diretrizes de legislações e critérios determinados no LEED para se atingir um ciclo de vida mais sustentável nessa indústria.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, BIM, LEED

### Abstract:

Civil construction produces about 35% of the solid waste generated in the world and demands large amounts of water, energy and inputs in general. Therefore, innovative materials and methodologies are necessary to achieve sustainability in this industry. In this context, environmental assessment tools, such as the LEED Seal, and work methodologies, such as BIM, are viable alternatives to be applied and that provide environmental gains, with the saving of natural resources, optimization of procedures at construction sites, among others. Thus, the present work aims to analyze the contribution of BIM to enhance LEED certification, aiming at more sustainable enterprises within civil construction. To this end, we opted for a 2010-2020 bibliographic review of time, with an exploratory-qualitative approach on the subject in question, in favor of sustainable development in Brazilian civil construction. Among the results achieved is the panorama of sustainable development in Brazil, as well as LEED certification, BIM's collaboration for sustainability in civil construction and also in assisting in the verification and execution of legislation guidelines and criteria determined in LEED to achieve a more sustainable life cycle in this industry.

**Keywords:** Sustainability, BIM, LEED.

## 1. Introdução

A construção civil é um dos principais setores que provocam a aceleração das mudanças climáticas e decaimento de recursos naturais (MURTAGH; SCOTT; FAN, 2020). Todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento são potenciais fontes de impacto ambiental, variando segundo o tipo e a localização da construção (LOPEZ et al, 2019). O setor da construção civil tem relação direta com o desenvolvimento econômico, social e de bem-estar das cidades, entretanto é responsável por aproximadamente 35% dos resíduos sólidos gerados no mundo e demanda grande volume de água para fabricação de insumos, além de despender de apreciável quantidade de energia (NAVARRO, 2010; DARKO et al, 2017; WANG et al, 2018; MAUÉS et al, 2020; MACÍAS)

Diante dessa situação, a fim de reduzir a degradação ambiental, os riscos à saúde humana e promover o desenvolvimento sustentável no setor, faz-se necessário a implantação de conceitos de gestão ambiental, por meio de objetivos bem definidos que devem ser alcançados pelo empreendimento. Dessa forma, serão obtidas obras com maior nível de desempenho, mais racionais, seguras e eficientes para a sociedade (CARVALHO et al, 2020).

Nesse sentido, as ferramentas de certificação ambiental têm desempenhado um papel importante na disseminação da abordagem de certificados de construção verde em todo mundo, visando reduzir os efeitos ambientais negativos dos edifícios e garantir desempenho das edificações (UGUR; LEBLEBICI, 2018). Para isso, essas ferramentas avaliam os empreendimentos através de indicadores de desempenho qualitativos e quantitativos, atribuindo pontuações à requisitos pré-estabelecidos para a concretização de uma “construção sustentável”. Assim, esses instrumentos de avaliação empregados na construção civil, são capazes de nortear projetistas, construtores, fornecedores e toda a cadeia produtiva em prol da construção verde (CANAZARO; KERN, 2018). No Brasil, a certificação de avaliação ambiental mais empregadas trata-se do Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (CARVALHO; BARBOSA, 2020).

Desenvolvimento sustentável pode ser definido, segundo Relatório de Brundland (1987), como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Nesse viés, as ferramentas de certificação ambiental exercem um importante papel para o desenvolvimento sustentável dentro do setor da construção civil (OBATA et al, 2019). Além disso, o mesmo pode ser potencializado pelo uso de métodos e tecnologias inovadoras, como a Building Information Modeling (BIM), que é capaz de corroborar para verificação de critérios ambientais e normas técnicas de cada elemento envolvido no empreendimento (RUBIM et al, 2019).

Visando contribuir com o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil, o presente trabalho tem objetivo de analisar a contribuição do BIM para potencialização das ferramentas de certificação ambiental, em especial o LEED, no Brasil. Para isso, efetuou-se uma revisão bibliográfica com abordagem exploratória-qualitativa acerca do tema em questão, em prol do desenvolvimento sustentável na construção civil brasileira.

## 2. Metodologia

A revisão bibliográfica pode ser caracterizada como a pesquisa que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos e teses, por exemplo. Utiliza-se de dados teóricos já trabalhados por outros pesquisadores, tornando-os fontes para análises qualitativas (SEVERINO, 2010).

No presente estudo, a revisão bibliográfica faz uma análise exploratória, utilizando como parâmetro de busca as palavras “sustentabilidade”, “BIM”, “LEED” e “Desenvolvimento

sustentável”, com o recorte temporal de 2010 a 2020, e buscando sempre utilizar os trabalhos e documentos mais recentes presentes nos bancos de dados Google Acadêmico, para contemplar a literatura nacional, ScienceDirect para abranger o melhor e mais recente da literatura internacional e o portal do Green Building Council Brasil para garantir dados sólidos quanto a certificação LEED. A revisão ainda tem caráter de análise qualitativo da bibliografia, isto é, com leitura integral dos textos encontrados, o que permite traçar breves panoramas do desenvolvimento sustentável no Brasil, bem como da contribuição do BIM para potencializar a ferramenta de certificação ambiental LEED.

A pesquisa, se limita ao que tange o BIM e o desenvolvimento sustentável no Brasil. Dessa forma, a revisão focou na colaboração do emprego do BIM para agregar a aplicação e uso ferramenta LEED, uma vez que esta é a mais empregada nacionalmente (MATOS, 2014; CARVALHO; BARBOSA, 2020).

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1. Desenvolvimento Sustentável no Brasil

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o responsável por acompanhar o desenvolvimento sustentável no Brasil, para isso, segue os indicadores estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), sendo organizados em 4 dimensões: Ambiental, Social, Econômica e Institucional, conforme sintetizado no quadro 1 (IBGE, 2020).

Quadro 1 – Dimensões do Desenvolvimento Sustentável pelo IBGE.

Dimensão	Caracterização
<b>Ambiental</b>	Refere-se aos fatores de pressão e impacto que estão relacionados aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente. Estas questões aparecem organizadas nos temas atmosfera, terra, água doce, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade e saneamento. Os temas, reúnem indicadores que expressam pressões sobre o ambiente ,políticas ambientais, fatores que influenciam na saúde e a qualidade de vida da população.
<b>Social</b>	Relaciona-se com os objetivos de satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social. Temas como população, trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança são trabalhos pelos indicadores que procuram retratar o nível de educação, a equidade e distribuição de renda, além das condições de vida da população.
<b>Econômica</b>	Corresponde às questões que se referem ao uso e esgotamentos dos recursos naturais, da produção e gerenciamento de resíduos, uso de energia e o desempenho macroeconômico e financeiro do País.
<b>Institucional</b>	Se refere a à orientação política, capacidade e esforço despendido por governos e pela sociedade na implementação das mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de IBGE (2020)

O desenvolvimento sustentável se aplica às diversas áreas da sociedade e da economia. Os setores de construção, óleo e gás, de alimentos e bebidas, automotivos, entre outros, impactam diretamente o meio ambiente através da produção de gases poluentes ou resíduos sólidos, além de serem responsáveis por empregar milhares de pessoas e também estarem atrelados a doenças ocupacionais (MARTINS et al, 2020). Assim, tem-se exigido cada vez mais das empresas assumir maior responsabilidade pelas suas ações sociais e ambientais (CHAMS; GARCÍA-BLANDÓN, 2019; MARUYAMA et al, 2019).

Nesse sentido, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção estabeleceu o Programa de Construção Sustentável que visa subsidiar a elaboração de políticas públicas que tornem a



Construção Sustentável uma realidade no Brasil. Para isso, desenvolve seis objetivos principais: a redução de emissões na cadeia produtiva; eficiência energética das edificações; uso racional da água; utilização de matérias e sistemas sustentáveis; gestão de resíduos sólidos; viabilização do desenvolvimento sustentável no espaço urbano e valorização do ser humano (CBIC, 2017).

O Governo Federal criou em 2016 a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, através do Decreto N° 8.892 de 27 de outubro de 2016, que visava a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU (BRASIL, 2016). A Agenda 2030, estabelece 17 objetivos e 169 metas de desenvolvimento sustentável para serem cumpridos por todos os países que se dispuseram a participar (ONU, 2020). Pode-se notar que o poder público, até então, incentiva práticas sustentáveis. Essa realidade, entretanto, vem se alterando ao longo dos anos, com o estabelecimento de políticas mais liberais e com a revogação de antigos Decretos, como o caso do Decreto N° 10.179 que revoga o compromisso do Brasil com a ONU e o cumprimento da Agenda 2030, entre outras legislações de proteção ambiental e incentivo a políticas sociais (BRASIL, 2019).

### 3.2. Panorama da certificação LEED no Brasil

As ferramentas de avaliação ambiental para diferentes tipos de empreendimentos potencializam o desempenho das construções e possibilitam adequá-las ao conceito de green building, cita-se Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) como a predominante no Brasil (CARVALHO, BARBOSA; 2020). Esta ferramenta, em resumo, avalia através de um check list composto por 8 grandes áreas, que são subdivididas em práticas obrigatórias e não obrigatórias (GBC, 2020) sendo passível de ser aplicada em diversos tipos de empreendimentos (USGBC, 2013). No quadro 2, tem-se a descrição do sistema LEED.

Quadro 2: Sistema LEED

	<b>LEED</b>
<b>Certificadores</b>	Green Building Council Brasil
<b>Escopo de avaliação</b>	Processo integrado de concepção; construção e operação de edificações e espaços construídos.
<b>Forma de avaliação</b>	Auditorias presenciais
<b>Tipologias avaliadas</b>	Novas construções e grandes projetos de renovação; Desenvolvimento de bairro (localidades); Projetos da envoltória e parte central do edifício; Lojas de varejo; Unidades de saúde; Operação de manutenção de edifícios existentes; Escolas; Projetos de interiores e edifícios comerciais;
<b>Sistema de avaliação</b>	Pontuação (somatório que classifica o desempenho geral)

Fonte: autores (2020)

Em levantamento realizado pelo Green Building Council Brasil, constatou-se que 1456 empreendimentos foram avaliados, até o ano de 2019, isto é, passaram pelo processo de registro da certificação LEED ainda na fase de projeto. Entretanto, apenas 572 edifícios, de fato, foram certificados após a execução (CBC, 2020). Vide Quadro 3.

Quadro 3: Panorama da Certificação LEED no Brasil por região.

Região	Característica	
	Registrado	Certificado
Norte	32	6
Nordeste	110	32
Centro-oeste	61	19
Sudeste	1071	441
Sul	182	74
$\Sigma$	<b>1456</b>	<b>572</b>

Fonte: autores (2020)

### 3.3. BIM e o desenvolvimento sustentável

O modelo BIM pode ser utilizado ao longo de todo o ciclo de vida do edifício: visualização, documentação, gerenciamento, planejamento de custos, manutenção, operação, logística e demolição. A maior parte desses recursos, entretanto, requerem ferramentas BIM adicionais ao software que executou a modelagem 3D, como é o caso da ferramenta Revit, da Autodesk (CARVALHO, BRAGANÇA e MATEUS, 2019). Os autores utilizam em sua pesquisa a ferramenta SBTool, desenvolvida pela LEED, para avaliar o desenvolvimento sustentável de um empreendimento e comparar com as possibilidades previstas pelo modelo tridimensional do Revit. Nesse sentido, constaram que o uso da ferramenta BIM identifica 15 dos 25 critérios de análise de sustentabilidade previsto na SBTool. Embora o Revit não contemple 10 critérios previstos no SBTool, é capaz de levantar informações suficientes para analisar esses parâmetros, sendo, portanto, uma ferramenta adequada para a análise do desenvolvimento sustentável.

Concatenando ao exposto, relativo ainda à modelagem tridimensional do projeto, pode-se obter dados importantes para serem fornecidos aos projetistas, uma vez que possibilitaram a análise de diferentes opções para projetos mais sustentáveis. (EDWARDS et al, 2019). O BIM permite, já na simulação, conduzir o projeto segundo características da iluminação ambiental, quanto ao conforto térmico e a própria localização do empreendimento. Dessa forma, pode-se tomar decisões projetuais, logo no início do processo de simulação do projeto, a partir desses dados (EDWARDS, et al, 2019).

Os autores, por fim, dispõem que o BIM atualmente não é muito utilizado para garantir a sustentabilidade de edificações uma vez que existe um déficit nas ferramentas BIM com relação à esta temática. Edwards et al (2019) complementa ainda que o BIM, nos dias atuais, é solicitado apenas no que diz respeito a otimização de gerenciamento de projetos, em especial no que tangencia ao custo-benefício-tempo do empreendimento, carecendo de aprimoramentos quanto a energia empregada durante o ciclo de vida de cada material.

Ao agregar ao modelo de projeto o BIM 4D, isto é, análises referentes ao tempo, pode-se reduzir o desperdício de materiais em canteiros de obras, sobretudo, em empreendimentos que utilizam de concreto (GUERRA, LEITE, FAUST; 2020). O cimento utilizado para fabricação do concreto, se armazenado durante muito tempo, pode reagir com a umidade ambiental e então ser inutilizado para a produção de concreto, gerando assim mais resíduo para a construção civil e também implicando em gastos desnecessários. Nesse viés, os autores propuseram incorporar ao modelo 3D o cronograma da obra, bem como a relação de compras de materiais necessários. Como ponto



negativo, foi identificado que o projeto fica extremamente atrelado a confiabilidade e precisão dos dados do registro de compras, sendo necessário profissionais qualificados para executar essa tarefa.

O BIM permite ainda a otimização do desempenho energético do empreendimento através da incorporação de dados ambientais como ventilação, iluminação natural entre outros, que possibilitam estimar o gasto médio de energia do edifício (UTKUCU, SOZER; 2020). Utkucu e Sozer (2020) afirmam que a relação do BIM com a eficiência energética de um empreendimento está intimamente ligada a interoperabilidade entre os softwares, uma vez que uma única ferramenta de simulação, em muitos casos, pode ser insuficiente para uma análise consistente. Nesse sentido, os autores utilizaram o software Revit e identificaram limitações nas suas interações com outros softwares BIM, havendo desconfigurações na importação de arquivos provenientes de outros softwares, o que dificultou o uso eficaz para a simulação energética do empreendimento analisado.

Soma-se ao exposto, a relação de interoperabilidade entre os softwares BIM e os softwares de georreferenciamento. O uso em conjunto dessas ferramentas possibilita agregar à simulação do software BIM características quanto ao impacto de inserção do empreendimento no meio ambiente. Assim, é possível realizar uma análise de vulnerabilidades sociais e ambientais construídas de acordo com a topografia local e a infraestrutura de serviços públicos disponíveis na região (HOUGHTON, CASTILLO-SALGADO; 2019).

No que se refere à fase de uso e operação do empreendimento, as ferramentas BIM são capazes de auxiliar a gestão dos serviços de manutenção, aumentando, portanto, o ciclo de vida útil do projeto. Entre as formas de manutenção potencializadas, pode-se citar a manutenção preventiva e a corretiva. Se tratando da manutenção preventiva, uma vez que se conhece todos os detalhes de materiais dos elementos que compõem a edificação, pode-se prever onde haverá falhas de desempenho e então preveni-las (CARVALHO, BARBOSA; 2020). A identificação e mapeamento das patologias das edificações permite relacioná-las com os elementos da simulação tridimensional do BIM. Assim, pode-se parametrizar metodologias relacionadas com a priorização de intervenções, como o caso do método GUT analisado pelos autores, e, então, dentro do software BIM, gerar um plano de manutenção racional e claro para todos os colaboradores envolvidos no projeto. Carvalho e Barbosa (2020) ao identificarem essa funcionalidade do BIM, possibilitaram o planejamento e execução de serviços de manutenção mais sustentáveis, uma vez que também era possível quantificar e gerenciar o uso dos materiais envolvidos em todo o processo, evitando desperdícios.

Rubim et al (2019) identificaram que os softwares BIM são capazes de analisar o cumprimento de normas técnicas e outras legislações vigentes, como a NBR 15575/2013, através da criação parâmetros específicos de entrada e da interoperabilidade entre as ferramentas BIM. Assim, o BIM pode identificar os parâmetros ambientais e relativos ao desenvolvimento sustentável que as edificações atendem ou não. Dessa forma, é exposto os pontos de melhorias projetuais que podem ser realizados, a fim de atender aos critérios que em um primeiro momento não foram contemplados.

Nesse sentido, o BIM se torna uma ferramenta eficaz para avaliação do desenvolvimento sustentável de um empreendimento. Ciente que a ferramenta LEED baseia-se no atendimento de critérios que se relacionam com o desempenho da edificação, Jalei e Jrade (2020) propuseram uma metodologia inovadora que integra o BIM com sistema de LEED, a qual calcula automaticamente os critérios LEED que o projeto contempla, além de fornecer os custos de registro relacionados para o uso de materiais verdes. Para isso os autores criaram um plug-in que vincula o modelo BIM a um banco de dados externo que mantém critérios do LEED, materiais

sustentáveis e grupos de montagem de elementos para poder produzir informações de projeto da construção analisada.

Um dos maiores desafios da aplicação do BIM no desenvolvimento sustentável se relaciona com falta de capacitação dos profissionais da construção civil com os softwares BIM. Durante a formação acadêmica não há inserção desse conteúdo no currículo e uma vez que os profissionais estão no mercado de trabalho, já não destinam tempo suficiente para o aprendizado da metodologia e ferramentas BIM (LUCAS, 2017; OLAWUMI et al, 2020).

Concatenando a este contexto, se observa no meio educacional o interesse em adaptar os currículos visando formar profissionais com competências necessárias para atender às demandas do mercado. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia determinam, entre outras coisas, que estes não devem se estruturar em função somente de conteúdo, mas também no desenvolvimento de competências (OLIVEIRA, 2019). Assim, as novas diretrizes abrem precedente para reformas curriculares que priorizem o ensino do BIM, uma vez que o profissional capacitado para trabalhar com essa metodologia é aquele que possui competências como: entendimento das necessidades das equipes, experiência em projetos e gerenciamento de projetos, além de saber trabalhar com modelagem tridimensional (BOSCH-SIJTSEMA, 2019).

Paralelamente corrobora para a ampla implantação do BIM as legislações determinadas pelo Governo Federal, como o Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, o qual dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling, a BIM-BR (BRASIL, 2019). Essa estratégia tem como meta criar um ambiente favorável a investimentos para o BIM e a sua difusão. (BRASIL, 2018). Outra ação governamental que impulsiona o uso da metodologia e softwares BIM no Brasil é o Decreto Nº 10.306 de 2 de abril de 2020 que determina 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).

#### **4. Análises**

O Desenvolvimento Sustentável abrange aspectos ambientais, econômicos e sociais. Nesse sentido, é cobrado das industriais práticas mais sustentáveis. Assim, na construção civil a cobrança é semelhante e através de metodologias inovadoras, ferramentas de avaliação ambiental e o uso do BIM é possível promover construções mais sustentáveis.

O selo LEED visa empreendimentos mais sustentáveis e com maior conforto para o usuário, possuindo critérios que abrangem todo o ciclo de vida da edificação, bem como características de localização ambiental e impacto local. Nesse contexto, a ferramenta BIM é capaz de gerar e gerir dados do empreendimento ao longo de todo ciclo de vida, otimizando a logística de cada etapa, evitando os desperdícios de recursos materiais e financeiros, além de possibilitar a economia de energia e a compatibilização do projeto com normas técnicas e outras diretrizes ambientais. Dessa forma, a interoperabilidade entre os softwares BIM é capaz de promover a verificação da ferramenta LEED e, assim, auxiliar no cumprimento da verificação ambiental em prol de construções verdes.

A verificação através do BIM consiste na aplicação de parâmetros na modelagem e permite analisar quais foram contemplados pelo projeto e quais não foram. Assim, uma vez que tenha sido identificada uma incompatibilidade com alguma diretriz ambiental ou normativa, pode-se alterar o projeto já em suas fases iniciais visando atender a estes documentos. Em construções, já na fase de uso e operação, o mesmo pode ser realizado e em cima do contexto identificado pode-se tomar decisões a fim de contemplar melhor critérios e requisitos ambientais.

O LEED é a ferramenta de verificação ambiental mais empregada no Brasil, entretanto, sua certificação é desigual entre as regiões do país. Pode-se notar no quadro 3 que a região norte e centro-oeste são as que possuem um menor número de empreendimentos certificados. Aspectos econômicos e prioridades diferentes na construção civil local podem ser fatores que justifiquem o reduzido número de empreendimentos certificados. Porém as ferramentas BIM se mostram eficazes para facilitar o acesso ao cumprimento das diretrizes dessa certificação, uma vez que podem ser criados parâmetros novos de entrada que possibilitam integrar os critérios do selo LEED aos softwares BIM. Como exposto, por exemplo, no trabalho de Carvalho, Bragança e Mateus (2019), o qual incorporou no software BIM os critérios de análise presentes na ferramenta SBTool. Esta, por sua vez, visa verificar critérios de sustentabilidade do empreendimento e o atendimento dos critérios da ferramenta LEED. Dessa forma, o uso de ferramentas BIM emerge como uma possibilidade de auxiliar empreendimentos a obterem a certificação LEED no Brasil.

Existe, contudo, uma barreira para a aplicação do BIM em prol do desenvolvimento sustentável, da verificação de diretrizes nacionais e de certificações ambientais: a falta de capacitação dos profissionais do setor de Engenharia, Arquitetura, Construção e Operação (AECO) na metodologia e ferramentas BIM. Assim, usufruir de ferramentas BIM para verificação e potencialização do selo LEED pode se tornar uma tarefa desafiadora, sobretudo nas regiões do Brasil onde há menor índice educacional dos profissionais.

Concatenando ao exposto, tem-se ainda erros e incompatibilidades entre a interoperabilidade dos softwares BIM, que podem gerar retrabalho e informações incoerentes da realidade estudada. Nesse sentido, cabe estudar a razão desses erros ainda vigorarem, podendo ser necessário maior desenvolvimento e apuração por parte dos softwares, ou ainda incompatibilidade gerada pela falta de comunicação entre as ferramentas geradas por empresas concorrentes.

O fato cultural do BIM ser atrelado principalmente ao gerenciamento do projeto no que tange a características relativas ao custo, benefício e tempo de execução causam algum nível de alienação quanto ao uso e desenvolvimento dos softwares BIM. Nesse sentido, ferramentas BIM são muito voltadas para gestão do projeto da edificação, carecendo de softwares que contemplem também critérios que avaliem o desempenho energético e a adequação ambiental.

Contrapondo a este contexto, têm-se as legislações nacionais que visam a implementação e difusão de BIM no Brasil. Embora essas legislações não se apliquem diretamente aos profissionais já inseridos no mercado de trabalho, obrigam a atualização dos mesmos com o propósito de se manterem aptos para exercer suas funções, visto que empresas privadas, agora, são encorajadas a se adequarem à nova realidade a fim de pleitear contratos com órgãos públicos que são obrigados a serem feitos e pensados segundo a metodologia BIM.

Cabe ainda salientar que o uso de ferramentas BIM em conjunto com ferramentas de georreferenciamento são fortes aliados para avaliação do impacto ambiental da inserção do empreendimento no local desejado. Pode-se fazer desde análises topográficas que influenciarão na estrutura e disposição dos elementos do projeto, como também averiguar instrumentos urbanos presentes na região e que irão agregar conforto aos usuários do empreendimento, este é o caso de proximidade com pontos de ônibus e ciclovias, por exemplo. É importante ainda mencionar que este é um critério analisado pela ferramenta LEED e os parâmetros de desempenho sustentável, o que permite dispor, mais uma vez, que o BIM pode contribuir para o atendimento do LEED e o maior e melhor desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil.

As informações provenientes do georreferenciamento podem ser utilizadas para identificar características climáticas referente a cada tipo de relevo e a bacia hidrográfica ao qual o empreendimento está inserido. Assim, conhecer o sentido dos ventos e o índice pluviométrico da região permite desenvolver projetos que utilizam as particularidades climáticas a favor da construção verde, prevendo, por exemplo, o aproveitamento das águas pluviais nos sistemas

hidráulicos da edificação. Pode-se ainda aumentar o desempenho energético da edificação com a melhor utilização da luz natural, bem como dos ventos que são capazes de aumentar o desempenho térmico e o conforto do usuário. Assim, é possível adequar o empreendimento ainda mais nas dimensões previstas do desenvolvimento sustentável e reduzir impactos ambientais causados pela indústria da construção civil.

A redução de rejeitos na construção, assim como o uso de materiais reciclados e reutilizados, também são critérios analisados pela ferramenta LEED e que estão inclusos na dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o BIM, ao aprimorar os processos de manutenção nas edificações, permite melhor gestão dos recursos materiais empregados, reduzindo o desperdício.

## **5. Considerações Finais**

Degradação ambiental, emissão de gases poluentes, produção exacerbada de resíduos sólidos, poluição das águas entre outras mazelas assolam a humanidade proveniente de processos de desenvolvimento inconsequentes. Nesse sentido, tem-se a construção civil como responsável por usufruir de grande parte dos recursos naturais disponíveis e gerar cerca de 35% dos resíduos sólidos em todo o mundo.

Visando atenuar os efeitos ambientais causados pela construção civil, novas tecnologias e metodologias de trabalhos são alternativas para o desenvolvimento sustentável. Entre elas, têm-se as ferramentas de certificação ambiental e o BIM. O BIM transcende a simples representação 3D da edificação e pode ser utilizado para gerenciar todo o ciclo de vida do empreendimento, possibilitando tomada de atitudes coniventes com causas ambientais. As certificações ambientais, em especial o selo LEED, por sua vez, tem a finalidade principal de medir o desempenho do empreendimento nos quesitos de sustentabilidade e meio ambiente, sendo, portanto, uma ferramenta totalmente voltada para o desenvolvimento sustentável.

A partir do presente estudo, pode-se aferir que o BIM é capaz de auxiliar o cumprimento dos critérios estabelecidos pelo selo LEED. Os softwares BIM, com sua interoperabilidade, são capazes de criar parâmetros que se adequam aos existentes no sistema LEED e então realizar a verificação do quanto o empreendimento se adequa a certificação ambiental. A modelagem em BIM permite também, já no modelo 3D, que os projetistas tenham ciência da implantação da edificação e possam pensar em alternativas viáveis e sustentáveis para prosseguir com o projeto.

Atualmente, no Brasil, a certificação LEED é presente sobretudo nas regiões sul e sudeste. Com a utilização de ferramentas BIM, pode-se vencer alguns obstáculos na fase de projeto e também durante todo o ciclo de vida da edificação, visando atender os critérios do LEED e, por fim, aumentar o número de edifícios certificados em todo o país.

Há, entretanto, alguns desafios para serem transpassados para o uso do BIM como auxílio ao cumprimento do LEED e de outras legislações vigentes: a falta de capacitação dos profissionais que estão inseridos no mercado de trabalho em função da inadequação curricular de suas formações e a rotina trabalhista que dificulta o aprimoramento do profissional para novas tecnologias. Outras barreiras para o uso do BIM atrelado ao desenvolvimento sustentável também podem ser citadas, entre elas: a interoperabilidade que, por vezes, é falha entre os softwares BIM; o desenvolvimento de ferramentas BIM especializadas no gerenciamento do projeto em detrimento de outros fatores a serem analisados, como o desenvolvimento sustentável e a relação do empreendimento com o ambiente ao qual está inserido, entre outras.

## 6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Universidade Federal de Juiz de Fora.

## Referências

BOSCH-SIJTSEMA, Petra M.; GLUCH, Pernilla; SEZER, Ahmet Anil. Professional development of the BIM actor role. **Automation in construction**, v. 97, p. 44-51, 2019.

BRASIL. [Decreto Nº 10.179 da Constituição Brasileira, 1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10179.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10179.htm#art1). Acesso em: 09 Agosto de 2020.

BRASIL. [Decreto Nº 10.306 da Constituição Brasileira, 1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 09 Agosto de 2020.

BRASIL. [Decreto Nº 8.892 da Constituição Brasileira, 1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/decreto/D8892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8892.htm). Acesso em: 09 Agosto de 2020.

BRASIL. [Decreto Nº 9.983 da Constituição Brasileira, 1988]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15). Acesso em: 09 Julho de 2020.

BRASIL. Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Comitê Gestor (CG-BIM). **Building Information Modelling - BIM**. Brasília, DF, 2018. Disponível: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>. Acesso em: 15 de Julho de 2020.

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Construção Sustentável**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: < [https://cbic.org.br/es\\_ES/construcao-sustentavel/](https://cbic.org.br/es_ES/construcao-sustentavel/) > Acesso em 09 de agosto de 2020

CANAZARO, C.C., KERN, A.P. Análise de um Prédio Certificado LEED – Novas Construções na Versão Atual da Certificação de Operação e Manutenção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 178., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CARVALHO, A. R.; BARBOSA, M. T. G. Ferramenta BIM aplicada na gestão dos serviços de manutenção. In: Simpósio Nacional de BIM, 1, 2020, Fortaleza. **Anais [...]**, Fortaleza, 2020.

CARVALHO, Aldo Ribeiro de; BARBOSA, Maria Teresa Gomes. Análise crítica entre desempenho das edificações e o sistema LEED for Schools. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

CARVALHO, Aldo Ribeiro de; NUNES, Vitor Dias Lopes; RUBIM, Diana Fiori; HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz. NBR 15575, Adequação Ambiental e Avaliação De Desempenho. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 55-70, jun. 2020. ISSN 24473073. Disponível em:.. Acesso em:08 de julho de 2020. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n3.55-70>.

CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Optimising building sustainability assessment using BIM. **Automation in Construction**, v 102, p. 170-182, 2019.

Chams, N.; García-Blandón, J. Sustainable or not sustainable? The role of the board of directors. **J. Clean. Prod.**, 226 (2019), pp. 10671081, 10.1016/j.jclepro.2019.04.118

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – “**Nosso Futuro Comum**”, 2º Edição Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1991, 430p.

Darko, A; Chan, A.P.C. ; Ameyaw, E.E.; He, B.J.; Olanipekun, A. O. Examining issues influencing green building technologies adoption: The United States green building experts’ perspectives. **Energy and Buildings**, 144 (2017), p. 320-332, 10.1016/j.enbuild.2017.03.060

EDWARDS, R. E.; LOU, E.; BATAW, A.; KAMARUZZAMAN, S. N.; JOHNSON, C. Sustainability-led design: Feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects. **Journal of Building Engineering**, v. 24, 2019

F. Jalaei, A. Jrade Integrating building information modeling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings **Sustainable Cities and Society**, 18 (2015), pp. 95-107.

GREEN BUILDING COUNCIL (GBC Brasil) - **Empreendimentos LEED**. 2020. Disponível em <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>> acesso em 29 de junh. 2020

GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC) – **LEED v4 for School**. 2013. Disponível em <<https://www.usgbc.org/>> acesso em 24 abril de 2020.

GUERRA, B. C.; LEITE, F.; FAUST, K. M. 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams. **Waste Management**, v.116, p. 79-90, 2020.

HOUGHTON, A.; CASTILLO-SALGADO, C.; Analysis of correlations between neighborhood-level vulnerability to climate change and prospective green building design strategies: A spatial and ecological analysis. **Building and Environment**, v. 168, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS**. 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>> acesso em: 09 agosto de 2020

JALAEI, F.; JALAEI, F.; MOHAMMANDI, S.; Na integrated BIM-LEED application to automate sustainable design assessment framework at the conceptual stage of building projects. **Sustainable Cities and Society**, v. 53, 2020.

LÓPEZ, C. D; CARPIO, M; MARTÍN-MORALES, M; ZAMORANO, M; A comparative analysis of sustainable building assessment methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, 2019.

LUCAS, Jason D. Identifying learning objectives by seeking a balance between student and industry expectations for technology exposure in construction education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 143, n. 3, p. 05016013, 2017.

Macías, M.; Navarro, J. C.; Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. **Informes de La Construcción**, 62 (517) (2010), pp. 87-100, 10.3989/ic.08.056

MARTINS, V. W. B.; RAMPASSO, I. S.; SILTORI, P. F. S; CAZERI, G. T.; ANHOLON, R.; QUELHAS, O.L.G.; LEAL FILHO, W. Contributions from the Brazilian industrial sector to sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 272, 2020.



Maruyama, U.; Sanchez, P.M.; Trigo, A. G. M.; Motta, W. H. Circular Economy in higher education institutions: lessons learned from Brazil-Colombia network Braz. J. **Oper. Prod. Manag.**, 16 (2019), pp. 88-95,

MATOS, Bruna Farhat. **Construção sustentável: panorama nacional da certificação ambiental**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014

MAUÉS, L. M. F.; NASCIMENTO, B. M. O.; LU, W.; XUE, F. Estimating construction waste generation in residential buildings: A fuzzy set theory approach in the Brazilian Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 265, 2020.

MURTAGAH, N.; SCOTT, L.; FAN, J. Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 268, 2020.

OBATA, S. H.; AGOSTINHO, F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 145, p. 170-178, 2019

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M.; WONG, J. K. W.; CHAN, A. P. C. Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Journal of Building Engineering**, v.20, p. 60-71, 2018.

OLIVEIRA, V. F. **As inovações nas atuais diretrizes para a Engenharia: estudo comparativo**. In: OLIVEIRA, V. F. (org). A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. 1. Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2019. p. 66-85

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – BRASIL **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em 09 de agosto de 2020.

RUBIM, D. F.; CARVALHO, A. R.; NUNES, V. D. L.; HIPPERT, M. A. S. A contribuição do BIM para atendimento à norma de desempenho - NBR 15575. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. São Paulo: Cortez Editora, nov. 2010.

UGUR, L. O.; LEBLEBICI, N. Na examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 1476-1483, 2018.

UTKUCU, D.; SÖZER, H. Interoperability and data Exchange within BIM platform to evaluate building energy performance and indoor comfort. **Automation in Construction**, v. 116, 2020.

WANG, J.; WU, H.; DUAN, H.; ZILLANTE, G.; ZUO, J.; YUAN, H. Combining life cycle assessment and Building Information Modelling to account for carbon emission of building demolition waste: **A case study**. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3154- 3166, 2018.

ZARGHAMI, E.; FATOUREHCHI, D.; Comparative analysis of rating systems in developing and developed countries: A systematic review and a future agenda towards a regionbased sustainability assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, 2020.

## INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DO BIM NA BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA: ABORDAGEM NO PERÍODO DE 2007 A 2019

Sara Rocha – UFERSA

Josyanne Giesta - IFRN

### Resumo:

Esse trabalho faz parte de um mapeamento feito na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) sobre ensino do BIM. Objetivou-se traçar um panorama sobre esses estudos através da seleção de trabalhos que envolvem o tema *Building Information Modeling* (BIM), dentro do período de 2007 a 2019, para posterior triagem ao que tange a área de Ensino, buscando identificar em que instituições esses estudos estão sendo desenvolvidos, assim como em quais estados. O percurso metodológico se deu mediante processo quantitativo de coleta de dados, onde foi feito o download dos trabalhos selecionados para em seguida uni-los com o intuito de identificar as repetições, buscando incluir números relevantes de estudos dentro da área. Percebeu-se nos resultados um número pequeno de teses e dissertações que tratam do BIM na academia, considerando um total de 12 trabalhos. Entretanto, apesar dessa quantidade, as experiências apresentam contribuições importantes no que diz respeito ao processo de implantação nos cursos de graduação, enfatizando, ainda, a necessidade de expansão do BIM dentro das universidades brasileiras.

**Palavras-chave:** Ensino-Aprendizagem; BIM; *Building Information Modeling*.

### Abstract:

This paper is part of a mapping made in the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) on BIM teaching. The objective is to draw an overview of these studies through the selection of papers involving the theme *Building Information Modeling* (BIM), within the period from 2007 to 2019, for further screening of the Teaching area, seeking to identify in which institutions these studies are being developed, as well as in which states. The methodological path occurred through a quantitative data collection process, in which the selected papers were downloaded and then united in order to identify the repetitions, seeking to include as many studies as possible. The results showed that there were few theses and dissertations that deal with BIM in academia, a total of 12 papers. However, despite the small amount, the experiences are relevant in the contribution of implementation in undergraduate courses, also emphasizing the need for expansion of BIM within Brazilian universities.

**Keywords:** Teaching-Learning; BIM; *Building Information Modeling*.

### 1. Introdução

O *Building Information Modelling* (BIM) ou a Modelagem da Informação da Construção corresponde a uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados, para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações (EASTMAN et al., 2008). De acordo com Kymmell (2008), uma das características do modelo BIM é a sua disponibilidade e a conexão de informações que se tornam parte do projeto. Os tipos de informações possíveis de serem modeladas estão relacionadas a quantidade de dimensões do modelo (CAMPESTRINI et al., 2015).

As características do modelo BIM perpassam por uma dimensão que abrange diversas áreas de conhecimento, exigindo o desenvolvimento de novos métodos de ensino-aprendizagem para compor os processos de orientação dos profissionais da construção civil. No entanto, diversos desafios ainda precisam ser sanados, entre eles, a atualização em relação às mais novas tecnologias e programas computacionais, assim como conseguir implantar BIM em um curso de quatro anos enquanto este paradigma continua a se desenvolver rapidamente (MOLAVI; SHAPOORIAN, 2012), mostrando a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias que proponham formas de inseri-las nos cursos de graduação de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo (CARNEIRO; CHECCUCCI, 1996).

Pereira e Ribeiro (2014) levantam ainda uma questão importante ao que tange a infraestrutura, apontando que para a efetivação do BIM no meio acadêmico torna-se necessário ainda, uma melhoria na infraestrutura, principalmente em laboratórios, hardwares e softwares.

Nesse contexto, e entendendo que a discussão sobre BIM deve existir dentro dos cursos de graduação, como mecanismo de incentivo para os futuros profissionais, essa pesquisa surge como meio de colaboração frente as reflexões sobre as formas de inserção do BIM no ensino-aprendizagem por meio da seleção de teses e dissertações dentro da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), analisando como tem se dado as pesquisas de BIM dentro das Universidades e Estados Brasileiros. Dessa forma busca-se apresentar um mapeamento de teses e dissertações sobre o Ensino do BIM, entre o período de 2007 e 2019, explanando em quais instituições esses estudos estão sendo realizados, assim como os Estados.

## **2. Métodos e Procedimentos da Pesquisa**

O estudo apresenta-se como descritivo-exploratório, exibindo uma abordagem quantitativa realizada por meio de coleta de dados. Exploratório, segundo Gil (2002, p.41) por objetivar uma maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, e descritivo, segundo o mesmo autor, por descrever as características de determinada população.

Assim, subdividiu-se esse estudo em três etapas: A primeira etapa baseia-se na coleta de dados feita na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), onde buscou-se por trabalhos através de dois termos: *Building Information Modeling* e BIM. Posteriormente foi feito o download desses trabalhos para identificar as repetições e incluir o máximo de estudos possíveis.

A segunda etapa caracterizou-se por identificar os trabalhos e sua relação com o tema, desse modo os que não possuíam conexão com o conteúdo abordado foram excluídos, contabilizando para o trabalho apenas os relevantes. Assim, foram selecionados 153, excluindo 141 e totalizando 12 para discussão acerca do ensino do BIM.

A crucialidade desses dados tornou-se fundamental para nortear a terceira etapa que se baseou na classificação desses trabalhos em uma tabela que os distinguiam em três categorias: mestrado, mestrado profissional e doutorado. Na mesma sequência, uma outra categoria que também os separavam, mas por localização quanto a Região e Estado, bem como por Universidades de origem. O intuito era conhecer quais instituições e Estados mais têm se destacado na realização de trabalhos referente ao ensino do BIM, além do entendimento acerca de como esse tema tem avançado no país.

## **3. Resultados**

Após a busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), selecionou-se 12 trabalhos com tema referente ao ensino do BIM, esses compreendem a inserção do BIM no âmbito educacional, introduzindo-o na matriz curricular, apresentando desafios enfrentados e métodos de

aprendizagem do BIM. Desse modo, criou-se uma classificação dentro desses temas para agrupar os estudos encontrados (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação dos trabalhos

	Classificação	Quantidade
1	Aplicação em disciplina	2
2	Desafios e Implementação no Ensino	8
3	Matriz curricular	2

Fonte: Própria (2020).

A distribuição da tabela apresenta a análise dos estudos dentro dos principais temas encontrados, essa agrupa os trabalhos em três categorias:

- Aplicação em disciplina: Trabalhos que abordam a aplicação do BIM dentro de alguma disciplina do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil;
- Desafios e Implementação no Ensino: Pesquisas que discutem os principais desafios de inserir o BIM nos cursos de graduação;
- Matriz curricular: Trabalhos que abordam o processo de adaptação das grades curriculares para inserir o BIM no seu meio.

O recorte temporal e a quantidade de publicações por período estão expressas na Figura 1.

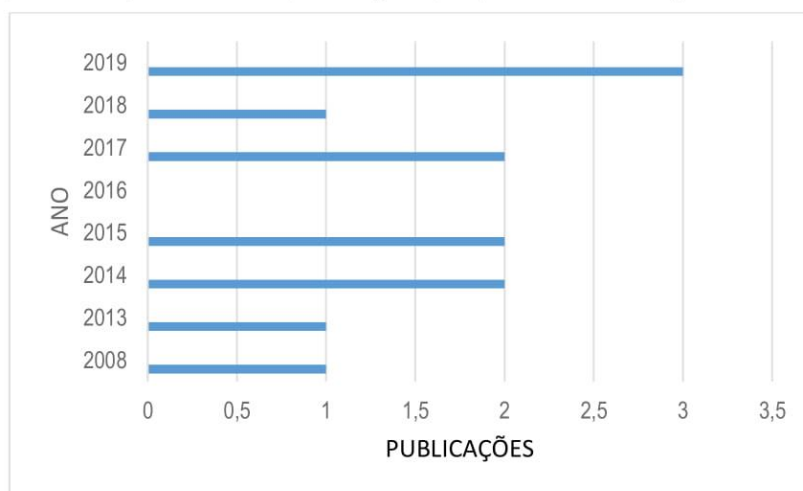


Figura 1: Recorte temporal dos trabalhos encontrados  
Fonte: Autores (2020).

A Figura 1 apresenta o quantitativo de trabalhos encontrados e seus respectivos anos. Observa-se uma moderada ascendência ao longo dos anos a partir de 2008, com uma ruptura no ano 2016, quando não foi identificado nenhum trabalho. Tem-se no ano de 2019 a maior produção do período, contando, no entanto, com apenas 3, reafirmando assim que as publicações sobre ensino do BIM ainda não são tão recorrentes, constatando a necessidade de um processo de disseminação maior. Em contrapartida, os números encontrados apresentam contribuições relevantes para o ensino e aprendizagem do BIM na academia que podem de maneira prática auxiliar na implementação do BIM em outros cursos de graduação pelo país.

Pode-se observar na Tabela 2 que, quando se trata do ensino no BIM, poucas são as instituições que apresentam trabalhos dentro do tema, e ainda que o número de dissertações de mestrado

apresenta-se crescente em comparação ao número de doutorado. Esses dados indicam sobre a necessidade de expansão do BIM ainda dentro de outros Estados e Universidades brasileiras, de forma a acompanhar os processos de modernização que estão ocorrendo dentro da construção civil.

Tabela 2. Quadro de análise de realização dos trabalhos

REGIÃO	ESTADO	TOTAL/ ESTADO	IES	TOTAL/ IES	MESTRADO	MESTRADO/ PROF.	DOUTORADO
SUL	SC	1	UFSC	1	1		
	RS	1	UFPeI	1			1
NORDESTE	BA	1	UFBA	1			1
	RN	1	UFRN	1	1		
CENTRO- OESTE	GO	1	UEG	1		1	
	DF	1	UNB	1			1
SUDESTE	ES	3	UFES	3	3		
	MG	1	UFJF	1	1		
	SP		2	USP	1		
		UPM		1	1		

Fonte: Própria (2020).

A Tabela 2 chama a atenção para a região Norte que não apresentou nenhum trabalho dentro da plataforma utilizada para análise, enquanto a região Sudeste apresenta a maior quantidade de trabalhos, com foco na UFES que apresentou 3 trabalhos, e nas USP, UPM e UFJF com 1 trabalho cada uma delas.

Ressalta-se ainda que a maioria dos trabalhos foram encontrados em instituições localizadas em capitais, indicando assim a necessidade de expansão do BIM também em interiores, disseminando-o por todo o país.

Pereira e Ribeiro (2014) justificam esses dados ao relatar que o conhecimento do BIM ainda é limitado dentro do âmbito acadêmico. Os autores advertem que, para sua efetivação dentro da academia ainda é necessário se atentar para melhoria, tanto na infraestrutura, quanto nos laboratórios, e que, ainda assim, segundo Checcucci (2014), esse processo varia de universidade para universidade.

Barison e Santos (2011) reafirmam esse discurso apontando que essas pesquisas e experiências de implementação do BIM na academia, no Brasil, são relativamente recentes e ainda não possuem bases pedagógicas consolidadas.

### 3.1. Teses e Dissertações sobre ensino do BIM

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das universidades com pesquisas desenvolvidas sobre o ensino do BIM no país.

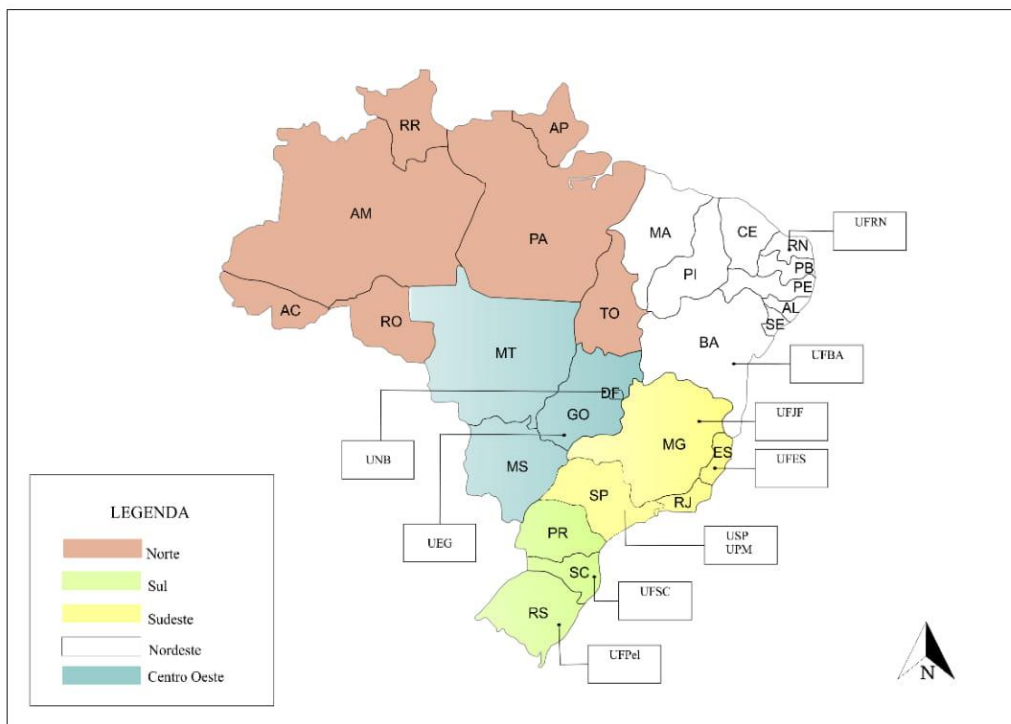


Figura 2: Relação das Universidades por Estado  
Fonte: Autores (2020).

Na região de Florianópolis, Matanna (2017) trata sobre o BIM e suas contribuições no ensino de orçamentação, analisando experiências de ensino integrado para alunos de graduação de Arquitetura e Urbanismo. Paralelo a isso, Medeiros (2015) aborda a integração dos projetos no ensino através do BIM nos cursos de Arquitetura da UFRN e da UFPB, buscando identificar ferramentas, processos e produtos utilizados, bem como limitações e potencialidades em disciplinas ministradas nas duas universidades.

Esses trabalhos encontram-se dentro da classificação feita na Tabela 1, a aplicação do BIM em disciplinas. Com relação ao que tange a matriz curricular, Andrade (2018) discorre acerca da implementação do BIM no ensino através de uma adequação de matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura, analisando como a matriz curricular do curso pode ser adequada aos conteúdos BIM. Nessa mesma perspectiva Delatorre (2014) busca identificar as potencialidades do BIM no ensino de Arquitetura apontando orientações para sua implantação na UNOCHAPECÓ.

Alves (2019) discute sobre os desafios de implantação da plataforma BIM no Ensino contemporâneo de arquitetura dentro do contexto das tecnologias da informação que estão sendo difundidas dentro da nossa sociedade. Caixeta (2013) também busca as relações das interfaces das ferramentas computacionais no ensino-aprendizagem do projeto de arquitetura. Checcucci (2014) aborda o papel da expressão gráfica no ensino-aprendizagem BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil, identificando ainda competências necessárias para se trabalhar com BIM, e, que elementos esta modelagem pode trazer para configuração instrumental cognitiva do estudante.



Outros autores como Faroni (2017), Villaschi (2019), Barison (2015), Côrrea (2019) e Mendonça (2008), abordam os desafios da implementação no ensino, mesmo em regiões com maior número de trabalhos, como o Sudeste. Sousa, Amorim e Lyrio (2009) atrelam essa lacuna ao modo sequencial e tradicional de fazer projeto nas faculdades de Arquitetura e Engenharia, levando a escassez de mão de obra qualificada no mercado.

### Considerações Finais

Diante do exposto, o presente estudo buscou avaliar como tem se dado o processo do BIM aplicado ao ensino dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil das Universidades brasileiras, identificando que esse processo ainda acontece de forma paulatina, e se agrava por diversos fatores, entre eles, a resistência por parte dos educadores.

Apesar desses agentes, foram encontrados estudos que discutem o tema, representando o interesse da comunidade científica com trabalhos que abordam desde a aplicação em disciplinas, identificando competências imprescindíveis para se trabalhar com o BIM dentro da academia (2 trabalhos), quanto desafios e implementação, apresentando as resistências que ainda existem, tanto ao que tange aos docentes, quanto por questões de infraestrutura, para implementar o BIM nos cursos de graduação do país (8 trabalhos). E por último, a aplicação na matriz curricular (2), apresentando competências que podem ser úteis para a implementação em outros cursos de graduação.

Esses números apresentam uma lacuna que precisa ser preenchida aumentando o número de trabalhos dentro do tema, assim como desperta para a necessidade de difusão do BIM dentro dos cursos de graduação de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

Ressalta-se ainda que esses números não representam uma totalidade, sendo relevante como futura pesquisa um estudo e a seleção de trabalhos em outras plataformas, assim como em anais de eventos, ampliando dessa forma a visão das práticas e produção intelectual dentro do tema.

### Referências

ALVES, Vanderson dos Santos. **Desafios na implantação da plataforma BIM no ensino contemporâneo de arquitetura**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2019.

ANDRADE, Raphael Augusto de. **Implementação do BIM no ensino: Adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo**. 2018. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino de BIM: Tendências atuais no cenário internacional. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, Dezembro 2011. ISSN: 19811543.

BARISON, Maria Bernadete. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo** - Uma contribuição para formação do projetista. 2015. 390 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAIXETA, Luciano Mendes. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura**. 2013. 175 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Cap. 1.

CORRÊA, Luciano de Vasconcellos. **Contribuições da tecnologia BIM na utilização de estratégias autoregulatórias por estudantes de Arquitetura e Urbanismo**. 2019. 201 f. Tese



(Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015. [online]. Disponível em: <<http://www.entendendobim.com.br/>>. Acesso em 2 out. 2020.

CARNEIRO, A.; CHECCUCCI, E. S. Novas tecnologias de projeto x novas metodologias de trabalho: o projeto auxiliado por computador. In: **SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PESQUISA**, 15., v. 1, p. 32, 1996, Salvador. Anais... Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1996.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto**. 2014. 235 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2014. Cap. 1.

DELATORRE, Vivian. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação**. 2014. 293 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Cap. 1.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

FARONI, Marianne Cortes Cavalcante. **BIM nos processos de Gestão de Facilidades em uma Universidade: Estudo de Caso e Diretrizes Preliminares**. 2017. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Atlas S/A., 2002.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. New York. The McGraw-Hill Companies. Nova Iorque, 2008.

MATTANA, Leticia. **Contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos**. 2017. 279 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Cap. 1.

MEDEIROS, Sanderson Carvalho de Souza. **Integração de Projetos no ensino através de BIM: Uma abordagem dos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN e da UFPB**. 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MENDONÇA, M. M. **Tecnologia BIM na Arquitetura**. 2008. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.

MOLAVI, J.; SHAPOORIAN, B. Implementing an interactive program of BIM applications for graduating students. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE DESIGN, ENGINEERING, AND CONSTRUCTION**, 2012, Fort Worth. Proceedings... Fort Worth: ASCE, 2013. p. 1009-1016. Disponível em: <<http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?298975>>. Acesso em 2 out. 2020.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A inserção do BIM no curso de graduação em Engenharia Civil. In: **COBENGE**. Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283307750>. Acesso em: 2 out. 2020.

SOUZA, L. L. A. D.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. D. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de Arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, V.4, n.2, p.26-53, novembro 2009. ISSN :19811543. Acesso em 17 outubro 2020.





VILLASCHI, Fernanda Schmitd. **Explorando as potencialidades do BIM na Arquitetura de Interiores: Estudo De Caso.** 2019. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2019. Cap. 1.

## Requisitos para projetos de infraestrutura em BIM atendendo ao Decreto n.º 10.306/2020

Thaís Geraki – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Edvanio Pacheco Teixeira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

### Resumo:

De acordo com o Decreto BIM n.º 10.306/2020, os projetos de arquitetura e engenharia devem ser disponibilizados em formato aberto (não proprietário). No setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), a extensão de arquivo que contém codificação de dados abertos é a do formato IFC (*Industry Foundation Classes*), padronizado internacionalmente pela buildingSMART, e que tem como conceito o *OpenBIM*. A maturidade BIM no setor de infraestrutura é significativamente menor quando comparada à área de edificações. Neste artigo, serão abordadas as diretrizes técnicas necessárias para a construção digital de projetos no processo *OpenBIM*, voltados à área de infraestrutura e que aliem compatibilização, quantificação, orçamentação e auxílio no processo de execução. Por meio deste estudo, constatou-se a viabilidade da realização de projetos de infraestrutura com a finalidade de formato aberto, desde que a modelagem seja realizada com base em parâmetros e o modelo adaptado às funcionalidades existentes.

**Palavras-chave:** Decreto BIM, infraestrutura, *OpenBIM*, compatibilização, orçamentação.

### Abstract:

According to BIM Decree n.º 10.306/2020, architectural and engineering projects must be made available in an open (non-proprietary) format. In the AEC (Architecture, Engineering and Construction) sector, the file extension that contains open data encoding is that of the IFC (Industry Foundation Classes) format, internationally standardized by buildingSMART, and whose concept is *OpenBIM*. The BIM maturity in the infrastructure sector is significantly lower when compared to the buildings area. In this article, the technical guidelines necessary for the digital construction of projects in the *OpenBIM* process will be addressed, focused on the area of infrastructure and that combine compatibility, quantification, budgeting and assistance in the execution process. Through this study, it was found the feasibility of carrying out infrastructure projects with the purpose of open format, provided that the modeling is carried out based on parameters and the model adapted to the existing functionalities.

**Keywords:** *BIM* decree, infrastructure, *OpenBIM*, compatibility, budgeting.

## 1. Introdução

A inovação, a redução de custos e o aumento de produtividade são os principais pilares buscados pelas empresas de engenharia para se manterem no país. O avanço da tecnologia tem contribuído para a evolução e a agilidade das empresas, por meio de novas soluções e *softwares*, que promovem ganhos em relação aos atuais métodos de trabalho.

O BIM (*Building Information Modeling*) tem se tornado uma das metodologias de inovação mais utilizadas pelo setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Segundo Coelho e Novaes (2008), a elaboração de projetos em BIM é considerada uma evolução dos projetos efetuados em CAD, pois deixa de ser apenas uma representação geométrica para conter informações associadas a elas. (AYRES; SCHEER, 2007).

De maneira geral, o BIM pode ser definido como um conjunto de tecnologias de modelagem e processos integrados, que promove elaboração, utilização, revisão e análise dos modelos construídos digitalmente, de maneira colaborativa, vinculando os envolvidos em todo o ciclo do empreendimento. Segundo Eastman et al. (2014), BIM pode ser entendido como um processo colaborativo para criação de um modelo de construção tridimensional, no qual os profissionais das diversas disciplinas de projeto interagem, possibilitando detectar interferências entre elas e extrair quantitativos e orçamentos a partir da inserção de dados na construção do modelo virtual. Esses dados são alimentados na fase de projetos (especificações, custos, propriedades físicas, etc.) e podem ser utilizados também em todo o ciclo de vida do empreendimento, ou seja, nas fases de construção, execução e após a conclusão das obras.

A utilização da metodologia BIM tem resultados comprovados de eficiência e otimização no setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Com o intuito de difundir o BIM e criar um ambiente adequado para seu uso no Brasil, em 17 de maio de 2018 foi sancionado o Decreto Federal n.º 9.377, que estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* (BIM). Em agosto de 2019, houve uma atualização na Estratégia BIM BR por intermédio do Decreto Federal n.º 9.983, que instituiu o Comitê Gestor de Estratégia do *Building Information Modeling* (BIM).

A Estratégia BIM BR tem como finalidade iniciar o estímulo e a estruturação do setor público para a adoção do BIM; elaborar documentos para orientar seu uso por meio de normas técnicas, guias e protocolos; desenvolver a plataforma e a biblioteca BIM; além de criar um ambiente favorável para os investimentos público e privado e incentivar o mercado a utilizar padrões neutros de interoperabilidade BIM.

O passo seguinte do governo federal, em consequência da Estratégia BIM BR, foi instituir o Decreto n.º 10.306/2020. Esse decreto estabelece que todos os envolvidos, direta ou indiretamente, em obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, ou executados para eles, devem utilizar a metodologia BIM. Os arquivos deverão ser disponibilizados em formato aberto (não proprietário) e, quando for solicitado, no formato exigido pela contratante no edital de licitação.

A obrigatoriedade do uso do BIM no Brasil será realizada de maneira gradual e dividida em três etapas. A primeira etapa, com início em 2021, engloba que a execução de projetos novos, ampliação ou reforma de engenharia e arquitetura deverão ser modelados em BIM. A segunda contempla o uso da metodologia para a gestão de obras. Por fim, na terceira fase serão realizados o gerenciamento e a manutenção dos empreendimentos após sua conclusão.

O Decreto n.º 10.306/2020 estabelece um plano a longo prazo para que o país se prepare para cumprir os objetivos e as diretrizes propostos. Segundo estudos, no Brasil, o setor de construção civil (obras verticais) encontra-se mais avançado com o uso do BIM em relação ao setor de obras de infraestrutura (construção pesada), que ainda acontece de forma morosa (PINI, 2013).

As obras de infraestrutura compreendem aeroportos, portos, rodovias, ferrovias, obras de saneamento, usinas hidrelétricas e nucleares, obras de arte, entre outras, que fazem parte do desenvolvimento social, político e econômico de um país. Essas obras são caracterizadas por sua complexidade e elevado custo, e seus investimentos provêm de órgãos públicos, ou da fusão de recursos públicos e privados, por meio de Parcerias Público-Privadas (PPP) (IBC, 2011).

Nesse contexto, a adoção do BIM é uma importante chave para o desenvolvimento da qualidade de obras de infraestrutura durante seu ciclo de vida (COSTIN, 2018). Em razão de sua metodologia, todas as partes interessadas participam dos processos de elaboração e decisão, para assegurar transparência nas justificativas adotadas, diminuir os litígios e dar mais confiabilidade às estimativas de custos e ao cumprimento de prazos, bem como diminuir a incidência de erros e imprevistos tanto nas obras quanto na redução de aditivos. Com o objetivo de incentivar a implantação da estratégia BIM BR nesse segmento, foi constituído o Comitê BIM Infraestrutura, conforme Portaria n.º 1.014, de 6 de maio de 2020.

No processo BIM, a interoperabilidade é fundamental, uma vez que influencia toda a comunicação e a troca de informações entre os diferentes *softwares* utilizados. Para permitir esse intercâmbio de informações, é essencial ter os arquivos em formato aberto. O principal padrão utilizado é o formato “não proprietário” *Industry Foundation Classes* (IFC), não controlado pelos fabricantes de *software*, desenvolvido para facilitar a interoperabilidade entre os diferentes operadores para que, entre eles, exista um intercâmbio de informações.

O modelo de dados no esquema IFC é regulamentado pela instituição internacional buildingSmart, a qual conta com diversas versões publicadas e amplamente utilizadas no mercado em obras de edificações. Existem estudos em desenvolvimento do padrão aberto para projetos de infraestrutura, que englobam o setor rodoviário (*IFC Road*), ferroviário (*IFC Railway*), túneis (*IFC Tunnel*) e pontes (*IFC Bridge*), por meio da versão IFC 4.3 (futuro IFC5). (BUILDINGSMART, 2017).

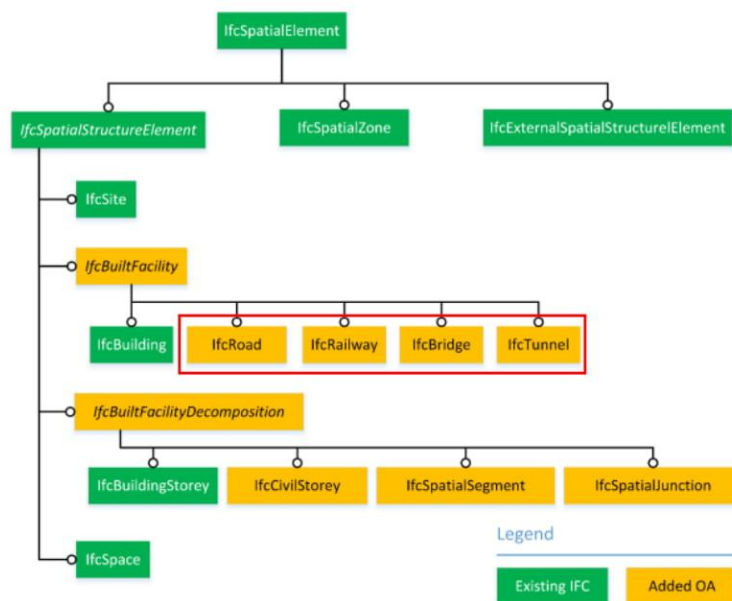


Figura 1 – Alterações propostas pela buildingSmart para apoiar o IFC segmento de infraestrutura

Fonte: buildingSmart (2017)

Dessa forma, com o intuito de auxiliar os envolvidos em obras de infraestrutura, nesta pesquisa objetiva-se determinar as diretrizes técnicas necessárias para a construção digital de projetos no processo *OpenBIM*, com base nas ferramentas disponíveis no mercado e atendendo às obrigadoriedades do Decreto n.º 10.306/2020, instituído pelo governo federal.

## 2. Método e procedimentos de pesquisa

A abordagem utilizada será a pesquisa construtiva (*constructive research* ou *design science research*), caracterizada por ser um método que desenvolve conteúdo para construções inovadoras, com o objetivo de solucionar problemas reais de maneira prática e, assim, contribuir com a teoria da disciplina na qual é aplicada (LUKKA, 2003).

Por se tratar de um estudo que envolverá a modelagem de um trecho de uma obra de infraestrutura rodoviária, serão avaliados os requisitos necessários para sua construção digital no processo *OpenBIM*, ou seja, o projeto será documentado no formato aberto IFC. Os procedimentos metodológicos foram definidos em etapas que, de maneira conjunta, atenderão ao objetivo do trabalho.

O modelo de infraestrutura será desenvolvido no *software* ARCHICAD 24 BR. Para essa escolha, foi considerada a disponibilidade de manuais e maturidade na exportação em IFC. De todo modo, por ser um fluxo *OpenBIM*, os conceitos de modelagem são válidos para qualquer *software*, como os disponibilizados pelos fabricantes Autodesk e Bentley.

O *IFC Road*, padrão aberto para projetos de rodovias, está em processo de desenvolvimento pela buildingSmart. Sendo assim, uma vez que o decreto BIM começa a vigorar em 2021, os elementos do projeto de infraestrutura terão classificações similares às existentes no IFC de edificações.

Para o segmento da infraestrutura rodoviária, estão previstas para desenvolvimento no *IfcRoad* as entidades IFC adequadas aos elementos do projeto, como *IfcBarrier* para representação da barreira, *IfcPavementLayer* para pavimento, *IfcGutter* para canaleta e *IfcCurb* para meio-fio, entre outras.

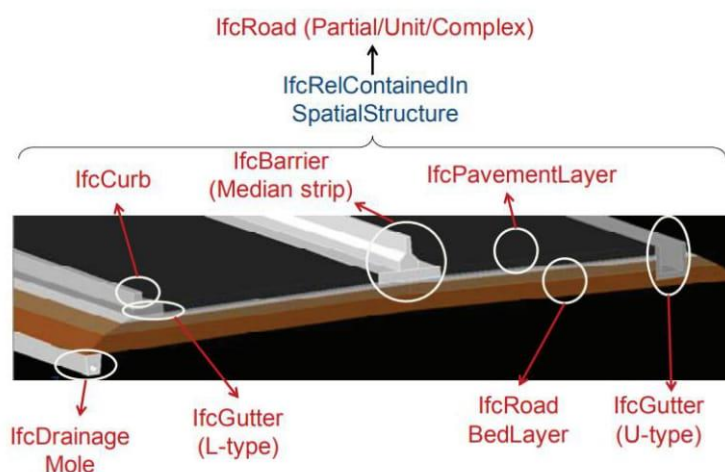


Figura 2 – Entidades propostas para o IfcRoad

Fonte: Lee e Kim (2011)

Assim, serão utilizadas no desenvolvimento deste estudo as entidades disponíveis para projetos de edificações (*IfcBuilding*). Por exemplo, para as barreiras, será adotada a entidade *IfcBeam*, para as camadas do pavimento, o *IfcSlab*, para as calhas e meio-fio, o *IfcDuctSegment*, para as pinturas/revestimentos o *IfcCovering*, conforme indica a Figura 3.

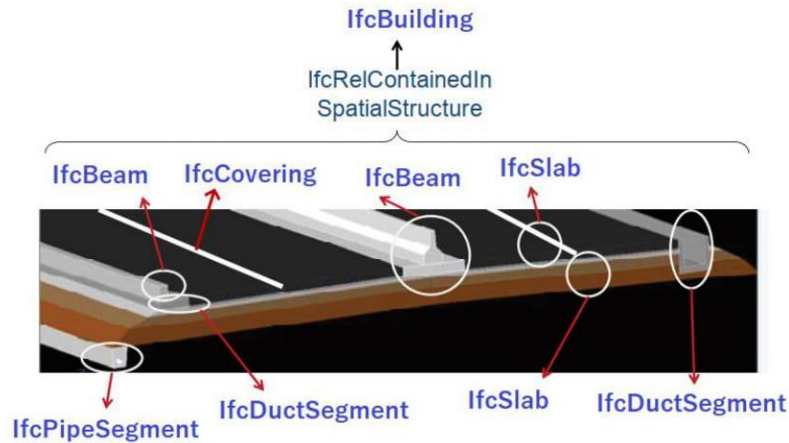


Figura 3 – Relação das entidades do *IfcBuilding* adotadas para os elementos da infraestrutura rodoviária

Fonte: Os autores (2020)

Além disso, serão incluídos nos objetos BIM grupos de propriedades padronizadas para usos no processo de orçamentação e extração de dados do projeto. Foi incluído o campo “Descrição” para a descrição básica do elemento; o campo “Grupo” para organização da EAP (Estrutura Analítica de projeto) de orçamentação; e o campo de “Instalação” para diferenciar a execução *in loco* ou pré-fabricada.

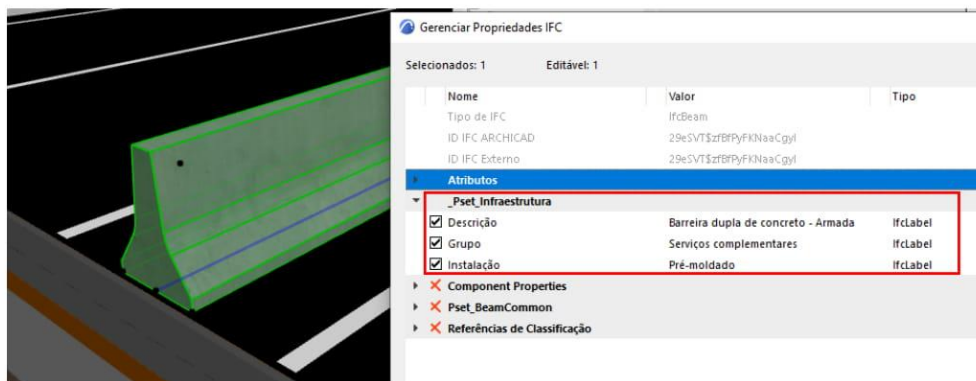


Figura 4 – Grupos de propriedades desenvolvidos

Fonte: Os autores (2020)

Com base na definição desses parâmetros, será realizada a modelagem de um trecho de um projeto rodoviário, disponibilizado por órgão público, que contemple os itens mais significantes em obras desse porte, tais como: pavimentação, dispositivos de drenagem e sinalização. A modelagem do serviço de terraplanagem e topografia não faz parte deste estudo.

Após o término da modelagem, será realizada a verificação da compatibilização do modelo com o *software* NAVISWORKS. Na sequência, para fins de quantificação e orçamentação, com base nos critérios de medição de infraestrutura, o modelo IFC será trabalhado no *software* QiVisus. Por fim, será realizada uma análise da qualidade dos resultados obtidos para verificação das diretrizes adotadas.

### 3. Resultados

No presente estudo, foi possível verificar algumas das funcionalidades da aplicação da metodologia BIM em obras de infraestrutura rodoviária. Conforme apresentado na metodologia, analisou-se a interoperabilidade, a compatibilização e a orçamentação do arquivo IFC importado do ARCHICAD 24 BR.

Na análise de interferência, alguns testes foram realizados no *software* Naviswork, e não foi encontrada nenhuma limitação para obras de infraestrutura no fluxo de trabalho *OpenBIM*, via modelo IFC. No sistema, foram criadas regras de análise de colisão entres os elementos do projeto, avaliados seus impactos e a orientação de solução no processo de compatibilização. Na imagem a seguir, pode-se visualizar uma colisão identificada entre o sistema de drenagem da rodovia e a tubulação de gás. Outro importante fato identificado nessa etapa foi que todos os elementos e informações inseridos no projeto foram compartilhados pelo arquivo IFC.

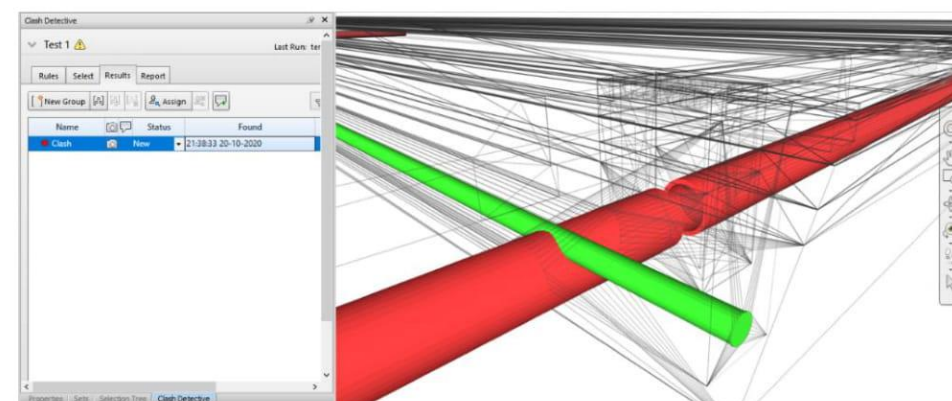


Figura 5 – *Clash Detective* do modelo

Fonte: Os autores (2020)

Para a quantificação, executada pelo *software* QiVisus, constatou-se que a importação do arquivo IFC foi viável, sem perder nenhuma informação, e que possibilitou a geração das listas e vínculos com as bases de custo. No sistema, foi personalizado o filtro de extração de quantitativos para os critérios de medições aplicados em projeto de infraestrutura. Na imagem seguinte, consta como exemplo a extração dos quantitativos associados à barreira de proteção, que permitiu gerar a quantificação, além da barreira, de itens acessórios, como delineador e terminal de barreiras, mesmo sem estarem modelados.

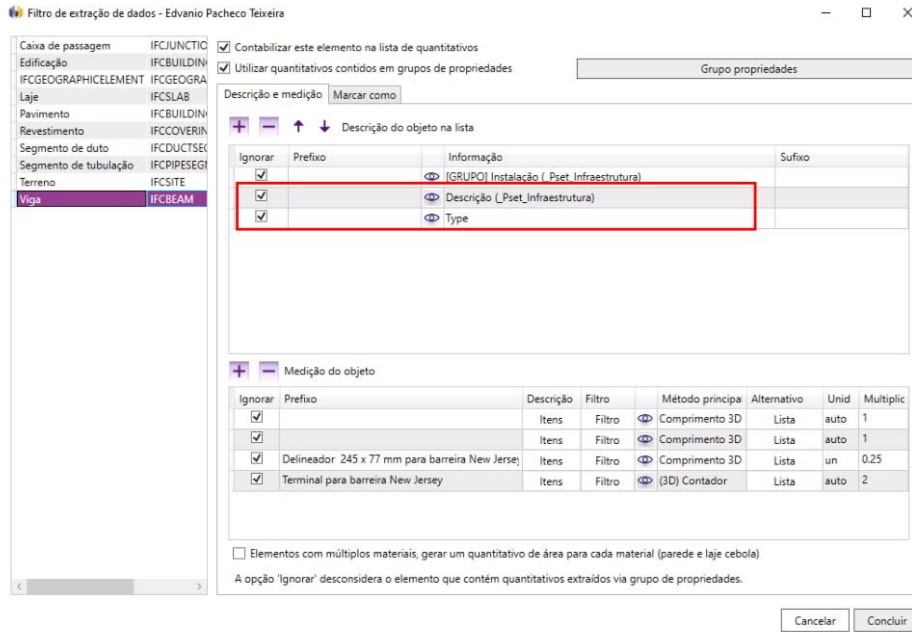


Figura 6 – Filtro de extração de dados para elementos classificados com entidade *IfcBeam*

Fonte: Os autores (2020)

Com base nessas regras, o sistema QiVisus gerou os quantitativos do modelo IFC. Por utilizar os dados incluídos no projeto, mesmo selecionando a lista, pode-se rastrear a origem dessas informações.

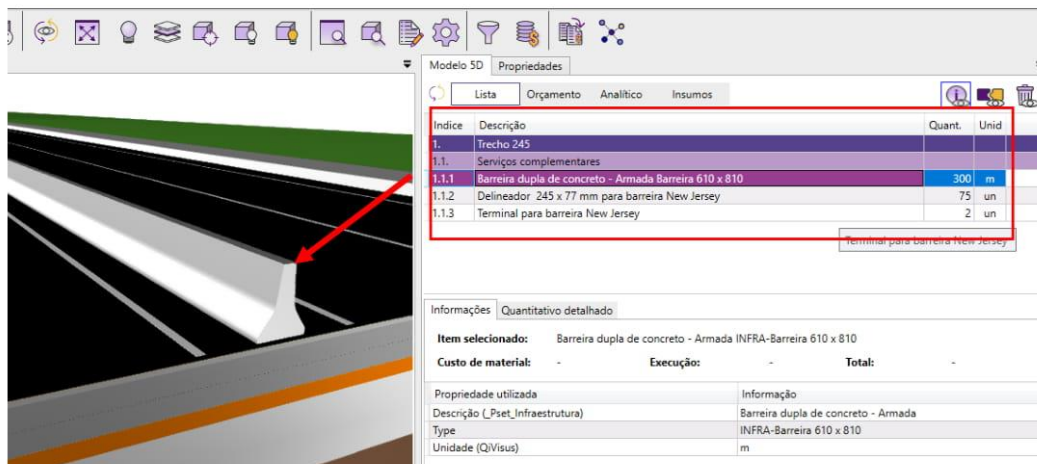


Figura 7 – Lista de quantitativos que contempla os serviços complementares

Fonte: Os autores (2020)

Assim como aplicado anteriormente, foram definidas as regras de quantificação para os demais elementos existentes no projeto. O pavimento foi categorizado com a entidade Laje (*IfcSlab*), aplicando-se assim as regras de quantificação pertinentes a esse elemento.



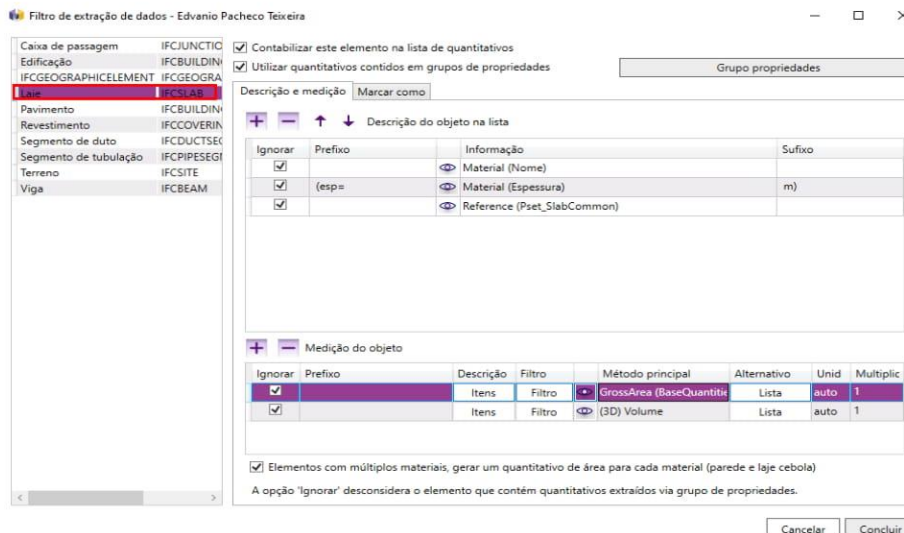


Figura 9 – Filtro de extração de dados para elementos classificados com entidade *IcfSlab*

Fonte: Os autores (2020)



Figura 10 – Lista de quantitativos que contempla o item Pavimentação

Fonte: Os autores (2020)

Para representar a orçamentação, os elementos foram associados às composições da base de dados da Tabela SICRO (Sistema de Custos Referenciais de Obras) no âmbito do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte) referente à região Sul. Para os elementos existentes no projeto e inexistentes na base de dados, foram criadas composições próprias para complementar o orçamento.

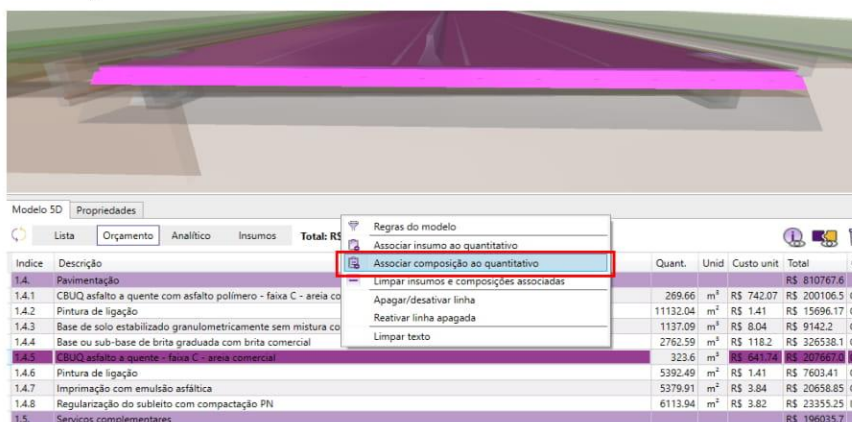


Figura 11 – Orçamento do grupo Pavimentação, que demonstra quantitativo, preço unitário, código e tabela associada

Fonte: Os autores (2020)

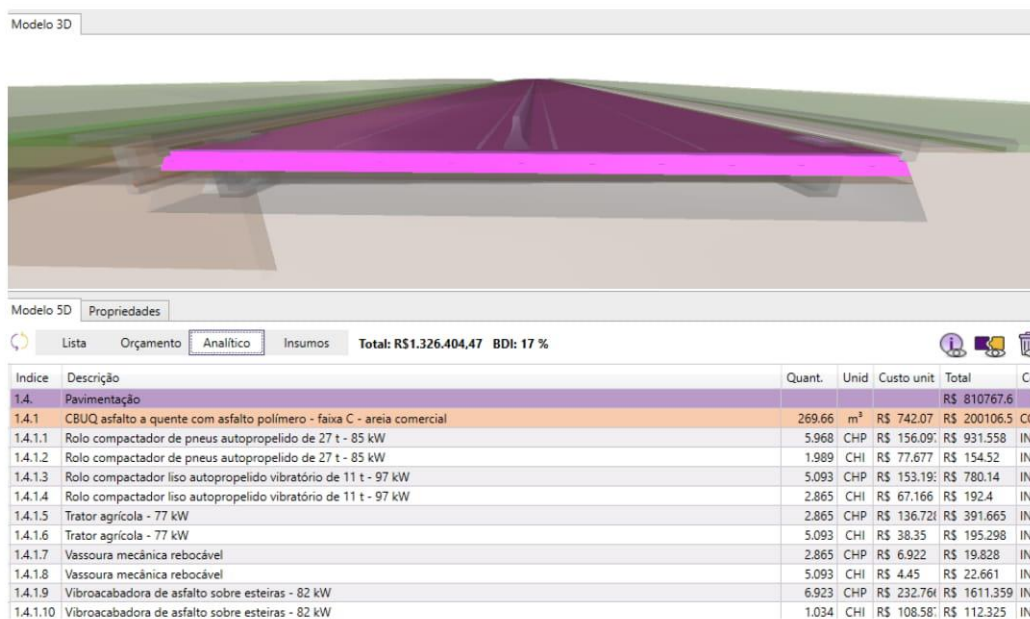


Figura 12 – Composição do C.B.U.Q com polímero faixa C

Fonte: Os autores (2020)

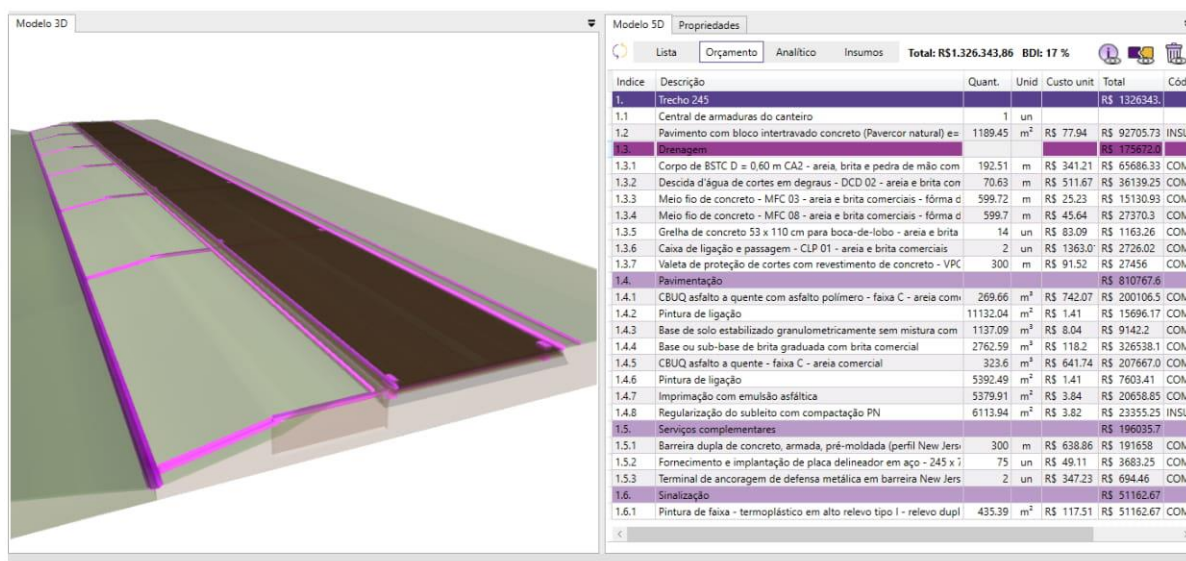


Figura 13 – Quantificação e orçamentação dos dispositivos de drenagem

Fonte: Os autores (2020)

O software QIVISUS permitiu a exportação da Curva ABC do projeto, além do relatório de quantitativo, orçamentação e insumos no padrão desejado pela a criação de templates.

INSUMOS									
Referência	Tipo	Código	Descrição	Unid.	Quantidade	Custo Total		Impacto	
						Unitário	Total		
PRÓPRIA	INSUMO	0008	Usinagem de areia asfalto a quente - faixa C - areia comercial	T	792,50	R\$ 245,70	R\$ 194.716,92		
PRÓPRIA	INSUMO	0005	Usinagem de areia asfalto a quente com asfalto polímero - faixa C - areia comercial	T	660,44	R\$ 286,65	R\$ 189.314,44		
PRÓPRIA	INSUMO	0004	Confeção de barreira dupla de concreto, armada, pré-moldada (perfil New Jersey) - L = 3,82 m e H = 810 mm	un	299,98	R\$ 624,85	R\$ 187.443,73		
SICRO	INSUMO	M0191	Brãa 1	m²	1472,37	R\$ 69,15	R\$ 101.811,78		
SICRO	INSUMO	M0192	Brãa 2	m²	1472,37	R\$ 66,59	R\$ 98.048,95		
PRÓPRIA	INSUMO	0009	Pavimento com bloco intertravado concreto (Pavercor natural) e=6cm, incl. colchão areia	m²	1189,45	R\$ 77,94	R\$ 92.705,73		
SICRO	INSUMO	M0005	Brãa 0	m²	1215,25	R\$ 69,88	R\$ 84.919,78		
SICRO	INSUMO	P9824	Servente	h	2485,58	R\$ 20,84	R\$ 51.305,86		
SICRO	INSUMO	M2168	Tubo de concreto armado CA 2 - D = 0,60 m	m	192,33	R\$ 179,01	R\$ 34.429,67		
SICRO	INSUMO	E9579P	Caminhão basculante com capacidade de 10 m³ - 188 kW	CHP	172,85	R\$ 176,71	R\$ 30.543,50		
SICRO	INSUMO	M0424	Cimento Portland CP II - 32	Kg	49499,63	R\$ 0,48	R\$ 23.970,84		
PRÓPRIA	INSUMO	0007	Regularização do subleito com compactação PN	m²	6113,94	R\$ 3,82	R\$ 23.355,25		
SICRO	INSUMO	M1585	Massa termoplástica para aplicação em alto relevo	Kg	2338,34	R\$ 9,59	R\$ 22.425,54		
SICRO	INSUMO	M1946	Emulsão asfáltica RR-1C	T	7,28	R\$ 2.691,00	R\$ 19.589,30		
SICRO	INSUMO	M2092	Emulsão asfáltica para imprimação	T	6,91	R\$ 2.775,99	R\$ 19.175,76		
SICRO	INSUMO	E9645P	Caminhão demarcador de faixas com sistema de pintura a quente - 136 kW	CHP	43,67	R\$ 428,50	R\$ 18.725,11		
SICRO	INSUMO	P9801	Ajudante	h	531,37	R\$ 22,99	R\$ 12.214,70		
SICRO	INSUMO	P9808	Carpinteiro	h	463,85	R\$ 25,98	R\$ 12.051,84		
SICRO	INSUMO	M1429	Tábua de pinho de terceira - E = 2,5 cm	m²	226,93	R\$ 38,96	R\$ 8.841,56		
SICRO	INSUMO	M0082	Areia média lavada	m³	97,47	R\$ 83,16	R\$ 8.106,10		
SICRO	INSUMO	E9686P	Caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 20 t.m - 136 kW	CHP	30,90	R\$ 210,73	R\$ 6.511,20		
SICRO	INSUMO	E9511P	Carregadeira de pneus com capacidade de 3,3 m³ - 213 kW	CHP	19,25	R\$ 290,57	R\$ 5.592,80		
SICRO	INSUMO	E9762P	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	CHP	35,37	R\$ 156,10	R\$ 5.521,08		
SICRO	INSUMO	E9615P	Usina misturadora de solos com capacidade de 300 t/h	CHP	24,36	R\$ 185,27	R\$ 4.513,89		
SICRO	INSUMO	M0014	Aço CA 60	Kg	916,78	R\$ 4,72	R\$ 4.324,24		
SICRO	INSUMO	E9514P	Distribuidor de acreados autopropelido - 130 kW	CHP	19,49	R\$ 198,09	R\$ 3.861,06		

Figura 14 – Curva ABC do modelo

Fonte: Os autores (2020)

## 4. Conclusão

Com base na fundamentação teórica, foi possível constatar que o uso do BIM está em ascensão no país. Em virtude de o governo federal ter incentivado seu uso, ao elaborar uma legislação específica para sua utilização, percebe-se um crescimento do uso dessa metodologia no setor de infraestrutura. Além disso, os órgãos públicos do país estão passando a exigir que as propostas nos processos licitatórios sejam elaboradas com o uso do BIM, como é o caso do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), por exemplo, que é um importante órgão regulador para o setor.

Nesta pesquisa, foram apresentadas diretrizes de modelagem para projetos de infraestrutura em BIM capazes de atender aos requisitos do Decreto n.º 10.306/2020, ou seja, projeto em formato “não proprietário”. Todas as soluções implementadas neste estudo foram pensadas para a melhor organização, na busca de minimizar os impactos causados pela adoção das novas formas de trabalho e para que a utilização do modelo em formato aberto ocorra da maneira mais eficaz. De modo geral, após as análises dos resultados, foi constatada a viabilidade da realização de projetos desse segmento, considerando o *OpenBIM* com adaptação das funcionalidades existentes até a implementação das entidades específicas do ramo. Outro ponto avaliado foi que os resultados almejados têm total dependência de uma modelagem adequada.

Nota-se a importância da existência de profissionais que tenham conhecimento sobre o fluxo de trabalho *OpenBIM* para executar esse tipo de projeto. Portanto, para melhor aproveitamento do investimento do governo e minimização dos impactos na mudança do método tradicional para o BIM, sugere-se que deve existir estímulo para a capacitação no uso do BIM para os novos profissionais. Isso significa que o método BIM deve ser incluído nos cursos de graduação de Engenharia e Arquitetura e nos cursos técnicos de Edificações, com orientações sobre o fluxo de trabalho em formato aberto e a forma de modelagem correta para a construção de um modelo de qualidade, com o objetivo de atingir todo o ciclo de vida do empreendimento.



## Referências

ALTOQI. **QiVisus** – Revolucione o orçamento em BIM. Versão QiVisus 2021. Disponível em: <<http://hotsite.altoqi.com.br/qivisus-2021/#>>. Acesso em: 8 out. 2020.

AUTODESK. **NAVISWORKS** – Análise do modelo 3D para arquitetura, engenharia e construção. Versão Navisworks Manage 2020. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 30 out. 2020.

AYRES, C.; SCHEER, S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007. **Anais** [...]. Curitiba, 2007.

BRASIL. Decreto n.º 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 18 maio 2018. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm)>. Acesso em: 8 out. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 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**: Brasília, DF, 23 ago. 2019. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15)>. Acesso em: 8 out. 2020.

BRASIL. Decreto n.º 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. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 3 abr. 2020. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm)>. Acesso em: 8 out. 2020.

BRASIL. Portaria n.º 1.014, de 6 de maio de 2020. Constitui o Comitê BIM Infraestrutura (Building Information Modelling) no âmbito do Ministério da Infraestrutura e de suas vinculadas. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 89, p. 44, 12 maio 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-1.014-de-6-de-maio-de-2020-256310894>>. Acesso em: 8 out. 2020.

BUILDINGSMART. **IFC Infra Overall Architecture Project Documentation and Guidelines**. 2017. Disponível em: <[https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08\\_bSI\\_OverallArchitecure\\_Guidelines\\_final.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08_bSI_OverallArchitecure_Guidelines_final.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2020.

COELHO, S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2008, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2008.

COSTIN, A. Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure: Literature review, applications, challenges and recommendations. **Automation in Construction**, Elsevier, v. 94, p. 257-281, 2018.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.



GRAPHISOFT. **ARCHICAD** – Trabalhe de modo mais fácil e inteligente! Versão 24 Full BRA – Out. 2020. Disponível em: <<https://graphisoft.com/br/solucoes/produtos/archicad>>. Acesso em: 30 out. 2020.

IBC. Institute for BIM in Canada. **Environmental scan of BIM tools and standards**. 2011. Disponível em: <<https://www.ibc-bim.ca/wp-content/uploads/2014/10/EnvironmentalScanBIMtoolsStandards.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2020.

LEE, S. H.; KIM, S. B. G. IFC Extension for Road Structures and Digital Modeling. In: THE TWELFTH EAST ASIA-PACIFIC CONFERENCE ON STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION, 2011, Coreia do Sul.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: **CASE study research in logistics**: Series B1. Turku: Turky School of Economics and Business Administration, 2003.

PINI. **Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos**. 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/pesquisa-mostra-que-mais-de-90-dos-arquitetos-e-engenheiros-291885-1.aspx>>. Acesso em: 8 out. 2020.



## UM ESTUDO DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA PRÓ-REITORIA DE INFRAESTRUTURA E GESTÃO DA UNIV. FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Letícia Azevedo – Universidade Federal de Juiz de Fora

Pedro Melo – Universidade Federal de Juiz de Fora

Pedro Lazzarini – Universidade Federal de Juiz de Fora

Wellington Silva – Universidade Federal de Juiz de Fora

### Resumo:

O cenário atual exige um acréscimo na eficiência da construção civil. O Building Information Modeling - BIM consiste de processos e tecnologias que mudam a forma como os projetos são feitos. O Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas instituições públicas. A difusão do BIM já ocorre na fase de projeto e construção, entretanto, na fase de utilização da edificação o BIM não é usado com frequência. Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de um projeto piloto aplicado na Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão da UFJF sobre a implementação do BIM, dissertando sobre a potencialidade da modelagem da edificação e como ocorre sua contribuição no gerenciamento de manutenções prediais, além do planejamento e gestão patrimonial na Universidade. O projeto obteve sucesso em seus objetivos iniciais, promovendo a validação do modelo que será aplicado na edificação estudada. Dando continuidade ao projeto, pretende-se aplicá-lo às demais edificações da UFJF.

**Palavras-chave:** BIM; Manutenção; Gestão pública inovadora.

### Abstract:

The current scenario demands an increase in the efficiency of civil construction. Building Information Modeling - BIM consists of a set of technologies and practices the way projects are designed. The Law Nº 10.306, 2nd April 2020 establishes the use of BIM in construction and services of engineering made by governmental institutions. The diffusion of BIM already happens in the design and construction phase, but in the operation phase, BIM has been neglected. This paper aims to present the results of a pilot project of Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão of UFJF about BIM implementation, discussing the potentialities of the BIM model and how it supports the building maintenance management, besides the management of the patrimony of UFJF. The project was successful in its primary objectives, validating the BIM model. The future perspective is to Modeling the other building of UFJF.

**Keywords:** BIM; BIM; Maintenance; Innovative public management.

### 1. Introdução

Conforme apontam Eastman et al (2014), a Modelagem da Informação na Construção (em Inglês, Building Information Modeling – BIM) é um dos desenvolvimentos mais relevantes e promissores no setor da construção civil.

A implementação do BIM na Administração Pública constitui ação legalmente prevista, com respaldo no Decreto 9.983, de 22 de agosto de 2019, por meio do qual o Governo Federal instituiu a “Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – BIM BR” (BRASIL, 2019). Essa estratégia tem por objetivo promover um ambiente adequado ao investimento na área, além da sua difusão do BIM no país (BRASIL, 2019). Tal dispositivo legal veio substituir o Decreto 9.377 de 2018 que já vislumbrava as mesmas ações. O decreto mais recente, Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e pelas instituições públicas.

De modo a considerar o valor agregado do BIM na cadeia de valor da construção civil e a complexidade que é a sua implementação, o presente trabalho pretende discutir o processo inicial de implementação do BIM na Administração Pública Federal, a partir da experiência de um projeto piloto desenvolvido na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), por meio da Coordenação de Manutenção da Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão (PROINFRA).

Para chegar a tal objetivo, esse estudo estabelece uma discussão teórica breve sobre BIM e seus desdobramentos nas áreas de engenharia e arquitetura. Na sequência, são apresentadas as atividades em desenvolvimento na PROINFRA que almejam viabilizar a implementação do BIM; busca-se identificar os principais problemas encontrados durante o processo de modelagem, bem como analisar ações potenciais futuras, relacionadas à gestão de manutenção, gestão patrimonial, otimização do uso da edificação, entre outros, a partir da modelagem em desenvolvimento.

A iniciativa de implementação do BIM na UFJF aqui tratada decorre do desenvolvimento de um projeto de Treinamento Profissional iniciado em setembro de 2019. Intitulado “Utilização do BIM no Planejamento e Gestão de Manutenção na UFJF”, o projeto é apoiado com recursos da Universidade por meio da Pró-Reitoria de Extensão, sendo coordenado por dois servidores da PROINFRA. Conta com um bolsista remunerado e dois bolsistas voluntários, estes matriculados no curso de Engenharia Civil da UFJF.

Essencialmente, o projeto se baseia em desenvolver uma iniciativa piloto de modelagem de uma edificação (no caso, o prédio da PROINFRA), com a posterior proposição e implementação em caráter experimental de ferramentas que possam dar suporte ao aperfeiçoamento de práticas e processos de gestão da manutenção, de forma a ampliar tais propostas e ações à todas as edificações do campus universitário.

O projeto ainda está em curso e o presente trabalho tem seu foco em apresentar o que já foi desenvolvido, de maneira a destacar as fragilidades e potencialidades do processo, além das perspectivas futuras de implementação e proposição de ferramentas.

### **1.1. Objetivos**

O presente trabalho possui como objetivo principal apresentar os resultados alcançados no estudo de caso de um projeto piloto de implementação do BIM na PROINFRA na UFJF com foco na gestão da manutenção dos ativos da universidade. Como objetivos específicos, busca-se discorrer acerca das diferentes ferramentas tecnológicas existentes para a gestão da manutenção, e como ocorre a interação de cada uma delas com o modelo BIM. Ademais, é apresentada a melhor alternativa dentre elas para o projeto piloto que está em desenvolvimento. Também são debatidas as potencialidades e dificuldades encontradas durante o processo de construção do modelo arquitetônico, cadastro das informações e gerenciamento do ativo.

## **1.2. Metodologia**

Freitas e Jabour (2011), destacam que o Estudo de Caso enquanto metodologia de pesquisa caracteriza-se pela preocupação com o entendimento contextual de um fenômeno ou processo, orientado por um referencial teórico que orienta questões e proposições. Na mesma esteira, Yin (2001, p.32) caracteriza o estudo de caso como “uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”. Yin destaca também que o estudo de caso pode ser utilizado como estratégia de pesquisa em diversas situações, entre as quais, pesquisas em administração pública, estudos organizacionais e gerenciais, entre outros. Godoy (1995) aponta que a despeito da diversidade e amplitude das pesquisas consideradas de cunho qualitativo, um aspecto característico desse tipo de trabalho consiste na preocupação com o processo em si, e não apenas com os resultados ou com o produto final.

Dessa maneira, é coerente admitir o alinhamento do presente trabalho ao que apontam Freitas e Jabour (2011), Yin (2001) e Godoy (1995), dado que se pretende analisar o contexto em que ocorre a implementação do BIM na UFJF a partir de um projeto piloto de modelagem de uma edificação existente, analisando os elementos que interferem no processo, além das ações futuras com potencial para impactar positivamente a Administração, através da gestão de rotinas e processos de manutenção, gestão patrimonial e otimização do uso das instalações físicas.

A primeira etapa do trabalho envolve pesquisa documental e bibliográfica, para se construir uma discussão teórica e normativa capaz de sustentar as análises e discussões propostas. Em um segundo momento, foram extraídas e compiladas informações provenientes de uma modelagem de arquitetura do prédio da PROINFRA da UFJF, construída no software REVIT em sua versão Educacional. Essa modelagem foi desenvolvida em um projeto de Treinamento Profissional que é melhor detalhado em tópico específico. No modelo tridimensional foram contemplados elementos de layout e bens móveis patrimoniados da Instituição, o que demandou a realização de minucioso levantamento de dados da edificação in loco.

Por fim, a terceira etapa consiste em apresentar e discutir as potencialidades da modelagem da edificação, bem como suas possíveis contribuições para a melhoria de rotinas e processos de gestão e planejamento de manutenção predial, assim como de gestão patrimonial na UFJF, para que seja possível indicar a viabilidade ou não, da implementação do projeto em nível institucional.

## **2. Discussão teórica**

BIM consiste em um conjunto de processos e tecnologias integrados para o desenvolvimento de um modelo tridimensional de uma edificação, e está relacionado a geração, compartilhamento, armazenamento, gerenciamento e análises de informações construtivas (EASTMAN, 2014). Da fase de projeto ao processo de gestão da manutenção, BIM está relacionado a todas as etapas do ciclo de vida da edificação (SAMPAIO, 2017). Não somente informações geométricas, os modelos BIM podem conter informações relacionadas ao processo de gerenciamento do projeto, como cronogramas, estimativas e informações sobre incompatibilidades entre as disciplinas de projeto (WONG, 2015).

O modelo digital de informação desenvolvido a partir desses processos possui características físicas e funcionais da edificação e é construído a partir de elementos paramétricos (VOLK et al., 2014). Para o desenvolvimento desses modelos, muitos tipos de informações de projeto são trocadas entre os profissionais, então foi criado um modelo de interoperabilidade entre os sistemas (QUEIRÓZ 2016). O que permite essa interoperabilidade é o Industry Foundation



Classes (IFC), um conjunto de dados padronizados criado para se descrever os objetos na construção civil, que possui um formato de arquivo padrão aberto (ZHAO et al., 2020). Esse processo de comunicação aberto permite que os envolvidos no projeto trabalhem de forma colaborativa e coordenada.

Em várias partes do mundo a implementação do BIM já ocorre há um tempo e nesse processo de inserção, muitos países avançam através dos níveis de maturidade BIM (JUNG & LEE 2015). Nível de maturidade BIM é compreendido como uma medida de quanto o modelo se adequa as metas e expectativas que foram acordadas anteriormente (MANZIONE, 2014).

A inserção do BIM no Setor Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) permite uma visão global do empreendimento, e isso proporciona um entendimento integrado das disciplinas de projeto durante todo o ciclo de vida da construção (AGUILAR e AZEVEDO, 2015). O processo de coordenação de projetos em BIM permite um entendimento mais acessível e interativo das informações projetuais, o que diminui a probabilidade de se haver erros de interpretação (CHEN, LUO, 2014).

Como consequência do reconhecimento do devido valor-agregado acerca da utilização do BIM, tem-se um crescimento em relação aos estudos e debates sobre. Suas evidências são registradas através do advento acelerado de diretrizes e relatórios designados à entregas e requisitos do BIM (SUCCAR, 2009).

Apesar de todas as potencialidades em relação a implementação do BIM tratadas previamente, há estudos que demonstram as adversidades relacionadas ao processo de execução da metodologia.

Dentre as maiores adversidades encontradas durante o processo de implantação do BIM, segundo Maciel et al (2014) foram: falta de mão de obra qualificada, falta de tempo para realização de treinamentos, receio da mudança na maneira de projetar, falta de informação sobre a tecnologia, elevado custo de investimento em infraestrutura, falta de exigência do mercado e alta rotatividade de estagiários e profissionais.

Quanto a introdução do BIM na administração pública, temos como as adversidades vitais: os investimentos em infraestrutura e treinamento de pessoal, a integração entre setores e mudanças políticas de governos, mudanças nas relações contratuais e nos compartilhamento de riscos, a criação de uma biblioteca virtual pública, o uso do formato IFC, o tipo de contratação pública, as normas técnicas utilizadas e por fim, a adoção de padrões de nomenclatura, representação gráfica, direitos de propriedade e avaliação dos modelos (BRITO et al, 2017).

As adversidades encontradas na implantação do BIM podem ser divididas em grupos distintos, sendo elas sobre a utilização de softwares e sobre os processos de projeto e construção. Ao listá-las, cita-se: a geração de biblioteca, o tempo elevado para treinamento, falta de suporte em português, custo elevado do software, incompatibilidade com outros programas, tecnologia muito complexa, desconformidade com as normas brasileiras, falta de mão de obra especializada, pouca interação entre universidades, empresas e o governo, comprometimento de projetistas, construtores, fornecedores, necessidade de trabalho colaborativo e em equipe, medo do desconhecido, definições claras quanto à propriedade da documentação (STEHLLING & ARANTES, 2014).

Ao inserir à realidade da Universidade, é primordial considerar que a aplicação do BIM constitui ação legalmente prevista na Estratégia BIM BR, instaurado pelo Decreto 9.983, datado de 22 de agosto de 2019, corroborado pelo Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Associado à ação legal, há o Plano de Desenvolvimento Institucional em vigor na UFJF (PDI 2016-2020), que prevê à implementação do BIM no processo de gestão pública. Dessa forma, vale destacar a

meta prevista no documento supracitado, a qual consiste em “Otimizar processos organizacionais e infraestrutura” (UFJF, 2016, p.29).

### **3. Estudo de caso**

O estudo de caso em questão está sendo desenvolvido na PROINFRA da UFJF. Por questões logísticas e para melhor praticidade escolheu-se para a modelagem o próprio prédio da Pró-Reitoria, que se localiza no campus da universidade em Juiz de Fora.

A edificação em foco conta com dois pavimentos e uma área 1169 m<sup>2</sup>, dividida em diversas salas, abriga todo segmento de manutenção da universidade, além dos setores de sustentabilidade, informática, segurança, transporte, protocolo e almoxarifado (UFJF, 2020a).

A gestão da manutenção da UFJF é realizada pela Coordenação de Manutenção Civil e Reformas da PROINFRA, a partir de manutenções programadas segundo planejamento e também a partir de requisições enviadas pelos usuários das unidades acadêmicas via Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA). O usuário emite uma solicitação por meio do SIGA, a solicitação sendo aprovada pelo gestor da unidade é encaminhada para a PROINFRA que analisa quais insumos e equipes são necessárias para o determinado serviço, feito isso, a atividade é inserida na programação (UFJF, 2020b).

Percebe-se uma maior tendência, por parte dos usuários, de solicitações de manutenções corretivas, quando um determinado ativo já apresenta falha, havendo pouco empenho em manutenções preventivas, segundo um sistema e planejamento que visam dirimir ou reduzir a incidência de falhas. À vista disso, ressalta-se a importância da gestão da manutenção e no caso do projeto em estudo, de uma integração de todos os processos e unidades para que assim seja possível atender da melhor maneira, de modo preventivo e com a prioridade adequada todos os serviços.

No estudo em pauta, busca-se a melhor alternativa capaz de realizar a integração do modelo gerado com as requisições de manutenção, além do gerenciamento dos ativos e histórico das intervenções realizadas. O modelo da edificação é ilustrado a seguir.

A figura 1 apresenta uma vista tridimensional sem escala da construção, feita inteiramente de elementos paramétricos. a imagem apresenta a edificação na forma como ela é desenvolvida, gerenciada e analisada no programa.

A figura 2 representa uma vista tridimensional com dois cortes, também sem escala, nota-se que foram inseridos no modelo tanto elementos construtivos quanto elementos de mobiliário, tudo isso está conforme o estabelecido no escopo do projeto de modelagem, visto que a modelagem deveria ser feita para gerenciar os processos de gestão e operação da edificação.



Figura 1: Vista em perspectiva do prédio da PROINFRA sem escala.

Fonte: Autores (2020)

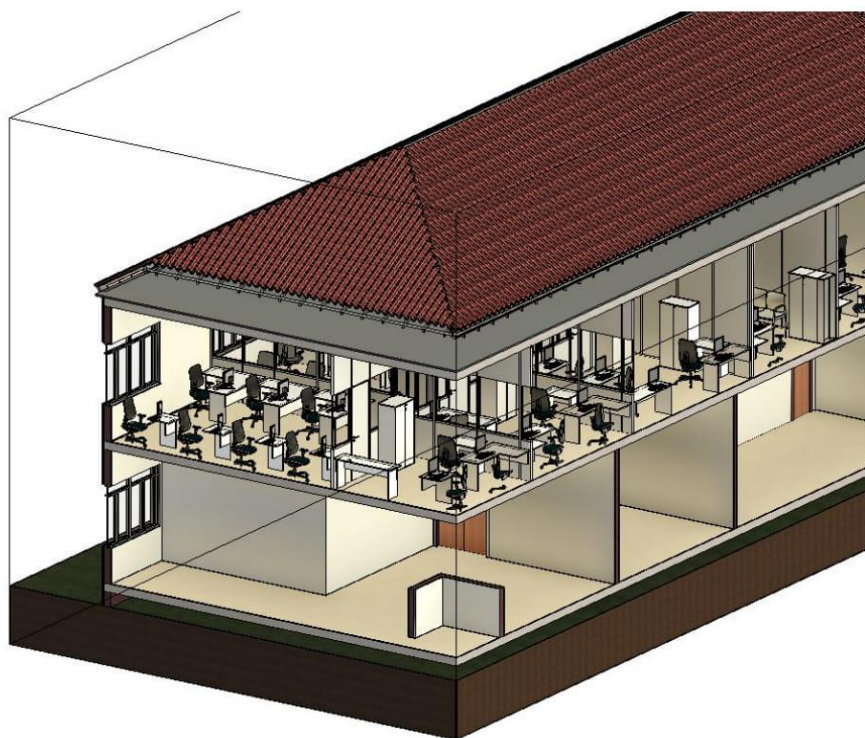


Figura 2: Vista tridimensional com cortes sem escala.

Fonte: Autores (2020).

A figura 3 apresenta aspectos únicos da edificação (esquadria da entrada), que foram desenvolvidos inteiramente para que o modelo digital fosse o mais próximo possível da construção real. Dada a natureza do prédio, vários elementos construtivos não possuíam versões digitais ou padrões usáveis e assim os modeladores criaram esses elementos dentro do software.



Figura 3: Vista em perspectiva da entrada do prédio sem escala

Fonte: Autores (2020).

Como é possível observar na figura 4, uma imagem renderizada, alguns ambientes já se encontram em estágio avançado de modelagem arquitetônica, e podem ser usados para gerir o patrimônio da instituição. Também pode-se analisar características da construção como os revestimentos, essenciais para a gestão dos serviços de renovação de pintura e outras manutenções.



Figura 4: Vista em perspectiva do interior da edificação, sem escala.

Fonte: Autores (2020).

#### **4. Discussão e resultados**

Dada a natureza do BIM de utilizar objetos paramétricos dotados de informação, como geometria, material, fase da construção a ser empregado, e principalmente personalizáveis, garante maior precisão na modelagem, auxiliando em casos como o do projeto piloto em questão, no qual muitos dos elementos construtivos eram antigos e não possuíam um padrão em toda a edificação. Vale ressaltar também como tais parâmetros são importantes na gestão da manutenção.

Dessa forma, o intuito do projeto é analisar as diferentes ferramentas tecnológicas existentes para gerenciamento da manutenção, como é a integração com o modelo gerado e também qual a melhor maneira de associar essa nova ferramenta com a gestão já existente e com o processo de requisição utilizado.

A princípio, realizou-se um levantamento de informações no banco de dados da universidade, contudo, dentre os projetos existentes a maioria se encontrava desatualizado ou incompleto, o que ocasionou um dispêndio maior de tempo. Foram realizadas medições in loco e o inventário dos móveis e equipamentos existentes de modo a gerar o modelo mais fiel a realidade.

A modelagem iniciou-se com a disciplina de arquitetura, com base nos projetos adquiridos e nas informações coletadas no local, foi utilizado o software da AutoDesk, Revit (Versão Educacional). Como apresentado anteriormente nas Figura 2 e Figura 4, o modelo foi desenvolvido com o maior detalhamento possível, para auxiliar na gestão patrimonial da instituição. O nível de detalhamento do modelo foi sendo refinado, à medida que novos elementos eram criados e modificados, até que progressivamente o modelo se tornou mais parecido com o real. Ainda está em curso a modelagem da estrutura, das instalações hidrossanitárias e elétricas.

Visto que o objetivo do modelo é colaborar no planejamento e gerenciamento da manutenção da edificação, é necessário que todos os elementos suscetíveis a manutenção estejam detalhados. Por isso, elementos como piso, camadas das paredes, pintura, portas, janelas, divisórias, móveis, entre outros, precisaram ser especificados. Em virtude da natureza da edificação, um edifício antigo, o qual já passou por diversas reformas e modificações, sendo construído e ampliado em diversas etapas, possui elementos construtivos únicos, o que dificultou a modelagem, já que foi preciso detalhar os elementos individualmente.

Simultaneamente ao processo de modelagem foram estudadas as ferramentas e softwares capazes de integrar o modelo desenvolvido ao sistema atualmente utilizado de solicitações. No momento presente, para o controle e gestão da manutenção é utilizado o Microsoft Excel, onde as planilhas são alimentadas manualmente com as novas requisições e após a realização do serviço são inseridas as baixas. Logo, o estudo em tela vem para tornar mais eficiente o processo de gerenciamento, uma vez que, o Microsoft Excel não possui integração direta com o modelo e isso poderia suscitar em perda de dados e informações.

O primeiro software utilizado foi o Navisworks, com o propósito de simular em tempo 4D, a partir da vinculação de datas a elementos da geometria e assim analisar o projeto ao longo do tempo. Ademais, dado que os serviços de manutenção são realizados em campo, analisou-se o BIM 360 Field, que permite a visualização do modelo em dispositivos móveis. Proporciona também a possibilidade de criar tarefas, formulários, checklist e anexar dados. Uma vantagem encontrada foi a oportunidade de utilizar códigos de barra ou QR Code para identificação dos locais, equipamentos ou mobiliário, o que facilita a equipe de manutenção localizar o item que demanda intervenção.

O software que mais atendeu às necessidades do projeto foi o de o gestão de manutenção preventiva BIM 360 Ops, pois, permite a importação do modelo do Revit para a plataforma e a partir da criação de um portfólio, o gerenciamento do ativo. Uma vez dentro do portfólio pode-se cadastrar os membros da equipe, a localização do ativo, os projetos existentes e para a gestão da manutenção tem-se o cadastro de lista de verificação, criação de tarefas, com programação de acordo com a prioridade e a periodicidade do serviço. Para controle é possível acompanhar das tarefas com status concluído, a vencer ou que necessitam de atenção.

Nessa perspectiva, o BIM 360 Ops apresenta as principais ferramentas necessárias para a boa gestão da manutenção. Contudo, uma problemática enfrentada foi a inviabilidade de exportar o modelo do Revit (versão educacional) para o BIM 360 Ops. Sendo que o desafio atual é criar

uma conexão entre o sistema de requisições e a plataforma de gerenciamento. Considerando que o projeto ainda está em elaboração, a expectativa é aplicar em caráter experimental e em conjunto com a equipe de manutenção a plataforma. Para que assim seja possível gerenciar o uso da edificação, como prescreve o Decreto N° 10.306.

## Referências

MOLINA, Mauricio Leonardo Aguilar; AZEVEDO JUNIOR, Waldyr. O ensino/aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 2015.

BRASIL. **Decreto 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. Brasília, 2019. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm) > Acesso em 16 fev. 2020.

BRASIL. **Decreto 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 n° 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília, 2020. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm) > Acesso em 23 out. 2020.

BRITO, Douglas M.; FERREIRA, Emerson AM; COSTA, Dayana B. **Desafios e oportunidades para implantação de BIM pelo setor público brasileiro**. 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, p. 219, 2017.

CHEN, LiJuan; LUO, Hanbin. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in construction**, v. 46, p. 64-73, 2014

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora, 2014.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Estudo e Debate**, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 15, 2011.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 6, mar/abr 1995.

JUNG, Wooyoung; LEE, Ghang. The status of BIM adoption on six continents. **International journal of civil, environmental, structural, construction and architectural engineering**, v. 9, n. 5, p. 444-448, 2015.

MACIEL, Marcelo; OLIVEIRA, Fernando; SANTOS, Débora. **Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por escritórios de projetos de cidades do nordeste do Brasil**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió, 2014.

MANZIONE, Leonardo; MELHADO, Silvio. **Nível de maturidade do processo de projeto: as quatro interfaces**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió, 2014.



QUEIRÓZ, Gabriel Ramos. Análise da interoperabilidade entre os programas computacionais autodesk revit e energyplus para a simulação térmica de edificações. Santa Maria: UFSM, 2016.

SAMPAIO, A.Z. BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering. **Journal of Software Engineering and Applications**, 10, 194-210, 2017.

STEHLING, Miguel Pereira; ARANTES, Eduardo Marques. **Análise do processo de implantação de BIM em empresas de projetos industriais e arquitetônicos em Belo Horizonte**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 5, n.1, p. 35-44, jan./jun. 2014.

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

UFJF. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2016-2020**. Juiz de Fora: UFJF, 2016.

\_\_\_\_\_. **Carta de Serviços: Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão**. UFJF, 2020a. Disponível em: <[www2.ufjf.br/cartadeservicos/pro-reitorias/infratestrutura/](http://www2.ufjf.br/cartadeservicos/pro-reitorias/infratestrutura/)>. Acesso em: 07 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão: manutenção**. UFJF, 2020b. Disponível em: <[www2.ufjf.br/proinfra/2019/09/01/manutencao/](http://www2.ufjf.br/proinfra/2019/09/01/manutencao/)>. Acesso em: 07 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Pró-Reitoria de Infraestrutura e Gestão: Horário de Trabalho dos TAEs**. UFJF, 2020c. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/proinfra/wp-content/uploads/sites/44/2020/03/HOR%C3%81RIOS-TAEs-ATUALIZADO.pdf>> Acesso em: 07 maio 2020.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. **Automation in construction**, v. 38, p. 109-127, 2014.

WONG, Johnny Kwok Wai; ZHOU, Jason. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. **Automation in Construction**, v. 57, p. 156-165, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## **UM OLHAR SOBRE O *CITY INFORMATION MODELING*: ANÁLISE DAS PRODUÇÕES BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2009 A 2019**

Joanna Pinto – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Rio Grande do Norte – IFRN

Josyanne Giesta - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Rio Grande do Norte – IFRN

### **Resumo:**

Com a constante evolução do campo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), os profissionais encontram-se rodeados de novas possibilidades e ferramentas. O *City Information Modeling* vai muito além da modelagem 3D das cidades, buscando também utilizar os recursos disponíveis para a melhor obtenção de resultados dos planejamentos urbanos, aferição da qualidade do espaço público. Procedeu-se desta maneira, uma pesquisa onde foram coletados trabalhos em 3 bases de dados: Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), SciELO e Google Scholar. Os trabalhos foram analisados de acordo com critérios preestabelecidos e classificados como aceitáveis ou não, buscando formar um referencial teórico de conceituação da metodologia CIM e suas aplicações. Como resultado tem-se que o CIM ainda se trata de uma temática recente nas pesquisas brasileiras, sendo as primeiras pesquisas foram localizadas no ano de 2015, bem como ainda se configura como uma área pouco explorada, quando somente em 2019 identificou-se um crescimento do interesse no tema. Mostrando a necessidade de estudo e desenvolvimento de um modelo colaborativo paramétrico.

**Palavras-chave:** *City Information Modeling*, CIM, Gestão do espaço público

### **Abstract:**

With the constant evolution of the Architecture, Engineering and Construction (AEC) field, professionals are surrounded by new possibilities and tools. City Information Modeling goes far beyond 3D modeling of cities, seeking also to use the available resources for the best results of urban planning, measuring the quality of public space. In this way, a search was made where works were collected in 3 databases: Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), SciELO and Google Scholar. The works were analyzed according to pre-established criteria and classified as acceptable or not, seeking to form a theoretical framework for the conceptualization of the CIM methodology and its applications. As a result, CIM is still a recent theme in Brazilian research, the first research was located in 2015, and is still a little explored area, when only in 2019 was identified a growth of interest in the theme. Showing the need for study and development of a parametric collaborative model.

**Keywords:** City Information Modeling, CIM, Public space management

## **1. INTRODUÇÃO**

Com a constante evolução do campo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), os profissionais encontram-se rodeados de novas possibilidades e ferramentas a todo momento. Tais ferramentas buscam tornar o fluxo de trabalho mais eficiente, ágil, com maior qualidade e promovendo melhorias nas etapas processuais, para o alcance de resultados melhores e mais



próximos da realidade. Dentre variadas perspectivas pode-se destacar a utilização de duas filosofias que procuram atingir os objetivos previamente citados: *Building Information Modeling* (BIM) e *City Information Modeling* (CIM).

A utilização da metodologia de *Building Information Modeling* (BIM), já vem sendo discutida ao longo de anos, mostrando as diferentes possibilidades da sua aplicação dentro do campo da AEC. Porém, recentemente outro nome vem sendo comentado e ganhando uma maior visibilidade entre os profissionais, o processo de *City Information Modeling* (CIM). Este vem se destacando à medida que as *Smart Cities* (Cidades Inteligentes) passam a ser um tópico recorrente entre os engenheiros e urbanistas.

Segundo Amorim (2015) mesmo nas grandes cidades onde existe uma infraestrutura urbana que pode ser reconhecida como adequada, na maioria delas esses sistemas e recursos estão envelhecidos e necessitam de ampliações, modernizações e revitalizações. Por isso a constante necessidade de manutenção proporciona a busca de novas maneiras de planejamento e gestão do espaço público em macro proporções.

Além disso, o meio urbano é constituído por uma grande quantidade de serviços contratados, executados e fiscalizados por múltiplos agentes, que para a realização das suas atividades empregam diferentes plataformas, sistemas, ferramentas e procedimentos, e com baixo nível de integração (AMORIM, 2015).

Desta maneira, ficou clara a necessidade do desenvolvimento de uma linha única de raciocínio que propusesse um fluxo de projeção continuado possibilitando a colaboração de diversos profissionais em projetos e informações sobre o ambiente urbano, reunido em um modelo 3D paramétrico.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo analisar a produção científica brasileira sobre CIM no país, no intervalo temporal definido entre 2009 e 2019.

## **2. O METODO DE PESQUISA**

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica que teve como base artigos, teses e dissertações relacionadas ao tema Modelagem de Informação da Cidade e termos relacionados, que contribuam para a construção de uma estrutura conceitual que possa identificar cenários para possíveis atuações da metodologia CIM.

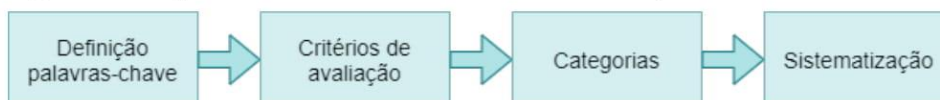
Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa de campo do tipo exploratória, que corresponde a investigação de pesquisa empírica, a qual emprega procedimentos sistemáticos para a análise de dados, obtendo descrições tanto quantitativas quanto qualitativas da amostra estudada (TRIPODI et al., 1975 apud MARCONI; LAKATOS, 2003).

Os dados para a realização do estudo sistemático foram obtidos nas plataformas *Scholar Google*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e SciELO. Baseando-se nas seguintes etapas para a construção do referencial teórico e dados a serem apresentados.

### **2.1 MECANISMOS DE BUSCA E SELEÇÃO**

Para a busca e seleção dos trabalhos foram realizadas 4 etapas, conforme apresenta a Figura 1: a) Definição das palavras-chave; b) Critérios de avaliação; c) Categorias; d) Sistematização.

**Figura 1** – Etapas do desenvolvimento da busca e seleção



**Fonte** - As Autoras

Na etapa de Definição das palavras-chave, foi estabelecida a utilização de três palavras-chave para ser iniciada a pesquisa: “*City Information Modeling*”, “CIM” e “Gestão do espaço público”, em áreas mais abrangentes de conhecimento (Ciências Exatas e da Terra, Ciências Sociais e Engenharia) e os resultados achados foram divididos e selecionados dentro de áreas específicas de conhecimento (Arquitetura e Urbanismo; Engenharia Civil; Construção Civil e, Administração e Gestão Pública).

Após obtidos os resultados, os mesmos foram divididos com base em critérios de avaliação (etapa 2), esses sendo: Atender ao recorte temporal; Estar necessariamente no idioma Português; Fazer parte de uma das 3 bases de dados; Conter as palavras-chave (mínimo duas) em seu resumo; Ser obrigatoriamente um artigo publicado, tese ou dissertação; Ter como tema principal *City Information Modeling*; Conter informações sobre a metodologia CIM e suas aplicações no gerenciamento do espaço urbano e sugestões e métodos a serem adotados.

Na terceira etapa, depois de realizada a triagem inicial, os títulos que permaneceram foram lidos e desta forma pôde-se confirmar sua relevância em relação ao tema CIM e realizar a divisão por categorias para agrupá-los. Nesta etapa, após a leitura, foram descartados ainda dois artigos identificados pelo método de busca, por não terem relação com o tema, ou citarem de forma a correlacionar com outras metodologias que não eram o real foco do trabalho.

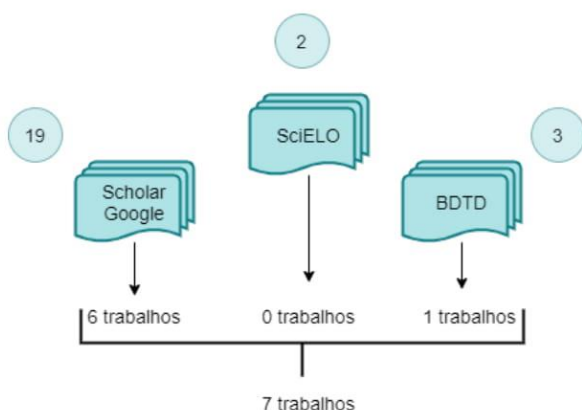
Na etapa de sistematização, os trabalhos selecionados foram divididos em categorias, e os resultados encontrados foram sistematizados e avaliados.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Após a seleção das palavras-chave, procedeu-se uma pesquisa nas bases de dados: Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no *Scholar Google*, e na plataforma SciELO. Na BDTD, utilizando as palavras-chave, foi inicialmente possível identificar 3 (três) estudos. Com a aplicação do processo de seleção dos estudos por meio dos critérios previamente citados, esse valor reduziu para 1 (um) estudo selecionado. Já na plataforma SciELO foram identificados 2 (dois) estudos sobre o tema, sendo nenhum elegível por apenas citar a metodologia, mas focar em outros aspectos relacionados a área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) que não seriam relevantes para este artigo.

Já no *Scholar Google*, utilizando também as palavras-chave, foram identificados inicialmente 17.000 (dezesete mil) trabalhos, quando feita uma outra busca excluindo possíveis termos associados não pertinentes ao assunto, o número decresceu de maneira considerável. Ao final foram identificados 19 (dezenove) possíveis artigos, dos quais após leitura e análise, apenas 6 (seis) foram considerados elegíveis para uso neste trabalho. A Figura 2 apresenta a amostra dos trabalhos selecionados por base de dados.

**Figura 2** – Amostra por base de dados



Fonte - As Autoras

Ao final, foram obtidos 7 (sete) estudos selecionados ao todo. A Tabela 1 apresenta os estudos em conjunto com os dados extraídos dos mesmos.

**Tabela 1** – Estudos selecionados para o desenvolvimento do artigo

Nº	TÍTULO DO ESTUDO	AUTOR	ANO	TIPO DE PUBLICAÇÃO	INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA
1	Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos	Arivaldo Leão de Amorim	2015	Artigo - Gestão e Tecnologia de Projetos	Universidade Federal da Bahia- UFBA
2	CIM ou não? Considerações sobre City Information Modeling <i>espaços e fronteiras da modelagem de informação da cidade (CIM): conceitos e teorias</i>	Fernando Almeida Max Andrade	2016	Artigo - IV enanparq	Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
3	A importância do CIM para a gestão da infraestrutura urbana	Humberto Coelho de Melo Hiago Dantas Sara dos Reis Felipe Laffiti Assis Soares	2017	Artigo - Seminário de Iniciação Científica IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais- IFMG
4	Modelando a infomação da cidade: do estado da arte à construção de um conceito de City Information Modeling (CIM)	Fernando Antônio da Silva Almeida	2018	Dissertação	Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

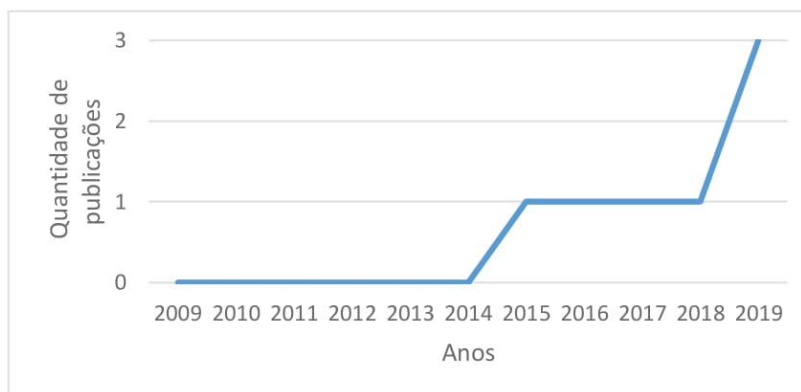
5	As cidades contemporâneas e suas tecnologias: a perspectiva do City Information Modeling	lasmin de Sousa Jaime	2019	Dissertação	Universidade Federal de Goiás -UFG
6	Viva a Cidade: A qualidade do espaço público, à luz da modelagem da infomação	Sílvia Marina Dias Filipe	2019	Dissertação	Universidade Federal do Ceará- UFC
7	Modelagem de Infomação da Cidade (CIM) e suas potencialidades para gestão da manutenção urbana de Curitiba	Tiago Rocha Lopes	2019	Artigo - usjt / arq.urb	Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR

Fonte - As Autoras

### 3.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A presente pesquisa, tendo em vista a busca pela identificação dos principais trabalhos que proporcionem referencial teórico, aplicações e metodologias CIM que desempenhem um papel de conceituação e falem sobre a influência da modelagem no planejamento urbano, resultou em 7 trabalhos pesquisados no período definido entre 2009 e 2019. Desta maneira foi possível analisar, de modo quantitativo, a variação de publicações sobre o tema abordado ao longo do tempo e representar graficamente tal mudança (Gráfico 1).

**Gráfico 1** – Evolução temporal das publicações

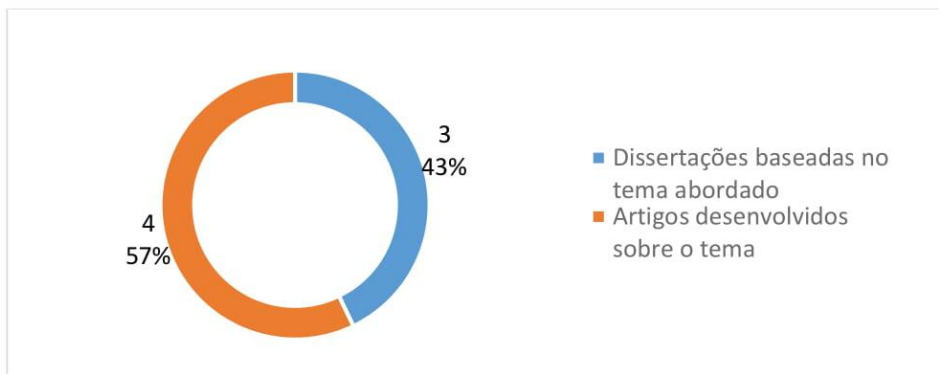


Fonte – As autoras

No intervalo existente entre os anos de 2009 e 2014 foi possível notar a inexistência de publicações que se encaixassem nos parâmetros utilizados para o desenvolvimento deste artigo. Durante o período de 2015 a 2018 as quantidades de publicações se mantiveram estáveis, com apenas um estudo por ano. No entanto, no ano de 2019, pode-se observar um aumento considerável no número de publicações, de onde é possível concluir que o percentual de estudos publicados tem estado em um crescente progresso, indicando o aumento do desenvolvimento de práticas em CIM e a possível inclusão de tais no processo de gerenciamento e desenvolvimento do planejamento urbano.

Quanto a pertinência dos resultados da busca, verifica-se um perceptível aumento da busca por uma metodologia unificada para o desenvolvimento e prática da Modelagem da Informação da Cidade, e suas aplicações dentro da AEC e que alguns resultados já foram atingidos. Diante disto, identifica-se que dos 7 estudos selecionados, 3 são dissertações e 4 são artigos, como mostra o Gráfico 2. Com relação aos artigos, 50% deles foram apresentados em eventos científicos e o restante foi publicado em periódicos.

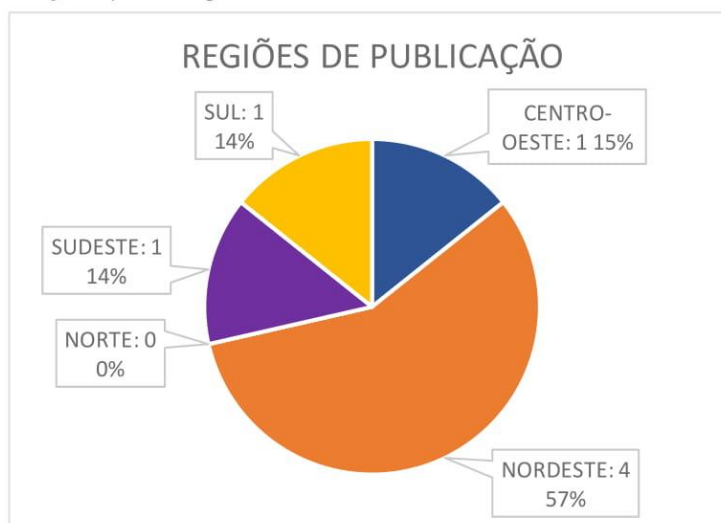
**Gráfico 2** – Amostra por tipo de publicação



Fonte – As autoras

Comparando-se as publicações por tipo (artigo ou dissertação) e por ano, tem-se que as dissertações são mais recentes que os artigos, visto que a primeira se deu em 2018, e elas é que permitiram o aumento significativo ao longo dos anos, com 2 dissertações publicadas no ano de 2019. Além das análises já apresentadas, foi possível observar outros fatores relacionados a publicação dos estudos a respeito do tema abordado, como o índice de pesquisas desenvolvidas em cada uma das regiões brasileiras, apresentado no Gráfico 3. Tais percentuais sugerem o quanto tem sido investido e aperfeiçoado, em cada uma das regiões brasileiras, o processo de utilização da metodologia de *City Information Modeling* no gerenciamento e processo de projeto das cidades.

**Gráfico 3** – Publicações pelas regiões brasileiras



Fonte – As autoras

O destaque dado ao nordeste surpreende, visto que quando se trata de estudos sobre o *Building Information Modeling* (BIM), essa região ainda apresenta uma grande defasagem, quando comparada ao sudeste e ao sul do país. Estudo realizado por Checcucci (2019) em teses e dissertações, no período de 2013 a 2018 aponta o nordeste em terceiro lugar na produção dos trabalhos com 12%, enquanto o sudeste teve 51% e o sul 27%. Nesse mesmo contexto Borges e Barros Neto (2018) em análise de trabalhos publicados no Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) e na revista *Gestão & Tecnologia de Projetos* (G&TP), entre os anos de 2009 e 2017, encontraram também o nordeste em terceiro lugar como produtor de artigos com 12,8% (ENTAC) e 20% (G&TP), ficando atrás do sudeste que apresentou 61,7% (ENTAC) e 45% (G&TP) e do sul que ocupou o segundo lugar com 25,5% (ENTAC) e 25% (G&TP).

Por fim, foram identificadas ao todo trinta palavras-chave, na Figura 3 pode-se observar o destaque para o termo CIM.

**Figura 3** – Palavras-chave da amostra



Fonte - As Autoras

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Stojanovski (2013) CIM é uma analogia ao BIM em urbanismo. É um sistema de elementos urbanos representados por símbolos em um espaço 2D e dentro de um espaço 3D. Ele também é concebido como expansão 3D do GIS (SI3D ou Sistema de Informação 3D) enriquecido com vistas em vários níveis e múltiplas escalas, caixa de ferramentas de projeto e inventário de elementos 3D com seus relacionamentos (tradução própria).

Porém é possível observar que os trabalhos aqui apresentados, evidenciam que o processo de utilização da metodologia *City Information Modeling* vai muito além disso e busca também utilizar os recursos disponíveis para a melhor obtenção de resultados dos planejamentos urbanos, aferição da qualidade do espaço público através de um processo metodológico formalizado.

A implantação de um *City Information Modeling* pode ser um dos caminhos para uma cidade alcançar o status de *Smart City*, uma vez que o CIM, em última instância, busca a eficácia global de todos os sistemas de infraestrutura urbana, e conseqüentemente, dos serviços e atividades dependentes desses sistemas de infraestrutura. Já uma *Smart City* se caracteriza pelo uso de sistemas e tecnologias de informação e comunicação (TIC), além daqueles contidos no CIM,

para atingir a eficiência e a eficácia de todos os sistemas urbanos em benefício da qualidade de vida dos seus cidadãos. (AMORIM, 2015).

Portanto conclui-se que, partindo do número de trabalhos aqui apresentados, apesar de grandes avanços nesse campo, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que a metodologia seja efetivamente aplicada em sua total funcionalidade e consiga ser flexível para utilização nas mais diversas situações, seja com o objetivo de se iniciar um projeto do zero, ou apenas de avaliar o espaço urbano já existente para possíveis melhorias.

Como limitações da pesquisa pode-se apontar o fato da mesma ter sido realizada em 3 bases de dados, sendo assim, sugere-se para trabalhos futuros, a utilização de outras bases de dados não contempladas, bem como que sejam utilizados anais de eventos e periódicos da área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

## 5. REFERÊNCIAS

AMORIM, Arivaldo Leão de. DISCUTINDO CITY INFORMATION MODELING (CIM) E CONCEITOS CORRELATOS. **Gestão e tecnologia de projetos**, São Paulo, 6 jun. 2015. DOI <https://doi.org/10.11606/gtp.v10i2.103163>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/103163>. Acesso em: 21 ago. 2020.

BORGES, R. M. S., BARROS NETO, J. P. Caracterização da produção científica sobre BIM de 2009 a 2017: análise dos trabalhos publicados no ENTAC, IGLC e Revista G&TP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, fev. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>. Acesso em: 26 fev. 2019. doi:<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653708>.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamento de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

STOJANOVSKI, T. City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations. In: Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, 2013, San Diego. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2500016> Acesso em: 21 ago. 2020.



# 4º E A B I M

ENCONTRO ACADÊMICO DE BIM DE MINAS GERAIS

