



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



Nathalia Sousa e Reis Carneiro

**PANORAMA DO USO DO BIM 4D E 5D NO
PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

UBERLÂNDIA – MG

2019

Nathalia Sousa e Reis Carneiro

**PANORAMA DO USO DO BIM 4D E 5D NO PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO
DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, no formato de artigo científico, à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Fernandes Maciel

Uberlândia-MG

2019

RESUMO: O governo brasileiro instituiu metas para implementação da indústria 4.0 para alavancar os avanços na indústria da construção civil. Segundo a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, atualmente o setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) ocupa o *ranking* de 69º lugar no índice global de inovação, e de 2010 a 2016 teve uma queda na produção de 7%, enquanto países da Europa, como a Alemanha e Itália ocupam respectivamente a primeira e segunda posição. A introdução de novas tecnologias que consigam minimizar a geração de resíduos, organizar e integrar as partes interessadas reduzindo conflitos e gerenciar o tempo e custo se faz necessária. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) fornece a interação das informações de um projeto, unindo a modelagem 3D, com o gerenciamento do tempo (BIM 4D) e a gestão de custos (BIM 5D). O interesse com relação à adoção dessa metodologia por parte das empresas vem crescendo, porém, a falta de informação, de suporte, de conhecimento, de documentos para consulta, além de profissionais qualificados e experientes na área, são fatores que geram a desistência das instituições. Este artigo visou mapear sistematicamente referências que fazem o uso do *BIM* 4D e 5D no planejamento e gerenciamento de obras, com o objetivo de apresentar um panorama da atualidade e as lacunas a serem preenchidas, no Brasil e no mundo. Dentre os principais tópicos identificados, a falta de expertise da mão de obra em relação ao *BIM* e a estagnação da indústria AEC em antigos métodos foram os mais levantados pelos estudos aderidos a este artigo, logo em seguida, a falta de padronização da metodologia por meio da criação de normas e regulamentos.

Palavras-chaves: BIM 4D, BIM 5D, Gerenciamento de obras, Planejamento de obras.

ABSTRACT: The Brazilian government has set targets for the implementation of industry 4.0 to leverage advances in the construction industry. According to the Brazilian Industry Agenda 4.0, the AEC (Architecture, Engineering and Construction) sector currently ranks 69th in the global innovation index, and from 2010 to 2016 had a drop-in production of 7%, while countries in the Europe, as Germany and Italy occupy first and second position respectively. The introduction of new technologies that can minimize waste generation, organize and integrate stakeholders, reduce conflicts and manage time and cost is necessary. The Building Information Modeling (BIM) methodology provides the interaction of project information, combining 3D modeling with time management (BIM 4D) and cost management (BIM 5D). Interest in the adoption of this methodology by companies has been growing, however, the lack of information, support, knowledge, documents for consultation, as well as qualified and experienced professionals in the area, are factors that lead to the withdrawal of institutions. This article aimed to systematically map references that make use of BIM 4D and 5D in the planning and management of works, in order to present an overview of the current and the gaps to be filled. Among the main topics identified, the lack of manpower expertise in relation to BIM and the stagnation of the AEC industry in old methods were the most raised by the studies adhering to this article, shortly thereafter, the lack of standardization of the methodology through the creation of rules and regulations.

Keywords: BIM 4D, BIM 5D, construction management, construction planning.

1. INTRODUÇÃO

O ato de planejar uma obra é envolver sequencialmente as atividades no tempo e espaço, considerando os recursos, limitações espaciais e cronológicas. Essa dinâmica não é linear, existe a interdependência de diversas informações como orçamentação, compras, gestão de pessoas, comunicações, entre outros. O planejamento é composto por ferramentas que priorizam as ações no canteiro de obra, organizando o andamento dos serviços e o estágio da obra promovendo uma linha de base referencial para tomada de decisão caso haja algum desvio (Mattos, 2010). Tubino (2009) destaca que quanto maior for a eficiência do controle, menores serão os desvios a serem corrigidos e, por isso, menor o tempo e despesas com ações corretivas.

A deficiência no planejamento e controle, estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção civil, e, das elevadas perdas e baixa qualidade de seus produtos. As decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento as de maior capacidade de influência no custo final e as mais importantes para redução de perdas por falhas de compatibilização, conflitos, compras desnecessárias e retrabalhos (Melhado, 2005).

Dentre os adventos da transição da 3ª para a 4ª revolução industrial, o *Building Information Modeling (BIM)*, é uma metodologia promissora utilizada na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Por meio da criação de base de dados que permite a modelagem exata da geometria de projetos, necessários para prover suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos crucial para a realização da construção (Eastman et al., 2014). A interoperabilidade do BIM, otimiza a sequência de análise das atividades mediante simulações virtuais, permitindo aos planejadores visualizar e comunicar atividades no contexto e no espaço com toda a equipe de partes interessadas.

A crescente adoção da tecnologia *BIM* evidenciou a necessidade da criação de diretrizes para ordenar os diversos sistemas e subsistemas componentes de uma edificação nesta base de dados (Eckholm et al., 2011). Essa metodologia permite a elaboração de um modelo virtual preciso, capaz de gerar um banco de dados com informações topológicas a modelagem 3D, a previsão das fases da construção com a

inserção do tempo no *BIM 4D* e a gestão de subsídios para orçamento no *BIM 5D*, monitoramento aplicado (*BIM 6D*) e também cálculo energético e gestão de resíduos eficiente (*BIM 7D*)(Menezes, 2011).

2. OBJETIVO

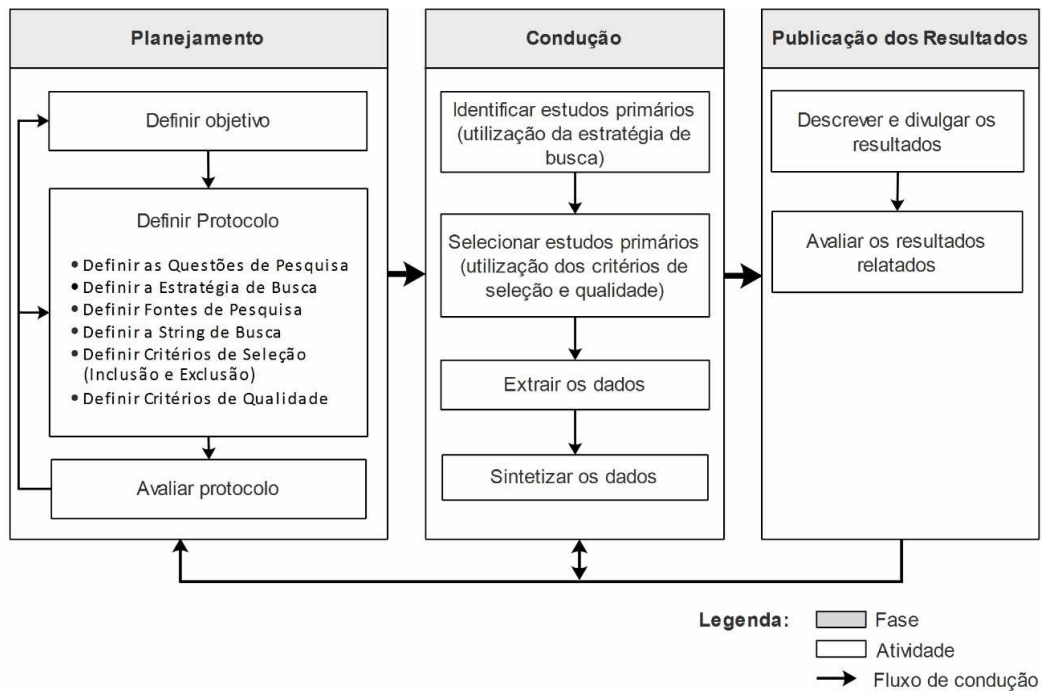
Este artigo foi desenvolvido com o objetivo de apresentar um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) e uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de publicações e conteúdos que abordem o uso do *BIM* no planejamento e gerenciamento de obras nos últimos quatro anos para apontar as principais linhas em estudo, a evolução da temática e as possíveis lacunas.

3. METODOLOGIA

Foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) sobre planejamento e gerenciamento de obras em *BIM* de 2016 a 2019, período definido após a leitura de Mapeamentos Sistemáticos da Literatura citados no item 4.3 para que este estudo não abordasse as mesmas referências que estes títulos, e, também focassem em literaturas recentes para se obter um panorama atual. Com o intuito de obter uma visão geral de pesquisa e identificar as possíveis lacunas de pesquisa nessa área (Wholin et al., 2013). Este tipo de estudo, é de grande relevância para o meio acadêmico, uma vez que tem o objetivo de promover a análise e interpretação de evidências disponíveis relacionadas a um conjunto de questões de pesquisa, tópicos ou fenômenos de interesse (Kitchenham; Charters, 2007). Neste trabalho, foi utilizado a metodologia adotada por Falbo (2018).

Organizado em diversas etapas, o mapeamento começou com a definição dos protocolos: questões de pesquisa; estratégias de busca; escolha das fontes de pesquisa; definição dos termos de busca e strings; e os critérios de aceitação e qualidade. A Figura 1 diagrama o sequenciamento das 9 etapas do processo de pesquisa que serão discutidos ao longo do texto.

Figura 1 – Diagrama sobre a sequência de fases e atividades do processo do Mapeamento Sistemático da Literatura



Fonte: Falbo (2018)

Definido o objetivo do mapeamento, que é obter lacunas do conhecimento e desenvolvimento de trabalhos associados referentes ao tema planejamento e gerenciamento em BIM, foi iniciada a definição das questões de pesquisa (Q.P.). Essas questões são mais gerais e buscam descobrir tendências de pesquisa, utilizadas depois para coletar os dados mais importantes, com o intuito de facilitar a análise e síntese dos resultados. No Quadro 1 apresenta-se as principais questões que foram definidas no protocolo do início da elaboração do Mapeamento Sistemático da Literatura, definindo o que seria debatido com a leitura dos trabalhos selecionados.

Quadro 1 – Questões de pesquisa levantadas para a elaboração do MSL

Questões de pesquisa	
QP1	Quais os tópicos sobre planejamento e gerenciamento em BIM têm sido mais abordados?
QP2	Quais problemas têm sido apontados?
QP3	Quais os propósitos de se empregar planejamento e gerenciamento em BIM nos projetos?
QP4	Quando os estudos foram publicados?
QP5	Onde os estudos foram publicados?
QP6	Quais tipos de pesquisas têm sido feitos?
QP7	Quais veículos de informação estão publicando estes estudos?
QP8	Quais Softwares/tecnologias mais utilizados neste processo?

Fonte: Autor (2019)

Quanto ao método de busca, segundo Falbo (2018), existem três métodos principais que podem ser aplicados: busca automática em plataformas de pesquisa; busca manual em bibliotecas e acervos físicos; e bola de neve, que são buscas indiretas por meio de citações e referências em títulos consagrados. O mais utilizado foi a busca automática nas plataformas de bases de dados digitais.

As bases de dados são plataformas de busca que reúnem textos científicos e artigos de vários periódicos, repositórios entre outros tipos de publicações do meio científico e acadêmico. Neste artigo foram utilizadas: Portal de Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), *ScienceDirect* e *Google School*, escolhidas com base no mapeamento sistemático de Rodrigues et al. (2017) e testadas logo depois com os termos de buscas. Também foram adotadas obras pelo método bola de neve, que consiste em ler referências de trabalhos selecionados na busca automática.

A definição das Palavras-chaves foi feita por intermédio da leitura de referências de artigos e livros nos idiomas português e inglês. A sigla “BIM” ou o título ‘*Building Information Modeling*’ em inglês é unânime entre os autores, sofrendo em alguns casos a tradução Modelagem da Informação da Construção para o português, mas nos textos são encontradas as duas versões, portanto, neste Mapeamento utilizou-se do termo em inglês. Referente aos termos “Gerenciamento” e “Planejamento”, como são termos comumente utilizados nos trabalhos que referenciam esses processos, foram adotados os mesmos e suas versões em inglês: “*planning*” e “*management*”.

Strings de busca são os termos de buscas usados para fazer a pesquisa. Por Petersen et al. (2015), existem várias abordagens como consultar especialistas, melhorar iterativamente os termos das strings e identificar termos a partir de artigos conhecidos. O objetivo é identificar termos relacionados ao tópico de pesquisa que retornem o maior número de trabalhos que alinhem com o escopo deste. Inicialmente, para validar os termos, foram feitas pesquisas repetidas com várias combinações dos termos “BIM”, “BIM 4D”, “BIM 5D”, “planejamento”, “gerenciamento”, “*planning*”, “construção”, “*construction*”, junto com a conjunção aditiva “e” ou “*and*” em inglês para garantir que nos resultados teriam as palavras mencionadas, e adversativas “ou” e “*or*” em inglês para relacionar os sinônimos (Quadro 2). Assim, foram adotados os termos com maior número de retornos de estudos que os 50 primeiros títulos parecessem aderentes ao Mapeamento Sistemático da Literatura.

Quadro 2 - Teste de Strings feitas nas bases de dados selecionadas

Strings testes
Em português
Planejamento e Gerenciamento de Obra e BIM ou Building Information Modeling
Planejamento e gerenciamento de construção civil e Building information modeling
Em inglês
Planning and Management and planning and construction and BIM or Building Information Modeling
Management and planning BIM
BIM 4D planning and management
BIM 5D planning and management
BIM 4D and BIM 5D management and planning

Fonte: Autor (2019)

Os critérios de seleção são fundamentais para garantir a qualidade nos resultados obtidos, que um estudo deve ter para serem considerados dentro do contexto do MSL (inclusão) e as características que levam a exclusão de estudos. Foram definidos alguns parâmetros, pois os bancos de dados retornam todo tipo de publicação como trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, livros e reportagens e em diferentes linguagens.

Para que os critérios de inclusão fiquem alinhados com o objetivo do MSL, foram deliberados:

- i. estudos que tratam do tema de planejamento e gerenciamento de obras em BIM.

Critérios de exclusão:

- I. estudos sem resumo;
- II. estudos apenas com resumo;
- III. outro idioma fora do escopo;
- IV. a inacessibilidade do estudo;

- V. se não abordava o planejamento e gerenciamento da obra totalmente, ou seja, abordava apenas o planejamento do canteiro de obras, ou de um serviço específico (revestimentos, alvenaria, estrutura, entre outros);
- VI. e o artigo era um trabalho de conclusão de curso.

A seleção de títulos coerentes com o tema da pesquisa e a eliminação de estudos duplicados entre as bases digitais, foi a segunda parte do procedimento. Selecionados os títulos, foi realizada uma leitura dos resumos para avaliar se atendiam ao escopo deste estudo e se neles existiam as palavras *BIM* ou *Building Information Modeling*. Do resultado dessa leitura foram retirados os trabalhos que seriam estudados. Ao final do processo, 37 referências, entre artigos e dissertações, foram aderidas, e organizadas de acordo com as questões de pesquisas definidas no escopo do MSL, buscando obter as respostas para cada uma delas.

Após concluir o MSL, será feita uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que permite identificar, avaliar criticamente, interpretar e consolidar as pesquisas disponíveis, de modo a fornecer subsídios necessários para responder a dúvida de uma pesquisa específica ou área de interesse (Kitchenham et al., 2019). Diferente do MSL, é um estudo secundário que são usados para agregar resultados dos estudos primários.

Essa revisão foi feita de acordo com a metodologia de Falbo (2018), e foram aproveitadas as fases de planejamento, condução e documentação do MSL (item 4.2). Os resultados foram apresentados no item 4.2 deste estudo por meio da apresentação do escopo dos estudos mais completos, com os melhores resultados e técnicas inovadoras organizados em 4 subtópicos definidos de acordo com: 4.2.1 - implementação do *BIM* no planejamento de uma obra; 4.2.2 Gerenciamento de obras usando o *BIM*; 4.2.3 Construção enxuta e *BIM*; 4.2.4 Método *last planner system* e *BIM*.

4. RESULTADOS

4.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE REFERÊNCIAS

O resultado obtido nas buscas nas bases internacionais e nacionais pode ser visualizado na Tabela 1. Devido à pouca aderência dos termos de busca em português nas bases tanto nacionais como internacionais, foi realizada pesquisa com a

expressão-chave “Planejamento E Obras E *BIM* OU *Building Information Modeling*” na plataforma de dados *Google School*, pois a plataforma retornou maior número de títulos em português, promovendo assim, maior panorama de como estão os estudos nessa área pelo Brasil.

Tabela 1 – Resultado da busca automática em bases de dados digitais com String de Busca

Base de dados	Strings de Busca							
	Número de Artigos							
	Planejamento E Gerenciamento de Obras E BIM OU Building Information Modeling		Planning OR Management AND Planning AND BIM		BIM 4D planning and management		BIM 5D planning and management	
	Inicial	Título Aderente	Inicial	Título Aderente	Inicial	Título Aderente	Inicial	Título Aderente
BDTD	12	8	0	0	0	0	0	0
ScienceDirect	0	0	1187	50	232	38	94	18
Periódico capes	9	3	1507	49	377	10	165	14
Google School	1470	30	0	0	6000	61	3560	26
Total	1491	41	2694	99	6609	109	3819	58
Títulos Aderentes sem repetição	40		99		58		16	
Títulos selecionados após leitura do resumo	24		20		24		7	
Artigos com acesso ao texto completo	10		7		13		5	

Fonte: Autor (2019)

Ao todo, foram aderidas cerca de 35 referências nacionais e internacionais, por meio das buscas automáticas nas bases de dados digitais. Nas plataformas do Periódicos Capes e *ScienceDirect* foram encontrados muitos títulos repetidos entre si. A plataforma com maior número de referências, aderidas após a leitura de resumos foi a *Google School* com cerca de 64% dos títulos. Boa parte dos trabalhos encontrados na *ScienceDirect* não foi possível acessar os textos inteiros, alguns estavam vinculados a plataformas pagas e outros era preciso autorização do autor para leitura.

Mediante a análise de referências dos estudos selecionados, e com o objetivo de aprofundar mais o assunto, foram selecionados alguns artigos para complementar o acervo a ser analisado neste estudo, em um processo chamado bola de neve, por Falbo (2018), que o define como “um meio útil de encontrar estudos relevantes a partir

dos estudos selecionados”. O resultado deste método de busca pode ser analisado no Quadro 3.

Quadro 3 - Artigos brasileiros com potencial de relação com o tema

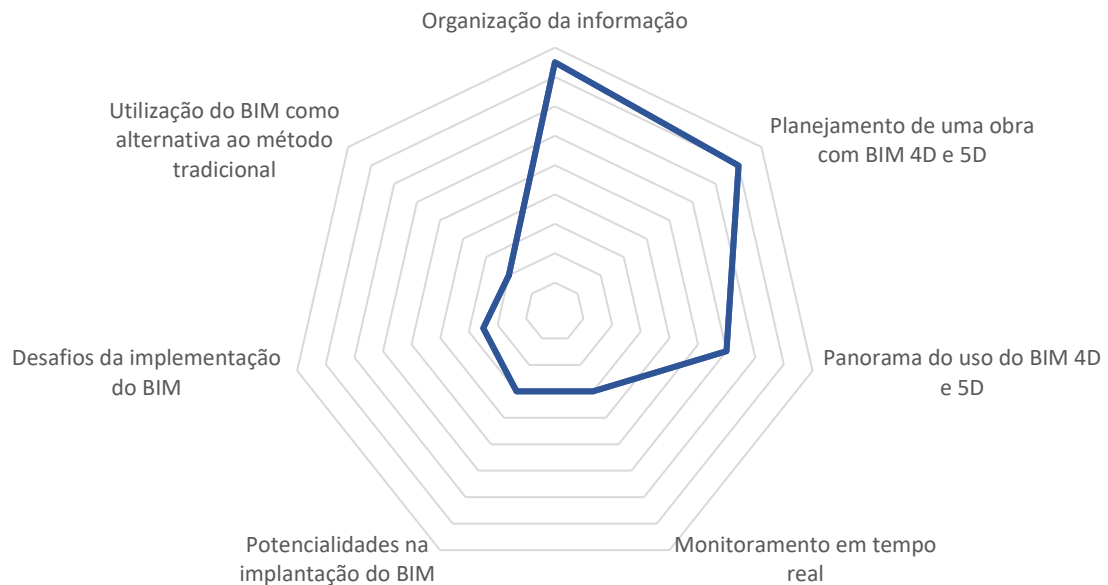
Autores	Título	Periódico/Congresso
Mesquita et al. (2018)	Avaliação da utilização da modelagem BIM no planejamento e controle de obras de engenharia por empresas do interior do Ceará	Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção
Carezzato et al. (2017)	Processos de gerenciamento de projetos BIM	SBTIC +

Fonte: Autor (2019)

Classificação quanto aos tópicos mais abordados

A categorização dos estudos foi feita através dos assuntos mais comumente abordados (Gráfico 1) e divididos em 7 grupos. São eles:

- a. a organização da informação, que trata da discussão de modelos criados ou já existentes que usam o BIM para planejar e gerenciar obras; planejamento de uma obra com BIM 4D e/ou BIM 5D;
- b. panorama do uso do BIM 4D e 5D, em que avaliação da utilização do método é feita em empresas, ou por meio de pesquisas, entrevistas e mesas redondas com especialistas e profissionais do ramo;
- c. monitoramento em tempo real de obras;
- d. potencialidades na implantação do BIM, que abrange pesquisas que visam escrever sobre vantagens e métodos de implantação do BIM;
- e. desafios da implantação do BIM; e a utilização do BIM como alternativa ao método tradicional.

Gráfico 1 – Tópicos mais abordados nos estudos aderidos ao mapeamento sistemático da literatura

Fonte: Autor (2019)

Classificação quanto aos principais desafios e benefícios do uso do BIM

A leitura dos títulos selecionados foi possível a categorização das dificuldades e benefícios da utilização do BIM no planejamento e gerenciamento de obras, caracterizadas nos Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente. As definições das dificuldades são compreendidas como problemas enfrentados pelos envolvidos no projeto ao fazer uso da metodologia BIM. Por outro lado, os benefícios são os ganhos obtidos com a implementação.

Tabela 2 – Desafios mais discutidos nos estudos aderidos

		(continua)
%	Descrição	Autores
16%	Falta de expertise da equipe e do gestor de obra quanto ao uso da tecnologia BIM	Aladag et al. (2016); Silva (2018); Marques (2019); Uchoa (2017); Coelho (2016); Melzner & Hanff (2016); Georgiadou (2019); Georgiadou (2019)
12%	Problemas com softwares	Marques (2019); Gouveia (2016); Rodrigues et. al. (2018); Silva (2018); Gouveia (2016); Velho (2016)

Tabela 2 – Desafios mais discutidos nos estudos aderidos

(continua)

12%	Falta de interoperabilidade entre softwares	Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Coelho (2016); Jeong et. al. (2016); Velho (2016)
12%	Necessidade de mudança cultural na AEC quanto ao controle e planejamento de obras	Bomfim & Lisboa (2016); Silva (2018); Coelho (2016); Marques (2019); Uchoa (2017); Rodrigues et. al. (2018)
8%	Custo alto de implementação e treinamento	Aladag et. al. (2016); Marques (2019); Uchoa (2017); Georgiadou (2019)
6%	Falta de padronização de dados e documentos entre as equipes do projeto	Smith (2016); Silva (2018); Coelho (2016)
6%	Grande consumo de trabalho intensivo para implementação efetiva da tecnologia no planejamento	Silva (2018); Marques (2019); Matté (2017)
6%	Dificuldade na implementação da tecnologia	Silva (2018); Marques (2019); Georgiadou (2019)
6%	Resistência da equipe em aderir ao modelo BIM	Marques (2019); Rodrigues et. al. (2018); Uchoa (2017)
6%	Limitação dos softwares BIM no campo do gerenciamento de construções	Jeong et. al. (2016); Gouveia (2016); Velho (2016)
2%	Falta de investimento em tecnologia	Marques (2019)
2%	Desconsidera tarefas como escavações, limpeza, alguns tipos de revestimentos e fatores de risco	Gouveia (2016)
2%	Falta de amadurecimento do sistema	Xu (2017)
2%	Falta de normas técnicas para padronizar os sistemas BIM	Uchoa (2017)
2%	Falta de segurança cibernética	Georgiadou (2019)

Fonte: Autor (2019)

Tabela 3 – Categorização dos benefícios identificados e referência dos autores que as mencionam

(continua)

%	Descrição	Autores
13%	Melhoria na interoperabilidade entre as equipes	Marques (2019); Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Aladag et. al. (2016); Balakina et. al. (2018); Bulgakov et. al. (2018); Uchoa (2017); Gledson et. al. (2016); Alvares et. al. (2019); Jeong et. al. (2016); Achkar (2016); Melzner & Hanff (2016); Georgiadou (2019); Matos & Miranda (2017)

Tabela 3 – Categorização dos benefícios identificados e referência dos autores que as mencionam
(continuação)

12%	Otimização do cronograma	Marques (2019); Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Xu (2017); Alrashed et. al. (2018); Uchoa (2017); Silva (2018); Carvalho et. al. (2017); Gouveia (2016); Melzner & Hanff (2016); Velho (2016); Araújo et. al. (2016); Matos & Miranda (2017)
11%	Análise de recursos e produtividade mais eficiente	Marques (2019); Matté (2017); Gilson (2018); Uchoa (2017); Silva (2018); Jeong et. al. (2016); Achkar (2016); Gouveia (2016); Melzner & Hanff (2016); Velho (2016); Georgiadou (2019); Matos & Miranda (2017)
11%	Eleva nível de confiabilidade no projeto	Marques (2019); Rodrigues et. al. (2018); Aladag et. al. (2016); Balakina (2018); Bulgakov et. al. (2018); Alrashed et. al. (2018); Coelho (2016); Toledo et. al. (2016); Jeong et. al. (2016); Achkar (2016); Bomfim & Lisboa (2016); Matos & Miranda (2017)
10%	Controle visual de obras	Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Xu (2017); Uchoa (2017); Carvalho et. al. (2017); Alvares et. al. (2019); Jeong et. al. (2016); Bomfim & Lisboa (2016); Velho (2016); Araújo et. al. (2016); Matos & Miranda (2017)
10%	Redução das incompatibilidades e choques de projetos	Smith (2016); Xu (2017); Balakina et. al. (2018); Gilson (2018); Alrashed et. al. (2018); Silva (2018); Coelho (2016); Toledo et. al. (2016); Gouveia (2016); Araújo et. al. (2016); Georgiadou (2019)
6%	Extração de quantitativos automático	Smith (2016); Marques (2019); Xu (2017); Alrashed et. al. (2018); Coelho (2016); Gouveia (2016)
5%	Melhoria nas tomadas de decisão	Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Uchoa (2017); Achkar (2016); Georgiadou (2019)
5%	Redução de custos	Marques (2019); Gilson (2018); Alrashed et. al. (2018); Jeong et. al. (2016); Georgiadou (2019)
4%	Integração e automação do sistema de monitoramento	Uchoa (2017); Jeong et. al. (2016); Achkar (2016); Velho (2016)

Tabela 3 – Categorização dos benefícios identificados e referência dos autores que as mencionam (continuação)

3%	Melhoria do arranjo físico e logístico do canteiro	Xu (2017); Balakina et. al.(2018); Carvalho et. al. (2017)
3%	Criação de base de dados	Matté (2017); Rodrigues et. al. (2018); Gouveia (2016)
3%	Redução de impactos ambientais	Aladag et. al.(2016); Balakina (2018); Georgiadou (2019)
2%	Redução de retrabalhos	Rodrigues et. al. (2018); Coelho (2016)
2%	Simulação do processo construtivo	Xu (2017); Araújo et. al. (2016)
2%	Redução de mão de obra ociosa	Marques (2019);Rodrigues et. al. (2018)

Fonte: Autor (2019)

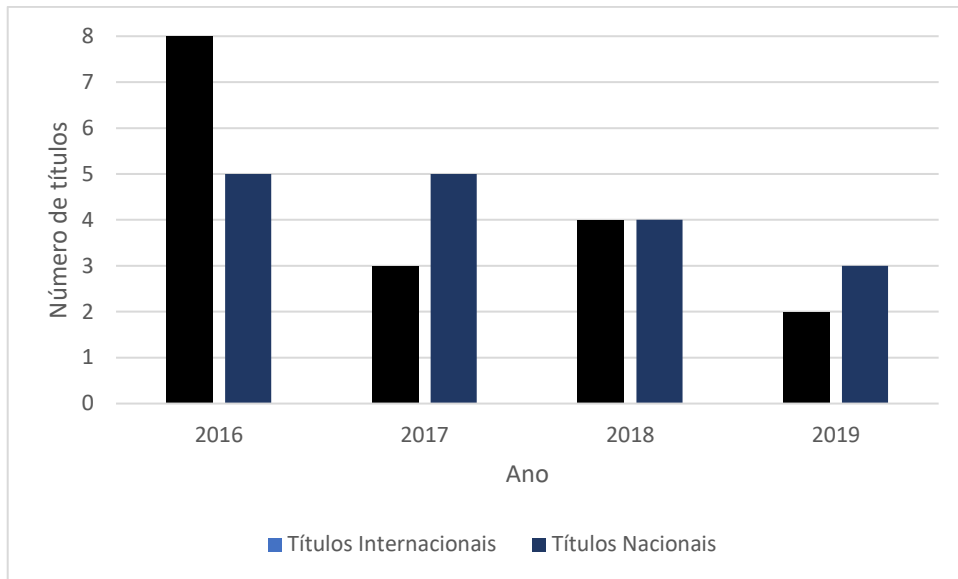
O principal objetivo da classificação é ampliar a visão a respeito dos problemas enfrentados quando se é abordado o tema planejamento e gerenciamento de obras em BIM 4D e 5D. Buscando encontrar as semelhanças entre os erros e benefícios recorrentes para que seja possível obter um panorama dos riscos que se tem ao adotar essa metodologia, e assim, contribuir com novos estudos já premeditando os erros e exaltando as qualidades.

Através da classificação é possível concluir que muitos autores obtiveram desafios semelhantes durante seus estudos em anos diferentes. E que o número de benefícios supera a quantidade de desafios, apontando para a necessidade de aprimoramento do método.

Classificação quanto ao ano de publicação

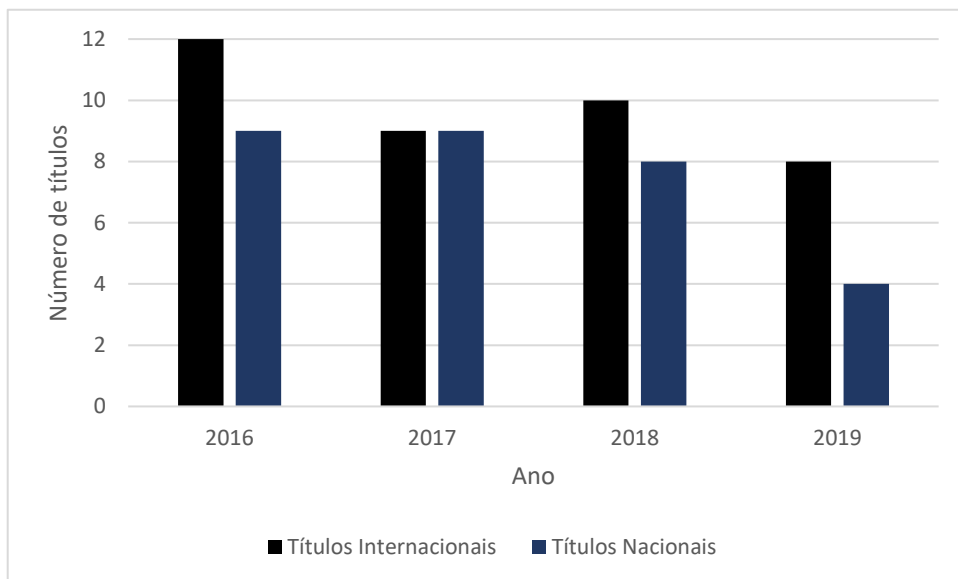
No Gráfico 2 é fornecida uma visão anual das referências selecionados após leitura do resumo e verificação se havia acesso ao texto completo, de acordo com cada base de dados ao longo de 2016 até 2019. O Gráfico 3, é demonstrado o número de pesquisas após a leitura do resumo, mas sem a triagem para saber se havia ou não acesso ao texto completo, para obter uma análise melhor da quantidade de estudos feitos por ano, uma vez que após a triagem o número de títulos ficou bem reduzido.

Gráfico 2 – Análise de referências quanto ao ano de publicação, depois da triagem da leitura de resumos e acesso ao texto completo



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 3 – Análise de referências quanto ao ano de publicação, após apenas a leitura dos resumos



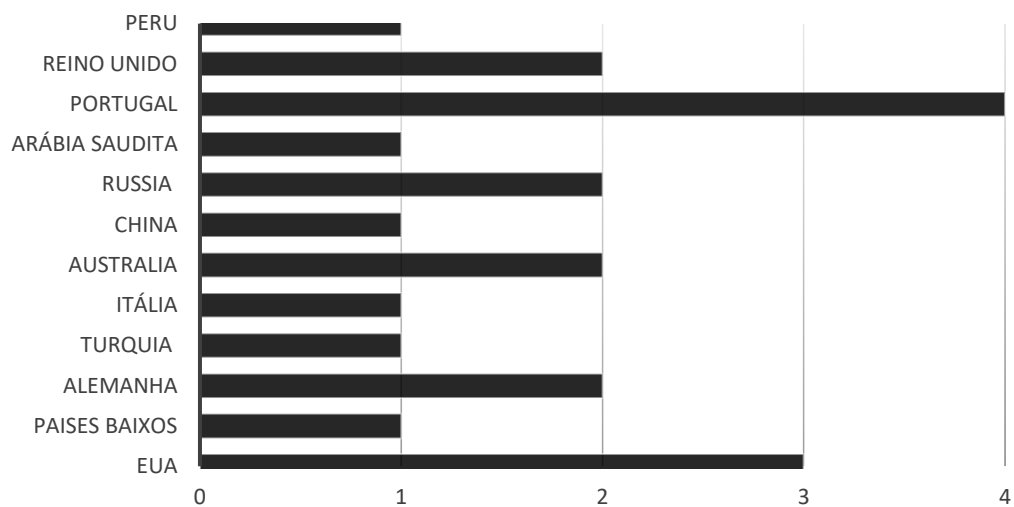
Fonte: Autor (2019)

Classificação quanto aos países e estados de estudo

No Gráfico 4, são apresentados o número de títulos aderentes de cada país. É possível observar que o país com o maior número de trabalhos aderidos a este MSL é Portugal, com 4 títulos dos 35 total obtidos por busca automática e separados após leitura do resumo do texto e depois da triagem para saber se o trabalho estava acessível por completo, seguido por E.U.A. com 3 trabalhos. As pesquisas Brasileiras

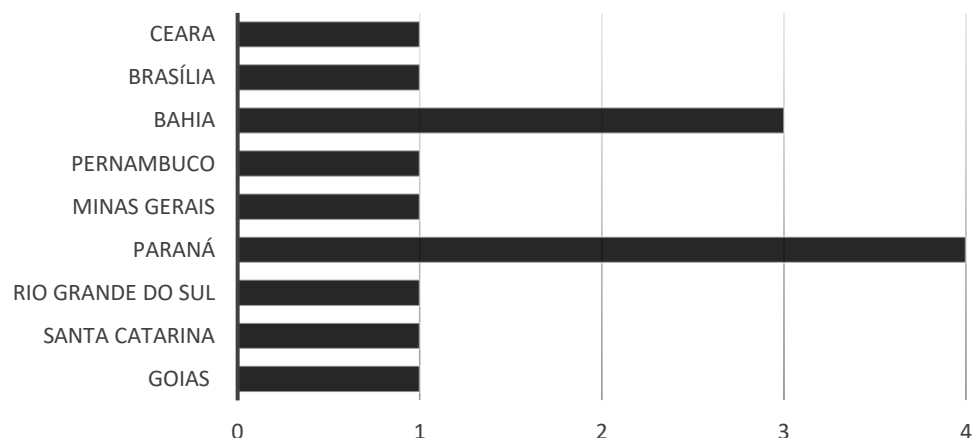
foram tratadas separadamente, devido a quantidade e o objetivo de obter um panorama de como tem sido tratado o tema “Planejamento e Gerenciamento de obras em BIM” nos estados. Os números de referências foram separados por estado, e organizados no Gráfico 5. Paraná, no Sul do país foi o estado com o maior número de títulos aderentes a esta pesquisa, 4 do total. Essa classificação foi definida de acordo com o local da Universidade dos autores de cada estudo.

Gráfico 4 – Número de referências com títulos aderentes encontradas por País



Fonte: Autor (2019)

Gráfico 5 – Número de referências com títulos aderentes encontradas por estado brasileiro

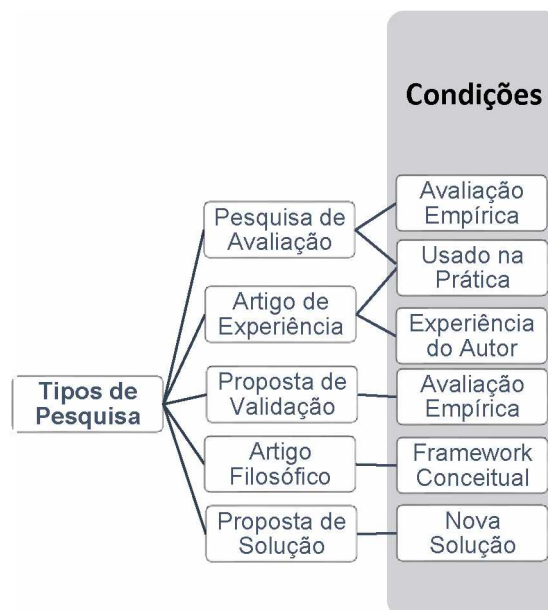


Fonte: Autor (2019).

Classificação quanto ao tipo de pesquisa

O método de Wieringa *et al.* (2006) foi adotado para classificar os tipos de pesquisas analisados representados por meio dos tipos: proposta de Solução, pesquisa de avaliação, pesquisa de validação, artigo filosófico e de experiência. Para facilitar a classificação foi usado a Figura 2, uma versão modificada da proposta por Petersen *et al.* (2015) e adaptada por Falbo (2018), que consiste em um esquema para caracterizar os tipos de pesquisa de acordo com as condições atendidas por cada estudo. Uma pesquisa pode ter mais de uma categoria, no entanto foram classificadas pesquisas apenas pela categoria que abrange mais o tema da referência.

Figura 2 - Classificação de tipos de pesquisa

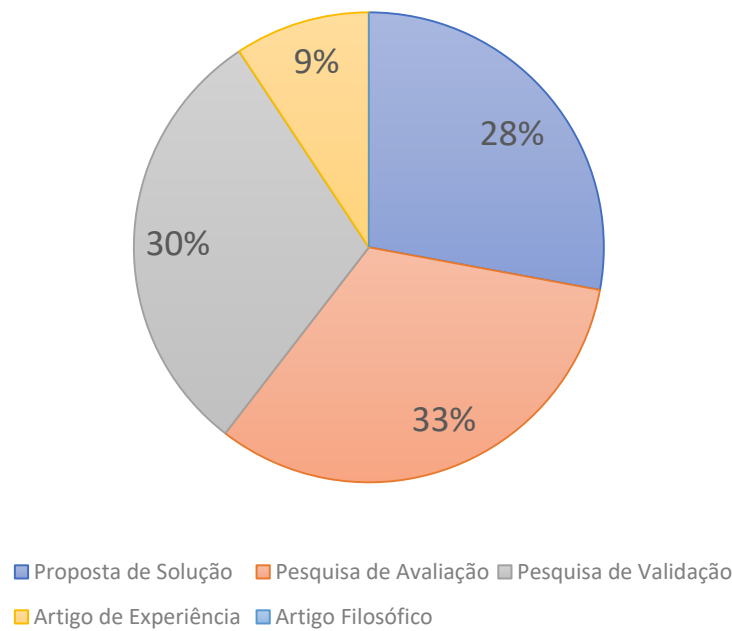


Autor: Adaptado de Falbo (2018)

O resultado da classificação dos tipos de pesquisa são representados no Gráfico 6. Foram encontrados em maior número pesquisas de avaliação, em que se baseiam em primeiro elaborar um estudo de caso que normalmente é utilizado na prática e se avalia empiricamente os prós e contras do método utilizado. Logo depois, foram encontradas pesquisas de validação, a qual o autor avalia formas já criadas de se utilizar a metodologia BIM no planejamento e gerenciamento de obras, mas que ainda não foram usados na prática. E as propostas de solução são novas possibilidades de

se usar a metodologia. Em alguns trabalhos, autores mesclaram métodos já utilizados com novas abordagens do tema. Por último, dentre os textos selecionados, haviam dois artigos de experiência, que se trata de relatos científicos sobre a vivência do autor em relação ao tema. Nenhuma pesquisa foi caracterizada como artigo filosófico, pois não elaboravam uma nova taxonomia para planejamento e gerenciamento em BIM.

Gráfico 6 – Tipos de pesquisas das referências separadas para leitura



Fonte: Autor (2019)

Classificação quanto ao local de publicação

Ao todo foram encontrados textos científicos aderentes ao escopo deste estudo em 32 instituições (Tabela 3). O maior número de artigos retornados foi do Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (SBTIC) com 5 artigos. Logo depois, está o repositório da Universidade do Minho em Portugal.

Tabela 3 – Quantidade de títulos aderidos ao MSL por Periódico eletrônico/Congresso/Repositório
(continua)

Periódico/Congresso/Repositório	Quantidade de títulos	Periódico/Congresso/Repositório	Quantidade de títulos
TEDE- PUC	1	RepositóriiUM	3
Repositório UFSC	2	Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção	1
Ambiente Construído	1	Automation in Construction	1

Tabela 3 – Quantidade de títulos aderidos ao MSL por Periódico eletrônico/Congresso/Repositório
(continuação)

Procedia Engineering	2	Journal of Information Technology	1
Procedia - Social and Behavioral Sciences	1	Management Review	1
Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde	1	Revista Técnico-Científico CREA-PR	1
Building & Management	1	Proceedings	1
E3S Web of Conferences	1	Sustainability	1
MATEC Web of Conferences	1	Enabling information and knowledge management	1
Consulting Specifying Engineer	1	Construction	1
Infrastructures	1	Blucher Design	1
PPEC - UNICAMP	2	Repositorio Aberto UP	1
Repositório UFPE	1	Integrated Building Information Modelling	1
Organization, Technology & Management in Construction	1	The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	1
ACERVO UFPR	1	Construction Innovation	1
SBTIC + SIBRAGEC	3	Technology & Management in Construction	2

Fonte: Autor (2019)

Classificação quanto ao tipo de ferramentas utilizadas

Na Tabela 4 apresentam-se quantos estudos utilizaram cada um dos *softwares*. Para a modelagem 3D, os programas mais utilizados foram o *Revit* e *Archicad*. Outro programa da *Autodesk*, utilizado por Ferreira; Costa e Rosa (2017), é o *Dynamo* que funciona como um programa que permite ao usuário criar uma lógica de programação visual para explorar conceitos paramétricos e automatizar tarefas. Para a compatibilização de projetos alguns autores utilizaram o *Solibri Model Checker*. Este programa tem a capacidade de concentrar todos os modelos elaborados em um só.

Tabela 4 – Quantidade de softwares usados pelos estudos aderidos a este MSL

(continua)

Software	Quantidade de estudos	Software	Quantidade de estudos
Modelagem 3D		Extração de quantitativos	
<i>Autodesk Revit</i>	12	<i>Vico office</i>	2
<i>Archicad</i>	3		
Cronograma		Compatibilização	
<i>Microsoft Project</i>	9	<i>Solibri Model Checker</i>	3
<i>Primavera P6</i>	1		
<i>Schedule Planner</i>	1		
<i>Asta Power Project</i>	1		

Tabela 4 – Quantidade de softwares usados pelos estudos aderidos a este MSL

(continuação)

Planilha digital para coleta e organização de dados		Coleta de imagens	
<i>Microsoft Excel</i>	7	<i>VANT</i>	1
Simulação 4D e Progresso Físico		Processamento e Organização de Imagens	
<i>Autodesk Navisworks</i>	8	<i>PhotoScan</i>	1
<i>Synchro PRO:</i>	2		

Fonte: Autor (2019)

Para o *BIM 4D*, onde é incluído o fator tempo no projeto, foram utilizados o *MS Project*, *Schedule Planner*, *Primavera* e *Gantt Chart*, ferramentas que auxiliam na execução do cronograma da obra e controle do tempo.

No *BIM 5D*, o *Navisworks* e *Synchro PRO*, foram usados para a simulação em 4D o progresso físico, desvio de prazo da obra e associação com os catálogos de orçamentação. O *Visual Basic* também foi utilizado por Silva (2018), com o intuito de desenvolver uma programação vinculando orçamento e cronograma ao modelo *BIM 3D*. Smith (2016) usou *in house* e *cost x*, programas de orçamento que conversam com o *BIM* na gestão de custos do empreendimento. Para a extração de quantitativos referente ao *BIM 5D*, Coelho (2016) usou o *Vico Office*, mencionando que este não preenche todos os requisitos necessários impostos ao *BIM 4D*, precisando de outro programa para complementá-lo.

O *MS Excel* foi utilizado como planilha inteligente em alguns estudos para executar a orçamentação e em outros para auxiliar nos planejamentos de médio e curto prazo.

O *Vant* foi utilizado para mapeamentos 3D da obra, que permitiram a definição de pontos importantes para o monitoramento visual da obra, estudado pelos autores. Com o *PhotoScan*, processaram as imagens na nuvem de pontos gerados.

4.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Os preceitos utilizados para o planejamento de dois estudos de caso por Silva (2018), foram divididos em: modelagem, fluxo de informação; padronização de parâmetros no

modelo *BIM* e classificação destes; padronização de documentos para orçamento e cronograma; *BIM* 4D e 5D.

A modelagem *BIM* 4D, foi utilizada por Marques (2019) no planejamento da obra de uma torre com 36 pavimentos. O cronograma a longo prazo da obra já estava executado no *MS Excel* e *MS Project*. Para a construção do modelo 4D, foi modelado os projetos em 3D e depois junto com o cronograma de curto prazo feito pela empresa, a modelagem em *BIM* 4D, no entanto, para o acompanhamento da obra, o programa *Navisworks* não relacionava as atividades predecessoras e recalculava automaticamente a data das tarefas, dificultando para o autor atualizações rápidas no modelo.

O uso de ferramentas *BIM* para planejar a demolição e construção de um prédio de escritórios foi adotado por Gouveia (2016). A interpretação do autor começou nas plantas *CAD* fornecidas pela empresa e a modelagem em 3D com o *Revit*. Uma análise de conflitos foi executada de forma automática no *Navisworks* entre projeto arquitetônico e estrutura. O planejamento da obra foi realizado importando arquivo do *MS Project* para o *Navisworks*. Uma comparação entre os quantitativos foi feita pelo autor, que teve um resultado de 3,01% de máxima diferença entre o método tradicional e o usando o *BIM*. Na análise 5D, onde também foi usado o *Navisworks*, houve limitações com o uso do programa, sendo assim, feito a maior parte no *MS Excel*.

No Brasil, a implantação de gerenciamento dentro da indústria da construção civil em pequenas e médias empresas não acontece muito devido à falta de recursos aplicados. A preocupação do gestor de obras está em apenas seguir a sequência de atividades, sem a visão de antever falhas e procedimentos que podem ser aprimorados durante o projeto. Segundo pesquisa realizada por Uchoa (2017), 13% dos 87 trabalhadores (entre arquitetos, engenheiros, empreiteiros, proprietários, técnicos, executores de diversos níveis de escolaridade e estagiários) no setor de construção civil entrevistados não conhecem a sua própria forma de gerenciamento.

Foi proposto por Uchoa (2017) um método de planejamento e gerenciamento utilizando *BIM* 5D em uma empresa, onde foi executada modelagem de banco de dados e custo, em que a cada evolução da obra eram ativadas apenas as camadas que estavam concluídas e o que deveria ser planejado. O controle do canteiro promoveu a emissão de ordens de serviço de acordo com o planejamento semanal e

o projeto era retroalimentado semanalmente. Dentre os problemas apontados neste procedimento, foi a ausência de integração de estruturas temporárias que auxiliam o andamento da obra. Entre outras coisas, o sistema fluiu bem e apresentou resultados satisfatórios no controle de custos e progresso da construção.

O uso de dispositivo móvel como meio de coletar informações sobre o progresso das atividades no canteiro de obras foi versada por Matté (2017) e Velho (2016). A apresentação do progresso coletado e apresentado por intermédio de uma escala de cores no projeto foi dissertada por Matté (2017), cujo objetivo era tornar o fluxo de informação entre os processos de planejamento e controle mais eficientes. Depois de aplicar o método em dois estudos de caso, foi concluído pelo autor que embora os progressos físicos e os desvios tornaram-se de fácil compreensão, houve problemas com a interoperabilidades das ferramentas.

O gerenciamento enxuto segue os princípios do *Lean production*, utilizada no sistema de produção Toyota. O uso de forma efetiva desse processo juntamente com o *BIM* está contribuindo para a transformação da indústria AEC. O escopo da *Lean Construction* (LC) é criar valor sem ter desperdícios, com alta qualidade e baixo custo (Bulgakov *et al.*, 2018). Na modelagem *BIM*, não apenas as vantagens geométricas do modelo 3D são utilizadas, todos os componentes contêm informações sobre os objetos, o que possibilita melhor visualização dos fluxos de trabalho. A integração dos dois processos visa integrar os processos do projeto e sua equipe.

Jeong *et al.* (2016) apresentou uma proposta de utilizar a simulação da operação da construção com os dados fornecidos pelo modelo *BIM* para obter a dinâmica de produtividade e planejar a programação e alocação de recursos.

Ferreira *et al.* (2017) elaborou uma concepção para o *PMCON* (*planning for modular construction*) com a finalidade de gerar uma grande variedade de possibilidades de montagem da edificação no canteiro de obras. O *BIM* 4D foi utilizado para fazer as diversas simulações para entender a sequência de montagem. No estudo foram considerados o espaço de estocagem do canteiro de obras e dos pátios da fábrica disponíveis para estocagem e posicionamento dos equipamentos de içamento. Após as simulações foi executado o planejamento e o ritmo de produção. Dentre as vantagens citadas pelo autor, a colaboração entre diversos planejadores em tempo real melhorou o processo de planejamento da obra.

Seguindo o paradigma da construção enxuta, nasceu o sistema *Last Planner System (LPS)*, um modelo que visa melhorar o fluxo de trabalho, reduzir a variabilidade e as perdas no processo construtivo, além de promover redução de custos e gerenciar melhor o tempo (Ballard, 2000; Sacks; Radosvjevic; Barak, 2010).

O planejamento e o controle da produção visual utilizando o *BIM* e aplicando o *LPS* foi desenvolvido por Rodrigues *et al.* (2018). Neste trabalho, a questão trabalhada era transformar a modelagem parametrizada em dados que alimentavam um banco de dados. Outra associação foi a inserção de dados de insumos no planejamento. A consequência disso foi a tomada de conhecimento de onde estava sendo aplicada a mão de obra e identificar qual o melhor local para a atuação da equipe. Algumas observações foram apontadas como a falta de detalhamento das restrições do projeto no início da obra, que podiam ter sido decididas na fase de planejamento. E uma limitação existente ocorreu quando foi preciso alterar o modelo 3D, onde não foi possível alterar automaticamente o banco de dados.

Dois estudos de caso foram apresentados por Todelo *et al.* (2016), um utilizando o *BIM* e o *LPS* e outro apenas o *LPS*. Nos dois casos, foram acompanhados o planejamento a curto prazo das obras. No projeto que utilizou os dois procedimentos houve redução de 10,1% para 4,6% da variabilidade e o planejamento e controle da produção (PCP) melhorou de 76,6% para 85%, segundo os critérios de avaliação adotados pelo autor, enquanto as não conformidades do projeto sem o uso do *BIM* aumentaram devido a superestimação de desempenho ou planejamento. As interferências geométricas também foram reduzidas com o uso do *BIM*. O autor ressalva que ainda são necessários vários estudos para generalizar os casos e algumas melhoras nas reuniões de planejamento, pois nem sempre toda a equipe de participava ou havia um resumo do que precisava ser discutido.

4.3 MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS ANTERIORES

Foram encontrados outros mapeamentos sistemáticos da literatura envolvendo *BIM* e planejamento de obras. Silva; Crippa e Scheer (2019) analisaram a contribuição do *BIM* no melhoramento de planejamento de obras, catalogando os problemas e benefícios mais recorrentes, todavia não trouxeram discussões e abordagens a

respeito de técnicas envolvidas com o *BIM* para o melhoramento do planejamento e gerenciamento de obras.

Gomes e Felipe (2018), buscaram discutir sobre as interferências do *BIM* no planejamento de obras listando as vantagens utilizadas no método. Não obstante, não houve a caracterização bibliométrica das publicações.

Gruska *et al.* (2019), abordaram estudos sobre planejamento e orçamento em *BIM*, buscando um panorama sobre os estudos a respeito dos assuntos. Um pouco diferente do escopo deste trabalho que trata não apenas de discussões sobre planejamento, mas das possíveis aplicações do gerenciamento em obras utilizando o *BIM*.

5 DISCUSSÕES

Um dos propósitos do MSL é obter lacunas de conhecimento referentes ao escopo do estudo. A partir da análise da classificação e leitura dos textos científicos aderidos a este, é possível obter um panorama de como está sendo abordado e discutido no meio científico a temática planejamento e gerenciamento de obras com o uso do *BIM*. A junção dos dados das classificações por ano, tópicos importantes, local e tipos de pesquisas feitas evoca uma amostragem concreta para análise e discussões coerentes.

De acordo com os resultados obtidos é possível perceber uma concentração de trabalhos em 2016, podendo inferir que houve um grande entusiasmo e curiosidade sobre a metodologia BIM logo após o lançamento da primeira edição do livro dos autores *Eastman, Teicholz, Sacks & Liston* “*Manual de BIM: Um guia de modelagem da Informação da construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores*”, em 2014. A partir de 2017, houve uma queda na produção de conteúdos referentes ao uso da Modelagem da Informação da Construção no planejamento e gerenciamento de Obras.

Os tipos de pesquisas retornados nas buscas, traz em sua maioria pesquisas de avaliação, que usam o método de planejamento: modelagem, cronograma, simulação com *BIM* 4D e orçamentação com *BIM* 5D, mudando apenas as ferramentas e tecnologias aplicadas. Em sua maioria, retornam os mesmos tipos de desafios na

implementação do *BIM*, como mostra os resultados apresentados na Tabela 2, com falta de padronização de dados e documentos entre as equipes de projetos (6%), no entanto, foram encontradas pesquisas de validação e solução, que evocam maneiras de aprimorar métodos já aplicados na implementação do *BIM*. Um exemplo é a obra de Rodrigues *et al.* (2018), que aplicou o método *Last Planner System* utilizando a produção visual do *BIM 4D* para monitorar uma obra depois do planejamento em *BIM*, entretanto, o modelo foi utilizado apenas em um estudo de caso, reduzindo o espectro de desafios e conseqüentemente a possibilidade de melhorar o método.

A atual cultura de gerenciamento de obras se preocupa em apenas seguir seqüências de atividades sem a visão de antever falhas e procedimento que podem aprimorar o projeto, cerca de 16% dos resultados indicam falta de expertise da equipe e do gestor de obra quanto ao uso da tecnologia *BIM* (Tabela 2). A mudança da cultura advém de novos conhecimentos e treinamentos. Conseqüente, uma das lacunas no planejamento e gerenciamento de obras utilizando o *BIM* é como conseguir que as empresas e profissionais tenham interesse e disposição para aplicar recursos na tecnologia *Building Information Modeling*.

No gerenciamento de obras, há poucos trabalhos que tratem dessa problemática. Os poucos estudos de campo em obras, aplicando métodos autorais, como Matté (2017), Rodrigues *et al.* (2018) e Velho (2016), desenvolveram o planejamento em *BIM* e maneiras de controlar a obra e retroalimentar os dados de planejamento e controle. Os três autores encontraram problema na interoperabilidade dos *softwares* – 12% segundo os resultados da Tabela 2 – pois não foram desenvolvidos para o acompanhamento e controle das obras de forma automática.

Pelo viés da tecnologia da colaboração, os diferentes formatos de arquivos que diferentes programas assimilam e geram, dificultam a interoperabilidade do sistema *BIM*, com 2% das referências concluindo que a falta de normas técnicas para padronizar os sistemas *BIM* (Tabela 2). Algumas empresas não usam os mesmos *softwares*, e dependendo, pode haver dificuldade no intercâmbio de projetos e informações. A padronização das informações para alimentar as bibliotecas do sistema *BIM* e facilitar a interoperabilidade das diversas equipes que fazem parte de um projeto ainda é um desafio. A coletânea de normas sobre *BIM* vem sendo desenvolvida pela ABNT desde 2009 e será dividida em 13 partes, contando até o

momento presente com quatro partes publicadas¹ e ainda não tem previsão de publicação para o restante, segundo o Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO). É preciso trabalhos que comecem a propor técnicas para categorizar as bibliotecas de *BIM* de acordo com a indústria brasileira de construção civil.

6 CONCLUSÃO

Uma das maiores questões levantadas pelas referências é a falta de conhecimento e preparação do mercado para a utilização da tecnologia *BIM*. A indústria da AEC, ainda está presa a antigos métodos de planejamento e controle de obra, baseados na experiência dos gestores, por mais que o número de pesquisas na área estejam crescendo e as bibliografias que abordem o tema sejam de qualidade.

A padronização dos códigos de uso do *BIM* com a norma ABNT pode melhorar a aderência do sistema pelo mercado, tendo em vista que a interoperabilidade entre os empreiteiros e fornecedores também é um desafio. Apesar disso, é preciso mais engajamento no investimento de recursos por parte das empresas para modificar os paradigmas da construção civil. Este empenho pode vir de mais estudos de casos feitos nas empresas para conhecerem e perceberem os benefícios do *BIM*.

Com os resultados obtidos nesse mapeamento sistemático da literatura e na revisão sistemática, foi possível ampliar a visão sobre o tema “planejamento e gerenciamento de obras em BIM 4D e 5D”, encontrando semelhanças entre os desafios e benefícios nos estudos na implementação dessa metodologia, e também, as diferentes maneiras em que o tema tem sido abordado no Brasil e no mundo. O panorama construído ao longo do texto, permite verificar os riscos de se adotar a metodologia, podendo assim futuros estudos prevê-los e aprimorar a aplicabilidade do tema nas universidades e na indústria.

¹ Parte 1 – Classificação e Terminologia; Parte 2 – Características dos Objetos da Construção; Parte 3 – Processos da Construção; e Parte 7 – Informação da Construção.

REFERÊNCIAS

ACHKAR, Esper. **A BIM-integrated approach to construction quality management enabling information and knowledge management during the execution phase of a project life cycle**. 2017. 80 p. Dissertação (Master of Construction Management and Engineering) - Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Países Baixos, 2016. Disponível em: <https://research.tue.nl/en/studentTheses/a-bim-integrated-approach-to-construction-quality-management>. Acesso em: 11 nov. 2019.

ALADAG, Hande; DEMIRDÖGEN, Gökhan; ISIK, Zeynep. **Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry**. Procedia Engineering, [S. l.], ano 2016, v. 161, p. 174-179, 5 ago. 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.520>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581632728X>. Acesso em: 11 nov. 2016.

ÁLVARES, Juliana Sampaio et al. **Proposta de método para monitoramento visual sistemático do progresso de obras baseado em mapeamentos 3D por Vant e BIM 4D**. Revista Técnico-científica do CREA-PR, [s. l.], ed. Ed. Especial XVII, p. 312-325, 12 nov. 2018. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/issue/view/17/showToc>. Acesso em: 11 nov. 2019.

ARAÚJO, Joana et al. **Ferramentas BIM de apoio à gestão de obra. 1º Congresso Português de Building Information Modelling**, Braga, Portugal, ed. 1ª, p. 1-13, 24 nov. 2016.

BALLARD, G. **Look ahead Planning: the missing link in production control**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Gold Coast, 1997. Proceedings, Gold Coast: IGLC, 1997.

BRASIL. Agenda brasileira para a indústria 4.0. Disponível em: < <http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 06 de dez. de 2019.

BRITO, D. M. **Modelagem 4D Aplicada ao Planejamento e Controle de Obras**. 2014. 84f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2014.

BULGAKOV, Alexey; BOCK, Thomas. **Integration of Lean Management Methods in Construction and the Building Information Modelling**. MATEC Web of Conferences, [S. l.], ano 2018, v. 251, n. 7, 14 dez. 2018. Management in Construction, p. 1-7. DOI <https://doi.org/10.1051/matecconf/201825105040>. Disponível em: https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/abs/2018/110/matecconf_ipicse2018_05040/matecconf_ipicse2018_05040.html. Acesso em: 11 nov. 2019.

BALAKINA, Anastasya et al. **4D modeling in high-rise construction**. E3S Web of Conferences, E3S Web Conf., High-Rise Construction 2017 (HRC 2017), ano 1, v. 33, n. 03044, 6 mar. 2018. 3 Construction Technology and Management, p. 1-5. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183303044>. Disponível em: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2018/08/e3sconf_hrc2018_03044/e3sconf_hrc2018_03044.html. Acesso em: 11 nov. 2019.

BOMFIM, Carlos A. et al. **Gestão de Obras com BIM** – Uma nova era para o setor da Construção Civil. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, Buenos Aires, Argentina, p. 556-560, 9 nov. 2016. DOI 10.5151/desprosigradi2016-724. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/gesto-de-obras-com-bim-uma-nova-era-para-o-setor-da-construo-civil-24849>. Acesso em: 11 nov. 2019.

COELHO, K. M. **A implementação e o Uso da modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. 2017. 180 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

COELHO, Diogo Filipe. **Utilização do BIM 4D e 5D enquanto metodologia avançada para o planejamento, preparação e monitorização de obras**. Orientador: Prof. Dr. João Couto e Prof. Dr. Dinis Leitão. 2016. 148 p. Dissertação (Grau de Mestre em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2016. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48360>. Acesso em: 11 nov. 2019.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre, RS: BOOKMAN, 2014.

EKHOLM, A.; HÄGGSTRÖM, L. (2011). **Building classification for BIM** – Reconsidering the framework. Proceedings of the CIB W078-W102: 2011 Joint International Conference. Sophia Antipolis, France; 26-28 October

FALBO, Ricardo de Almeida. **Mapeamento Sistemático**. Retrieved October 7, 2018. Disponível em: https://inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre_MS.pdf

CARVALHO, B.; ITO, A.; CARBONI, M.; COIMBRA, C.; SCHEER, S.. **Uma proposta de método de planejamento para construções modulares (PMCON)**. SBTIC 2017, Ceara-BR, ano 2017, v. 161, p. 348-355, 10 nov. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324018127>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FERREIRA, E.; COSTA, C.; ROSA, L.; PASSOS, C.; PINTO, R. **Criação automática de EAP em BIM a partir de programação visual computacional**. SBTIC 2017, Ceara-BR, ano 2017, v. 161, p. 348-355, 10 nov. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324018127>. Acesso em: 11 nov. 2019.

GEORGIADOU, M. **An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects**. Construction Innovation. 19 (3), pp. 298-320, 2019. Doi:10.1108/CI-04-2017-0030.

GLEDSON, B.J.; GREENWOOD, D.J. **Surveying the extent and use of 4D BIM in the UK**, ITcon Vol. 21, pg. 57-71. Disponível em: <http://www.itcon.org/2016/4>.

GLEDSON, J. Gledson, GREENWOOD, David. "The adoption of 4D BIM in the UK construction industry: an innovation diffusion approach", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 24. Issue: 6, pp.950-967, 2017 <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2016-0066>.

GOMES, D.; FELIPE, D.. **Modelagem da Informação da Construção**: Interferência de novos processos e Tecnologias nos Planejamentos da Construção Civil. Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde, Manhuaçu-MG, v. 8, n. 3, p. 1-10, 31 jul. 2018.

- GOUVEIA, Tiago Filipe. **Integração de Ferramentas BIM na Gestão de Obra**. Orientador: Professor Doutor João Pedro Pereira Maia Couto. 2016. 109 p. Dissertação (Grau de Mestre em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2016. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48367>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- GRUSKA, C.F.G.G.; MARINHO, R. C.; VERAS, Y. M. BARROS NETO, J.de P. **Tendências e aplicações de BIM no orçamento e planejamento da construção civil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/189>.
- JEONG, W.; CHANG, S.; SON, J.; YI, J.et al. **BIM-Integrated Construction Operation Simulation for Just-In-Time Production Management**. Sustainability, Basel, Switzerland, p. 25, 29 out. 2016. DOI <https://doi.org/10.3390/su11247011>. Disponível em: www.mdpi.com/journal/sustainability. Acesso em: 11 nov. 2019.
- KITCHENHAM, B.A., BRERETON, O.P., BUDGEN, D., **Mapping Study Completeness and Reliability – A Case Study**, IET Seminar Dig., vol. 2012, 2012, pp. 126–135.
- MARQUES, Ana Carolina. **Planejamento e Controle de Obra Integrado ao Bim, com Foco no Processo de Conhecimento**. Orientador: Prof.^a Solange da Silva, Dr.^a. 2019. 106 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - PUC-GO, Goiania, GO, 2019. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/277226626/ana-carolina-amaral-marques>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- MATOS, Aldo. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini Ltda, 2010. 426 p.
- MATOS, Cleiton et al. **The use of Bim in public construction supervision in Brazil**. Sciendo, Brasília, BR, v. 10, p. 1761–1769, 10 nov. 2018. DOI <https://doi.org/10.2478/otmcj-2018-0007>. Disponível em: <https://content.sciendo.com/view/journals/otmcj/10/1/article-p1761.xml?lang=en>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- MATTÉ, Gabriela Regina. **Modelo Interoperável de planejamento e controle do progresso físico de obras utilizando tecnologia BIM**. Orientador: Prof. Dr.-Ing. Malik Cheriaf Florianópolis 2017. 2017. 357 p. Dissertação (Grau de Mestre em Engenharia Civil) - UFSC, Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/188973>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. C776 p. v. 721.
- MELZNER, Jürgen; HANFF, Jochen. **Automatic Generation of 4D-Schedules for reliable Construction Management**. Lake Constance 5D-Conference 2016, [s. l.], p. 112-124, 4 out. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309538597_Automatic_Generation_of_4D-Schedules_for_reliable_Construction_Management/stats. Acesso em: 11 nov. 2019.
- MENEZES, G. L B. B. 2011. **Breve Histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. 21º sem. de 2011, Vol. 18, 22, pp. 153-171.

MOTTER, A.G.; CAMPELO H.Q. **Implantação da tecnologia BIM em escritórios de projetos na região de Curitiba - estudo de casos**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NA LU; KORMAN, T. **Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Modular Construction: Benefits and Challenges**. In: 2010 Construction Research Congress, p.1136–1145. Proceedings... Banff: ASCE, 2012.

NORMAS técnicas e BIM serão tema de encontro sobre a modelagem da informação da construção. **Sinaenco**, São Paulo, 23 de ago. de 2018. Disponível em: <<http://sinaenco.com.br/noticias/normas-tecnicas-bim/>>. Acesso em: 06 de dez. de 2019.

PETERSEN K., VAKKALANKA, S., KUZNIARZ, L., **Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update**. Information and Software Technology, vol. 64, 2015, pp. 1–18.

RODRIGUES, P. B. de F.; MACHADO, R. L.; MENDES JÚNIOR, R.; ROMAGNOLI, L. D. S. C. **Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema last planner**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 301-317, out./dez. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400306>.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. **Requirements For Building Information Modeling Based Lean Production Management Systems FOR construction**. Automation in Construction, v. 19. p. 641655, 2010.

SILVA, P; CRIPPA, J.; SCHEER, S. **BIM 4D no planejamento de obras: detalhamentos, benefícios e dificuldades**. Periódicos Unicamp, Campinas, SP, ano 2019, v. 10, n. e019010, p. 1-13, 26 fev. 2019. DOI <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8650258>. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc>. Acesso em: 11 nov. 2019.

SILVA, P. **Diretrizes de modelagem da informação da construção (BIM) em projeto e planejamento de edifícios multipavimentos**. Orientador: Prof. Dr. Sergio Scheer, Curitiba 2017. 2018. 293 p. Dissertação (Grau de Mestre em Construção Civil) - UFPR, CURITIBA, PR, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

SMITH, Peter. **Project Cost Management with 5D BIM**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, [S. l.], ano 2016, v. 226, p. 193-200, 17 jun. 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.179>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816308655>. Acesso em: 11 nov. 2019.

TOLEDO, Mauricio; OLIVARES, Katherine; GONZALEZ, Vicente. **“Exploration of a Lean-BIM Planning Framework: A Last Planner System and BIM-Based Case Study.”**.2016. In: Proc. 24th Ann. Conf. of the Int’l. Group for Lean Construction, Boston, MA, USA, sect.5 pp. 3–12. Available at: <www.iglc.net>.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

UCHOA, Marcelo Kraichete. **Planejamento e Controle de Obras Utilizando Tecnologia BIM**. Orientador: Prof.^a Dr^a. Caroline Maria de Miranda Mota. 2017. 95 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - UFPE, Recife, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

VELHO, Renato Pinto. **Implementação de metodologias BIM e preparação e controle de obras**. Orientador: Professor Doutor João Pedro da Silva Poças Martins. 2016. 89 p. Dissertação (Grau de Mestre em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/143398359.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

XU, Jiang. **Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project**. Procedia Engineering, [S. l.], v. 174, p. 600-610, 19 jan. 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.194>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817301947>. Acesso em: 11 nov. 2019.

WOHLIN, C., RUNESON, P., SILVEIRA NETO, P.A.M., ENGSTRÖM, E., MACHADO, I.C., ALMEIDA, E.A., **On the Reliability of Mapping Studies in Software Engineering**, *Journal of Systems and Software*, vol. 86, n. 10, 2013, pp 2594 - 2610.