



The Use of BIM 4D and BIM 5D Methodology for the Construction Management: Systematic Review of the Literature

Nathalia Carneiro and Ana Carolina Maciel

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

August 9, 2020



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

O USO DA METODOLOGIA BIM 4D E BIM 5D PARA O GERENCIAMENTO DE OBRAS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA¹

AUTORES

RESUMO

A dinâmica mundial de produção, após a globalização, está se modificando rapidamente, com isso surgiu a necessidade de serem discutidas novas demandas de organização e planejamento dentro da construção civil, envolvendo novas técnicas e tecnologias que atendam a necessidade de produzir produtos sustentáveis e de qualidade. Em busca de novos conceitos para ampliar estudos de soluções que melhorem a dinâmica do gerenciamento de obra, este artigo através de uma revisão sistemática da literatura, visou proporcionar diversidade e complexidade de estudos produzidos sobre o tema de gerenciamento de obras utilizando *Building Information Modeling* (BIM). Dentre os tópicos desafiadores mais abordados nos trabalhos realizados com o tema está a falta de expertise e formação de profissionais que entendam da metodologia dentro da área de gerenciamento de construções, fomentando a necessidade de ampliação das discussões sobre o tema.

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

ABSTRACT

The global production dynamics, after globalization, is rapidly changing, with this came the need to discuss new demands for organization and planning within civil construction involving new techniques and Technologies that meet the need to produce sustainable and quality products. In search of ner concept to expand studies of solution that implove the dynamics of work management, this article through a Systematic Review of the Literature, aimed to provide diversity and complexity of studies produced on the theme of construction management using Building Information Modeling (BIM). Among the challenging topics most addressed in the work carried out with the theme is the lack os expertise and training of professionals who understand the methodology within the área of construction management, fostering the need to expand discussions on the subject.

Keywords: BIM 4D. BIM 5D. Construction management. Construction planning.

1 INTRODUÇÃO

As evoluções tecnológicas têm passado por mudanças nos diversos setores industriais. Houve rupturas nas fronteiras comerciais e econômicas graças a globalização, com isso, novos conceitos de crescimento e avanço foram instaurados, uma vez que os paradigmas que existiam até então não supriam mais as necessidades desse novo mundo.

¹ AUTORES. O uso da metodologia BIM 4D e BIM 5D para o gerenciamento de obras: Revisão Sistemática da Literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

Diante das profundas mudanças na conjuntura econômica, as empresas construtoras vêm sendo pressionadas a alterar seus processos de produção, no sentido de reduzir custos e adequar a realidade dos produtos ofertados às condições do mercado (Melhado et al., 2005). Logo, na Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) existe a preocupação mundial em trazer novas tecnologias que apórtem soluções para essas exigências.

A metodologia *Building Modeling Information* (BIM) possibilitou novas formas de gerir empreendimentos, cujos benefícios são avanços no planejamento e integração das diversas disciplinas de projetos, permitindo redução de incompatibilidades, aperfeiçoamento dos orçamentos, logísticas, gastos energéticos e redução dos resíduos gerados. Apesar dos inúmeros benefícios, a adesão da metodologia BIM nas universidades e na indústria tem ocorrido de forma gradual e vagarosa.

Esse artigo tem como objetivo discutir os principais desafios e benefícios encontrados por empresas e pesquisadores na implementação do BIM 4D e 5D no planejamento e gerenciamento de obras, obtido através da leitura de diversos artigos científicos e dissertações. Os benefícios encontrados também foram pontuados para avaliar na metodologia BIM o que já traz benefícios e o que pode ser trabalhado e aprimorado nos projetos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

O *Building Information Modeling* é uma metodologia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados com informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (Eastman et al., 2014). A metodologia BIM é dividida em 7 dimensões, as mencionadas nesse artigo são o BIM 3D (modelagem paramétrica e 3D), BIM 4D (modelagem 3D e gestão do tempo) e BIM 5D (modelagem 3D, tempo e gestão de custos) usados no planejamento de obras.

O planejamento, segundo Mattos (2010), é um dos principais aspectos do gerenciamento de obras que envolvem outras atividades como orçamentação, controle de insumos e serviços, gestão de mão de obra e a comunicação entre as partes interessadas. É uma ferramenta que prioriza as ações no canteiro de obra, organiza o andamento dos serviços e o estágio da obra proporcionando linha de base referencial para tomada de decisão. O desafio trazido neste artigo é identificar não apenas falhas no planejamento de obras, mas no gerenciamento como um todo através do uso da metodologia BIM, pois a ideia é a de que surjam discussões de como essa metodologia possa ir além dos escritórios e entrar no canteiro de obras.

Para facilitar a utilização do BIM no gerenciamento, alguns autores adotaram linhas de pensamento baseadas nos princípios do *just-in-time*², criado por Taiichi Ohno para a Toyota, que é uma proposta de reorganização do ambiente produtivo assentada no entendimento de que a eliminação de desperdícios gera melhoramento contínuo dos processos de produção. Desta linha de pensamento surgiu a *Lean Production* (LP), que na indústria da construção civil se denomina *Lean Construction* (LC) e juntamente com o *BIM 4D* foi utilizada para obter eficiência no processo de planejar.

² Disponível em <[https://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-\(toyota-production-system---tps\).aspx](https://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-(toyota-production-system---tps).aspx)>. Acesso em 08/05/2020.

Seguindo o paradigma da LC, 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 a redução de custos e gerenciar melhor o tempo (Ballard, 2000; Sacks; Radosvjevic; Barak, 2010). O processo se baseia em levantar conjuntos de tarefas a serem realizadas semanalmente e selecionar as que podem ser designadas às equipes executoras, buscando evitar que os fluxos de trabalhos sejam interrompidos ou executados inadequadamente, dessa forma aumentando o rendimento e qualidade do projeto.

3 METODOLOGIA

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) visa possibilitar ao leitor o acesso a grande diversidade e complexidade de estudos relevantes num espaço reduzido, elaborado mediante a leitura e análise de conhecimentos produzidos na área descritos e interpretados de modo organizado e sintético. Neste artigo a metodologia adotada foi a de Falbo (2018).

As buscas pelas bibliografias foram realizadas separadamente nos bancos de dados científicos Portal de Periódicos Capes e *ScienceDirect*, escolhidas com base no mapeamento sistemático de De Paula (2017), também com o tema relacionado ao BIM, facilitando assim saber quais plataformas poderiam retornar o maior número de pesquisas. E nos bancos de dados Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e *Google Scholar* devido ao grande retorno de pesquisas brasileiras após testes com os termos de busca.

As *strings* de busca ou termos de buscas foram formadas pelas diversas combinações com as palavras em português: Planejamento, Gerenciamento e BIM. E em inglês: Planning, Management e BIM. Para aumentar o número de trabalhos e consequentemente ampliar o nível de conhecimento nesta RSL foi determinado que seriam aderidos a este artigo pesquisas escritas em inglês e português.

As bases de dados foram acessadas durante os meses de agosto e setembro de 2019, e os anos das pesquisas selecionadas foram de 2016 a 2019. Para a seleção foi utilizado o critério de inclusão: estudos que tratam do tema de planejamento e gerenciamento de obras em BIM. E de exclusão: trabalhos repetidos; estudos sem resumo; estudos apenas com resumo; outro idioma fora do escopo; inacessibilidade do estudo; não abordar o planejamento e gerenciamento da obra totalmente, ou seja, abordar apenas o planejamento do canteiro de obras, ou de um serviço específico (revestimentos, alvenaria, estrutura, entre outros); e se o artigo era um trabalho de conclusão de curso.

A leitura e análise dos dados dos documentos foi realizado através de uma ficha (Anexo 1) buscando identificar quais os conceitos teóricos utilizados, procedimentos metodológicos e os principais resultados encontrados. Além disso, foram separados em categorias determinadas em razão da similaridade dos conteúdos abordados pelos trabalhos científicos: Planejamento em BIM, Gerenciamento em BIM, Construção Enxuta e BIM, e *Last Planner System* (LPS) e BIM, de maneira que permitisse a abordagem das convergências e divergências encontradas em cada estudo.

No processo de pesquisas, foram encontradas revisões da literatura, no entanto, não foram incluídas nos resultados nem nas categorias e sim citadas nas considerações finais de modo a traçar uma comparação dos apontamentos finais dos autores com nossas conclusões.

O resultado contemplou o total de 29 documentos sendo 3 dessas revisões da literatura, encontrados em 27 veículos de informações científica, dentre os quais revistas, anais de eventos e repositórios de universidades. As pesquisas selecionadas são em 21 artigos científicos e 8 dissertações de mestrado.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Através das fichas de leitura, foram levantados pontos em comum entre as pesquisas que colocaram em prática o gerenciamento de obras utilizando o BIM. No total 26 trabalhos foram listados na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente, os desafios e benefícios do uso do BIM 4D e 5D no gerenciamento de obras, junto com os autores que os relataram em seus trabalhos. Os resultados e análises foram sintetizados de forma que mostre alguns pontos onde e como as problemáticas listadas foram encontradas pelos autores.

Tabela 1 – Desafios mais discutidos nos estudos aderidos

%	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)
12%	Problemas com softwares	Marques (2019); Gouveia (2016); Rodrigues et al. (2018); Silva (2018); Velho (2016)
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)
4%	Falta de normas técnicas para padronizar os sistemas BIM	Uchoa (2017); Lucarelli et al. (2019)
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 segurança cibernética	Georgiadou (2019)

Fonte: Os autores (2020)

Tabela 2 – Categorização dos benefícios identificados e referência dos autores que as mencionam

%	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); Álvares et al.(2019); Jeong et al. (2016); Achkar (2016); Melzner & Hanff (2016); Georgiadou (2019); Matos & Miranda (2017)
13%	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); Lucarelli et al. (2019)
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)
5%	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); Lucarelli et al. (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)
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)
3%	Simulação do processo construtivo	Xu (2017); Araújo et al. (2016); Lucarelli et al. (2019)
2%	Redução de retrabalhos	Rodrigues et al. (2018); Coelho (2016)
2%	Redução de mão de obra ociosa	Marques (2019); Rodrigues et al. (2018)

Fonte: Os autores (2020)

Dentre as 29 pesquisas, 3 artigos científicos abordaram o tema em forma de pesquisas e discussões teóricas. Bulgakov et al (2018) e Brioso (2019), levantaram o possível se benefício do uso da técnica LPS usando as vantagens geométricas do modelo BIM 3D e 4D, fazendo um referenciamento teórico e apontando possibilidades de uso. Gledson (2016) fez uma pesquisa quantitativa com 335 trabalhadores da construção do Reino Unido, onde 63,2% das empresas onde trabalhavam estavam implementando o BIM.

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 desses; padronização de documentos para orçamento e cronograma; BIM 4D e 5D. Este último foi um dos principais fatores apontados pelo autor mesmo após mudanças de contratação dentro da empresa do estudo de caso I para o estudo de caso II. Conseqüentemente, foi consumido grande tempo para iniciar a implementação do sistema de planejamento em BIM. Estes desafios foram encontrados por 6% das pesquisas analisadas ao tentar implementar o BIM 4D e 5D.

Cerca de 12% das pesquisas apresentaram dificuldade com os softwares BIM, seja com a modelagem e com a interoperabilidade entre os diferentes programas. Marques (2019), no planejamento da obra de uma torre com 36 pavimentos utilizou o BIM 4D. O cronograma longo prazo da obra já estavam executados no *MS Excel* e *MS Project*. Para a construção do modelo 4D, foram modelados os projetos em 3D e depois junto com o cronograma de curto prazo 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, além da dificuldade de inserir fôrmas, escoramentos e andaimes no projeto.

O uso de ferramentas BIM para planejar a demolição e construção de um prédio 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 estrutural, afirmando a importante função de compatibilizar os projetos que o BIM traz e aumentando a confiabilidade nos projetos. O planejamento da obra foi realizado importando arquivos do *MS Project* para o *Navisworks*. Uma comparação entre os quantitativos foi feita pelo autor, que teve resultado de 3,01% de máxima diferença entre o método tradicional e o BIM. Na análise 5D, onde também foi usado o *Navisworks*, houve limitações com o uso do programa, sendo assim, a maior parte foi desenvolvida no *MS Excel*.

A implantação de gerenciamento dentro da indústria da construção civil no Brasil, em pequenas e médias empresas, não acontece muito. 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 no setor de construção civil entrevistados sequer conhecem a sua própria forma de gerenciamento.

Foi proposto por Uchoa (2017) um método de planejamento e gerenciamento utilizando BIM 5D em uma empresa, e a cada evolução da obra eram ativadas apenas as camadas que estavam concluídas e o que deveria ser planejado, tendo sido útil esse controle visual também para 10% das pesquisas analisadas. O canteiro da empresa promovia a emissão de ordens de serviço de acordo com o planejamento semanal e o projeto era retroalimentado nessa periodicidade, aumentando a interoperabilidade entre as equipes do canteiro e do escritório. Dentre os problemas apontados pelo autor e outros autores, 8% foram os custos para implementação do BIM e 6% resistência da equipe em usar o sistema. Entre outras coisas, o sistema fluiu bem e apresentou resultados satisfatórios no controle de custos e progresso da construção.

A dinâmica tradicional da indústria da construção se baseia em dados históricos médios e na experiência dos gerentes de construção. Todavia, as eventualidades do empreendimento variam de projeto a projeto, podendo assim, não haver linearidade entre os problemas enfrentados. Observado esse fato, 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. O BIM permite regenerar facilmente os planos de construção a cada modificação, facilitando um planejamento confiável utilizando a simulação quantitativa integrada. No entanto, para validar essa estrutura é preciso aplicá-la a vários tipos de construção a fim de estender sua aplicabilidade.

A Construção Modular é composta por múltiplas unidades construídas e pré-montadas em fábricas. Uma concepção para o PMCON (*Planning for Modular Construction*), elaborada por Carvalho et al. (2017), tem por finalidade gerar grande variedade de possibilidades de montagem da edificação no canteiro de obras. O BIM 4D será 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 é 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.

O planejamento e o controle da produção visual usando o BIM e aplicando o LPS foi desenvolvido por Rodrigues et al. (2018). A questão trabalhada era propiciar a ligação de elementos geométricos à estrutura analítica do projeto, ou seja, transformando 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 ocorre quando é preciso alterar o modelo 3D, não é possível alterar automaticamente a mudança no 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, nas dois foram acompanhados o planejamento a curto prazo das obras. No primeiro caso houve redução de 10,1% para 4,6% da variabilidade e o planejamento e controle da produção 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 é preciso muitos estudos para generalizar os casos e ainda faltam algumas melhoras nas reuniões de planejamento, pois nem sempre toda a equipe participada ou havia um resumo do que precisava ser discutido.

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, sem discussões e abordagens a respeito de técnicas envolvidas. Gomes e Felipe (2018), buscaram discutir sobre as interferências do BIM no planejamento de obras listando as vantagens utilizadas no método, mas não fez 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, diferente do escopo deste trabalho que trata não apenas de discussões sobre planejamento, mas também das possíveis aplicações em obras.

5 CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível obter um panorama geral das pesquisas realizadas até 2019 na área de gerenciamento e planejamento de obras em BIM. Pode-se observar que muitas das dificuldades encontradas são comuns aos autores de diferentes trabalhos.

A falta de expertise dos gestores de obras com relação a metodologia BIM foi o problema mais comum enfrentado. Isso aponta para a realidade da cultura da AEC atualmente: a falta de formação de profissionais habilitados para utilizar as ferramentas que compõem a metodologia.

O panorama dos casos estudados através desta RSL pode ser muito benéfico para o meio científico, pois foram listados problemas e benefícios encontrados pelos autores das pesquisas possibilitando a avaliação dos possíveis passos que podem ser dados para construir novos estudos. Novas ferramentas e métodos podem ser criados avaliando os pontos críticos do uso do BIM no gerenciamento de obras.

Outro ponto importante levantado neste estudo foi a utilização da metodologia *Building Information Modeling* para aplicar linhas de pensamento que visam melhorar o sistema de produção, como o sistema *just-in-time*. São princípios que juntos trabalham bem, pois o BIM traz uma visão holística do projeto e auxilia no planejamento e tomadas de decisões rápidas que esse método exige.

Para futuros trabalhos envolvendo BIM 4D e 5D no gerenciamento de obras é interessante que sejam elaboradas maneiras eficientes de retroalimentar o andamento da obra, criar formas de padronizar de forma rápida a documentação e dados de entrada na modelagem 3D e mais propostas de inserir o BIM nas salas de aula das Universidade.

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.

ALSHARED, Ibrahim; KANTAMANENI, Komali. A 5D Building Information Model (BIM) for Potential Cost-Benefit Housing: A Case of Kingdom of Saudi Arabia (KSA). **Infrastructures MDPI**, ano 2018, [S. l.], v. 3, p. 13. doi:10.3390/infrastructures3020013. Disponível em: www.mdpi.com/journal/infrastructures.

ÁLVARES, J.; COSTA, D.; Barbosa, A.. 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, J.; LINO, J.; COUTO, P. 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.

BULGAKOV, A.; BOCK, T. 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, A.; SIMANKINA; Tatyana; LUKINOV, Vitaly. 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.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2018/08/e3sconf_hrc2018_03044/e3sconf_hrc2018_03044.html. Acesso em: 11 nov. 2019.

BOMFIM, C.; LISBOA, B.; MATOS; P. 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/despro-sigradi2016-724. 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, D. **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.

DE PAULA, H. M.; RODRIGUES, K. C.; MESQUITA, H. DE C.; EDUARDO, R. C. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE REFERÊNCIAS DO USO DO BIM NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. REEC - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, 24 mar. 2017.

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.

FALBO, Ricardo de Almeida. **Mapeamento Sistemático**. Retrieved October 7, 2018. Disponível em: https://inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre_MS.pdf. Acesso em: 03 ago. 2019.

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.

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.

GILSON, Richard. Maximizing project delivery through BIM coordination and integration. **Engineer Magazine and Newletters**, 15 Junho 2017. Disponível em: <https://www.csemag.com/>. Acesso em: 24 set. 2019.

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>

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, T. **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.

LUCARELLI, M; LAURINI, M.; BERARDINIS, P. 3D AND 4D modelling in building site working control. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [S. l.], ano 2019, v. XLII-2/W9, 6-8 feb. 2019. DOI <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-441-2019>.

MARQUES, A. **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-amaryl-marques>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MATTOS, Aldo. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini Ltda, 2010. 426 p.

MATOS, C.; MIRANDA, A. 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, G. R. **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, Sívio Burrattino; SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; FONTENELLE, Eduardo; et al. **Coordenação de projetos de edificações**. [S.l.: s.n.], 2005.

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.

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. 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. 293 p. Dissertação (Grau de Mestre em Construção Civil) - UFPR, CURITIBA, PR, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

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.

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. **Anais Eletrônicos**. MA, USA, sect.5 pp. 3-12. Disponível em: www.iglc.net. Acesso em: 23 set. 2019.

UCHOA, M. K. **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, R. **Implementação de metodologias BIM e preparação e controlo 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.

ANEXO 1 – FICHA DE LEITURA

N°		Fonte					
Título							
Tipologia Textual	Palavras-chaves	Autor(es)	Local de Publicação	Data	URL/DOI	Página(s)	Capítulo(s)
Citações				Metodologia			
Benefícios		Desafios		Síntese de ideias			
Anotações							