XII SIBRAGEC
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
MACEIÓ - AL

# O USO DO BIM NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRAZOS E CUSTOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA[1]

**MATOS, Paulo Rogério Freitas de (1); LIMA, Matheus Gomes de (2); BARROS NETO, José de Paula (3)**

(1) Universidade Federal do Ceará, paulomatosde@gmail.com, (2) Universidade Federal do Ceará, matheusgsdelima@gmail.com, (3) Universidade Federal do Ceará, barrosneto@gercon.ufc.br

## RESUMO

*A construção civil tem desenvolvido inovações tecnológicas que buscam reduzir cada vez mais as lacunas para uma boa gestão. Neste sentido, questiona-se sobre as possibilidades de melhorar o controle de prazos e custos das etapas de produção por meio da modelagem BIM (Building Information Modeling) e de suas variações (4D e 5D). Sabendo disto, o objetivo deste trabalho foi trazer uma análise sobre as publicações recentes acerca do BIM com a finalidade de apresentar aplicações no contexto das variações 4D e 5D. Como estratégia de pesquisa, uma RSL foi elaborada considerando-se periódicos de impacto nacionais e internacionais. Os resultados da pesquisa reuniram 34 artigos que chamam atenção para vantagens observadas com a modelagem BIM no contexto da construção, por exemplo: Aumento de transparência/comunicação; controle de prazos; redução de perdas; aumento de produtividade e controle de custos. Como contribuição, o estudo mostra algumas lacunas que merecem ser analisadas como o emprego do BIM para resolver problemas de produção, deficiências de planejamento, controle de atividades que não agregam valor, entre outras.*

***Palavras chave:*** *BIM, 4D, 5D, Gestão da construção, Revisão Sistemática da Literatura.*

## ABSTRACT

*Civil construction has developed technological innovations that seek to reduce more the gaps for good management. In this sense, it is questioned about the possibilities of improving the control of deadlines and costs of the production stages through BIM (Building Information Modeling) and its variations (4D and 5D). Knowing this, the objective of this work was to bring an analysis of recent publications on BIM in order to present applications in the context of the 4D and 5D variations. As a research strategy, a SLR was developed considering national and international impact journals. The research results gathered 34 articles that draw attention to the advantages observed with BIM modeling in the context of construction, for example: Increase in transparency / communication; deadline control; loss reduction; increase in productivity and cost control. As a contribution, this study shows some gaps that deserve to be analyzed, such as the use of BIM to solve production problems, planning deficiencies, control of activities that do not add value, among others.*

***Keywords:*** *BIM, 4D, 5D, Construction management, Systematic Literature Review.*

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a indústria da construção tem se mostrado interessada na melhoria dos processos para se obter resultados favoráveis em relação ao planejamento e custos. Estudos recentes têm mostrado o desempenho dos projetos de construção durante suas fases de concepção e execução, destacando a importância de se identificar o que tem

[1] MATOS, P. R. F. de; LIMA, M. G. de; BARROS NETO, J. de P. O uso do BIM no planejamento e controle de prazos e custos: uma revisão sistemática da literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/427. Acesso em: 2 out. 2021.

causado atrasos e perdas (de produção e de custo). Fatores referentes a deficiências no Gerenciamento estão entre os mais apontados (MUIANGA; GRANJA; RUIZ, 2015).

Uma das grandes prioridades do gerenciamento de obras é se conseguir um bom parâmetro de custo e de prazo, de forma que as estratégias de produção se adequem às metas da melhor forma possível. Em relação à gestão dos custos, os sistemas tradicionais não são satisfatórios por falta de informações realistas que possam nortear o desenvolvimento do produto (KERN, 2005).

Atualmente, o uso do BIM tem causado grandes mudanças na gestão de atividades e informações em projetos de construção. Para se buscar melhores resultados no setor e reduzir perdas, a inclusão de ferramentas digitais, juntamente com outras técnicas de planejamento e produção, podem trazer ganhos significativos em termos de produtividade, redução de custos e sustentabilidade (HEIGERMOSER *et al.,* 2019).

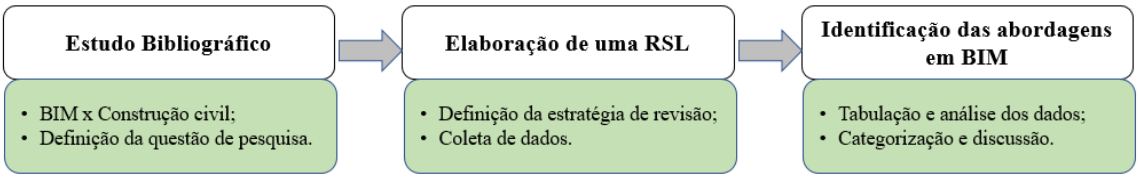
Outras abordagens têm direcionado o BIM para além da modelagem 3D, tratando do aperfeiçoamento das informações para melhor controle de prazos (BIM 4D) e de custos (BIM 5D) (BORTOLINI *et al*., 2019, SLOOT *et al.,* 2019, BIOTTO *et al.,* 2015, BRITO; FERREIRA, 2015-a, BRITO; FERREIRA, 2015-b, AIBINU; VENKATESH, 2014, CHOI *et al.,* 2014, SMITH, 2014 e STANLEY; THURNELL, 2014).

Sabendo disto, este trabalho teve como objetivo trazer uma análise sobre as publicações recentes acerca do BIM com a finalidade de apresentar aplicações no contexto das variações 4D e 5D. Portanto, uma Revisão Sistemática de Literatura, buscou associar o uso dessa ferramenta com a visualização de melhorias, principalmente no que diz respeito à redução de prazos e custos em projetos de construção.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A abordagem utilizada na pesquisa foi exploratória e descritiva (GIL, 2008), pois buscou-se proporcionar familiaridade com o tema (BIM) e estabelecer relações com o controle de prazos e custos na construção civil. O delineamento da pesquisa seguiu as etapas: i) estudo bibliográfico, no qual se chegou a seguinte questão de pesquisa – como as abordagens das publicações sobre BIM relacionam-se com a gestão de prazos e custos na construção civil? ii) elaboração de uma Revisão Sistemática da Literatura, que pode ser definida como uma busca parametrizada com o objetivo de se realizar um estudo secundário através de fontes primárias já publicadas (KITCHENHAM et al., 2009), e iii) identificação das abordagens em BIM na construção civil. A Figura 1 sumariza as etapas da pesquisa.

**Figura 1 – Delineamento da pesquisa**

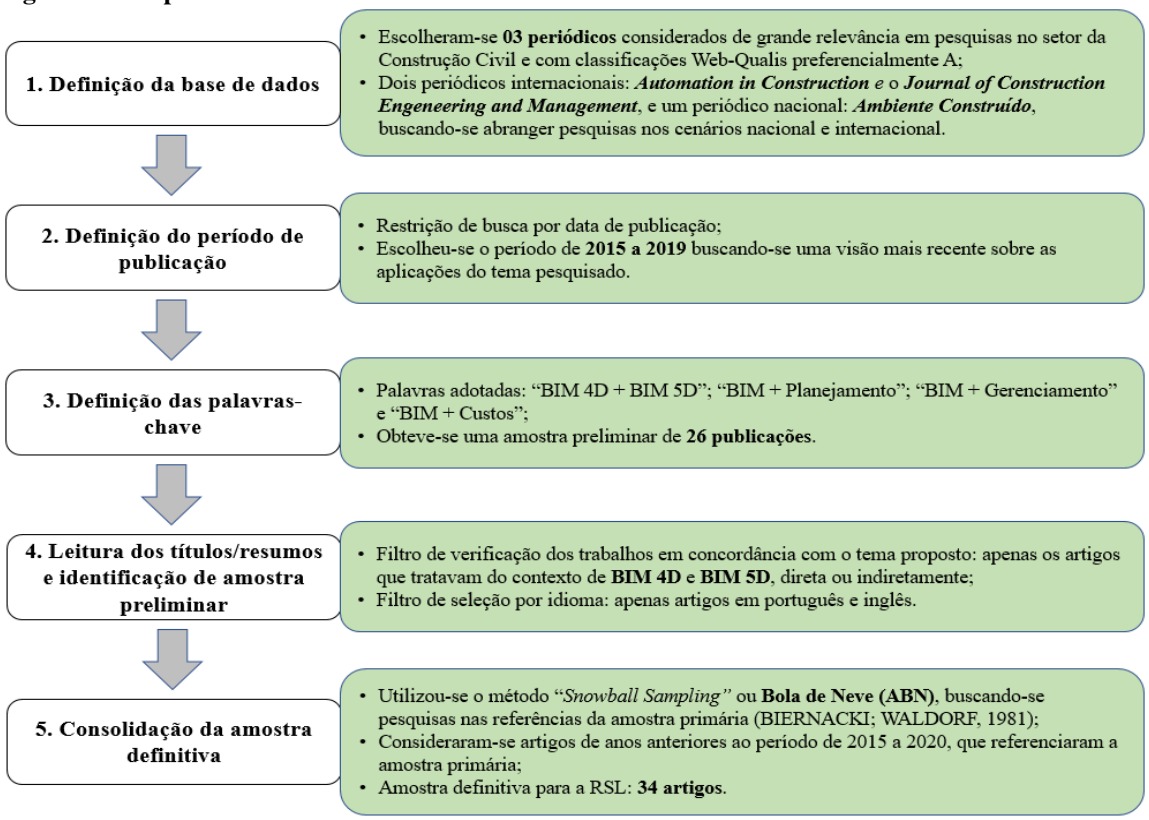



**Fonte:** Autores (2021).

### 2.1 Elaboração da RSL

A elaboração da RSL foi realizada adaptando-se as etapas propostas por Filho, Campos e Assumpção (2016), conforme apresenta a Figura 2.

**Figura 2 – Etapas da RSL**




**Fonte:** Adaptado de Filho, Campos e Assumpção (2016).

## 2.2 Análise dos dados e identificação das abordagens em BIM

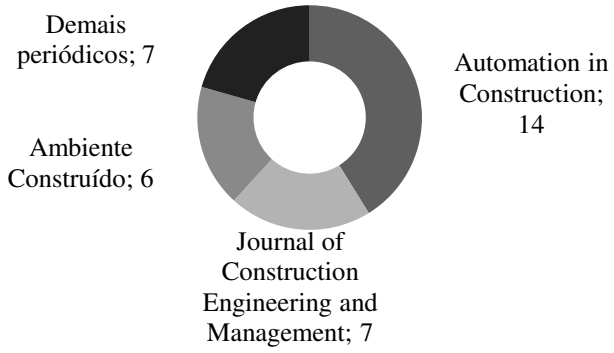
Nesta etapa foi realizada uma análise das publicações levantadas, onde se buscou visualizar inicialmente a frequência de publicações sobre o tema dentro fontes de dados pesquisadas. Em seguida, discutiu-se as aplicações do BIM em relação a procedimentos e técnicas voltados para o controle de prazos e custos, bem como as deficiências que possam existir diante do uso desta tecnologia na construção civil.

# 3 RESULTADOS DA RSL

## 3.1 Publicações por ano

Observou-se que as publicações com abordagem em BIM (4D e 5D) ocorreram com maior frequência em periódicos internacionais (Figura 3 - **Publicações por periódico**), principalmente no *Automation in Construction*, embora se tenha escolhido apenas um periódico nacional (Ambiente Construído) para análise.

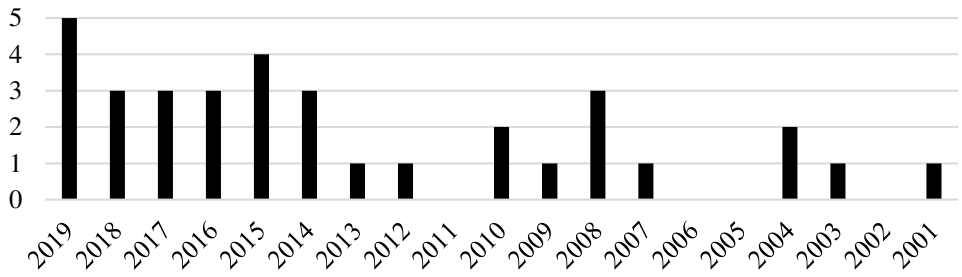
**Figura 3 - Publicações por periódico**




**Fonte:** Autores (2021).

Uma análise posterior (Figura ) mostrou a distribuição das pesquisas por ano de publicação, incluindo os trabalhos aderidos através da ABN, com faixas de publicação anteriores ao período de 2015 a 2020. A Figura 3 mostra um aumento na quantidade de publicações sobre a tecnologia BIM a partir do ano de 2008, com afluência notável de publicações em 2019, o que mostra um interesse recente sobre a tecnologia BIM.

**Figura 4 - Distribuição de artigos por ano de publicação**




**Fonte:** Autores (2021).

## 3.2 Abordagens percebidas: BIM x Gestão de prazos e custos

Os dados mostraram uma grande quantidade de publicações retratando aplicações do BIM em obras verticais e horizontais, obras com sistemas pré-fabricados *engineer-to-order* e empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (HIS). Com isso, elaboraram-se 13 categorias temáticas relacionadas à aplicação do BIM 4D e BIM 5D (Tabela 1).

**Tabela 1 – Frequência de publicações por categoria**

| Categorias | Frequência | Categorias | Frequência |
|---|---|---|---|
| Controle de Custos | 14 | Logística e Layout de Canteiro | 11 |
| Controle de Prazos | 17 | Estratégia e Tomadas de Decisão | 11 |
| Redução de Perdas | 15 | Estratégia e Mitigação de Riscos | 3 |
| Aumento de Produtividade | 14 | Automação/ Construção 4.0 | 1 |
| Apoio ao Cronograma | 12 | Customização/ Sustentabilidade | 3 |
| Apoio ao Orçamento | 12 | Revisão Sist. de Literatura (RSL) | 5 |
| Aumento de Transparência/ Comunicação | 22 | | |

**Fonte:** Autores (2021).

Dentre as categorias apresentadas na Tabela 1, merecem destaque: (i) *Aumento de Transparência/Comunicação; (ii) Controle de Prazos; (iii) Redução de perdas; (iv) Aumento de produtividade e (v) Controle de custos*, que apresentaram o maior número de publicações. Destaca-se ainda aquelas categorias com menor quantidade de publicações (ex: *customização/sustentabildiade* e *estratégia e mitigação de riscos na construção*).

### 3.2.1 Aumento de Transparência/Comunicação, Redução de Perdas e Aumento de Produtividade

Nestas categorias, Heigermoser *et al*. (2019); Bortolini, Formoso e Viana (2019), Won e Cheng (2019), Rodrigues *et al*. (2018), Porwal e Hewage (2012), Sacks *et al*. (2010), Sacks, Treckman e Rozenfeld (2009) e Sacks, R e Barak (2008) mostraram a interação entre a modelagem BIM e *Lean Construction*. Para estes autores, a Construção Enxuta e o BIM são duas iniciativas isoladas, mas propuseram soluções em BIM que deram suporte ao Sistema *Last Planner* e integraram uma melhor visualização dos processos para identificação de perdas e melhorias na gestão da construção. Ainda, auxiliaram o

cronograma da obra durante a construção, de forma que os objetos de projeto foram associados as informações específicas atribuídas pelos modelos aplicados.

Da mesma forma, Biotto, Formoso e Isatto (2015) apresentam o conceito de modelagem BIM 4D em conjunto com o Planejamento e Controle da Produção (PCP), que também remete às definições do Sistema *Last Planner*. Estes autores demonstraram o potencial da ferramenta BIM por meio da realização de estudos empíricos para elaboração do projeto de sistema de produção e execução do controle de produção em obras de Habitações de Interesse Social. Como resultados, obtiveram aumento produtividade, aumento de transparência e redução de perdas fica implícita nas considerações dos autores.

Já nos estudos de Brito e Ferreira (2015) e Yin *et al.* (2019), os autores avaliaram estratégias para a modelagem por meio de uma pesquisa documental com diversos profissionais da construção civil que trabalhavam com BIM. Seus resultados apontaram para seis potencialidades com o uso do 4D, quais foram: identificação de conflitos de espaço e tempo, integração e comunicação entre os envolvidos, redução do esforço na visualização e interpretação mental, transmissão de impactos devido a alterações no planejamento, apoio no sequenciamento e conformação do cronograma e, por último, inserção de equipamentos de canteiro e recursos.

Também abordando o BIM 4D e a Produção Enxuta, Bataglin *et al*. (2018) e Craveiro *et al*. (2019) tiveram como objetivos utilizar a modelagem para apoiar a gestão logística do processo de montagem de sistemas pré-fabricados em concreto (*engineer-to-order*) em obras com até 50.000 metros quadrados de área construída. Eles mostraram que o BIM 4D aprimorou o planejamento do fluxo de materiais, mão de obra e gestão de espaços de trabalho no canteiro. Os resultados apontaram melhorias de fluxo e compartilhamento de informações, além de uma melhor integração entre duas unidades de produção.

### 3.2.2 Controle de Prazos e Controle de Custos

Sobre estas categorias, perceberam-se estudos para auxiliar a gestão de *prazos*, principalmente no que diz respeito a: reavaliação de técnicas de planejamento, acompanhamento de prazos da produção, planejamento de recebimento de materiais, alinhamento de planos de curto prazo, dentre outros (HEIGERMOSER *et al*., 2019, BORTOLINI; FORMOSO; VIANA, 2019, LIU *et al.,* 2018*,* RODRIGUES *et al*., 2018, BATAGLIN *et al*., 2018, VELOSO *et al*., 2018, WANG *et al*., 2016, BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015, BRITO; FERREIRA, 2015).

Embora muitos estudos tenham focado em reduzir custos por meio de ações derivadas do PCP, Sistema *Last Planner* e Construção Enxuta, poucos trabalhos apresentaram esforços aplicados na verificação de quantitativos, orçamentação ou comparativo de custos (planejado x realizado). Hartman, Gao e Fisher (2008) foram um dos que destacaram a estimativa de custos como uma das aplicabilidades da modelagem BIM. Segundo eles, já existem empresas que realizavam a modelagem 3D e 4D com esta função, e destacaram que o controle, tanto do cronograma quanto de custos, poderiam ser amplamente aplicados devido à facilidade de comunicação e disponibilização de informações.

Já Fenato *et al*. (2018), propuseram um método de modelagem em BIM para viabilizar a elaboração de orçamento operacional devido às dificuldades e erros que ocorrem no processo de levantamento de quantitativos a partir de projetos 2D. Em seu estudo, os autores conseguiram levantar os quantitativos do orçamento operacional, onde puderam ser representadas 93,3% das operações que compunham as atividades analisadas e durante esse mesmo processo de validação. Para eles, a vantagem atribuída aos modelos 3D se deu por uma melhor visualização, além de ser possível acrescentar informações relacionadas a custo de atividades (modelagem 5D).

### 3.3 Tendências para o uso do BIM 4D e 5D

Por fim, esta pesquisa mostrou direcionamentos para algumas tendências de aplicação do BIM na construção civil, conforme os estudos analisados (ver Tabela 1). Inicialmente sobre a categoria *aumento de transparência* e *melhoria de comunicação nos processos de gestão*, os estudos avaliados, sugerem a aplicação, principalmente do BIM 4D, com foco em planejamento de atividades, reavaliação de *layouts* de canteiro, posicionamento de estoques, tomadas de decisão com relação à logística de equipes e equipamentos, além de estudos de otimização de espaços em canteiros de obra.

E segundo, visualisou-se muitas aplicação do BIM 4D para *controle de prazos* por meio de ações de planejamento e controle associadas às informações da modelagem. Alguns trabalhos sugerem a aplicação de tecnologias em BIM associada a softwares (REVIT, ARCHICAD, etc.) para o refinamento das informações de atividades específicas e determinação de gargalos, buscando-se aprimorar a programação das obras. No entanto, considera-se, no presente estudo, que a utilização da modelagem BIM 5D apresentou poucas aplicações, a exemplo de casos citados nos trabalhos de Fenato *et al*. (2018); Popov *et al*. (2010).

## 4 CONSIREDAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar, por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), as contribuições potenciais do BIM para a gestão de custos e prazos, ou seja, em suas variações 4D e 5D. Para isso, foram analisadas 34 bibliografias sobre o uso do BIM, em sua grande maioria, publicadas em periódicos de classificação "Qualis A".

A principal contribuição da pesquisa foi mostrar conceitos e exemplos aplicados, assim como possíveis deficiências da modelagem BIM na indústria da construção. Os resultados mostraram que a maioria das publicações tem sido depositada em periódicos de relevância internacionais, como o *Automation in Construction*. Embora a maioria dos estudos selecionados não se autodenomine uma aplicação da modelagem 4D ou 5D, chama-se atenção para as principais temáticas verificadas, que apontam para as seguintes categorias: *Aumento de Transparência/Comunicação; Controle de Prazos; Redução de Perdas; Aumento de Produtividade; Controle de Custos*. Destaca-se a dificuldade em se encontrar trabalhos sobre o tema em periódicos nacionais (Ambiente Construído).

Percebeu-se que ainda há uma necessidade de avaliação do uso da tecnologia BIM para resolver problemas específicos como a demanda por produção puxada, as incertezas e deficiências de planejamento e controle de atividades que não agregam valor, antes mesmo de se chegar ao real propósito da modelagem BIM 4D e 5D. Uma das principais lacunas percebidas foi a escassez de trabalhos que utilizem modelagem 4D para suporte da produção e controle durante a fase de construção do empreendimento. Por outro lado, outros autores destacaram o uso da modelagem BIM 4D e BIM 5D com foco no aprimoramento de processos específicos do planejamento.

Sobre a aplicação da modelagem BIM 5D, notou-se dificuldades operacionais quanto aos métodos de modelagem e a finalidade do modelo, principalmente para extração de quantitativos das operações e melhores soluções orçamentárias. Destaca-se que poucos estudos têm sido empregados na aplicação do BIM 4D e BIM 5D com vistas ao desenvolvimento da Construção 4.0/Automação; da customização de produtos e sustentabilidade e na mitigação de riscos na construção, fatores estes que fazem parte do contexto atual da construção civil. Como sugestões para pesquisas futuras, sugere-se:

i) Aplicações do BIM no processo de elaboração do orçamento real da obra,;

ii) Modelagens 4D e 5D associadas à Automação e Construção 4.0;

iii) Modelagens em BIM em projetos de construção associados às questões de sustentabilidade e mitigação de riscos em projetos de construção;

## REFERÊNCIAS


AIBINU, A.; VENKATESH, S. Status of BIM adoption and the BIM experience of cost consultants in Australia. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 140, n. 3, p. 1–10, 2014.

BATAGLIN, F. S. et al. BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto engineer-to-order. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 173–192, 2018.

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball Sampling: problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological Methods & Research**, v. 10, n. 2, p. 141–163, 1981.

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

BORTOLINI, R.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D. Site logistics planning and control for engineer-to-order prefabricated building systems using BIM 4D modeling. **Automation in Construction**, v. 98, n. February 2018, p. 248–264, 2019.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M. Strategies for Representation and Analyses of 4D Modeling Applied to Construction Project Management. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, n. 15, p. 374–382, 2015.

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

CHOI, B. et al. Framework for work-space planning using four-dimensional BIM in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 9, p. 1–13, 2014.

CRAVEIRO, F. *et al*. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. **Automation in Construction**, v. 103, n. October 2018, p. 251–267, 2019.

FENATO, T. M. et al. Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 279–299, out. 2018.

FILHO, M. G.; CAMPOS, F. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e manufatura enxuta em segmentos da indústria. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 408–418, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

HARTMANN, T.; GAO, J.; FISCHER, M. Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 78, n. 11, p. 316–324, 2008.

HEIGERMOSER, D. et al. BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. **Automation in Construction**, v. 104, n. January, p. 246–254, 2019.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese de Doutorado em Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

KITCHENHAM, B et al. Systematic literature reviews in software engineering: a sistematic literature review. **Information and Software Technology**. v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

LIU, H. et al. BIM-based automated design and planning for boarding of light-frame residential buildings. **Automation in Construction**, v. 89, n. December 2017, p. 235–249, 2018.

MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; RUIZ, J. de A. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, jan./mar. 2015.

POPOV, V. et al. The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in 5D environment. **Automation in Construction**, v. 19, n. 3, p. 357–367, 2010.

PORWAL, A.; HEWAGE, K. N. Building information modeling-based analysis to minimize waste rate of structural reinforcement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 8, p. 943–954, 2012.

RODRIGUES, P. B. DE F. *et al*. Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema last planner. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 301–317, out. 2018.

SACKS, R.; TRECKMANN, M.; ROZENFELD, O. Visualization of work flow to support lean construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 12, p. 1307–1315, 2009.

SACKS, R.; BARAK, R. Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice. **Automation in Construction**, v. 17, n. 4, p. 439–449, 2008.

SACKS, R. et al. Interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 968–980, 2010.

SLOOT, R. N. F.; HEUTINK, A.; VOORDIJK, J. T. Assessing usefulness of 4D BIM tools in risk mitigation strategies. **Automation in Construction**, v. 106, n. November 2018, p. 102881, 2019.

SMITH, P. BIM & the 5D Project Cost Manager. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 475–484, 2014.

STANLEY, R.; THURNELL, D. The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 14, n. 1, p. 105–117, 2014.

VELOSO, P.; CELANI, G.; SCHEEREN, R. From the generation of layouts to the production of construction documents: An application in the customization of apartment plans. **Automation in Construction**, v. 96, n. October, p. 224–235, 2018.

WANG, K. C. et al. Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves. **Automation in Construction**, v. 72, p. 397–410, 2016.

WON, J.; CHENG, J. C. P. Identifying potential opportunities of building information modeling for construction and demolition waste management and minimization. **Automation in Construction**, v. 79, p. 3–18, 2017.

YIN, X. et al. Building information modelling for off-site construction: Review and future directions. **Automation in Construction**, v. 101, n. January, p. 72–91, 2019.