MAPEAMENTO SISTEMATIZADO DA LITERATURA VISANDO A APLICAÇÃO SINÉRGICA DAS FERRAMENTAS *LEAN* E *BIM*[1]

FALCÃO, T.D.F., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, email: fariafalcao@hotmail.com; SANTOS, R.S., Universidade de Brasília, email: eng.rachelsantos@gmail.com; SOUSA, L.C., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, email: lorraynecorreia@live.com; CARVALHO, M.T.M., Universidade de Brasília, email: micheletereza@unb.br

ABSTRACT

The national and international industrial building scenarios have implemented important efforts aiming better development of the sector. In this context, visual management tools are being increasingly integrated in AEC (architecture, engineering and construction) with the purpose of understanding and coordinating the information and processes in the work environment. With this sort of information, this research aims to search for articles trough the Systematic Literature Mapping (SLM) that show combined use of LEAN and BIM in the AEC industry and find gaps in this area of study. The search on Web of Science and Scopus databases returned 64 articles adherent on the theme of the study. It was observed that the study of synergy between Lean and BIM is still reduced and that the 65.53% of the articles are related to the execution phase. This study concludes that there is still a need for studies to leverage the Lean and BIM synergistically, as well as the need to develop guidelines for their uses in the design and operation and maintenance phases.

Keywords: *AEC. SML. Lean. BIM. Synergistic.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observou-se na indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) uma crescente busca pela implementação de um modelo de informação de construção (*BIM*) nas diversas fases ao longo do ciclo vida de uma edificação. Diante disto, Al Hattab e Hamzeh (2015) apontam que ferramentas originadas da indústria automobilística japonesa dos anos 50 (*Lean Production*) adaptadas para a construção civil (*Lean Construction*) têm uma grande eficácia quando aplicadas em sinergia com o *BIM* (*Building Information Modeling*).

Mandujano et al. (2016) caracterizam *Lean* como uma filosofia de administração que fornece métodos para identificar resíduos e utiliza uma série de ferramentas e princípios para minimizar ou eliminá-los.

Sacks et al. (2010) mencionam que as aplicações e os conceitos associados à construção enxuta são explorados até hoje por profissionais e praticantes, sendo possível apontar que seus desdobramentos produzem um ciclo virtuoso de melhoria contínua, gerando redução de tempos de ciclos, aumento da padronização etc.

[1] FALCÃO, T.D.F., SANTOS, S.S., SOUSA, L.C., CARVALHO, M.T.M. Mapeamento Sistematizado da Literatura Visando a Aplicação Sinérgica das Ferramentas *LEAN* e *BIM*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Por outro lado, o *BIM* é um modelo virtual preciso de uma edificação para simular seu o ciclo de vida (Figura 1), sendo capaz de integrar os processos e melhorar os fluxos de informações (EASTMAN et al., 2014).

Figura 1 – Ciclo *BIM*



Fonte: Disponível em: <https://www.ft.unicamp.br/pt-br/cursos/cet-0169-revit-usando-ferramenta-de-building-information-modeling-bim>

Fakhimi et al. (2017) evidenciaram que os benefícios do *BIM* se estendem desde a melhoria da segurança, sustentabilidade, produtividade, eficiência e agilidade na execução do projeto, até uma melhor gestão de riscos e redução de resíduos.

Tauriainen et al. (2016) afirmam que a gestão do projeto pode ser melhorada através da utilização de novas ferramentas e métodos introduzidos pelo *BIM* e *lean construction*.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo procurar artigos por meio do Mapeamento Sistematizado da Literatura (MSL) que apresentem o uso combinado do *Lean* e *BIM* na indústria AEC e buscar lacunas do conhecimento na intersecção dessa área de estudo.

Diante das limitações de pesquisa, apenas duas bases de dados foram utilizadas para o mapeamento, mas sendo *Web of Science* e Scopus referências no Portal de Periódicos CAPES/MEC.

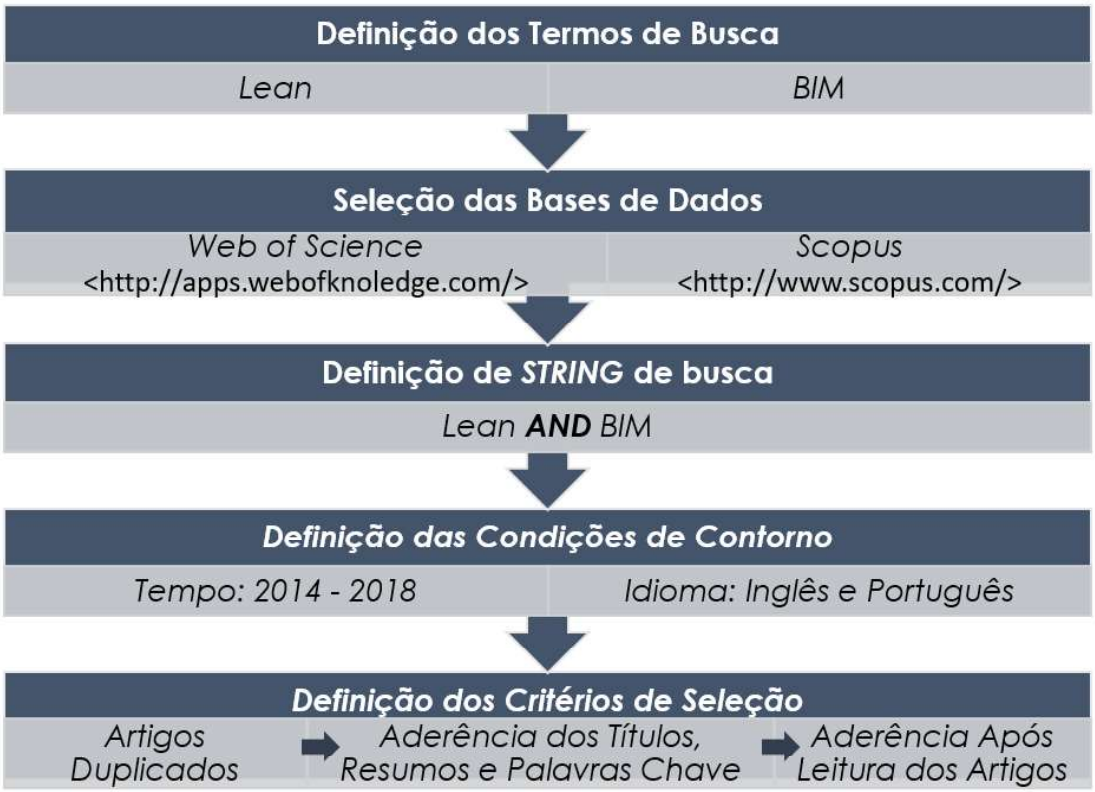
A partir do MSL pode-se constatar que a sinergia entre as ferramentas analisadas ainda é pouco estudada e que os focos de pesquisas são em maior parte na fase de execução, cabendo estudos científicos nas fases de projetos e operação e manutenção.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste estudo foi o Mapeamento Sistematizado da Literatura. Segundo Olawami et al. (2017), esta técnica possibilita obter uma maior perspectiva sobre o tema, bem como identificar lacunas onde são necessárias mais pesquisas.

O MSL desenvolvido para o assunto delimitado baseou-se num processo que foi dividido em cinco fases descritas conforme Figura 2:

Figura 2 – Fases do Mapeamento Sistematizado da Literatura



Fonte: Os autores.

Os artigos encontrados foram filtrados a fim de que ao final ficassem apenas aqueles que se encaixassem nas especificações. Sendo assim, o primeiro filtro foi de exclusão dos textos duplicados, o segundo foi a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave para que se houvesse a certeza de que estes se enquadravam na temática do estudo. Por fim, o terceiro filtro foi a leitura integral dos artigos para constatar suas aderências ao tema.

Após a filtragem das publicações foi possível categorizá-las por:

1) Ano de publicação: analisar a evolução do tema ao longo dos últimos anos;
2) Continentes: analisar a distribuição de publicações no globo;
3) Autores e citações: analisar quantos autores são mais engajados no tema a partir da quantidade de publicações afins e qual a frequência de citações dos artigos;
4) Fases do ciclo de vida da edificação: analisar quais são as fases mais

estudados dentro desta temática.

Além das bases supracitadas, considerou-se uma busca em eventos nacionais da ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído): ENTAC e SBTIC+SIGRAGEC por suas relevâncias no meio acadêmico nacional. O período analisado foi de 2014 a 2017 e a finalidade foi comparar suas quantidades de artigos no tema com a de congressos internacionais para se obter um panorama das publicações neste tipo de fonte (congressos).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapeamento aplicado às duas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* resultou em 165 publicações. Com a exclusão dos artigos duplicados restaram 133 e após a filtragem, a quantidade de publicações aderentes foi igual a 64. Nos congressos nacionais foram publicados um artigo no ENTAC e um SBTIC+SIBRAGEC.

Na Tabela 1 são apresentadas as publicações aderentes divididas por tipos de fontes de pesquisa e nota-se que o maior número de publicações foi em congressos internacionais, 66,67%, e que no Brasil ainda carecem de estudos nesta temática.

Como este tema está em evolução é coerente afirmar que a discrepância entre publicações em congressos e em revistas está relacionada às ideias serem apresentadas e discutidas primeiro em congressos.

Tabela 1 – Publicações Aderentes por Tipos de Fontes de Pesquisa

Fontes	Nº de Publicações	% Nº de Publicações
Revistas Científicas	20	30,30%
Congressos Internacionais	44	66,67%
Congressos Nacionais	2	3,03%
Total	**66**	**100,0%**

Fonte: Os autores.

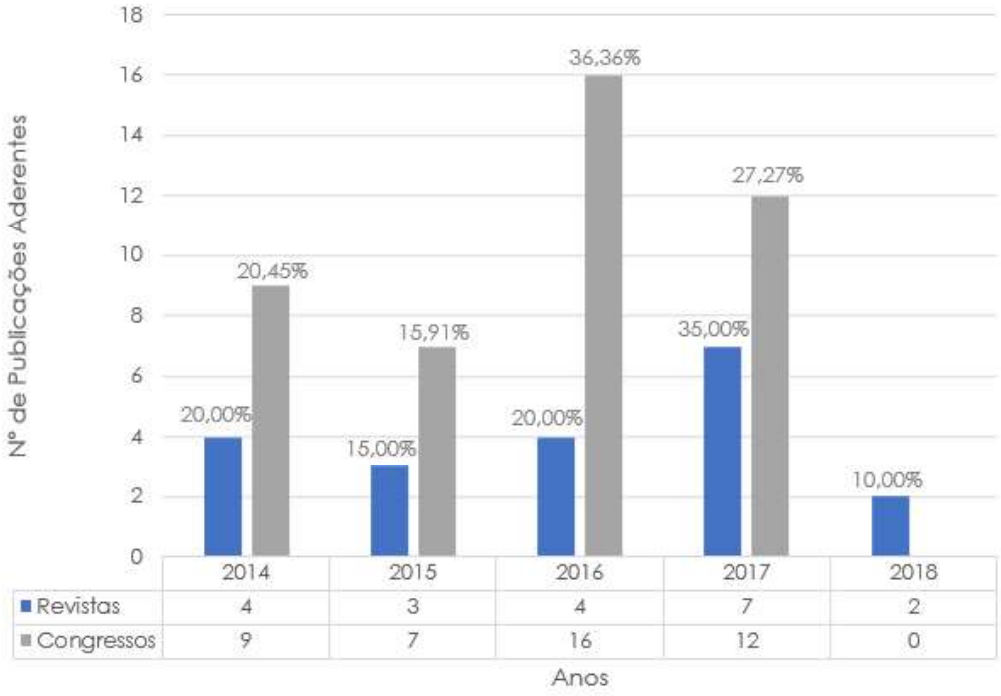
A partir dos artigos considerados aderentes nas bases de dados internacionais foram feitas as categorizações dos mesmos:

3.1 Anos de Publicações

Ao categorizar as publicações envolvendo artigos em revistas científicas e em congressos afere-se que os anos de 2016 e 2017 foram os que mais tiveram contribuições ao tema desta pesquisa, representando juntos 60,9% do total das publicações consideradas aderentes (Figura 3). Esta porcentagem representa que o assunto está ganhando maior atenção do meio acadêmico.

A temática foi mais explorada em congressos científicos em 2016 e em revistas em 2017, podendo indicar um amadurecimento desta sinergia entre as ferramentas. O ano de 2018 não apresentou nenhum artigo em congresso visto o período de pesquisa e, por ora, apenas 3,1% foram realizadas em revistas.

Figura 3 - Publicações Aderentes por Ano



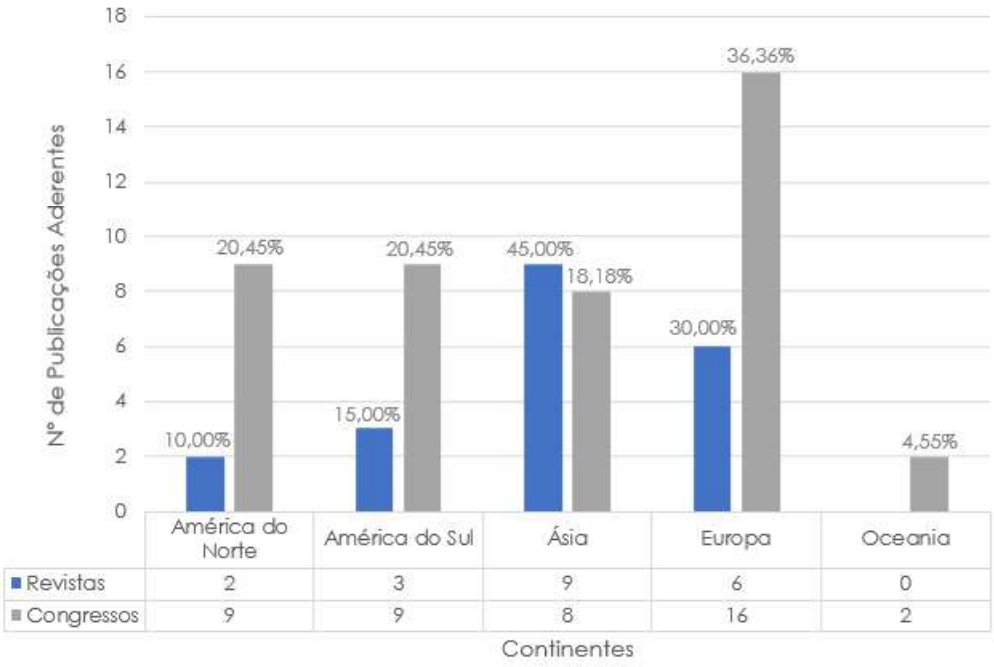
Fonte: Os autores.

3.2 Continentes

Os continentes que mais tiveram publicações aderentes foram a Europa e Ásia, 60,9%, comprovando-os como os maiores produtores de conhecimento científico, conforme pode ser observado na Figura 4.

A Ásia foi de encontro a tendência mundial em relação às publicações por tipo de fonte, visto que todos demais continentes tiveram o tema mais estudado em congressos.

Figura 4 - Publicações Aderentes por Continente



Fonte: Os autores.

3.3 Autores e Citações

O número total de autores que publicaram sobre o tema é igual a 177, onde 80,79% representa os que publicaram apenas uma vez e 16,38% duas vezes. Na Tabela 2 são apresentados os cinco autores que mais publicaram sobre o tema (2,82%).

A diferença entre as quantidades de publicações/autor indica que a maioria dos pesquisadores estão iniciando seus estudos na temática e por isso há poucas publicações da sinergia *Lean* e *BIM*.

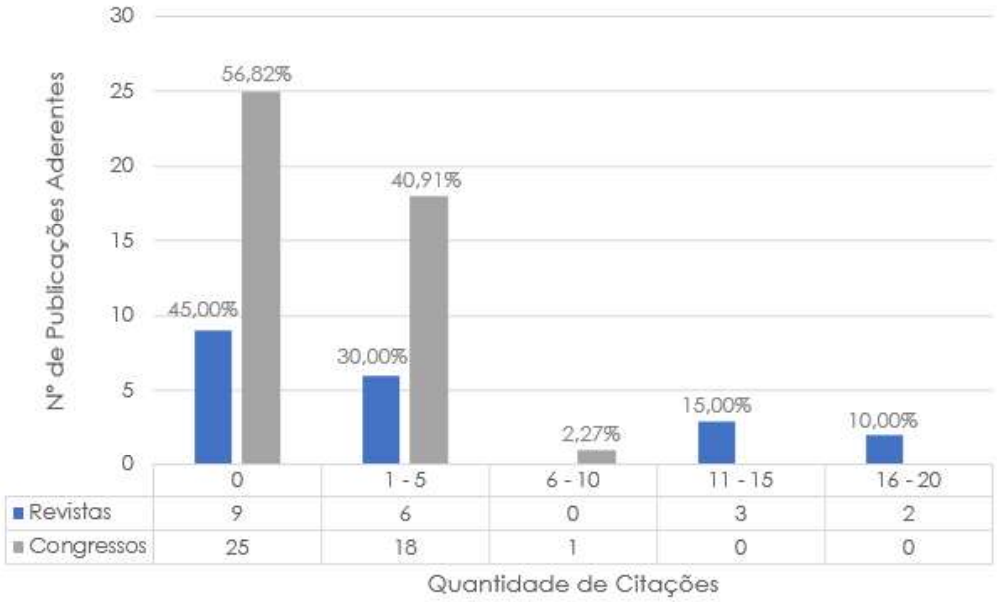
Ao realizar o mapeamento optou-se por não limitar o número de citações, visto que a temática não apresenta muitos artigos publicados. Sendo assim, percebe-se que 53,1% se referem a artigos que nunca foram citados, ao passo que apenas 7,8% superam 10 citações, sendo todos de revistas científicas (Figura 5).

Tabela 2 – Autores com Mais de Duas Publicações sobre *Lean* x *BIM*

Autores	**Tipos de Fontes**		
	Revista	**Congresso**	**Total**
Dave B.	2	1	3
Hamzeh F.	1	2	3
Koskela L.	2	2	4
Mourgues C.	1	2	3
Sacks R.	1	2	3

Fonte: Os autores.

Figura 5 – Publicações Aderentes por Quantidade de Citações



Fonte: Os autores.

Numa pesquisa realizada por Sacks et al. (2010) sobre Lean e BIM, identificou-se um grande número de mecanismos de interações entre estes dois conceitos. Em suas conclusões, os autores sugeriram uma adoção paralela e em pequenos passos do uso sinérgico destas duas inciativas como uma boa estratégia para explorar ao máximo os seus benefícios.

Hattab e Hamzeh (2015) observaram o melhor potencial para o gerenciamento de projetos comparando duas combinações: a estrutura da rede social num ambiente tradicional versus a estrutura da rede social num ambiente Lean/BIM. Concluíram que no universo Lean/BIM a integração, o intercâmbio de informações e o envolvimento precoce dos participantes do projeto se dava de uma maneira muito mais incisiva e eficiente. Assim, as relações não se restringiam apenas aos arquitetos e gerentes de projetos, se estendiam também as outras partes interessadas como os empreiteiros, fornecedores e outros engenheiros especializados, permitindo uma conexão mais ampla entre os participantes do projeto a partir da descentralização da troca de informações e da tomada de decisões.

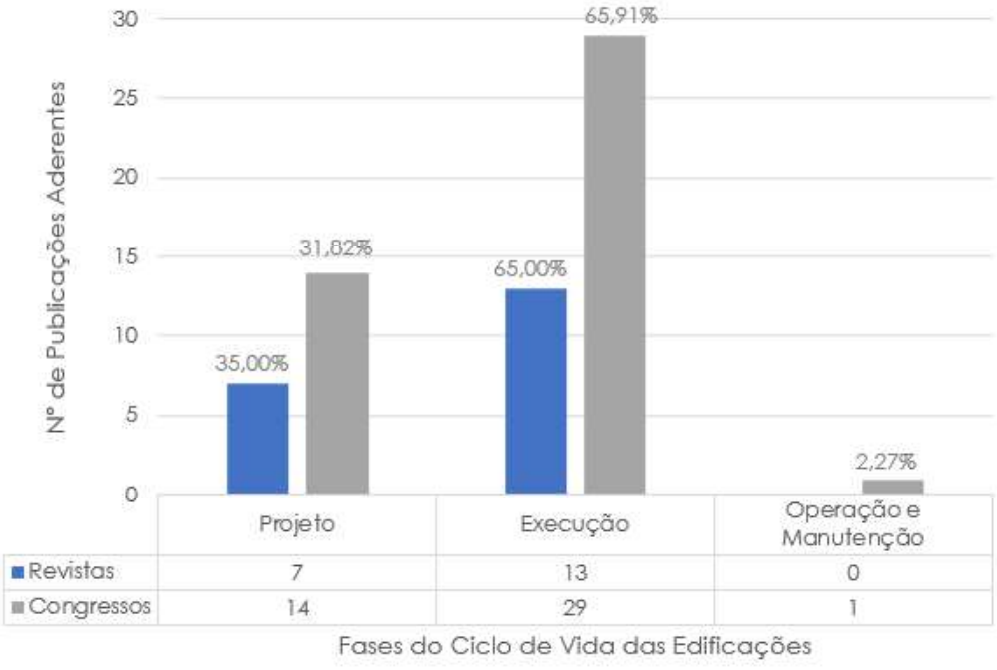
3.5 Fases do Ciclo de Vida da Edificação

Na Figura 6 afere-se que o maior foco dos estudos da sinergia estudada está centrado na fase de execução, representando 65,63% do total analisado. O estudo de Fakhimi et al. (2017) mostra que a maioria dos pesquisadores têm limitado suas descobertas dentro desta faixa específica do ciclo de vida das edificações, indo ao encontro dos resultados aqui obtidos.

A partir do exposto, observa-se que há a falta de estudos mais aprofundados sobre o tema nas fases de projeto (*design*), sendo a propulsora do ciclo da construção civil e na de operação e manutenção (pós-obra).

Hattab e Hamzeh (2015) avaliaram que os dois conceitos *Lean* e *BIM,* quando aplicados simultaneamente, potencializam uma melhora gerencial nos projetos e fornecem uma compreensão mais profunda da dinâmica de erros e como eles podem ser efetivamente neutralizados.

Figura 6 – Publicações Aderentes por Fases de Ciclo de Vida da Edificação



Fonte: Os autores.

Para Onyango (2016), a evolução da tecnologia *BIM* se estrutura de forma que o próximo passo será inserir os princípios *Lean* no processo de planejamento, o que levará a uma estrutura integrada iniciando-se na fase de projeto (*design*) e estendendo-se à fase de construção.

Ainda dentro desta vertente, outro estudo viabilizado por meio de uma revisão bibliográfica constatou um percentual de fatores *Lean* aplicáveis a uma plataforma *BIM*. Para fase de projeto (*design*), evidenciou-se os seguintes fatores relativos à sua melhoria: melhor comunicação, maior integração, interoperabilidade e colaboração entre as partes envolvidas (AROKIAPRAKASH; KANNAN; PRABHU, 2017).

4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho foram alcançados ao mapear os artigos do tema em estudo em duas bases confiáveis, possibilitando observar a evolução do tema, bem como encontrar as lacunas existentes. No entanto, as discussões

apresentadas foram sucintas, cabendo um desenvolvimento maior sobre o tema, as categorias do mapeamento e as lacunas encontradas.

Os referenciais selecionados permitiram observar que o uso sinérgico do *Lean* e *BIM* na indústria AEC são recorrentes na fase operacional dentro do ciclo de vida da edificação. Por isso, ocorre uma necessidade de um estudo mais aprofundado nas lacunas da integração do *Lean* e *BIM* com ênfase na investigação da combinação entre os dois no processo integrado de execução do projeto e pós-obra.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se realizar uma investigação acadêmica para o desenvolvimento de diretrizes visando implementar *Lean* e *BIM* nas fases de projetos e de operação e manutenção das edificações.

REFERÊNCIAS

AL HATTAB, M.; HAMZEH, F. Using social network theory and simulation to compare traditional versus BIM–lean practice for design error management. **Automation in Construction**, v. 52, p. 59-69, 2015.

AROKIAPRAKASH, A.; KANNAN, S.; MANIKANDA PRABHU, S**.** Formulize construction and operation management by integrating BIM and lean. **International Journal of Civil Engineering and Tecnology**, v. 8, n. 4, p. 991-1001, 2017.

EASTMAN, C. *et al*. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

FAKHIMI, A. *et al*. Influences of Building Information Modeling (BIM) on Oil, Gas and Petrochemical Firms. **Science and Technology for the Built Environment**, v. 23, n. 6, p. 1063-1077, 2017.

MANDUJANO, M. G. *et al*. Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature. **Revista de la construcción,** v. 15, n. 3, p. 107-118, 2016.

OLAWAMI, T. O.; CHAN, D. W. M.; WONG, J. K. W. Evolution in the intellectual structure of BIM research: a bibliometric analysis. **Journal of Civil Engineering and Management**, vol. 23, n. 8, p. 1060-1081, 2017.

ONYANGO, A. F. **Interaction between Lean Construction and BIM**: How effectiveness in production can be improved if lean and BIM are combined in the design phase a literature review. 2016. 32 p. Degree Project (Architectural design and construction project management Master of Science) - Department of Real Estate and Construction Management, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2016.

SACKS, R. *et al*. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, n. 980, p. 968-980, 2010.

TAURIAINEN, M. *et al*. The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. **Procedia Engineering**, v. 164, n. June, p. 567-574, 2016.