

RELAÇÕES CONCEITUAIS ENTRE O BUILDING INFORMATION MODELING E O LEAN NA GESTÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Relationship between the concepts of Building Information Modeling and Lean in the information management in the construction industry

Bruno Medeiros de Oliveira¹, Felipe Traguetto Silva², Tatiana Gondim do Amaral³



PALAVRAS CHAVE:

BIM;
Gestão da Informação *Lean* ;
Gestão da informação;
Construção Enxuta;
Revisão Sistemática da
Literatura.

KEYWORDS:

BIM;
Lean Information Management;
Information Management;
Lean Construction;
Systematic Literature Review.

RESUMO: O *Building Information Modeling (BIM)* integra, dentre outras funcionalidades, o planejamento e a construção com suas tecnologias. E o pensamento do *Lean Construction* busca otimizar a produção e facilitar, reduzir custos a gestão da informação. Embora os dois sejam conceitualmente independentes, existem sinergias entre eles que se estendem além da natureza essencialmente circunstancial de sua maturidade que se aproxima contemporaneamente. Esta pesquisa investiga as interações entre o *Lean* e o BIM, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Neste sentido, acredita-se que este diagnóstico revele tendências de pesquisa existentes bem como desafios e oportunidades para trabalhos futuros. A relevância dessa pesquisa se dá pela baixa quantidade de artigos identificados nos últimos 10 anos sobre o tema, o que se intensifica com a constante busca por maior controle de custo, prazo e qualidade na indústria da construção. Com a RSL foi possível classificar as lacunas do conhecimento em cinco grupos, além de poder separar o tema dos artigos por fase do ciclo de vida da construção. Esta pesquisa contribui para ampliação das fronteiras do conhecimento ao analisar o estado da arte e identificar tendências de pesquisa.

ABSTRACT: *Building Information Modeling (BIM)* integrates planning and construction with its technologies, among other features. And *Lean Construction* thinking seeks to optimize production and facilitate, reduce costs and manage information. Although the two are conceptually independent, there are synergies between them that extend beyond the essentially circumstantial nature of their contemporaneously approaching maturity. This research investigates the interactions between *Lean* and BIM through a Systematic Literature Review (SLR). In this sense, it is believed that this diagnosis will reveal existing research trends as well as challenges and opportunities for future work. The relevance of this research is due to the low number of articles identified in the last 10 years on the subject, which is intensified by the constant search for greater cost, time, and quality control in the construction industry. Using RSL, it was possible to classify the knowledge gaps into five groups, as well as being able to separate the topic of the articles by phase of the construction life cycle. This research contributes to expanding the frontiers of knowledge by analyzing the state of the art and identifying research trends.

* Contato com os autores:

Publicado em 31 de dezembro de 2023

1 e-mail: brunomedeiros@discente.ufg.br (B. M. OLIVEIRA)

Graduando em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

2 e-mail: felipetragnetto@discente.ufg.br (F. TRAGUETTO)

Graduando em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

3 e-mail: tatianagondim@ufg.br (T. G. AMARAL)

Engenharia Civil, Doutora em Engenharia Civil, Docente, Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os projetos de construção têm se tornado mais complexos de serem gerenciados em decorrência da complexidade com relação às informações produzidas e a mútua relação de dependência entre os diferentes envolvidos – instituições financeiras, sub-empresiteiros, arquitetos, engenheiros, consultores jurídicos – durante todo o ciclo de vida da construção, na qual a comunicação se faz necessária (BRYDE; BROQUETAS; VOLM, 2013; FAKHIMI; SARDROUD; AZHAR, 2016; GUPTA; MOON, 2019; KIRCHBACH; STEUER; GEHBAUER, 2013; MELZNER, 2019).

A indústria da construção foi um dos primeiros setores a serem impactados pela pandemia do COVID-19, com riscos tanto para a saúde física, quanto a saúde mental dos colaboradores, o que gerou um grande desafio à toda a cadeia e principalmente para os líderes dessa indústria (PAMIDIMUKKALA; KERMANSHACHI, 2021). Com isso, as empresas tiveram que se adaptar ao trabalho remoto de seus funcionários, o que causou uma aceleração a necessidade de digitalização dos dados e digitização das informações para facilitar e viabilizar a troca de informações entre os envolvidos na construção.

Além disso, a crescente demanda pelo controle de custo, prazo e qualidade, acompanhada de um forte avanço nas tecnologias do setor, incrementam possibilidades que são constantemente descartadas pela falta de definição de processo e plano de execução entre os envolvidos. Isso é evidenciado pela utilização de *softwares* incompatíveis, que dependem do compartilhamento manual da informação o que pode gerar desperdícios com a falta de dados ou informações duplicadas (GUPTA; MOON, 2019).

Pensando nisso, discute-se abordagens capazes de otimizar a gestão de projeto de construção fundamentada pela tecnologia da informação. Embora o *Lean Construction* e o *Building Information Modeling* (BIM) sejam conceitualmente independentes existem sinergias entre eles que se estendem até a contemporaneamente (SACKS et al., 2010).

Algumas aplicações da relação entre esses dois conceitos já são estudadas no mundo, e que abrangem todo o ciclo de vida das construções. Uma delas é a utilização de realidade virtual ou visualização 3D com modelos BIM em conjunto com a metodologia *Last Planner System* (LPS) para otimizar o planejamento das obras (DALLASEGA, P.; REVOLTI, A.; SAUER, P.C.; SCHULZE, F.; RAUCH, 2020; GUERRIERO, A.; KUBICKI, S.; BERROIR, F.; LEMAIRE, 2018; HEIGERMOSER, D.; GARCÍA DE SOTO, B.; ABBOTT, E.L.S.; CHUA, 2019). Pensando em capacitação de pessoas, WANG et al. (2020) estudaram como o mapeamento de fluxo de valor poderia ser utilizado para melhorar um programa de treinamento imersivo baseado na realidade virtual. No canteiro de obras, uma das possibilidades é a utilização de uma plataforma integrada que permite um processamento de dados em tempo real entre a equipe de projetos e o time que opera os maquinários de terraplenagem, transformando a obra em um canteiro digital com fluxo contínuo e sendo possível tomar decisões baseadas em dados de performance reais (KIRCHBACH; STEUER; GEHBAUER, 2013).

Entre diversas definições do *Building Information Modeling*, este estudo escolheu a feita por Sacks et al. (2018), em que ele define BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar, e analisar modelos de construção. De acordo com o autor, esses modelos de construção, que podem apresentar uma visualização 3D, possuem um acúmulo de informações (incluindo documentos) sobre o projeto e suas interfaces, a construção e a operação das edificações (DEMIAN; WALTERS, 2014). Quando adequadamente implementada, a modelagem de informação oferece benefícios em todas as fases do ciclo de vida da construção, desde a fase de concepção, até a sua operação e manutenção (BECERIK-GERBER; KENSEK, 2010).

O BIM é considerado uma tecnologia de informação e comunicação) e seu impacto mais significativo ocorreu na indústria da construção. Por sua vez, o *Lean Construction* trouxe uma abordagem conceitual para o gerenciamento de projetos e construções. O *Lean Construction* refere-se à aplicação e adaptação dos conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção para a construção civil, tendo como

foco a redução do desperdício, o aumento do valor para o cliente, e a melhoria contínua. Quando aplicados em conjunto, é esperado que o BIM possa providenciar uma base estruturada, com uma melhor integração do time de projeto e processos bem definidos, para facilitar o alcance dos objetivos do *Lean*, sendo uma construção com maior qualidade, menor custo e menor prazo (SACKS, R. et al., 2010).

A pesquisa feita por Sacks et al. (2010) propõe 56 relações entre as funcionalidades BIM e os princípios do *Lean Construction*, baseado em evidências de pesquisas e práticas feitas pelos autores. Grande parte dessas relações que são positivas, são voltadas para a gestão da informação, como a visualização simultânea de projetos e decisões entre as partes interessadas, diminuindo os lotes de produção e simplificando o número de passos em um processo.

Dentro ainda da discussão de Sacks et al. (2010), uma abordagem importante é a relação necessário do BIM e do *Lean* com a mudança no processo da construção civil para que os benefícios sejam abrangentes. Para que isso ocorra, é necessário que esses três conceitos sejam enraizados com a teoria da produção na construção, de forma que as peculiaridades da construção sejam levadas em consideração. A Figura 1 representa o esquema de conexão entre as ideias abordadas.

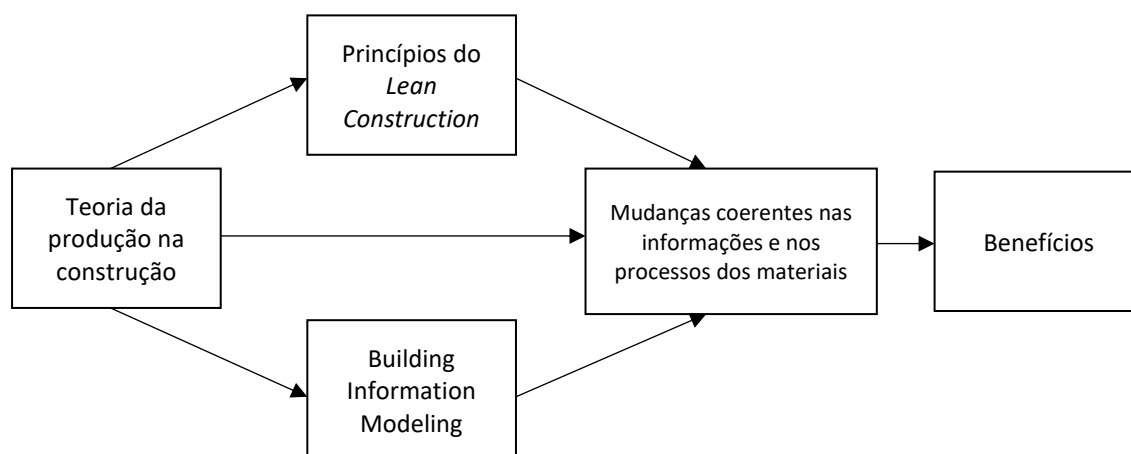


FIGURA 1: Dependência da realização do benefício através do processo de mudança na construção nos princípios *Lean*, BIM e um entendimento teórico da produção da construção.

FONTE: Adaptado de Sacks et al. (2010).

Uma relação possível entre esses conceitos abordados e que traz um grande avanço para a integração e a colaboração das partes interessadas no desenvolvimento de um empreendimento é a utilização do BIM, com o *Lean* e o *Integrated Project Delivery (IPD)*, mudando o tipo tradicional de contratação entre os envolvidos na construção. O IPD é um método de entrega de projetos de construção que busca a eficiência e o envolvimento de todos os participantes em todas as fases de projeto, fabricação e construção. O IPD combina ideias de prática integrada e construção enxuta, integra as pessoas, os sistemas, as estruturas corporativas e a prática em um processo colaborativo que reúne os talentos e insights de todos os participantes para reduzir o desperdício e otimizar a eficiência através de todas as fases de projeto, fabricação e construção (FAKHIMI; SARDROUD; AZHAR, 2016).

Esse tipo de solução colabora com pelo menos cinco das 56 relações elaboradas por Sacks et al. (2010), com a revisão multidisciplinar do detalhamento do projeto e da fabricação, uso de um ambiente colaborativa que facilita a definição de requisitos, além da satisfação do cliente e a clareza no compartilhamento de informações dentro dos modelos.

Com tantas possibilidades de interação entre o *Lean Construction* e o BIM, e sabendo da importância que a gestão da informação tem para o sucesso do ciclo de vida da construção, o objetivo desse

trabalho é definir as lacunas de pesquisa relacionadas ao tema por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

2. MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada nesse estudo é a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Essa estratégia envolve uma pesquisa abrangente e sistemática para localizar os trabalhos relevantes publicados e não publicados que abordam uma ou mais questões de pesquisa, e uma apresentação sistemática e integração das características e conclusões dos resultados (SIDDAWAY; WOOD e HEDGES, 2019). As questões de pesquisa definidas para este trabalho foram: “Sabemos que existe interação entre os conceitos de BIM e *Lean Construction* na gestão da informação no contexto da construção civil, mas como acontecem essas interações? Quais são as aplicações? Como elas são feitas? Quais são os benefícios de usar o *Lean Information Management* (LIM) no ciclo de vida da construção?”

Os procedimentos de busca e seleção dos artigos estão apresentados na Figura 2. Esse procedimento buscou definir as relação conceituais entre o BIM e do Lean na gestão da informação da construção (RUIZ E GRANJA, 2013; COSTA, STAUT E ILHA, 2014; MORANDI; CAMARGO, 2015; SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).



FIGURA 2: Método do Mapeamento Sistemático da Literatura.

FONTE: Autores (2021).

Para esta pesquisa utilizou-se as bases de dados *Science Direct*, *Scopus*, *Web of Science* e o *Engineering Village*.

A partir das questões desta pesquisa, definiu-se como string: ((*"building information modeling"* OR *"BIM"*) AND (*"lean information management"* OR *"lean management"* OR *"lean information"*)), sendo esta formatação utilizada para todas as bases de dados adotadas.

Os critérios de exclusão foram: artigos anteriores à 2009, desvio do tema da pesquisa, idioma que não seja inglês ou português, conteúdo sobre *Green Construction* e artigos de outras áreas. Entendendo quais

são os critérios de seleção dos artigos que vieram das bases de dados, foi efetuada a análise detalhada dos títulos e resumos, resultando em um novo conjunto de artigos, os quais foram lidos em sua totalidade, levando à exclusão de outros artigos que não estavam relacionados à construção civil. As publicações que não estavam com seu texto completo disponibilizado gratuitamente via biblioteca virtual da universidade também foram excluídas.

Todo o processo de qualificação foi realizado dentro da plataforma Coda (<https://coda.io/>), que permite um compartilhamento de dados integrado entre os participantes da pesquisa.

Cada uma das bases de dados utilizadas para pesquisa das publicações classifica os documentos com diferentes informações. Estas são possíveis de serem extraídas na forma de dados de modo sistematizado, em formatos de .txt, .bib, .ris ou .csv. Em todas as bases utilizadas para busca de artigos, foram extraídos arquivos do tipo .csv, para posterior tratamento através de ferramentas do *Microsoft Excel*[®] e *Microsoft Power BI*[®].

De forma a filtrar e analisar os dados dos artigos extraídos das bases de pesquisa, foi realizada a qualificação dos dados, padronizando as informações dos diferentes canais de busca para uma única formatação. Este processo foi feito por meio da tecnologia de conexão de dados do *Microsoft Excel*[®], o *Power Query*.

Dentro do software foi possível integrar os dados e padronizar em colunas relevantes para esta pesquisa, como: título, autores, ano, local de publicação, instituição, referências etc. Durante esse processo, foi-se realizada uma seleção prévia de filtragem, de títulos sem autores, artigos duplicados, anais de conferências e revistas de assuntos gerais.

A partir da análise da lista de referências de cada artigo selecionado, foram selecionados os periódicos com conteúdo aderente ao tema e que não constavam no conjunto de artigos já selecionados, utilizando o método “bola de neve” (*snowball sampling*) que é uma forma de amostra não probabilística que utiliza cadeias de referência.

Após a leitura completa dos artigos, foi identificada a lacuna do conhecimento, com o intuito de analisar o que pode ser trabalhado, referente ao tema, em trabalhos futuros. Também foi possível categorizar os conteúdos dos textos, relacionando os seus temas com as fases do ciclo de vida das construções, focando em quatro principais: Concepção e Viabilidade, Projeto, Construção e Manutenção.

Com o intuito de entender melhor como as publicações relacionadas com esse tema se conectam, também foi feita uma análise com as referências de todos os artigos selecionados, que resultou em um total de 3.336 artigos e 2.121 autores referenciados.

Com o intuito de tentar entender em qual fase do ciclo de vida da construção o tema abordado por cada um dos artigos selecionados está, esses foram divididos em três categorias, que são “Concepção e Viabilidade”, “Projeto” e “Construção”.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise da lista de referências de cada artigo selecionado, foram selecionados os periódicos com conteúdo aderente ao tema e que não constavam no conjunto de artigos já selecionados, utilizando o método “bola de neve” (*snowball sampling*). O resultado dessa análise pode ser identificado na Figura 3.

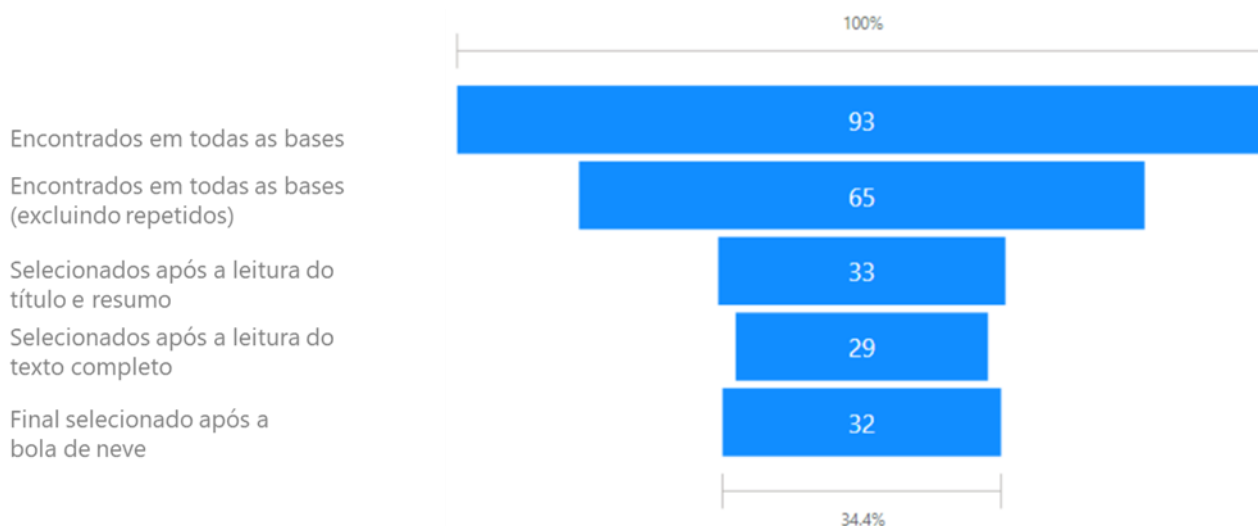


FIGURA 3: Quantitativo de artigos nas Etapas do Mapeamento Sistemático de Literatura.
FONTE: Os autores (2021).

Por conseguinte, realizou-se a análise dos seguintes critérios: número de publicações por ano, autores com maior ocorrência, instituições que mais publicaram sobre o tema, as relações entre os autores a partir das referências dos artigos, entre outros.

Com o uso do *Power BI*, foi criado um *dashboard* de resumo com os principais resultados das análises feitas, identificado na Figura 4 e que também pode ser acessado pelo [link](#).

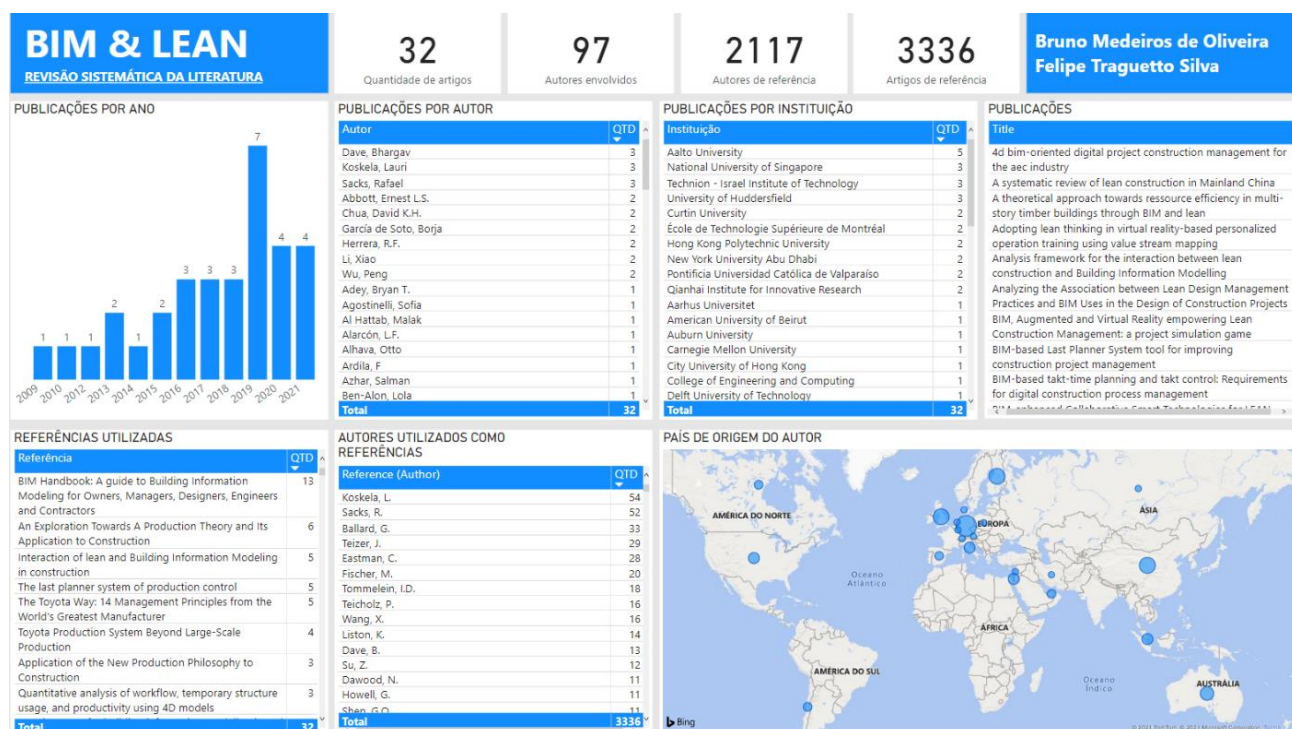


FIGURA 4: Resumo das análises feitas na RSL.
FONTE: Os autores (2021).

Na Figura 5 é possível identificar o levantamento numérico de artigos que foram publicados nos anos de 2009 a 2021. De forma geral, os trabalhos são compostos por pesquisas primárias e secundárias que relacionavam o BIM com a filosofia *Lean*, tentando entender suas possíveis aplicações e barreiras existentes, ou então, alguns trabalhos que escolhem uma dessas possíveis relações para solucionar uma problemática na gestão da informação da construção civil e fazem um estudo de caso em cima disso.

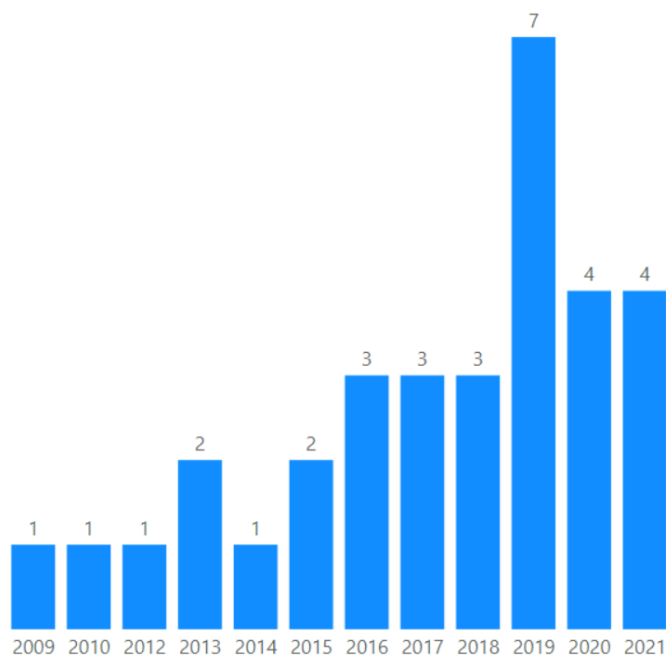


FIGURA 5: Número de artigos publicados ao longo dos anos.
FONTE: Os autores (2021).

As principais palavras-chave que apareceram nos artigos selecionadas estão na Figura 6. As temáticas mais abordadas nas pesquisas falam sobre gestão de projetos, gestão de obras, tecnologias no canteiro de obras, comunicação entre partes interessadas e gestão da informação, sempre relacionadas com o BIM e o Lean.



FIGURA 6: Número de artigos publicados ao longo dos anos.
FONTE: Os autores (2021).

O número de instituições que publicaram mais de um artigo que entraram na amostragem desta pesquisa não foi alto (Figura 7). As duas que tiveram mais de 3 artigos publicados foram Aalto University, Finlândia, Universidade Nacional de Singapura, Singapura, Instituto de Tecnologia de Israel, Israel e Universidade de Huddersfield, Inglaterra. Essas publicações também tiveram alta relevância nas considerações finais feitas pelos autores.

Instituição	QTD
Aalto University	5
National University of Singapore	3
Technion - Israel Institute of Technology	3
University of Huddersfield	3
Curtin University	2
École de Technologie Supérieure de Montréal	2
Hong Kong Polytechnic University	2
New York University Abu Dhabi	2
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2
Qianhai Institute for Innovative Research	2
Aarhus Universitet	1
American University of Beirut	1
Auburn University	1
Carnegie Mellon University	1
City University of Hong Kong	1
College of Engineering and Computing	1
Delft University of Technology	1
Total	32

FIGURA 7: Número de publicações por instituição.

FONTE: Os autores (2021).

Da mesma forma, foi identificado uma baixa recorrência de autores escrevendo mais de um artigo dentre os que passaram pelo filtro da RSL, como é mostrado na Figura 8.

Autor	QTD
Dave, Bhargav	3
Koskela, Lauri	3
Sacks, Rafael	3
Abbott, Ernest L.S.	2
Chua, David K.H.	2
García de Soto, Borja	2
Herrera, R.F.	2
Li, Xiao	2
Wu, Peng	2
Adey, Bryan T.	1
Agostinelli, Sofia	1
Al Hattab, Malak	1
Alarcón, L.F.	1
Alhava, Otto	1
Ardila, F	1
Azhar, Salman	1
Ben-Alon, Lola	1
Total	32

FIGURA 8: Número de publicações por autor.

FONTE: Os autores (2021).

Ademais, a distribuição de origem desses pesquisadores foi evidenciada na Figura 9, mostrando que a maior concentração, entre 2009 e 2021, está na Europa.

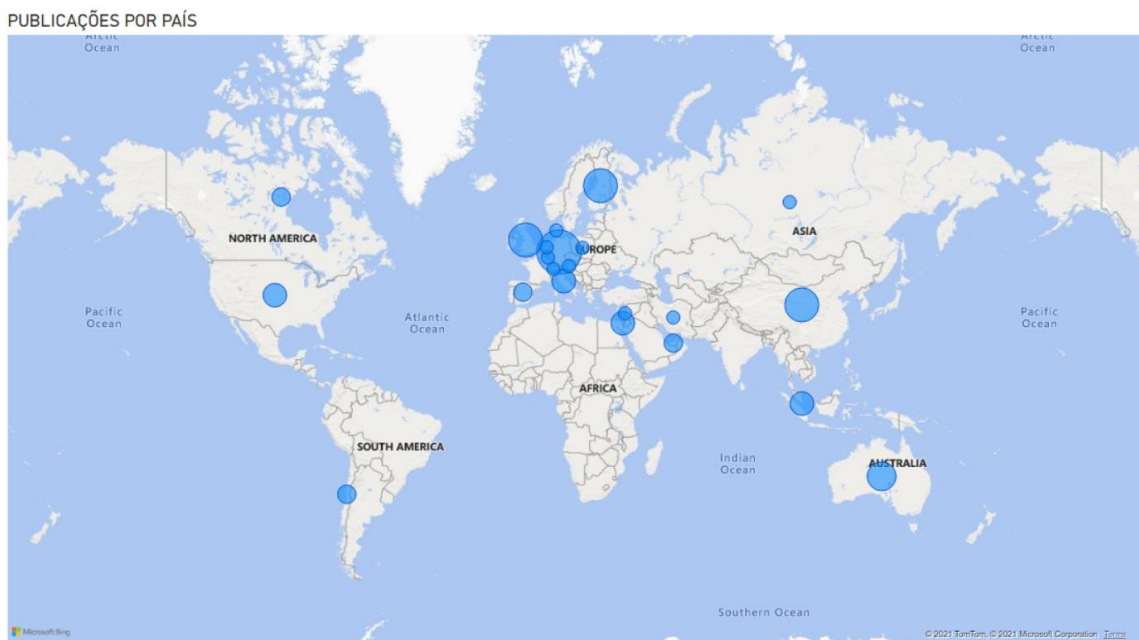


FIGURA 9: Origem dos autores.
FONTE: Os autores (2021).

Ao fazer uma relação do número de autores por país com o período de análise, é possível identificar uma maior frequência na Europa nos anos de 2018 e 2019 (Figura 10), mas que muda no ano de 2021, em que a América do Sul está mais em destaque (Figura 11), com duas publicações no Chile.



FIGURA 10: Relação do número de autores por país com o período de análise (2018 e 2019).
FONTE: Os autores (2021).



FIGURA 11: Relação do número de autores por país com o período de análise (2021).
FONTE: Os autores (2021).

Com referenciado anteriormente no método, foi feita uma análise com as referências de todos os artigos selecionados, que resultou em um total de 3.336 artigos e 2.121 autores referenciados. Com isso, é possível identificar quais foram as publicações mais relevantes, dentro da amostra de pesquisa (Figura 12), assim como os autores mais mencionados (figura 13).

Referência	QTD
BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors	13
An Exploration Towards A Production Theory and Its Application to Construction	6
Interaction of lean and Building Information Modeling in construction	5
The last planner system of production control	5
The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer	5
Toyota Production System Beyond Large-Scale Production	4
Application of the New Production Philosophy to Construction	3
Quantitative analysis of workflow, temporary structure usage, and productivity using 4D models	3
Total	32

FIGURA 12: Número de artigos mais referenciados nas pesquisas selecionadas pelas bases de dados.

FONTE: Os autores (2021).

Reference (Author)	QTD
Koskela, L.	54
Sacks, R.	52
Ballard, G.	33
Teizer, J.	29
Eastman, C.	28
Fischer, M.	20
Tommelein, I.D.	18
Teicholz, P.	16
Wang, X.	16
Liston, K.	14
Dave, B.	13
Su, Z.	12
Dawood, N.	11
Howell, G.	11
Shen, G.Q.	11
Alarcón, L.F.	10
Total	3336

FIGURA 13: Número de autores mais referenciados nas pesquisas selecionadas pelas bases de dados.

FONTE: Os autores (2021).

Foi possível identificar as lacunas do conhecimento de cada artigo, a partir da leitura completa deles. Essas foram divididas em três categorias “Concepção e Viabilidade”, “Projeto” e “Construção” e agrupados nas seguintes lacunas: Necessidade de ferramentas que integrem os conceitos Lean e BIM, Integração entre as partes interessadas sobre a utilização dos conceitos do Lean e BIM, Dificuldade em introduzir novas tecnologias no canteiro de obras, Falta de comprovação da eficácia do método e Revisão sistemática.

A denominada “Revisão Sistemática” se trata dos artigos que utilizam o método da Revisão Sistemática e, portanto, apresentam diversas lacunas sobre o tema abordado. A Figura 14 mostra a distribuição de artigos em cada fase do ciclo de vida da construção separadas por categoria da lacuna do conhecimento.

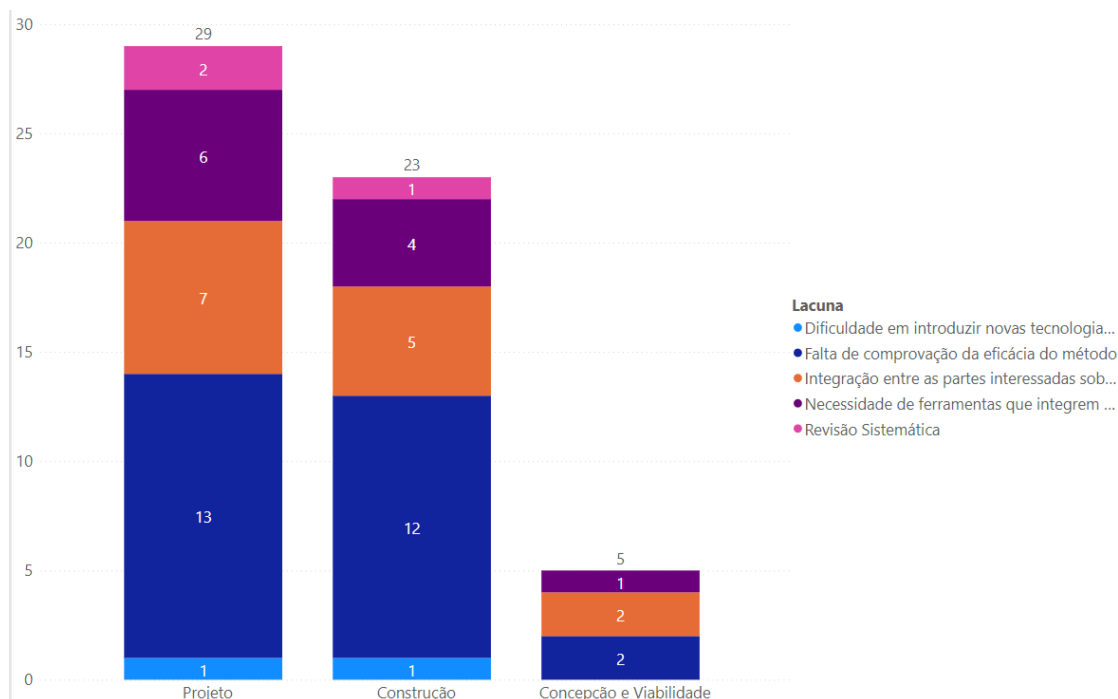


FIGURA 14: Distribuição dos artigos selecionados nas bases de dados por fase do ciclo de vida da construção e categorias das lacunas do conhecimento.

FONTE: Os autores (2021).

Mesmo com essas vantagens do uso do BIM com o *Lean*, as pesquisas sobre a aplicação desses conceitos ainda são insipientes. A RSL busca entender quais são as lacunas do conhecimento desse tema, para subsidiar o desenvolvimento de pesquisas futuras. As categorias de lacunas do conhecimento que podem ser utilizadas para a realização de trabalhos futuros e os critérios de seleção para cada uma delas estão descritos no Quadro 1.

QUADRO 1: Categorias das lacunas do conhecimento e seus critérios de seleção.	
Categoria das lacunas do conhecimento	Crítérios de seleção
Necessidade de ferramentas que integrem os conceitos <i>Lean</i> e BIM	Artigos que abordam sobre a necessidade de ferramentas que integrem os conceitos <i>Lean</i> e BIM tanto na parte de gestão e projetos, quanto na execução das obras.
Integração entre as partes interessadas sobre a utilização dos conceitos do <i>Lean</i> e BIM	Artigos que relatem problemas na indústria da construção civil causadas pela falta de colaboração entre as partes interessadas, e que afeta a eficácia da utilização do BIM e do <i>Lean</i> .
Dificuldade em introduzir novas tecnologias no canteiro de obras	Artigos relacionados com a dificuldade em implantar novas tecnologias no canteiro de obras, sendo mais um empecilho para realizar pesquisas empíricas.
Falta de comprovação da eficácia do método	Pesquisas que não conseguiram comprovar totalmente os métodos estudados. Isso pode ser por conta de uma falta de recursos, ou pelo tamanho da amostra, que não possibilita a expansão dos resultados para toda a indústria da construção.
Revisão sistemática	Artigos que são RSL e que apresentam diversas lacunas do conhecimento

FONTE: Os autores (2021).

4. CONCLUSÃO

Com a realização do levantamento sistemático foi possível identificar que as funcionalidades BIM e os princípios *Lean* possuem relações possibilitam melhorar a comunicação, a qualidade, a interoperabilidade e diminuir os desperdícios. Entretanto, muitas pesquisas ainda são teóricas, sem conseguir comprovar de forma empírica a real eficácia da integração desses conceitos.

Ao analisar as lacunas do conhecimento, muitos artigos entraram na categoria “Falta de comprovação da eficácia do método”, sendo que os artigos desse grupo são aqueles que não tiveram recursos suficientes para realizar uma pesquisa em campo, ou tiveram uma amostra muito específica, não sendo capaz de expandir seus resultados para a realidade da construção, indicando a necessidade de pesquisas relacionadas ao tema.

A partir da revisão bibliográfica, foi possível identificar que a construção civil sofre com uma falta de integração entre as diferentes partes interessadas, como empreiteiros, construtoras e projetistas. Relacionada a esta necessidade destaca-se a lacuna do conhecimento “Integração entre as partes interessadas sobre a utilização dos conceitos do *Lean* e BIM”.

Para que a gestão da informação possa melhorar, é crucial entender a importância da integração de três áreas principais: pessoas, processos e sistemas de informação. O que a literatura recomenda para se chegar a esse objetivo seria mudando o modelo da indústria da construção, com a utilização de contratos como o *Integrated Project Delivery (IPD)* ou o contrato de aliança, conceitos não discutidos neste texto, mas que as conclusões direcionam neste sentido (LAINE; ALHAVA; KIVINIEMI, 2014; TAURIAINEN, M.; MARTTINEN, P.; DAVE, B.; KOSKELA, 2016).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECERIK-GERBER, B.; KENSEK, K. *Building Information Modeling* in architecture, engineering, and construction: Emerging research directions and trends. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 136, n. 3, p. 139–147, 2010.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M. The project benefits of building information modelling (BIM). **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 971–980, 2013.

COSTA, C.; STAUT, S.; ILHA, M. Projeto de sistemas prediais hidráulicos sanitários com BIM: mapeamento da literatura. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 1, n. December 2016, p. 2760–2769, 2014.

DALLASEGA, P.; REVOLTI, A.; SAUER, P.C.; SCHULZE, F.; RAUCH, E. BIM, augmented and virtual reality empowering *Lean Construction* management: A project simulation game. **Procedia Manufacturing**, v. 45, p. 49–54, 2020.

DE MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multi-party contracted projects: Evidence from literature. **21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013**, n. January, p. 21–30, 2013.

DEMIAN, P.; WALTERS, D. The advantages of information management through building information modelling. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 12, p. 1153–1165, 2014.

DRESCH, A.; LACERDA, D.P.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão e Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

FAKHIMI, A. H.; SARDROUD, J. M.; AZHAR, S. How can *Lean*, IPD and BIM work together? **ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction**, n. September, p. 67–75, 2016.

GUERRIERO, A.; KUBICKI, S.; BERROIR, F.; LEMAIRE, C. BIM-enhanced collaborative smart technologies for *Lean Construction* processes. **2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering, Technology and Innovation Management Beyond 2020: New Challenges, New Approaches, ICE/ITMC 2017 - Proceedings**, v. 2018-Janua, n. June, p. 1023–1030, 2018.

- GUPTA, S.; MOON, S. Developing *Lean* management framework for building information modelling (BIM)-based construction project. **Proceedings of 22nd International Conference on Advancement of Construction Management and Real Estate, CRIOCM 2017**, v. 32, n. 2012, p. 851–861, 2019.
- HEIGERMOSER, D.; GARCÍA DE SOTO, B.; ABBOTT, E.L.S.; CHUA, D. K. H. BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. **Automation in Construction**, v. 104, n. June 2018, p. 246–254, 2019.
- KIRCHBACH, K.; STEUER, D.; GEHBAUER, F. Introduction of a digital earthwork construction site. **21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013**, p. 110–119, 2013.
- KITCHENHAM, B.; PRETORIUS, R.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P.; TURNER, M.; NIAZI, M.; LINKMAN, S. Systematic literature reviews in software engineering-A tertiary study. **Information and Software Technology**, v. 52, n. 8, p. 792–805, 2010.
- LAINE, E.; ALHAVA, O.; KIVINIEMI, A. Improving Built-in Quality By BIM. **Proceedings IGLC-22**, p. 945–956, 2014.
- LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: **Case study research in logistics**, v. Series B, n. June, p. 83–101, 2003.
- MELZNER, J. BIM-based takt-time planning and takt control: Requirements for digital construction process management. **Proceedings of the 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2019**, n. Isarc, p. 50–56, 2019.
- MORANDI, M. I. W. M.; CAMARGO, L. F. R. Revisão sistemática da literatura. In: **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- PAMIDIMUKKALA, APURVA; KERMANSHACHI, SHARAREH. Impact of Covid-19 on field and office workforce in construction industry. **Project Leadership and Society**, V. 2, 2021, 100018, ISSN 2666-7215, <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100018>.
- SIDDAWAY, A.; WOOD, A.; HEDGES, L. How to do a systematic review: A best practice guide to conducting and reporting narrative reviews, metaanalyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 2019.
- OLIMPIO, L. C. .; BARROS NETO, J. DE P.; MOREIRA, F. F. O PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS COM AUXÍLIO DO BUILDING INFORMATION MODELLING : UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. **XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, p. 9, 2019.
- PAMIDIMUKKALA, A.; KERMANSHACHI, S. Impact of Covid-19 on field and office workforce in construction industry. **Project Leadership and Society**, v. 2, p. 100018, 2021.
- RUIZ, J. A.; GRANJA, A. D. **Um Mapeamento Sistemático da Literatura Sobre a Relação entre Valor e Colaboração na Construção**. 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. *Anais...* Salvador – BA: 2013
- SACKS, R.; EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; LEE, G. **BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. Terceira e ed. Hoboken, Nova Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2018.
- SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, BHARGAV, A.; OWEN, R. Interaction of *Lean* and *Building Information Modeling* in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 968–980, 2010.
- TAURIAINEN, M.; MARTTINEN, P.; DAVE, B.; KOSKELA, L. The Effects of BIM and *Lean Construction* on Design Management Practices. **Procedia Engineering**, v. 164, n. June, p. 567–574, 2016.
- WANG, P.; WU, P.; CHI, H.L.; LI, X. Adopting *Lean* thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping. **Automation in Construction**, v. 119, n. July, p. 103355, 2020.