

UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA: INDUSTRIALIZAÇÃO, LEAN E SIMULAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

RUIZ, Phelipe Viana (1); FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli (2); GRANJA, Ariovaldo Denis (3); ILHA, Marina Sangoi de Oliveira (4)

(1) Mestrando, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, (19) 99424-3866, e-mail: phelipevruiz@hotmail.com
(2) Prof. Dra. Laboratório de Técnicas Construtivas (LABTEC), Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, patricia@fec.unicamp.br (3) Prof. Dr. Laboratório de Gerenciamento da Construção (LAGERCON), Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, adgranja@fec.unicamp.br (4) Prof. Dra. Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, milha@fec.unicamp.br.

Resumo: *O setor da construção é considerado um dos principais setores produtivos da economia. Com o mercado competitivo atual e a diminuição das margens de lucro obtidas e de menor dinheiro investido, cria-se a necessidade de maior investimento nas áreas de planejamento e controle e da busca por novas ferramentas e metodologias. A construção civil ainda se caracteriza por uma baixa produtividade, pela falta de organização e controle na produção, ocasionando desperdícios de tempo e recursos, além da deficiência de projetos e inúmeras improvisações, problemas estes que demonstram o quão necessário é sua industrialização. Dentre as filosofias relacionadas à diminuição de desperdícios, custos, estoques e aumento de produtividade, como os princípios Lean. Portanto busca-se neste estudo a compreensão do conhecimento por meio do mapeamento sistemático da literatura que associa o Lean, a industrialização da construção, e a utilização de simuladores como ferramenta, dado ao seu baixo custo e vasta possibilidade de criação de cenários, no intuito de analisar e classificar as pesquisas referentes ao tema, servindo para nortear novas pesquisas que tragam maiores contribuições para a comunidade científica e sociedade.*

Palavras-chave: *Construção, Industrialização, Simulação, Lean, Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL).*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos –Características Tecnológicas de Desempenho.*

1 INTRODUÇÃO

Historicamente o setor da construção civil sempre apresentou problemas relativos a desperdícios e perdas em obras. Com o aumento da concorrência no mercado atual e a diminuição das margens de lucro obtidas cria-se a necessidade de maior investimento nas áreas de planejamento, gestão e controle, o que leva a realização de estudos em busca de soluções e ferramentas que reduzam os desperdícios e as perdas no setor.

Em detrimento a este novo cenário econômico, as empresas dispostas a permanecer no mercado competitivo tiveram de buscar novos posicionamentos e aperfeiçoamentos de suas cadeias produtivas e gerenciais, buscando compreender a cadeia de suprimentos como um todo, procurando por formas de minimização de gastos, prazos e desperdícios. Com isso, os estudos na área tornaram-se cada vez mais valorizados, para assim aumentar as margens de lucro, qualidade, satisfação do cliente e velocidade de produção.

O setor da construção civil ainda se caracteriza em grande parte por uma baixa produtividade, falta de organização e controle na produção, o que acarreta em perdas, desperdícios de tempo e recursos e uma imprevisibilidade dos mesmos tendo-se que impor altos percentuais de incerteza, além da deficiência de projetos e inúmeras improvisações, diante deste quadro notam-se quão importante e necessária é sua industrialização.

Nos últimos anos os sistemas de engenharia têm crescido rapidamente em termos de complexidade, proporção, grau de incerteza e interdisciplinaridade. A este respeito, sistemas e projetos de construção não são exceção. A maioria dos projetos de construção envolve processos paralelos de montagem que interagem em um ambiente dinâmico (DONG et al., 2013). Na busca por maior eficiência e maior entendimento de uma cadeia

produtiva, uma possibilidade é a utilização de simuladores. Essa ferramenta permite criar a cadeia em um ambiente virtual e realizar diversos testes sobre ela, possibilitando comparar os diversos resultados obtidos e assim chegar ao modelo mais eficiente de produção.

Dada a importância do tema, justifica-se a realização de um Mapeamento Sistemático de Literatura (*Systematic Mapping Study*). Portanto busca-se neste estudo a compreensão do conhecimento existente neste tema por meio da realização de um mapeamento sistemático da literatura que associa o *Lean*, o qual se constitui por princípios relacionados a diminuição de desperdícios, custos, estoques e aumento de produtividade, a industrialização da construção e a utilização de simuladores como ferramenta, dado ao seu baixo custo e vasta possibilidade de criação de cenários, no intuito de analisar e classificar as pesquisas referentes ao tema, servindo para nortear novas pesquisas que tragam maiores contribuições para a comunidade científica e sociedade. Com este mapeamento objetiva-se criar uma base para uma futura realização de uma revisão sistemática da literatura e a inclusão das amostragens obtidas por meio do método “bola de neve”.

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA – MSL (SYSTEMATIC MAPPING STUDY – SMS)

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é uma forma de estudo baseada em evidências (*evidence-based form*) de estudos secundários (TOFAN et al., 2014), os quais utilizam a mesma metodologia básica da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), porém visando identificar e classificar toda pesquisa relacionada a um determinado tema (BUDGEN et al., 2008) permitindo a visualização de lacunas de pesquisa e clusters, direcionando o foco para uma futura RSL de forma a gerar pesquisas mais inovadoras.

Este método é destinado para fornecer uma visão geral de um tópico, permitindo identificar o tipo e quantidade de pesquisas disponíveis com relação ao tema (FEBRERO; CALERO; MORAGA, 2014) e se existem sub-tópicos com estudos primários suficientes para conduzir uma RSL convencional e também para identificar sub-tópicos onde mais estudos primários são necessários. (KITCHENHAM; BUDGEN; PEARL BRERETON, 2011) auxiliando dessa forma em direcionar novos estudos, evitando-se esforços gastos em uma questão já explorada (TOFAN et al., 2014). Além desses aspectos, são mapeados os veículos de publicação e as Bases de Dados nas quais foram indexadas (RUIZ; GRANJA, 2013) o que amplia a visão sobre o tema e fornece uma base para futuras buscas.

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para a realização do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), no intuito de posteriormente evoluir este trabalho para uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), foi elaborado um método inspirado nos trabalhos de Melo, Granja e Ballard (2013), Ruiz e Granja (2013) e da Mota Silveira Neto et al (2010).

Primeiro foram definidos quais os inputs a serem lançados nos buscadores dos Bancos de Dados. O processo de definição se iniciou com a realização de alguns testes lançando-se termos provisórios e verificando alguns dos textos, selecionados de forma aleatória, obtidos ao final da busca a fim de avaliar a aderência dos termos ao tema buscado e a ocorrência de palavras sinônimas.

Ao final desse processo definiu-se o *input* como “*industr* and construction and lean and simulat**”. Foi utilizado o operador booleano “and” pois buscava-se obter apenas as publicações que contemplassem todos os termos. Além disso, foi utilizado o caractere “*” ao final dos termos “*industr**” e “*simulat**” no intuito de obter todas as possíveis variações dos termos buscados, como *industry, industrialized, industrial, simulation, simulated*. Os termos foram utilizados em inglês dado que a busca foi realizada em bancos de dados internacionais, sendo a língua mais utilizada nas publicações científicas. Entretanto, para o banco de dados nacional, o *input* adotado foi “*industr* and construção and lean and simulação*”.

No processo de busca não foi imposto nenhuma delimitação de período, permitindo o retorno de todos os resultados relacionados ao tema, independentemente do ano de publicação. Delimitou-se as publicações àquelas publicadas na língua inglesa e portuguesa e que se tratassem de artigos de periódicos, com exceção dos artigos de conferência do IGLC.

Em seguida foram selecionados os bancos de dados nos quais a busca seria operada. Foram selecionados a base *Web of Science* e *Scopus*, por conta da grande importância destas bases e o grande número de textos que contemplam, o Compendex e o ProQuest, os quais foram recomendados pelo SBU (Sistema de Bibliotecas da Unicamp), e o Scielo, selecionado para a busca por artigos em português. Além destas, a busca foi realizada na base de dados do IGLC, por conta de o tema contemplar o termo *lean*.

Conforme a estrutura do buscador de cada base de dados, foi selecionado o local de busca do input adotado

e filtros a serem aplicados, no intuito de obter-se resultados mais aderentes ao tema. No Web of Science o input foi buscado nos Tópicos, com o filtro “*Engineering Civil*”, no Scopus, a busca foi feita no título do artigo, resumo e palavras-chave com filtro “*Engineering*”, no Compendex, no tema, título e resumo, no ProQuest, em qualquer lugar, exceto texto completo, com o filtro “*Engineering*”, e no Scielo a busca foi feita em todos os índices com o filtro “Engenharias”, “Engenharia Civil” e “Artigo”.

Para o armazenamento dos dados coletados e análise foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2013®. Com os dados dispostos na planilha eletrônica, o processo de trabalho com as informações se iniciou pela exclusão dos termos duplicados, seguida pela análise dos títulos de cada pesquisa, a fim de se remover os textos que não tinham relação com o tema, e pôr fim a análise dos resumos dos restantes, também se excluindo os quais não tinham aderência.

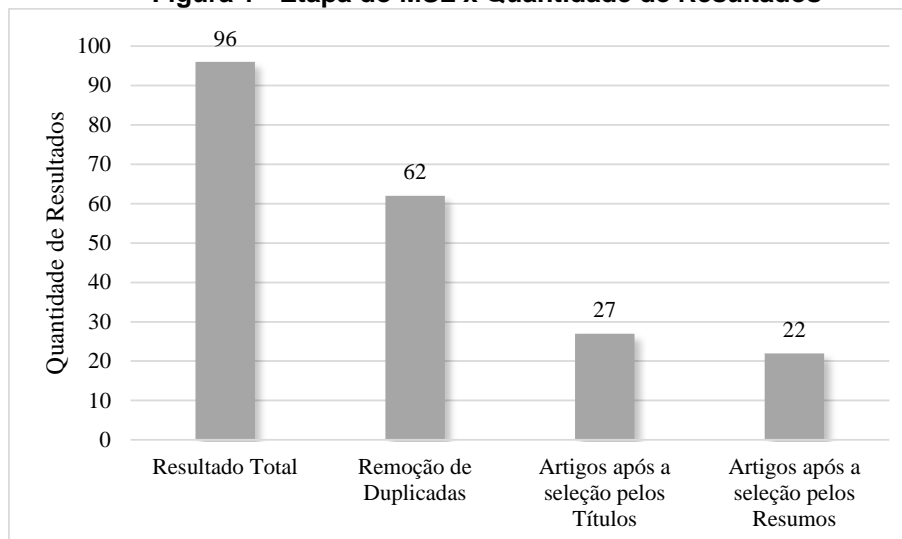
A partir dos resumos dos artigos selecionados, foram analisados seus aspectos bibliométricos, classificados conforme sua proposta de pesquisa, avaliando as ferramentas utilizadas, estratégia metodológica e, no caso dos estudos de caso, o local do qual os dados foram extraídos. Também foram avaliadas as palavras-chave adotadas nos artigos selecionados, permitindo a melhor visualização das palavras-chave mais aderentes ao tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do mapeamento da literatura, os dados resultantes foram analisados e sendo dispostos os resultados segundo os aspectos bibliométricos verificados e informações específicas coletadas e classificadas segundo a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave.

Para a melhor visualização dos aspectos bibliométricos dos resultados estes foram contabilizados segundo a etapa da realização do mapeamento (Figura 1), onde a análise se iniciou com um total de 96 textos (soma dos resultados de todos os bancos de dados), os quais, após análise dos títulos e dos resumos, resultou em 22 textos realmente aderentes ao tema proposto, uma redução de 77,1%. Na Figura 2 os textos foram distribuídos segundo o banco de dados de origem, tanto na etapa inicial de análise quanto após a seleção por títulos e resumo.

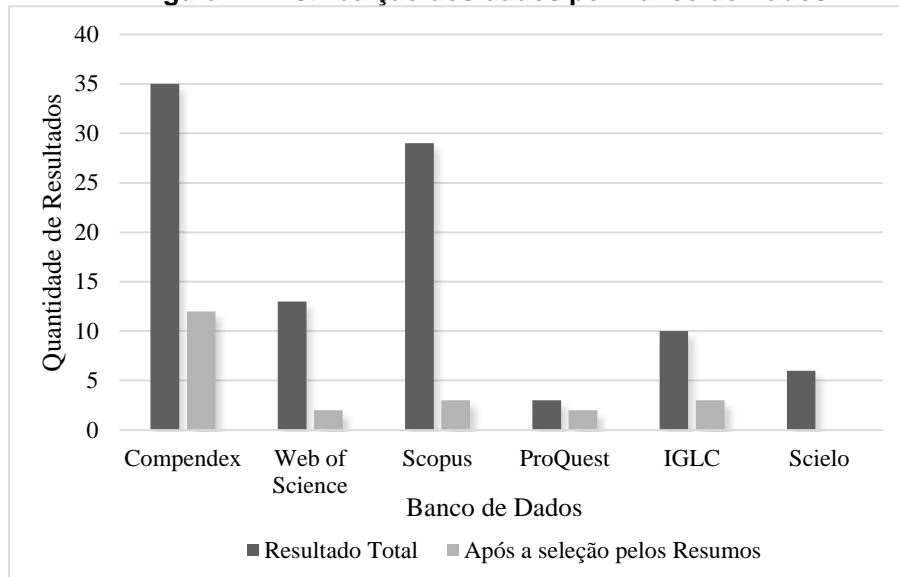
Figura 1 - Etapa do MSL x Quantidade de Resultados



Fonte: Autoria própria (2017)

Outra análise oriunda do mapeamento da literatura é a visualização da distribuição de textos ao longo do tempo e qual veículo de publicação foi utilizado. Na Figura 3 é possível visualizar que a maior parte das publicações relacionadas ao tema foram realizadas nos últimos 5 anos, contemplando 72,7% dos resultados. Também é possível observar que a publicação mais antiga referente ao tema data do ano de 2003, demonstrando ser um tema relativamente novo.

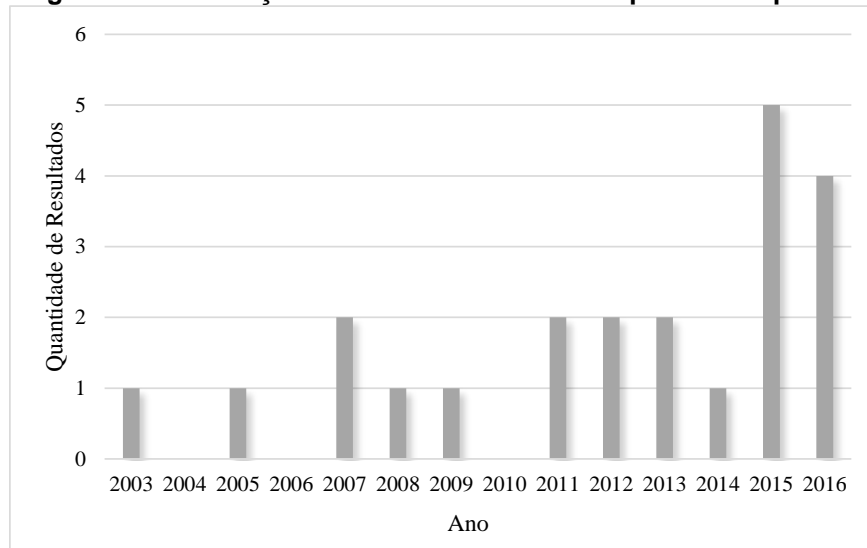
Figura 2 - Distribuição dos dados por Banco de Dados



Fonte: Autoria própria (2017)

Com relação aos meios de publicação, os resultados se apresentaram bem distribuídos ao longo de 15 periódicos, além dos artigos de congresso oriundos do IGLC. Entre estes cabe destacar que entre estes periódicos, os que mais apresentaram artigos relacionados ao tema foram “KSCE Journal of Civil Engineering”, “Journal of Construction Engineering and Management”, “Construction Management and Economics” e “Construction Innovation”, cada um destes contemplando 9,1% dos resultados, totalizando 36,4%.

Figura 3 - Distribuição dos textos selecionados por ano de publicação



Fonte: Autoria própria (2017)

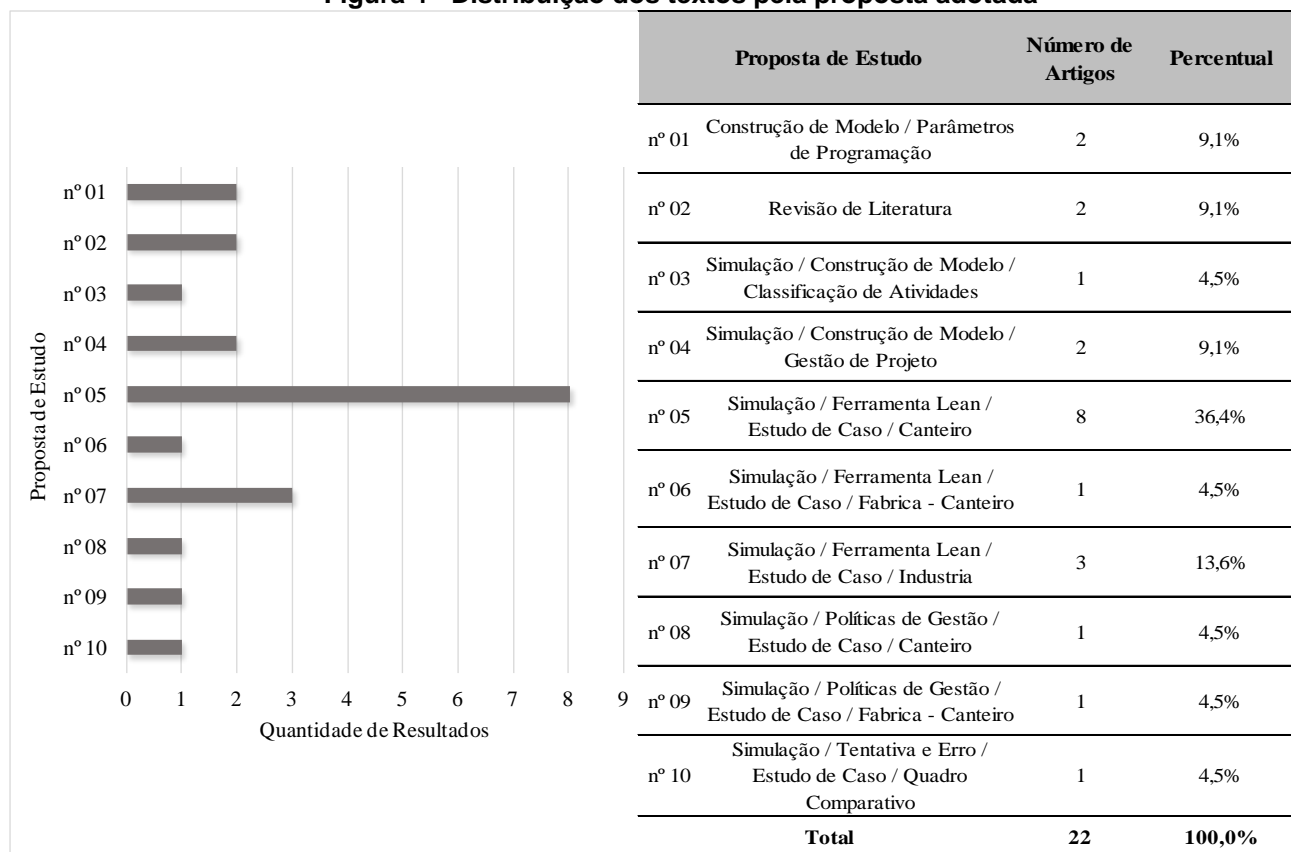
Além da análise sob o enfoque bibliométrico, também foi realizada a análise e classificação dos textos por meio de suas propostas de estudo observadas pela leitura de seus títulos e resumos. Os textos foram avaliados e foram identificadas 10 propostas de estudo nas quais as pesquisas foram distribuídas (Figura 4).

Avaliando os dados por meio da estratégia metodológica adotada, 68,2% dos textos utilizam o “Estudo de Caso” como abordagem. Cabe destacar que, se consideradas as propostas “nº 05”, “nº 06” e “nº 07” juntas, estas contemplam 54,5% dos resultados, o que demonstra a maior tendência de pesquisas relacionadas ao tema.

Entre estas propostas, a mais expressiva foi a “nº 05”, com 36,4% dos resultados, demonstrando uma maior exploração do tema segue a proposta da realização de uma simulação, com aplicação de uma ferramenta Lean, com dados oriundos de um estudo de caso realizado em um canteiro de obras.

Por meio da Figura 4 é possível visualizar melhor o cenário referente ao tema, permitindo aos pesquisadores destinarem seus esforços de pesquisa em propostas pouco exploradas, gerando produtos mais relevantes e que melhor contribuam para a comunidade científica.

Figura 4 - Distribuição dos textos pela proposta adotada



Fonte: Autoria própria (2017)

Também foram classificadas as palavras-chave mais utilizadas nos textos selecionados (Tabela 1), no intuito de auxiliar futuras buscas referentes ao tema, de forma a obter os resultados mais aderentes à pesquisa. Foram dispostas na Tabela 1 apenas as palavras-chave que apresentaram mais de uma aparição, sendo as demais classificadas como “Outros”. Dentre as mais utilizadas, destaca-se as três primeiras, as quais juntas contemplam aproximadamente 25% dos resultados, sendo estas, portanto, bem aderentes ao tema do estudo.

Tabela 1 - Palavras-Chave mais utilizadas

Palavra-Chave	Quantidade de Aparições	Percentual	Percentual Acumulado
Simulation	13	11,1%	11,1%
Construction Industry	10	8,5%	19,7%
Lean Production	5	4,3%	23,9%
Production Engineering	4	3,4%	27,4%
Project Management	4	3,4%	30,8%
Manufacturing	3	2,6%	33,3%
Lean Construction	3	2,6%	35,9%
Lean Simulation	3	2,6%	38,5%
Construction	3	2,6%	41,0%
Productivity	3	2,6%	43,6%
Housing	3	2,6%	46,2%
Supply Chain	2	1,7%	47,9%
Studies	2	1,7%	49,6%
Literature Reviews	2	1,7%	51,3%
Commerce	2	1,7%	53,0%
Optimization	2	1,7%	54,7%
Research	2	1,7%	56,4%
Production	2	1,7%	58,1%
Workflow	2	1,7%	59,8%
Continuous Improvement	2	1,7%	61,5%
Industrial Management	2	1,7%	63,2%
Outros	43	36,8%	100,0%

Fonte: Autoria própria (2017)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do Mapeamento Sistemático da Literatura foi possível uma melhor visualização dos estudos relacionados ao tema, os quais relacionam os Princípios Lean e Industrialização/Indústria voltados ao setor da construção com a utilização de ferramentas de simulação. Com as análises realizadas ficam mais evidentes as lacunas de conhecimento (gaps) referentes ao tema.

Por se tratar de um mapeamento realizado pela análise dos resumos, as classificações foram mais abrangentes, avaliando as propostas de cada pesquisa. Entretanto, por se tratar de um estudo inicial, no intuito de um maior entendimento sobre o assunto, tal classificação atende ao objetivo da pesquisa.

Referente ao mapeamento da literatura, as principais contribuições deste estudo foi a classificação da bibliografia avaliada com relação as suas propostas de pesquisa e a ordenação das palavras-chave mais

utilizadas. Quanto à classificação da bibliografia, demonstrou-se que 54,5% dos estudos se relacionam a utilização de simulação, com a aplicação de ferramentas Lean com dados obtidos em um estudo de caso, sendo destes 36,4% estudos de caso aplicados em canteiro, o que indica que tal proposta se apresenta em um estágio de exploração mais desenvolvido. Foi possível visualizar na realização deste mapeamento que o tema buscado é relativamente novo, tendo dentre os resultados obtidos, a publicação mais antiga foi realizada em 2003, ou seja, um tema originado nos últimos 15 anos. Além disso, foi observado que 72,7% dos resultados foram publicados nos últimos 5 anos, demonstrando o quão atual é o tema.

Com relação à análise das palavras-chave, é possível observar que praticamente um quarto das palavras-chave utilizadas foram relacionadas à Simulation, Construction Industry e Lean Production, o que demonstra alinhamento com relação aos inputs utilizados no mapeamento. Esta ordenação tem o intuito de facilitar aos demais pesquisadores na busca por conteúdos relacionados a esta área de estudo, auxiliando na estruturação de seus inputs de forma a obter as pesquisas mais aderentes ao tema.

Constatou-se neste estudo a efetividade da ferramenta MSL em seu auxílio quanto a maior compreensão das pesquisas científicas relacionadas ao tema investigado o que possibilitou a visualização do cenário referente a Simulação na Construção, indicando as áreas mais exploradas do tema e suas lacunas, servindo como base para direcionar futuras pesquisas.

Este artigo faz parte de uma pesquisa de Mestrado, a qual se encontra em seu estágio inicial de desenvolvimento e buscou, por meio do MSL, identificar as propostas mais abordadas sobre o tema e identificar lacunas de pesquisa, no intuito de propor um estudo relevante e inovador que efetivamente contribua para o meio acadêmico e a sociedade.

6 REFERÊNCIAS

BUDGEN, D. et al. Using mapping studies in software engineering. Proceedings of PPIG. Anais...Lancaster University, 2008. Disponível em: <http://ramus.se.uni-hannover.de/glosebase/images/b/b3/Using_Mapping_Studies_in_Software_Engineering-anno.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2017

DA MOTA SILVEIRA NETO, P. A. et al. A systematic mapping study of software product lines testing. Information and Software Technology, v. 53, n. 5, p. 407–423, maio 2011.

DONG, S. et al. Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality. Advances in Engineering Software, v. 55, p. 45–55, jan. 2013.

FEBRERO, F.; CALERO, C.; MORAGA, M. Á. A Systematic Mapping Study of Software Reliability Modeling. Information and Software Technology, v. 56, n. 8, p. 839–849, ago. 2014.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; PEARL BRERETON, O. Using mapping studies as the basis for further research – A participant-observer case study. Information and Software Technology, v. 53, n. 6, p. 638–651, jun. 2011.

MELO, R. S. S. DE; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to Extend Target Costing to Non-Multi-Party Contracted Projects: Evidence From Literature. Proceedings of the 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Anais... In: IGLC 21. Fortaleza, Brasil: 2013

RUIZ, J. DE A.; GRANJA, A. D. Mapeamento sistemático da literatura. Anais do 8o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Inovação e Sustentabilidade. Anais... In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE - SIBRAGEC. Salvador - BA: 18 nov. 2013

TOFAN, D. et al. Past and future of software architectural decisions – A systematic mapping study. Information and Software Technology, v. 56, n. 8, p. 850–872, ago. 2014.