

GESTÃO E PRODUÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

CHAN, Deborah Karine (1); RUIZ, Phelipe Viana (2); PIRES, Marcela Miranda de Oliveira (3); FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli (4).

(1) Mestranda, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, dchan.handa@gmail.com; (2) Mestrando, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, phelipevruiz@hotmail.com; (3) Mestranda, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, mmo.bhe@gmail.com; (4) Prof. Dra. Laboratório de Técnicas Construtivas (LABTEC), Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, patricia@fec.unicamp.br

Resumo: *Na construção civil brasileira há uma predominância na utilização de processos artesanais, de baixa produtividade e grande desperdício. Entretanto, cada vez mais, os novos empreendimentos buscam por novas soluções que otimizem a produção, minimizem os custos e melhorem a qualidade. A utilização de sistemas construtivos racionalizados tem aumentado conforme a introdução da tecnologia nos canteiros de obra. A proposta de sistemas construtivos industrializados marcados pela mão de obra qualificada, continuidade no fluxo de produção, elementos padronizados, alto nível de gestão dos processos e cronogramas da obra se contrapõem aos problemas apresentados pela construção artesanal. Uma destas tecnologias que vem de desenvolvendo no Brasil é o light steel frame, constituído por perfis de aço galvanizado formados a frio, caracterizado como um material “seco” e conceituado como um sistema construtivo de concepção racional. Neste contexto propõe-se a realização de um estudo bibliométrico sobre o tema afim de buscar uma maior compreensão sobre os estudos relacionados a este sistema, de forma a produzir uma visão mais ampla sobre o light steel frame, para descobrir possíveis lacunas de conhecimento (gaps) e, por meio destas constatações, utilizar como base para direcionar novas pesquisas.*

Palavras-chave: *Light Steel Frame, Lean, Produção, Custo, Mapeamento Sistemático da Literatura*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos – Características Tecnológicas e 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 e gestão e controle, o que levou 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.

As indústrias da construção civil vêm com o tempo se desenvolvendo tecnologicamente a favor da sustentabilidade e da eficiência dos serviços. Projetos com a utilização de novos materiais estão cada vez mais presentes nas obras de grande, médio e pequeno porte. Uma das tecnologias que merece destaque é o *Light Steel Frame* (LSF), um sistema construtivo rápido, durável e flexível. Por ser um sistema ainda pouco utilizado no Brasil e sem normas técnicas específicas, mas com potencial uso em obras de interesse social e financiamento por bancos públicos há uma tentativa em buscar maiores conhecimentos em relação ao sistema e possíveis caminhos críticos na escolha desse sistema. Para isso a ferramenta adotada para buscar e entender o que se tem estudado acerca do assunto é o MSL (mapeamento sistemático da literatura), o qual permite mapear o que já foi estudado em relação ao sistema LSF.

1.1 Justificativa

Em comparação com os países industrializados o Brasil ainda possui um processo construtivo em grande parte artesanal. Segundo Nascimento e Santos (2003), a caracterização da indústria da construção civil como tradicional e conservadora no Brasil se dava principalmente pelo fato de que até o final da década de 70 ela teve grades investimentos financiados pelo Estado, que não possuía nenhum programa de qualidade para o setor, fazendo com que muitas companhias não procurassem inovações.

Durante as décadas de 70 e 80, algumas tecnologias inovadoras foram implantadas na construção de habitações, como os blocos de concreto e as paredes de concreto pré-moldadas, mas ainda mantinham as características artesanais no canteiro de obras. Devido a isso então, pesquisadores e construtores vêm tentando encontrar soluções para industrializar e agilizar os processos não apenas na área da indústria, mas aplicar alguns conceitos na construção civil também. E uma das soluções encontradas para essa questão foi a proposta de utilização do sistema LSF. Onde de um lado encontramos uma estrutura convencional brasileira e de outro lado, pesquisas a promoção da introdução de um novo sistema estrutural de aço. (DING et al, 2012)

Segundo, Veljkovic e Johansson (2006) o sistema LSF pode ser utilizado para atender todos os requisitos característicos de construções residenciais. Apesar desse sistema apresentar características competitivas frente aos sistemas construtivos tradicionais, como a alvenaria estrutural e o sistema de pré-moldados, o LSF que vem sendo largamente utilizado em outros países, enfrenta grande preconceito no Brasil mediante a cultura de construção que existe no país (GOMES *et.al*, 2015).

O LSF é um sistema construtivo apropriado a edificações leves, que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural. Este sistema é classificado como uma estrutura em aço leve ou construção com aço galvanizado. O sistema tem uma concepção racional, para fabricação e montagem industrializada e em grande escala, quase todo a seco, e geralmente não utiliza tijolo ou cimento. É composto principalmente por perfis de aço e vedações em painéis, podendo ser utilizado em parte da obra ou na sua totalidade.

Essa tecnologia, portanto, tem potencial para ser um sistema construtivo competitivo no mercado; mas, para isto, é necessário: o desenvolvimento de um projeto detalhado; propor uma modulação adequada às condições impostas pela tecnologia; e propor soluções adequadas para a interação entre os diferentes subsistemas que compõem o edifício (AQUINO; BARROS, 2010). Apesar de ser tecnicamente viável, é necessário mais estudo para que este sistema possa ser também economicamente viável e compatível com a realidade brasileira, principalmente com relação ao nível técnico da mão de obra disponível e com o desenvolvimento do processo de projeto (SALES, 2001). Neste contexto propõe-se a realização de um estudo bibliométrico sobre o tema afim de buscar uma maior compreensão sobre os estudos relacionados a este sistema, de forma a produzir uma visão mais ampla sobre o *light steel frame*, para descobrir possíveis lacunas de conhecimento (gaps) e, por meio destas constatações, utilizar como base para direcionar novas pesquisas. A abrangência deste estudo se limita às pesquisas feitas em bancos de dados específicos, além de bibliografia sobre construções sistemáticas e industrializadas e da percepção de realidades que se utilizaram desta tecnologia no Brasil.

Atualmente com o avanço da tecnologia podemos estar trabalhando em um tema e por questão de segundos um trabalho semelhante ser publicado em qualquer lugar do mundo, a realização do SMS possibilita descobrir resultados encontrados por assunto semelhante ou até mesmo responder questões que ainda permanecem. A realização do mapeamento sistemático da literatura (SMS) possibilitará também utilizar os dados futuramente em uma revisão sistemática da literatura (SLR). Os detalhamentos e especificidades dos textos identificados em cada SMS realizado fazem parte da condução de um processo de SLR. (BRERETON et al, 2007).

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA (MSL)

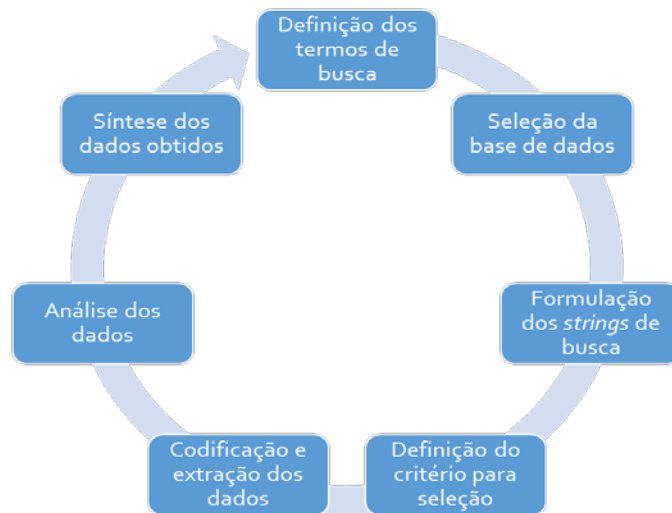
Para a realização do levantamento destas informações foi realizado um mapeamento sistemático da literatura (MSL). Este mapeamento é uma forma de estudo baseada em evidências (evidence-based form) de estudos secundários (TOFAN et al., 2014), os quais utilizam a mesma metodologia básica da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), porém visando identificar e classificar toda pesquisa relacionada a um determinado tema (BUDGEN et al., 2008; RUIZ; GRANJA, 2013) permitindo a visualização de lacunas de pesquisa e clusters, direcionando o foco para uma futura RSL de forma a gerar pesquisas mais inovadoras. 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). O método utilizado para o mapeamento está representado na Figura 1.

Para elaboração dos termos de busca é importante saber quais palavras representam o tema de interesse pois a definição das palavras a serem buscadas está diretamente relacionada a qualidade e aderência dos resultados a serem encontrados. No intuito de obter informações com relação ao sistema light steel frame com seus processos produtivos, custos e associação com ferramentas da mentalidade enxuta (Lean), foram delimitadas, após a realização de algumas pesquisas teste para avaliação da aderência dos resultados, as palavras-chave de busca:

- "light steel frame" or LSF and Cost - (Inglês), ou "light steel frame" or LSF and Custo - (Português);
- "light steel frame" or LSF and Lean - (Inglês), ou "light steel frame" or LSF and Lean - (Português);
- "light steel frame" or LSF and Produ* - (Inglês), ou "light steel frame" or LSF and Produ* - (Português).

Figura 1 - Processo do Mapeamento Sistemático da Literatura



Fonte: Autoria própria (2017).

A escolha da base de dados é importante afim de que se obtenha resultados de qualidade durante as buscas, para que se obtenha publicações reconhecidas no meio acadêmico e pares, o que gera maior confiabilidade nos documentos e dados encontrados. Com as palavras-chave delimitadas, foram selecionados os bancos de dados para realização da busca, os quais foram Web of Science, Compendex, Scopus, ProQuest e Scielo Brazil, dada a relevância e grande base destes bancos. Nestas buscas filtrou-se para obter apenas artigos publicados em periódicos, considerando-se todo o período disponível nestas bases, e com temas relacionados a engenharia, construção, edificações e materiais. Também foram considerados apenas os artigos produzidos na língua inglesa e portuguesa.

A partir destas pesquisas foram obtidas um grande número de publicações, dos quais foram removidos os dados duplicados. Os estudos restantes tiveram seus títulos, resumos e palavras-chave analisadas, chegando-se a um total de 18 artigos aderentes à proposta do estudo. Por meio dos resumos e leitura dos artigos selecionados, foram analisados seus aspectos bibliométricos, classificados conforme seu tema de pesquisa, também se avaliando as palavras-chave adotadas nos artigos selecionados, a fim de direcionar futuras buscas com resultados mais aderentes ao tema de interesse.

3 RESULTADOS

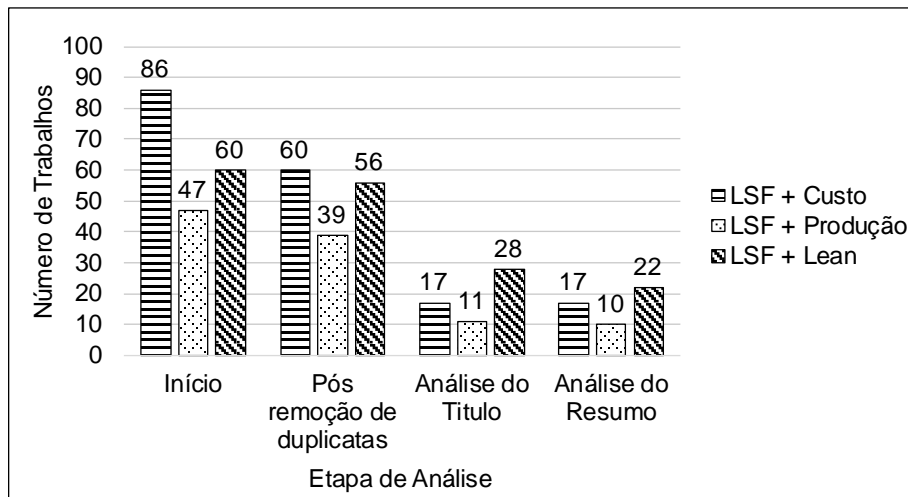
Após a realização do mapeamento da literatura, os dados resultantes foram analisados segundo os aspectos

bibliométricos verificados e informações específicas coletadas, na sequência foram classificadas conforme a leitura dos títulos, resumos, textos e palavras-chave. Ao longo do processo de busca, foram obtidos diversos resultados, os quais não necessariamente eram aderentes ao tema.

Para se obter os trabalhos de interesse, cada busca (LSF e Custo, LSF e Produção e LSF e *Lean*) foi organizada em uma planilha eletrônica separada e foi feita uma triagem em cada uma delas, primeiro removendo-se as duplicatas seguida pela avaliação dos títulos e dos resumos. Os números de trabalhos obtidos estão representados na Figura 2, onde o processo se iniciou com um total de 193 trabalhos e, após a triagem, restaram apenas 49, uma redução de 76,61%.

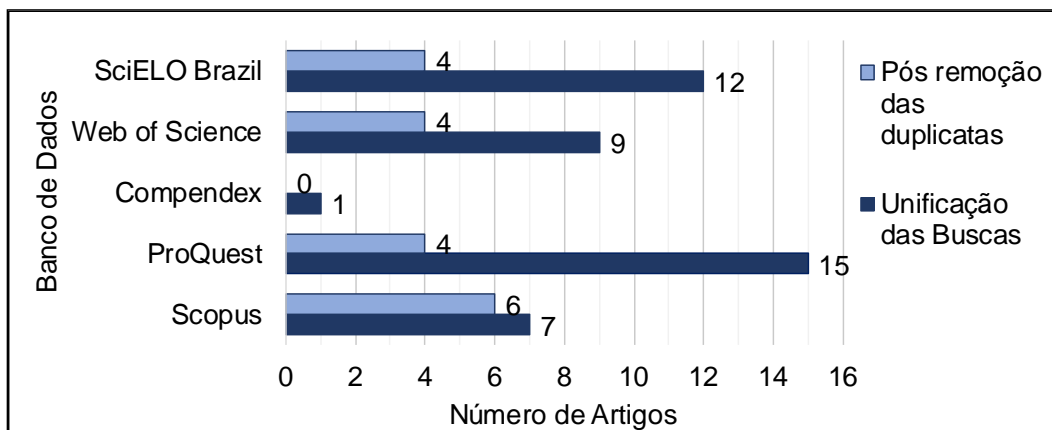
Ao final dessa triagem, os resultados de cada uma destas buscas individuais foram unificados em uma mesma planilha eletrônica e foi feita uma remoção dos artigos duplicados que vieram nestas buscas, gerando ao final um total de 18 artigos aderentes ao tema. Na Figura 3 é possível visualizar a quantidade de trabalhos em cada banco de dados na unificação dos resultados e após a remoção das duplicatas. Este gráfico tem como utilidade direcionar futuras buscas nos bancos de dados que mais apresentaram resultados aderentes, aumentando a acurácia das pesquisas.}

Figura 2 - Número de Trabalhos x Etapa de Análise



Fonte: Autoria Própria

Figura 3 - Número de Trabalhos por Base de Dados



Fonte: Autoria própria (2017)

Com um total de 18 artigos aderentes ao tema, é possível perceber que se trata de um tema recente, quando relacionado às práticas gerenciais da metodologia enxuta (*Lean*), aos processos produtivos e aos custos

relacionados a esta tecnologia. Outra informação relevante tirada da análise bibliométrica foram os anos em que ocorreram a publicação de tais artigos. Por meio da Figura 4 é possível observar que 83,33% das publicações estão concentradas nos últimos 6 anos, o que evidencia a novidade do tema e a recente busca da melhor compreensão sobre o funcionamento e características deste sistema construtivo.

Figura 4 - Número de Trabalhos x Ano de Publicação



Fonte: Autoria própria (2017)

Com o propósito de compreender e melhor visualizar sobre o que abordavam os estudos, realizou-se uma análise das palavras-chave. Para isso foram separadas as palavras que compunham as palavras-chave e contabilizadas suas aparições e o percentual comparado a totalidade de palavras-chave de todos os 18 artigos aderentes, conforme a Tabela 2. Nesta tabela é possível visualizar que as palavras mais citadas foram Steel, Light, Frame, os quais se referem ao material de estudo. É possível também observar por meio desta análise os temas e propostas mais adotados, como por exemplo *Thermal*, *Fire*, *Temperature*, todos estes relacionados a temática termoacústica, na qual a maior parte dos estudos se enquadrou.

Tabela 1 - Número de publicação por periódico

Nome do Periódico	Número de Trabalhos
Thin-Walled Structures	4
Ambiente Construído	3
Applied Mechanics and Materials	2
Fire and Materials	1
Revista Escola de Minas	1
Fire Safety Journal	1
Periodica Polytechnica. Civil Engineering	1
Building and Environment	1
Metallurgical Research and Technology	1
Buildings	1
World Applied Sciences Journal	1
Advanced Materials Research	1

Fonte: Autoria Própria

Por meio destes dados também obtivemos a relação entre as publicações e os periódicos nos quais foram

publicadas. Esta análise tem como intuito auxiliar na busca de periódicos que tem apresentado interesse sobre a temática, servindo como fonte de dados e locais os quais podem apresentar maior interesse em publicar futuros estudos sobre o sistema. Dentre os periódicos, o *Thin-Walled Structures* foi o que maior apresentou resultados aderentes, com 4 artigos (22,22% dos resultados), seguida pela revista *Ambiente Construído*, com 3 artigos (16,67%) e a *Applied Mechanics and Materials*, com 2 estudos (11,11%).

Tabela 2 - Palavras-Chave mais utilizadas

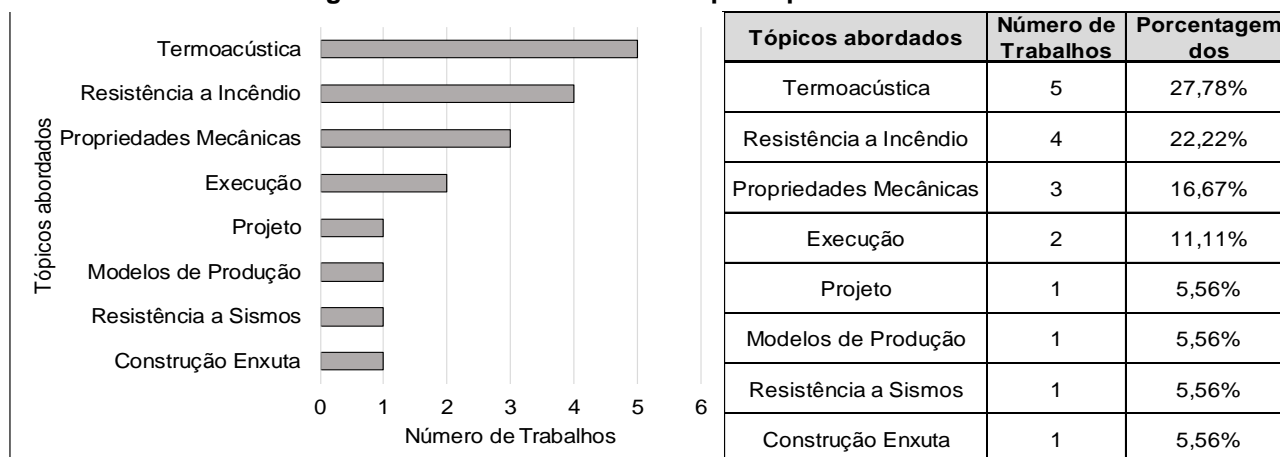
Palavras-Chave	Contagem	Percentual	Palavras-Chave	Contagem	Percentual
Steel	18	8,29%	Bridges	2	0,92%
Light	8	3,69%	Building	2	0,92%
Frame	7	3,23%	Computer	2	0,92%
Cold-formed	5	2,30%	Construção	2	0,92%
Thermal	5	2,30%	Construction	2	0,92%
Fire	4	1,84%	Double	2	0,92%
LSF	4	1,84%	Energy	2	0,92%
Walls	4	1,84%	Mathematical	2	0,92%
Board	3	1,38%	Method	2	0,92%
Design	3	1,38%	Perdas	2	0,92%
Framing	3	1,38%	Performance	2	0,92%
Lightweight	3	1,38%	Reduction	2	0,92%
Panels	3	1,38%	Resistance	2	0,92%
Temperature	3	1,38%	Shear	2	0,92%
Wall	3	1,38%	Sheathing	2	0,92%
Analysis	2	0,92%	Outros	109	50,23%

Fonte: Autoria própria (2017)

Ao se analisar os tópicos abordados pelos estudos, estes foram classificados em oito tópicos, termoacústico, resistência a incêndio, propriedades mecânicas, execução, projeto, modelos de produção, resistência a sismos e construção enxuta, conforme a Com o propósito de compreender e melhor visualizar sobre o que abordavam os estudos, realizou-se uma análise das palavras-chave. Para isso foram separadas as palavras que compunham as palavras-chave e contabilizadas suas aparições e o percentual comparado a totalidade de palavras-chave de todos os 18 artigos aderentes, conforme a Tabela 2. Nesta tabela é possível visualizar que as palavras mais citadas foram Steel, Light, Frame, os quais se referem ao material de estudo. É possível também observar por meio desta análise os temas e propostas mais adotados, como por exemplo *Thermal*, *Fire*, *Temperature*, todos estes relacionados a temática termoacústica, na qual a maior parte dos estudos se enquadraram.

Tabela 1. Destes, o tópico mais abordado foi relacionado a estudos termoacústicos, com 27,78% dos trabalhos. Se unirmos aos ensaios de resistência ao fogo (22,22% dos trabalhos), o qual aborda a questão de propagação de calor e temperatura, totaliza-se 50% dos estudos. Essa tendência foi percebida ao se analisar as palavras-chave da Tabela 2, onde este tópico, quando se relaciona LSF e Produção, Custo e *Lean*, é mais desenvolvido e aprofundado. Essa situação pode ser atribuída ao fato de que os países que mais estudam LSF são de climas mais frios e a questão capacidade termoacústica é crucial para sua utilização.

Figura 5 - Número de Trabalhos por tópicos abordados



Fonte: Autoria Própria (2017)

Cabe ressaltar que mesmo se utilizando dos *inputs Lean*, Produção e Custo, apenas um artigo abordou a questão de sua produção, um abordou a questão da construção enxuta em uma análise de perdas por transporte e apenas um dos estudos de execução demonstram algum dado relacionado a custos, o que demonstra uma lacuna de conhecimento da aplicação destes conceitos e ferramentas no sistema LSF. Cabe ressaltar também que apenas um dos estudos classificados no tópico “Execução” abordou, mesmo que de forma sucinta e mais superficial, questões gerenciais em obras de LSF.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema *light steel frame* apresenta inúmeras vantagens construtivas e dado ao cenário atual, o qual demanda construções cada vez mais rápidas, de menor custo, maior garantia das especificações e ambientalmente menos impactantes, o que se enquadra à proposta do LSF, o que fica evidente pelo crescimento nos últimos anos de sua utilização no mercado e discussão no âmbito acadêmico.

Nesta busca, podemos observar que cada vez mais estudos têm sido realizados visando uma maior compreensão deste sistema, como avaliação do conforto termoacústico, resistência ao fogo, segurança estrutural e detalhes executivos, com cada vez mais trabalhos relacionados nos últimos anos, e ainda nestes existe a escassez de estudos mais específicos, como foi observado por exemplo a ausência de uma avaliação de qual seria o melhor tipo de revestimento externo, pelo ponto de vista termoacústico, necessitando de mais estudos e maior aprofundamento no tema.

Nesta busca não foram encontrados quaisquer estudos que relacionassem esses temas ao processo de mapeamento sistemático da literatura, o que indica uma possível lacuna, mesmos em pesquisas literárias da associação do LSF a questões gerências, de produção e custo o que é algo necessário já que para se propagar um sistema inovador no mercado esses são pontos cruciais para torna-lo cada vez mais atrativo e adotado nos empreendimentos.

Mesmo com cada vez mais pesquisas sobre o LSF, percebe-se que, comparado a outros sistemas construtivos, ainda se tem poucos estudos no geral. Observamos uma maior quantidade de estudos direcionados a avaliação das características técnicas e físicas do LSF, o que é compreensível já que se trata de um sistema considerado recente. Estudos relacionados às cadeias produtivas, mapeamento do fluxo de valor, processo produtivo, aplicação de ferramentas enxutas, pesquisas gerenciais e de planejamento são escassos ou nulos, o que evidência uma grande lacuna de conhecimento.

Identificamos que o objetivo deste estudo foi atingido, permitindo visão macro para outros pesquisadores que poderão vislumbrar lacunas e agregar ao meio acadêmico e até empresas do setor interessadas em identificar meios de melhorar o sistema e iniciar sua aplicação. Pode também contribuir a comunidade arquitetônica para também entender os desafios deste sistema e poderem utilizar em seus projetos com as devidas especificações.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas pela disponibilização do acesso aos bancos de dados e espaço físico.

6 REFERÊNCIAS

AQUINO, L. M., BARROS, M. S. B. Light Steel Framing aplicado à construção de habitação de interesse social: interação entre vedos verticais e estrutura. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Canela, 2010.

BRERETON O.P.; Kitchenham, B.; Budgen, D.; Turner, M.; Khalil, m.. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *The Journal of Systems and Software* 80 (2007) 571–583. 2007.

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 mai. 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.

DING, B *et al.* Lattice Light Steel Frame System and Application. *Applied Mechanics and Materials Vols. 105-107 pp 1110-1113*, 2012.

GOMES, C. E. M. et al. Light Steel Frame na Produção de Moradias no Brasil. IX Congresso de Construção Metálica e Mista, Portugal, 2015

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. 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*

SALES, U. C. Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação. Ouro Preto, 2001.

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.

VELJKOVIC, M.; JOHANSSON, B. Light steel framing for residential buildings. *Thin-walled structures*. n.44. p.1272-1279. 2006.