UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA SOBRE APRIMORAMENTO DA PRODUÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS

SAVIOLI, Emanuel da Silva (1); RUIZ, Phelipe Viana (2); FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli (3)

(1) Mestrando, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, e155244@dac.unicamp.br;

(2) Doutorando, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, phelipevruiz@gmail.com;

(3) Profª. Drª, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, patricia@fec.unicamp.br

Resumo: *A construção civil tem a eficiência de seus processos usualmente comprometida por diversos fatores da produção. Uma solução para melhorar a produtividade no canteiro de obras, trazendo redução dos tempos e custos da construção, passa pela busca por técnicas como a industrialização da construção, onde há maior controle sobre a produção. A opção pela pré-fabricação de elementos, de execução em indústria e montagem in situ, traz à construção parte da estabilidade existente na produção industrial. Entretanto, a eficiência dos processos da construção e das técnicas utilizadas depende da coordenação da produção industrial e das atividades no canteiro de obras. Este trabalho consiste na realização de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) publicada sobre a produção de pré-fabricados, destacando estudos relacionados à gestão e coordenação de construções industrializadas. Com a seleção dos textos mais relevantes disponíveis em bases de dados, indicam-se os temas relacionados que já foram alvo de análise, bem como as lacunas de conhecimento onde há possibilidade de desenvolvimento de novas pesquisas para compreensão destas relações.*

Palavras-chave: *Gestão, Pré-fabricação, Industrialização, Mapeamento Sistemático de Literatura.*

Área do Conhecimento: *Engenharia Civil, Construção Civil, Tecnologia de sistemas construtivos*

1 INTRODUÇÃO

A constante procura por meios de melhorar a produtividade norteia o desenvolvimento de técnicas, ferramentas e outros recursos, assim como leva à elaboração de estudos e pesquisas acerca destas tecnologias no âmbito da construção civil. Vrijhoef (2016) indica que diversos fatores podem comprometer o rendimento do trabalho, como a falta de materiais, falta de capacitação dos trabalhadores do ramo ou problemas de comunicação entre gestores e a mão de obra. Ao mesmo tempo, o autor também cita como um agravante da baixa produtividade da construção civil o grande número de atividades executadas que não agregam valor à produção.

Estes fatores são causadores de instabilidade no processo da construção, assim como o são os defeitos de qualidade ou cargas de trabalho excessivas e inadequadamente distribuídas à mão de obra. Entretanto, a redução da variabilidade entre os processos é obtida com a implantação do fluxo contínuo de trabalho na construção civil (BULHÕES; PICCHI, 2011).

Com o princípio *Lean* do fluxo contínuo, reduz-se também o número de atividades que não agregam valor, diretamente relacionadas à baixa produtividade (VRIJHOEF, 2016). Dentre estas, está a formação de estoques, um recurso para suavizar a variabilidade da construção civil que assim acaba por ocultar problemas da produção e gera custos desnecessários (BULHÕES; PICCHI, 2011).

Dessa forma, a solução para melhorar a eficiência no canteiro de obras passa pelo trabalho contínuo que induz a redução dos tempos e custos de produção (VRIJHOEF, 2016). Não obstante, a busca por técnicas que usem o fluxo contínuo volta-se para a industrialização da construção civil, onde a variabilidade

dos processos é reduzida em decorrência do maior controle sobre a produção (BATAGLIN *et al*., 2018).

A opção pela pré-fabricação de elementos da construção, de execução em indústria e montagem *in situ*, ganha força porque a estabilidade obtida na produção industrial é fruto da disponibilidade de recursos adequados. Entretanto, a eficiência dos processos da construção e das técnicas utilizadas depende da coordenação da produção industrial e dos processos no canteiro de obras (BATAGLIN *et al*., 2018).

Este trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento sistemático da literatura publicada sobre a produção de pré-fabricados, destacando estudos relacionados à gestão e coordenação de construções industrializadas. Assim, indicam-se os temas relacionados que já foram alvo de análise, bem como as lacunas de conhecimento onde há possibilidade de desenvolvimento de novas pesquisas.

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA (MSL)

O MSL é um recurso para o desenvolvimento de pesquisas, através do qual obtém-se uma visão global do tema estudado, com a identificação dos estudos existentes e resultados disponíveis (PETERSEN *et al*., 2008). Com isso, este chamado estudo secundário permite a exploração de áreas do tema ainda pouco abordadas ou a continuidade de pesquisas primárias já exploradas. Posteriormente, o MSL pode dar origem a uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), um estudo mais completo e eficiente na síntese de informações em uma área de pesquisa menos abrangente (KITCHENHAM, 2007).

3 METODOLOGIA

Baseado nas diretrizes apresentadas por Kitchenham (2007) e no trabalho de Ruiz e Granja (2013), este MSL foi elaborado a partir da realização das etapas propostas na Figura 1 e descritas nos itens a seguir.

Figura 1 – Etapas do MSL



Fonte: autoria própria.

3.1 Definição da questão da pesquisa e palavras-chave de busca

Conforme o estabelecido, embora o uso de pré-fabricados seja uma oportunidade para o desenvolvimento de melhorias na construção civil, ainda há condições para o aprimoramento da técnica na produção industrial e coordenação dos processos da construção com um todo. Portanto, este mapeamento visou encontrar estudos primários elaborados com foco em técnicas ou ferramentas que possibilitem melhorias na gestão do processo de construção com pré-fabricados.

Em se tratando de um estudo secundário inicial, o MSL é bastante abrangente em sua pesquisa, só tornando-se mais restringido na elaboração de uma RSL (KITCHENHAM, 2007). Logo, optou-se pelo uso de palavras-chave não restritivas para a busca de estudos a respeito do tema, sejam elas: pré-fabricação, gestão e construção.

3.2 Escolha das bases de dados

A seleção das bases de dados onde foi feita a busca de pesquisas primárias, a partir das palavras-chave definidas, ocorreu entre as disponíveis para acesso pelo Sistema de Bibliotecas da UNICAMP (SBU). Destas, selecionaram-se as bases com maior número de materiais na área de engenharia e, especificamente, com amplo acervo relativo à gestão da construção. Deste modo, as bases de dados utilizadas foram: *Scopus*, *Science Direct*, *Engineering Village* (*Compendex*), *Web of Science* (*Web of Knowledge*) e Ambiente Construído.

3.3 Definição da *string* de busca

Uma vez que as bases de dados indicadas são, em sua maioria, internacionais, os termos da busca foram utilizados na língua inglesa: *prefabrication* (pré-fabricação), *management* (gestão) e *construction* (construção). Excepcionalmente, a Revista Ambiente Construído, embora seja brasileira, reconhece também

palavras em inglês, por isso não houve alteração dos termos.

Foi utilizado o operador booleano *AND* para a obtenção de resultados que obrigatoriamente incluíssem, simultaneamente, todas as palavras indicadas. Não havendo grande complexidade na *string* de busca elaborada, também foram utilizados para tanto os diferentes recursos de busca avançada disponibilizados por cada uma das bases de dados. Sem limitações de datas ou períodos de publicações, a primeira busca realizada apresentou ao todo 1506 resultados sobre o tema.

A fim de restringir o número de itens para análise posterior, também foram utilizados os filtros disponibilizados pelos sistemas de buscas nas bases de dados. Os resultados foram limitados a artigos de periódicos ou congressos e apenas para textos em língua inglesa. Novamente, excepcionalmente para a Revista Ambiente Construído, foi aceito um único artigo relevante para o tema, em português.

O recurso com maior poder de redução do número de resultados foi a limitação para textos com correspondência dos termos pesquisados apenas no título, resumo ou entre as palavras-chave da publicação, o que rendeu à busca 566 resultados no somatório de todas as bases de dados buscadas.

3.4 Salvamento

Para auxiliar no registro e salvamento das buscas e dos resultados obtidos junto às bases de dados, foi utilizado neste MSL o *software* gerenciador de referências bibliográficas Zotero. Os dados relevantes de cada resultado foram extraídos das bases de dados, para posterior análise; dentre estes, destacam-se título, resumo e ano de publicação dos textos, necessários para a seleção destes.

Ainda com o auxílio do software, foi possível remover dos resultados todas as 159 duplicidades existentes, dos artigos contabilizados disponíveis em mais de uma base de dados; restaram, portanto, 407 resultados.

3.5 Critérios de seleção

Os dados dos artigos remanescentes foram exportados, através do *software* gerenciador, para uma planilha eletrônica, para avaliação daqueles realmente relevantes ao tema. A primeira etapa desta seleção incluiu a leitura dos títulos e a classificação do artigo em “Não aderente ao tema” ou “Talvez”. Aqueles indicados como “Talvez” foram mantidos na seleção, passando à etapa seguinte da análise.

Já os artigos não aderentes ao tema foram desprezados, restando com isso 142 resultados para leitura dos resumos na última etapa de análise, recebendo finalmente a classificação entre “Aderentes” ou “Não Aderentes”, de acordo com a relevância do tema abordado no artigo ao mapeamento realizado.

Restaram por fim, da seleção, 55 artigos diretamente relacionados à pesquisa sobre a gestão da construção com pré-fabricados.

3.6 Análise da informação

A leitura dos resumos selecionados permitiu a identificação dos temas mais recorrentes entre as propostas de pesquisa apresentadas em cada texto. Alguns dos temas que apresentaram certa afinidade entre si foram agrupados, permitindo a composição de oito categorias principais. Os artigos foram então classificados nos temas de acordo com a semelhança e compatibilidade de suas ideias, propostas ou metodologias de pesquisa extraídas da informação disponível.

4 RESULTADOS

Aqui serão apresentados os resultados obtidos pelo MSL realizado neste trabalho. A Tabela 1 sintetiza o processo de execução do mapeamento e de seleção dos artigos, com a redução de mais de 96% dos textos selecionados desde a primeira busca sem filtros. Já a Figura 2 exibe a evolução do número de publicações aderentes ao tema ao longo dos anos.

A seleção dos artigos contendo informações relevantes à pesquisa que orienta este MSL, embora não tenha explicitamente utilizado filtros de publicações em períodos específicos de tempo, resultou na escolha natural de textos publicados após o ano 2001. A análise da Figura 2 permite observar também o crescimento do número de pesquisas sobre gestão da construção com pré-fabricados ao longo dos últimos três anos completos (2016 – 2018), período que concentra 56% da produção selecionada.

Enquanto 85% dentre as pesquisas primárias selecionados foram publicadas na década atual, observa-se que o uso de elementos pré-fabricados na construção civil constitui uma técnica consolidada. Entretanto,

esta é alvo de diversos novos estudos ao passo que a comunidade acadêmica desperta para compreensão de sua relevância e aprimoramento ou supressão de deficiências dos processos.

Tabela 1 – Síntese da seleção de artigos

Bases de Dados: Science Direct, Web of Science, Compendex, Ambiente Construído, Scopus		Trabalhos encontrados
Palavras-chave	Prefabrication AND management AND construction	1506
Filtros	Apenas artigos em inglês, com correspondência em Título, Resumo e Palavras-chave (menos 940 pesquisas)	566
	Sem duplicidade (menos 159 pesquisas)	407
	Leitura dos Títulos (menos 265 pesquisas)	142
	Leitura dos Resumos (menos 87 pesquisas)	**55**

Fonte: autoria própria

Figura 2 – Número de publicações aderentes por ano

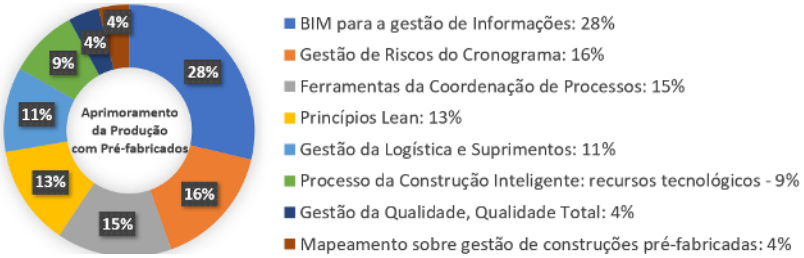


Fonte: autoria própria.

As 55 produções selecionadas sobre a gestão da construção com pré-fabricados foram agrupadas em 8 categorias diferentes, de acordo com o principal tema abordado em cada artigo, conforme segue o ilustrado na Figura 3. Dentre estas categorias, inclui-se uma para outros mapeamentos de literatura, semelhantes a este, a respeito da gestão em construções pré-fabricadas. Nota-se que a maioria dos artigos, isto é, 28% relaciona-se com a utilização de *BIM* (*Building Information Modeling*) para a gestão de informações no processo de coordenação entre a fabricação de elementos e a construção. Outros temas abordados com frequência relacionam-se à gestão de riscos do cronograma da construção, e ao uso de ferramentas para auxílio à coordenação de processos e tomada de decisão; estes são, respectivamente, 16% e 15% dos textos selecionados.

Ainda, os princípios da filosofia *Lean* também são utilizados para a melhoria da produção de pré-fabricados, segundo 13% dos artigos aderentes, e em outros 11% o foco das ações para o seu aprimoramento é a gestão da logística e dos suprimentos na produção e execução. Por outro lado, há pequena produção acadêmica sobre gestão da qualidade ou o uso de conceitos da Qualidade Total na gestão de tais construções: apenas 4% dos artigos selecionados. Outro tema pouco explorado envolve o uso de aparelhamento eletrônico, recursos tecnológicos ou conceitos como a “Internet das Coisas” (*IoT*), utilizada para a comunicação entre sensores e outros componentes auxiliares na obtenção de informações, elaboração de simulações e avaliações para a tomada de decisões no processo de “Construção Inteligente”.

Figura 3 – Categorização dos artigos aderentes ao tema



Fonte: autoria própria.

5 CONCLUSÕES

Ao longo dos últimos anos, há crescente interesse acadêmico na gestão de construções com elementos pré-fabricados, incluindo a coordenação entre a produção industrial e os processos do canteiro de obras. O mapeamento sistemático da literatura realizado permite identificar lacunas de conhecimento passíveis de serem exploradas com novos estudos na área. Enquanto o uso de *BIM* é comum no processamento das informações na coordenação e gestão dos processos da construção, outras aplicações de recursos tecnológicos, como o sensoriamento da produção aliado à estrutura da *IoT*, compõem ferramentas auxiliares da mesma função na chamada "Construção Inteligente", mas que são alvos de pouca produção acadêmica.

Outros conceitos pouco abordados em pesquisas são os relacionados à gestão da qualidade da produção em construções com pré-fabricação, incluindo-se aqui também os conceitos da qualidade total. Dessa forma, observam-se oportunidades para o desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre a adoção de recursos tecnológicos como o sensoriamento da produção, inserido em uma estrutura de *IoT,* para a coleta e processamento de dados que orientem a coordenação da produção de construções com pré-fabricação. Ainda, outra lacuna de conhecimento a ser explorada inclui estudos sobre a aplicação de conceitos da Qualidade Total a partir da utilização dos dados obtidos com sensoriamento, em etapas específicas da produção industrial.

6 REFERÊNCIAS

BATAGLIN, F. S. *et al*. *BIM* 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto *engineer-to-order*. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 173-192, Mar. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100173&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 Fev. 2019.

BULHOES, I. R.; PICCHI, F. A. Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 205-223, Dez. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000400014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 Fev. 2019.

KITCHENHAM, B. A. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Version 2.3, **EBSE Technical Report**, Keele University e University of Durham, Reino Unido. 2007.

PETERSEN, K. *et al*. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. **School of Engineering, Blekinge Institute of Technology.** University of Bari, Itália, 26 - 27 Jun. 2008.

RUIZ, J. de A.; GRANJA, A. D. Um mapeamento sistemático da literatura sobre a relação entre valor e colaboração na construção. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE (SIBRAGEC), 8, 2013, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: UFBA, 2013.

VRIJHOEF, R. Effects of Lean Work Organization and Industrialization on Workflow and Productive Time in Housing Renovation Projects. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24, 2016, Boston. **Anais** [...] Boston: 2016.

7 AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio à realização deste trabalho, e à UNICAMP ao disponibilizar para o acesso as bases de dados conveniadas.