MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA: CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIPROPILENO MODIFICADO COM EVA

BOMEDIANO, Karen (1); GOMES, Carlos Eduardo (2)

(1) Faculdade de Engenharia Civil, FEC/UNICAMP, karensorgi@hotmail.com;

(2) Faculdade de Engenharia Civil, FEC/UNICAMP, cemgomes@fec.unicamp.br;

Resumo: *O concreto de cimento Portland apresenta baixa capacidade de absorção de energia quando submetido a esforços de flexão. O uso deste material em pisos industriais pode ocasionar a formação de diversas patologias que comprometem a vida útil do material, pois o concreto não possui tenacidade suficiente para absorver as tensões geradas pelos carregamentos. Portanto alguns materiais são adicionados ao concreto com o intuito de melhorar propriedades no estado fresco e endurecido. A adição de fibras e polímeros no concreto de cimento Portland pode promover o aumento no desempenho e na durabilidade durante a vida útil do material. O presente artigo teve como objetivo realizar um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) a fim de fornecer uma visão geral de estudos acadêmicos relacionados ao emprego do concreto reforçado com fibras de polipropileno modificado com acetato de vinila etileno (EVA). Os resultados permitiram identificar a tendência de publicação ao longo do tempo, os periódicos com maior índice de publicação e onde artigos foram publicados. A quantidade de artigos aderentes encontrados levou a concluir que o tema necessita de aprofundamento, havendo ainda carências e lacunas a serem exploradas no campo da construção civil.*

Palavras-chave: *Concreto reforçado com fibras, polímeros, polipropileno, mapeamento sistemático da literatura.*

Área do Conhecimento: *Construção Civil, Materiais e Componentes de Construção, Qualidade e desempenho de produtos e sistemas construtivos.*

1 INTRODUÇÃO

O concreto de cimento Portland é um material que possui alta dureza, portanto possui alto módulo de deformação, o que torna o material frágil para absorver as tensões geradas, podendo ocasionar a formação de diversas patologias que comprometem a vida útil do material. A fim de aprimorar as propriedades físicas e mecânicas do concreto, são realizadas algumas adições que permitem o aumento do seu desempenho e durabilidade durante sua vida útil, portanto é comum o uso de fibras no concreto para reforço do compósito. Também, verifica-se que o concreto reforçado com fibras tem sido muito utilizado no setor de pisos industriais, em especial, devido às tensões geradas por carregamentos e também por estar exposto a ambientes agressivos.

As fibras são comumente empregadas no concreto de cimento Portland com o intuito de melhorar sua capacidade de absorção de energia, garantindo maior tenacidade e ductilidade ao compósito, melhorando, assim, sua resistência à tração. As fibras de polipropileno são denominadas fibras de baixo módulo e quando utilizadas no concreto são responsáveis pela diminuição do módulo de elasticidade da matriz cimentícia, diferentes das fibras de aço, as quais possuem alto módulo de elasticidade, e assim, proporcionam maior resistência e rigidez para a estrutura. O emprego de componentes com baixo módulo de elasticidade, como as fibras e os polímeros termoplásticos, pode trazer benefícios como a redução das fissuras causadas pela retração nos pisos industriais, diminuindo assim as patologias causadas por conta da fissuração excessiva.

A adição de polímeros no concreto de cimento Portland tem o intuito de modificar algumas propriedades no

estado fresco e endurecido, melhorando sua trabalhabilidade, resistência à tração, tenacidade e permeabilidade, pois os polímeros são capazes de selar os poros com a formação do filme polimérico. Além disso, proporcionam melhor aderência na matriz cimentícia garantindo melhor desempenho para o compósito.

Para este trabalho foram escolhidas as fibras de polipropileno, por ser um material mais leve que as fibras de aço, juntamente com o polímero termoplástico. O tema de estudo proposto revela importância no setor da construção, o qual justifica o motivo pela realização do mapeamento sistemático da literatura (MSL) a fim de compreender os estudos realizados nessa área. Portanto, este artigo teve como objetivo realizar um MSL a fim de fornecer uma visão geral de estudos acadêmicos relacionados ao emprego do concreto reforçado com fibras de polipropileno modificado com acetato de vinila etileno (EVA), com o intuito de encontrar referências relevantes associadas ao assunto e encontrar possíveis lacunas de conhecimento. As questões de pesquisa do MSL são: quando e onde os estudos têm sido publicados? É comum o emprego de fibras sintéticas no concreto de cimento Portland? Em quais periódicos esses estudos têm sido reportados?

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA (MSL)

O MSL é um método que permite explorar a literatura do assunto que está sendo estudado e possibilita determinar a quantidade de resultados disponíveis referentes a esse tema. Seu objetivo é proporcionar uma visão geral do tema de pesquisa que permitirá identificar a quantidade, o tipo e os resultados obtidos nos estudos encontrados (CONDORI-FERNANDEZ et al., 2009). Outra definição encontrada na literatura é que, o principal objetivo do MSL é a visão geral e a classificação da literatura de uma área de pesquisa, para avaliar a quantidade e os tipos de estudos primários que existem sobre o tema de interesse (BUDGEN et al., 2008). Desse modo, conclui-se que a aplicação do MSL tem como finalidade apresentar uma visão geral do tema que está sendo estudado, além de direcionar o pesquisador para a melhor maneira de se conduzir o estudo, visando estabelecer maior segurança e domínio sobre o tema escolhido.

O processo de MSL envolve três partes principais: o planejamento, a condução da revisão e publicação dos resultados. Estudos de mapeamento abrangem uma ampla área de tópicos, por isso para iniciar o método deve ser definido o objetivo e as questões de pesquisa do MSL. Desse modo é possível definir as *strings* de busca e as bases de dados que serão utilizadas. A escolha das bases de dados deve ser feita levando em consideração a área que está sendo estudada, pois assim a busca ficará mais aderente ao tema abordado. Para este trabalho foram adotadas bases relacionadas à Construção Civil, mais especificamente no campo de materiais de construção civil.

O desenvolvimento do MSL possibilita um alto nível de granularidade e possui o principal objetivo de identificar as lacunas de conhecimento e os grupos de evidência para direcionar pesquisas futuras (ENGSTRÖM; RUNESON, 2011). Esse método é baseado em evidências, que significa coletar dados que expliquem, comprovem e deem fundamento sobre o assunto que está sendo pesquisado (KITCHENHAM et al., 2009). O resultado desse sistema de pesquisa é demonstrado por tabelas e gráficos, que contém informações sobre a área pesquisada e visualiza o status de campo que diz respeito à questão de pesquisa (FEBRERO; CALERO; MORAGA, 2014).

2.1 Desenvolvimento do MSL

O procedimento do mapeamento sistemático da literatura inicia-se definindo as bases de dados que serão utilizadas para realizar a pesquisa, considerando sempre as que tenham maior afinidade com a área pesquisada. As bases de dados adotadas para a pesquisa da literatura deste trabalho foram a Scopus, Web of Science e Compendex (Engineering Village) onde foi possível obter resultados satisfatórios referentes às questões de pesquisa. Após a escolha das bases, são definidos os termos de busca, também chamado de *strings* de busca, que são palavras ou frases empregadas juntamente com os operadores booleanos “and”, “or” ou “not” utilizadas para pesquisar os artigos científicos nas bases de dados. As *strings* foram definidas após uma pesquisa prévia nas bases de dados e uma breve análise das palavras-chave encontradas nos resultados dos artigos obtidos.

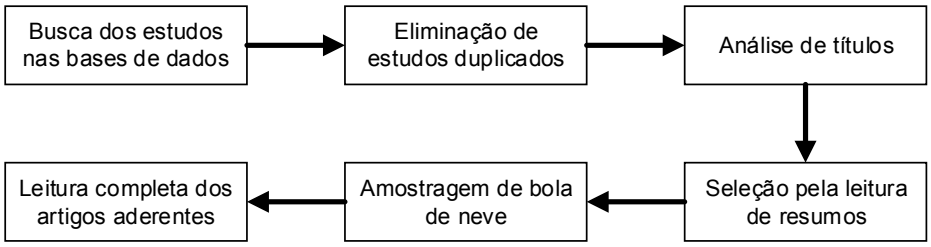
Após alguns termos serem testados na busca prévia realizada nas bases de dados, as *strings* adotadas para este mapeamento foram *“modified concrete and polypropylene and polymer”*, utilizando o operador booleano “and” para restringir a busca. As especificações no campo de busca foram diferentes para cada base

de dados, na Scopus utilizou-se “article title, abstract, keywords”, na Web of Science a busca foi operada como “tópico” e na Compendex a procura ficou restrita para “subject/title/abstract”. É importante compreender como cada base funciona, pois irá interferir nos resultados de busca.

No processo de busca foram adotados critérios de seleção, incluindo apenas artigos científicos publicados em periódicos e no idioma inglês. No estágio de condução da revisão (Figura 1), foram coletados todos os artigos resultados das buscas de cada base de dados e foram exportados e automatizados em planilhas, a fim de facilitar a triagem dos mesmos. O armazenamento e a análise dos resultados obtidos foram feitos e agrupados em uma planilha eletrônica contendo as seguintes informações: título, autores, periódico, ano de publicação, país de publicação, resumo e a base de dado de origem. Essas especificações colaboraram para a filtragem dos artigos obtidos nas três bases de dados.

A triagem dos artigos foi feita primeiramente pela remoção dos artigos duplicados, seguidos pela análise de títulos e de resumos. Ao final da análise, foi necessário aplicar a técnica de amostragem em bola de neve (ABN) ou Snowball Sampling, que consiste em analisar as referências dos artigos selecionados e observar sua relevância (BIERNACKI; WALDORF, 1981). É considerada uma estratégia complementar para encontrar estudos relevantes a partir dos estudos selecionados, no entanto essa técnica consiste em uma busca manual e só deve ser aplicada quando se obtém um número pequeno de artigos aderentes, caso contrário pode tornar-se inviável do ponto de vista prático. Os artigos relevantes ao tema de pesquisa são adicionados aos artigos já selecionados, aumentando assim o número de artigos aderentes ao tema de pesquisa.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de condução do MSL



Fonte: autor

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

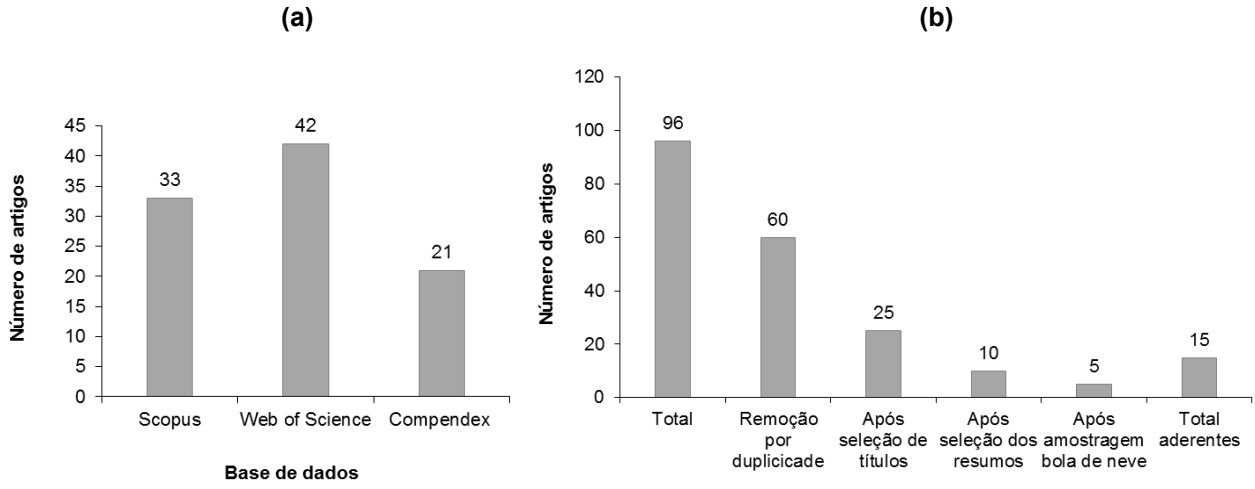
A condução do MSL se deu primeiramente pela busca nas bases de dados, onde foram encontrados 96 artigos (Figura 2a). A partir do total de artigos obtidos foi realizada a remoção por duplicidade, onde foram excluídos documentos repetidos, restando 60 resultados. Após a aplicação desse primeiro filtro foi realizada a análise de títulos, eliminando todos os artigos que o título não condizia com o tema de pesquisa, permanecendo então 25 documentos. O critério adotado para essa classificação considerou trabalhos apenas com estudos referentes as fibras de polipropileno e concreto modificado com polímeros termoplásticos ou elastômeros. Em seguida foi feita a seleção dos resumos, realizando uma breve leitura de cada um para selecionar os que tinham relação com o assunto a ser estudado, restando apenas 10 resultados. O gerenciamento das referências obtidas foi feito por meio do software Zotero, o qual permitiu registrar as informações dos artigos selecionados.

A partir disso sentiu-se necessidade de adotar a técnica da amostragem em bola de neve para encontrar maior número de trabalhos aderentes ao tema. Na ABN a análise das referências dos artigos selecionados foi feita por meio dos títulos e depois pela leitura dos resumos, escolhendo quais eram aderentes ao tema de pesquisa. A aplicação da ABN possibilitou uma vantagem para o sistema de pesquisa, pois desse modo pode-se encontrar mais 5 referências válidas para o assunto estudado (Figura 2b).

Os critérios de exclusão utilizados na realização da pesquisa contribuíram para um resultado final de 15 artigos, o que deixa evidente que esse ainda é um tema pouco estudado, despertando a possibilidade de explorar mais sobre o assunto. Com esse resultado foi possível analisar quais os periódicos com maior índice de publicação (Quadro 1), a quantidade de artigos publicados ao longo do tempo (Figura 3a) e os países de publicação (Figura 3b).

Ao observar os artigos referentes ao seu ano de publicação pode-se verificar uma lacuna nos estudos durante um período, sendo que a frequência de documentos publicados se deu a partir do ano de 2003, podendo concluir que esse é um assunto estudado atualmente. Dentre os 15 artigos selecionados, no que diz a respeito do local de publicação, pode-se verificar que o maior número de artigos publicados concentram-se na região do oriente, Índia e República da Coréia.

Figura 2 – Quantidade de artigos nas bases de dados (a) e quantidade de artigos após triagem (b)



Fonte: autor

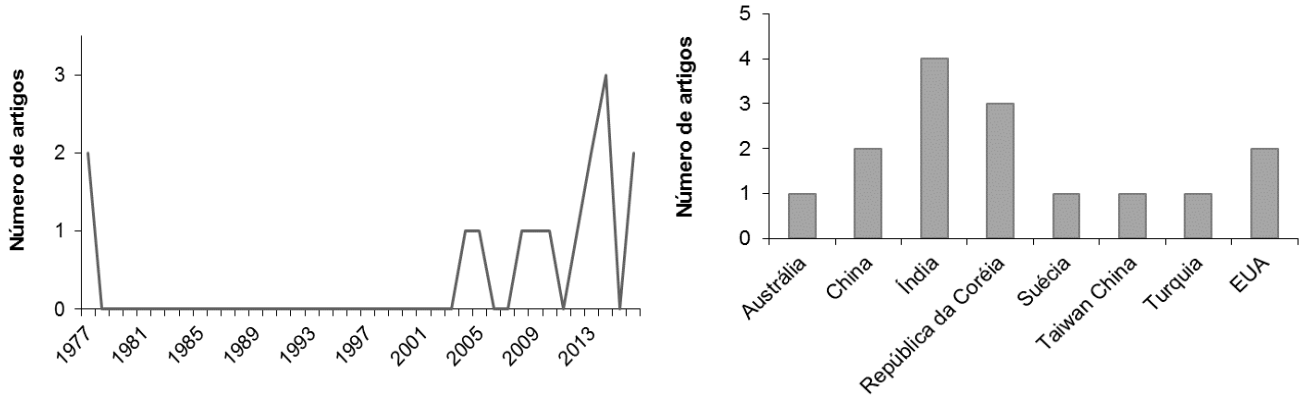
Quadro 1 – Quantidade de artigos por periódicos

Periódico	Nº de artigos
Progress in rubber plastics and recycling technology	1
Archives of Civil Engineering	1
Cement and Concrete Research	3
Construction and building materials	2
Indian Concrete Journal	1
Indian Journal of Engineering and Materials Sciences	1
Indian Journal of Science and Technology	1
Journal of Applied Polymer Science	1
Materials and Structures	1
Materials Science and Engineering	2
World Applied Sciences Journal	1

Fonte: Autor

Figura 3 – Quantidade de publicação ao longo do tempo (a) países de publicação (b)

(a) **(b)**



Fonte: autor

4 CONCLUSÃO

Com a finalidade de restringir o MSL somente para trabalhos com fibras de polipropileno, muitos artigos foram descartados durante o processo, pois a *string* escolhida possibilitou encontrar também estudos que envolviam fibras de aço, as quais não eram o foco da pesquisa. Além disso, observou-se que é comum o uso de polímero no concreto para modificar suas propriedades, havendo um grande número de estudos com esse tema. Os resultados obtidos com o MSL permitiram identificar quando e onde os artigos foram publicados e o periódico de maior impacto de publicação, sendo observações relevantes para auxiliar e direcionar o pesquisador com o seu estudo. Outro fator importante foi a técnica da ABN adotada para agregar maior número de artigos aderentes ao tema, a qual traz referências relevantes que ajudam a conduzir a pesquisa. Com os resultados obtidos no MSL é possível concluir que o tema necessita de aprofundamento, havendo, ainda carências e lacunas a serem exploradas no campo da construção civil.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio e incentivo financeiro para esta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. **Snowball Sampling: problems and techniques of chain referral sampling**. Sociological Methods & Research, v. 10, n. 2, p. 141–163, 1981.

BUDGEN, D. et al. **Using Mapping Studies in Software Engineering. Proceedings of PPIG**, v. 2, p. 195–204, 2008.

CONDORI-FERNANDEZ, N. et al. **A Systematic Mapping Study on Empirical Evaluation of Software Requirements Specifications Techniques.** 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, n. 1, p. 502–505, 2009.

ENGSTRÖM, E.; RUNESON, P. Software product line testing - A systematic mapping study. **Information and Software Technology**, v. 53, n. 1, p. 2–13, 2011.

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, 2014.

KITCHENHAM, B. et al. **Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review**. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009.