

DURABILIDADE DE FIBROCIMENTOS REFORÇADOS COM FIBRAS VEGETAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

LÓREN FERREIRA DA CRUZ¹; ARTHUR BEHENCK ARAMBURU²; RAFAEL DE AVILA DELUCIS³

¹Universidade Federal de Pelotas – loren.fcruz@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul – arthuraramburu@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – rafael.delucis@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, o amianto foi a fibra majoritária no mercado dos fibrocimentos. Entretanto, atualmente, diversos países proíbem o uso deste material em razão dos problemas de saúde causados em trabalhadores envolvidos em sua produção e manuseio. Desde então, diversas pesquisas têm sido conduzidas para buscar fibras de reforço para o fibrocimento viáveis ecologicamente e economicamente, o que inclui as fibras de origem vegetal (Feng et al., 2023).

As utilização de fibras vegetais traz vantagens como baixa densidade, alta resistência mecânica específica, custo reduzido, neutralidade de carbono, biodegradabilidade, e propriedades acústicas e térmicas favoráveis. Contudo, seu uso em compósitos cimentícios requer atenção para certos desafios, como a absorção de água, a perda de ductilidade em ambientes úmidos e alcalinos, e a alta variabilidade de características mecânicas.

Os estudos sobre a durabilidade de fibrocimentos reforçados com fibras vegetais também são importantes, pois ambientes adversos ou em estruturas expostas a condições climáticas severas são fatores críticos em aplicações comuns de fibrocimentos. Além disso, o número de estudos relacionados à durabilidade de fibrocimentos reforçados com fibras vegetais também é baixo. Com um melhor conhecimento da durabilidade desses materiais será possível promover seu uso mais amplo na indústria da construção, contribuindo para uma construção mais sustentável e eficiente.

Ensaio de envelhecimento acelerado são procedimentos laboratoriais projetados para simular as condições ambientais extremamente agressivas a que um material pode ser exposto dentro um período de tempo relativamente curto. O objetivo é reproduzir em um curto espaço de tempo os efeitos de envelhecimento que normalmente ocorreriam ao longo de vários anos em situações reais.

As revisões sistemáticas são mais comumente empregadas em áreas do conhecimento como Medicina, Psicologia, Educação e Ciências, resultando em uma escassez de trabalhos dessa natureza na área de Engenharia. Até o momento, a revisão sistemática de Ahmad et al. (2021), foi a única encontrada em um assunto similar ao do presente estudo. Esse trabalho aborda propriedades mecânicas de fibrocimentos reforçados com fibras vegetais. Portanto, o objetivo deste trabalho é conduzir uma revisão sistemática para analisar o panorama dos ensaios de envelhecimento acelerado conduzidos para avaliar a durabilidade de fibrocimentos reforçados com fibras vegetais.

2. METODOLOGIA

O propósito desta revisão é examinar a aplicação dos ensaios de envelhecimento acelerado na avaliação da durabilidade de fibrocimentos reforçados com fibras vegetais. Para tal, esta revisão sistemática desenvolvida foi conduzida seguindo as diretrizes metodológicas do protocolo PRISMA (Shamseer et al., 2015).

Os artigos foram buscados em três bases de dados, SciFinder (<http://www.scifinder.cas.org>), Scopus (www.scopus.com) e Web of Science (www.webofknowledge.com). Os termos de busca utilizados foram "(fiber OR fibre) AND cement AND (durability OR endurance) AND ("accelerated aging" OR cycles OR intemperism) AND properties". Os resultados foram limitados a artigos em inglês publicados entre 2013 e 2023, excluindo-se revisões, trabalhos de congresso e capítulos de livros. Em seguida, foram excluídos artigos duplicados do banco de dados. Essa seleção e análise dos artigos foi feita em setembro de 2023.

Por fim, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: 1) As fibras estudadas não eram de origem vegetal; 2) O tipo de compósito estudado era diferente de fibrocimento ou argamassa; 3) O artigo não envolvia envelhecimento acelerado. Para a aplicação destes critérios de exclusão foram analisados os títulos e resumos dos trabalhos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a busca nas bases de dados indicadas, foi encontrado um total de 488 documentos. Após a aplicação dos filtros (data, tipo de artigo e idioma), a busca resultou em 409 artigos. Com a remoção de artigos duplicados, obteve-se 293 documentos. Por fim, após a aplicação dos critérios de exclusão, 38 artigos foram considerados pertinentes e incluídos no estudo. A Figura 1 ilustra o processo de seleção dos artigos.

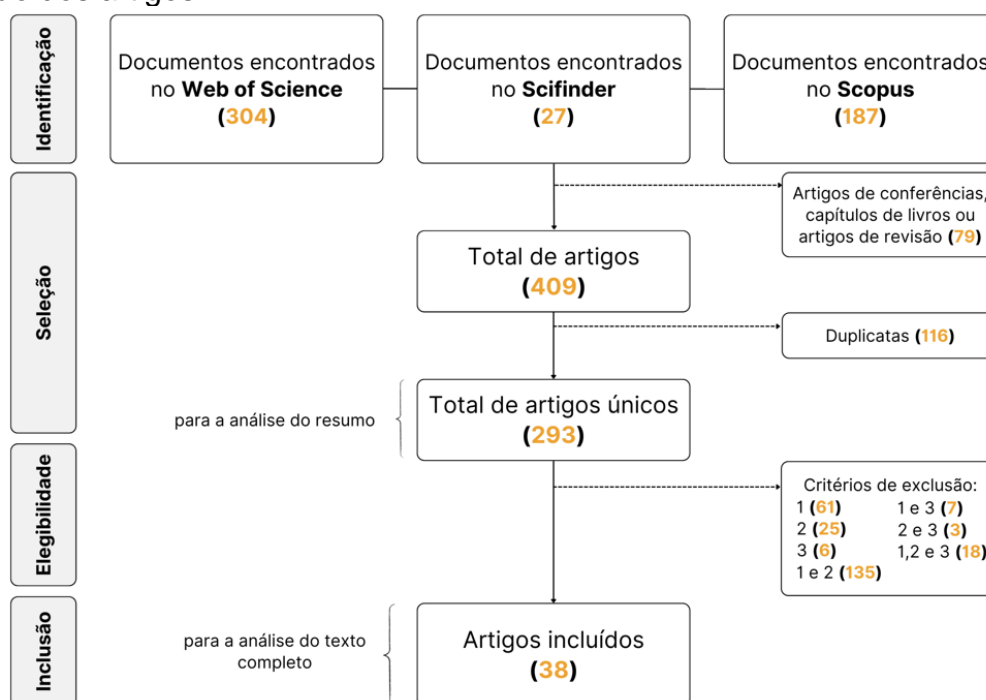


Figura 1 - Fluxograma de revisão sistemática, conforme o protocolo PRISMA.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos artigos selecionados para o estudo de acordo com o ano de publicação. É possível observar que houve um pico de publicações sobre o assunto no ano de 2021. A queda brusca ocorrida entre 2021

e 2022 provavelmente se deve a um impacto tardio da pandemia de COVID-19. Também é pertinente mencionar que, em 2023, outros artigos ainda serão publicados.

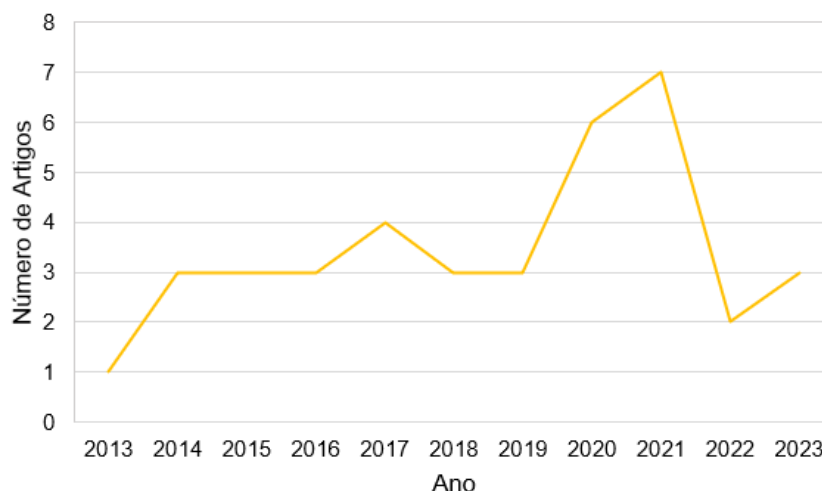


Figura 2 - Gráfico de distribuição anual dos artigos selecionados.

Na Figura 3 pode ser observado o número de ocorrências de utilização de cada tipo de fibra nos artigos selecionados. Além das fibras apresentadas na figura, também foi observada a utilização de fibras de madeira de abeto, açaí, bagaço de cana de açúcar, casca de arroz, casca de café, casca de coco, folha de bananeira, grama, palha de arroz, palmeira de tucum, piassava e pseudocaule de bananeira, entretanto essas apresentaram apenas uma ocorrência e não foram incluídas no gráfico por uma opção estética. Verifica-se uma predominância da celulose como principal fibra vegetal em fibrocimentos. Essa fibra, provavelmente, é a mais utilizada por sua abundância, uma vez que a indústria dos fibrocimentos, nesse caso, usufrui da consolidada indústria de produção de celulose, a qual extrai toneladas de fibras de madeira todo o dia, especialmente para a produção de papel, embora outras aplicações estejam sendo muito visadas atualmente com a grande difusão das mídias digitais.

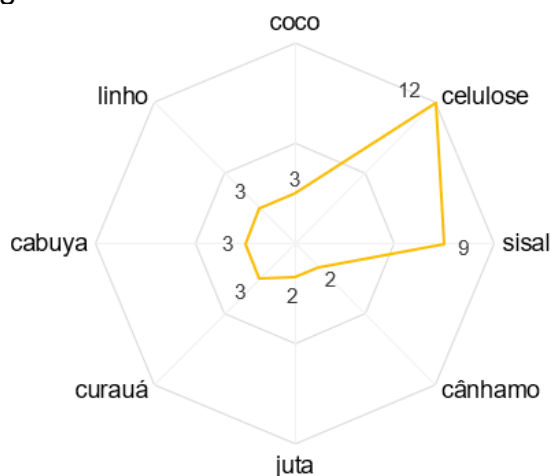


Figura 3 – Fibras vegetais mais estudadas.

A ocorrência dos ensaios de envelhecimento acelerado aplicados nos estudos pode ser observada na Figura 4. Percebe-se que os ensaios de molhagem e secagem foram significativamente mais utilizados, estando presentes em 92%

dos artigos. Durante a fase de molhagem, as amostras de fibrocimento são submersas ou expostas a água. Esse processo simula a exposição a chuva, umidade ou outros eventos de molhagem. Na fase de secagem, as amostras são expostas ao ambiente seco ou a condições de dessecação. Isso simula a exposição ao sol, ao vento e a condições secas. A chave para a simulação de envelhecimento natural é a repetição desses ciclos, sendo que a cada ciclo, as tensões internas aumentam devido à expansão e contração, o que pode levar ao desgaste gradual do material. Durante e após os ensaios de molhagem e secagem, os pesquisadores podem avaliar diversas propriedades do fibrocimento, como resistência mecânica, absorção de água, formação de fissuras, delaminação e outros indicadores de deterioração.

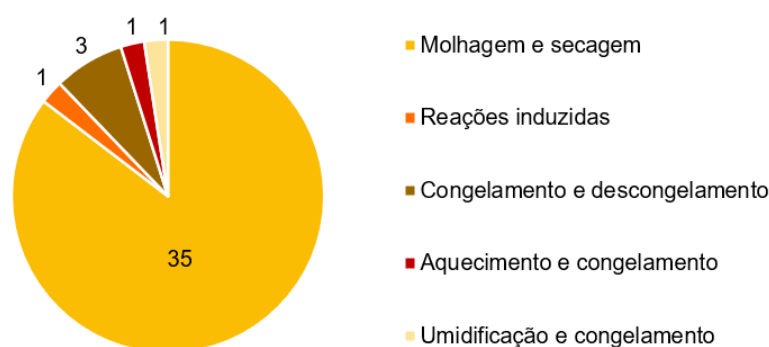


Figura 4 – Ensaios de durabilidade mais usados.

4. CONCLUSÕES

A revisão sistemática de literatura demonstrou ser um método altamente apropriado nesta pesquisa, uma vez que proporciona uma compreensão abrangente, evitando a abordagem de conteúdo não representativo. Este trabalho faz parte de uma dissertação de mestrado, na qual ainda pretende-se realizar uma análise mais detalhada acerca dos métodos de caracterização utilizados após o envelhecimento, número de ciclos mais usuais, detalhamento das condições empregadas nos ciclos e principais efeitos nos fibrocimentos atribuídos ao envelhecimento acelerado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, W., Khan, M., & Smarzewski, P. (2021). **Effect of short fiber reinforcements on fracture performance of cement-based materials: A systematic review approach.** *Materials*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/ma14071745>
- Feng, B., Liu, J., Lu, Z., Zhang, M., & Tan, X. (2023). **Study on properties and durability of alkali activated rice straw fibers cement composites.** *Journal of Building Engineering*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105515>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., Altman, D. G., Booth, A., Chan, A. W., Chang, S., Clifford, T., Dickersin, K., Egger, M., Gøtzsche, P. C., Grimshaw, J. M., Groves, T., Helfand, M., Whitlock, E. (2015). **Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015: Elaboration and explanation.** In *BMJ (Online)* (Vol. 349). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>