

Análise bibliométrica sobre a incorporação de resíduos de pneus em compósitos de gesso

Maria Eduarda Amorim Ferreira

Mestranda em Engenharia Civil
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
maria.amorim-ferreira@unesp.br
ORCID iD 0009-0005-4723-6824

Cesar Fabiano Fioriti

Professor Doutor
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
c.fioriti@unesp.br
ORCID iD 0000-0001-5461-4495

Submissão: 27/01/2026

Aceite 05/03/2026

FERREIRA, Maria Eduarda Amorim; FIORITI, Cesar Fabiano. Análise bibliométrica sobre a incorporação de resíduos de pneus em compósitos de gesso. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 14, n. 91, p. e2540, 2026. DOI: [10.17271/23188472149120266266](https://doi.org/10.17271/23188472149120266266). Disponível

em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/6266

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Análise bibliométrica sobre a incorporação de resíduos de pneus em compósitos de gesso

RESUMO

Objetivo – O objetivo do trabalho consistiu em realizar uma revisão bibliométrica acerca de pesquisas experimentais sobre a utilização de resíduos de borracha provenientes de pneus inservíveis em compósitos à base de gesso.

Metodologia – As etapas que orientaram o desenvolvimento da pesquisa consistiram na definição da *string* para busca nas plataformas Scopus e Web of Science, utilização do protocolo PRISMA para seleção e inclusão de artigos da amostra e utilização de ferramentas para organização dos dados extraídos.

Originalidade/relevância – O trabalho demonstrou escassez de estudos científicos sobre a temática, indicando que compósitos de gesso e borracha têm expectativas relevantes para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

Resultados – A inclusão do tópico compósitos de gesso-borracha em pesquisas científicas é considerada recente, com a maioria dos artigos publicados a partir de 2020, sendo a Espanha o país predominante nas produções da temática.

Contribuições teóricas/metodológicas – Fornece, por meio de dados bibliométricos, uma visão da situação atual de pesquisas sobre materiais à base de gesso e borracha, produzidos visando à sustentabilidade e aos critérios de economia circular no setor da construção civil.

Contribuições sociais e ambientais – Demonstra um meio de investigação para mitigar impactos ambientais ocasionados pelo volume exacerbado acumulado e consequente do descarte inadequado de pneus usados.

PALAVRAS-CHAVE: Dados quantitativos. Pneus em fim de vida. Gesso.

Bibliometric analysis on the incorporation of tire waste into gypsum composites

ABSTRACT

Objective – This study aimed to conduct a bibliometric review of the experimental research on the use of rubber waste from end-of-life tires in gypsum-based composites.

Methodology – The steps that guided this research consisted of defining the search string on the Scopus and Web of Science platforms; using the PRISMA protocol to select and include the articles in the sample of this study and using tools to organize the extracted data.

Originality/Relevance – This study showed the scarcity of scientific studies on the subject, indicating that gypsum and rubber composites hold significant promise for future research.

Results – The inclusion of gypsum-rubber composites in scientific research is considered recent, with most articles published from 2020 onward and Spain publishing most studies on the subject.

Theoretical/Methodological Contributions – Its bibliometric data offers an overview of the current state of research on sustainable gypsum- and rubber-based materials produced with circular economy criteria in civil construction.

Social and Environmental Contributions – It shows a means of investigation to mitigate environmental impacts caused by the excessive accumulated volume and improper disposal of used tires.

KEYWORDS: Quantitative data. End-of-life tires. Gypsum.

Análisis bibliométrico sobre la incorporación de residuos de neumáticos en compuestos de yeso

RESUMEN

Objetivo – El objetivo del trabajo consistió en realizar una revisión bibliométrica sobre investigaciones experimentales sobre el uso de residuos de caucho procedentes de neumáticos inservibles en compuestos a base de yeso.

Metodología – Las etapas que guiaron el desarrollo de la investigación consistieron en la definición de la cadena de búsqueda en las plataformas Scopus y Web of Science, el uso del protocolo PRISMA para la selección e inclusión de artículos de la muestra y el uso de herramientas para la organización de los datos extraídos.

Originalidad/Relevancia – El trabajo demostró la escasez de estudios científicos sobre el tema, indicando que los compuestos de yeso y caucho tienen expectativas relevantes para el desarrollo de investigaciones futuras.

Resultados – La inclusión del tema «compuestos de yeso y caucho» en las investigaciones científicas se considera reciente, ya que la mayoría de los artículos se han publicado a partir de 2020, siendo España el país predominante en las producciones sobre este tema.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – Proporciona, mediante datos bibliométricos, una visión de la situación actual de las investigaciones sobre materiales a base de yeso y caucho, producidos con criterios de sostenibilidad y economía circular en el sector de la construcción civil.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Demuestra un medio de investigación para mitigar los impactos ambientales causados por el volumen acumulado excesivo y la consiguiente eliminación inadecuada de neumáticos usados.

PALABRAS CLAVE: Datos cuantitativos. Neumáticos al final de su vida útil. Yeso.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional implica no aumento da necessidade de veículos e, conseqüentemente, na produção de pneus. Estima-se que, a cada ano, 1,5 bilhão de toneladas de pneus inservíveis sejam geradas em todo o mundo (Bianco; Panepinto; Zanetti, 2021). Somente no Brasil, 100 milhões de unidades são descartadas anualmente (Scanavacca Júnior, 2025), devido ao desgaste natural da banda de rodagem, acidentes, perfurações, entre outros motivos.

Tradicionalmente, os pneus pós-uso são depositados em aterros sanitários. No entanto, quando dispostos na natureza, levam cerca de 600 anos para se decompor, causando problemas ao meio ambiente, como a contaminação por microplásticos de corpos hídricos e a proliferação de mosquitos vetores de doenças por conta do acúmulo de água (Keber; Borges; Bortoluci, 2025). Não obstante, a borracha dos pneus é formada por componentes inflamáveis que podem ocasionar incêndios em condições de armazenamento inadequadas, causando impactos negativos para a saúde humana e emissão de gases para a atmosfera (Rigotti; Dorigato, 2022; Tran *et al.*, 2022). Dessa forma, a opção mais sustentável de gerenciar esse resíduo sólido é reciclá-lo e reutilizá-lo na manufatura de novos produtos.

De acordo com Landi *et al.* (2018), os principais materiais gerados durante o reprocessamento dos pneus são: borracha (47%), aço (12%) e fibras têxteis (10%). Resíduos de borracha também são produzidos em abundância durante o processo de recauchutagem de pneus (Pereira; Fazzan; Freitas, 2015). Dessa forma, por corresponder a uma fração residual predominante, a borracha é frequentemente utilizada na reintegração desses resíduos à cadeia produtiva.

A indústria da construção civil avança em direção à integração de modelos de economia circular com o intuito de diminuir a quantidade de resíduos gerados e mitigar a disposição final incorreta (Zaragoza-Benzal *et al.*, 2024a). Assim, o setor introduz diversos tipos de resíduos em materiais alternativos de construção, incluindo a borracha, explorando suas boas propriedades elásticas, baixa densidade e estabilidade química. A maioria das pesquisas aborda a fabricação de compósitos cimentícios, como concretos, argamassas e pastas, destinados a aplicações estruturais, não estruturais e autoadensáveis (Herrero; Mayor; Hernández-Olivares, 2013).

Thomas, Gupta e Panicker (2016) analisaram a durabilidade do concreto com resíduos de pneus inservíveis com substituições de 0 a 20% de agregado miúdo por borracha. Os resultados apontaram que o concreto com resíduos apresenta elevada resistência a ambientes agressivos, principalmente em áreas com ocorrência de ataque ácido. De maneira análoga, as argamassas de revestimento produzidas por Kazmierczak *et al.* (2020), apesar de terem suas resistências à compressão e seu módulo de elasticidade diminuídos com o aumento da substituição da areia pelos resíduos de borracha, manifestaram redução no aparecimento de fissuras e mantiveram a aderência ao substrato cerâmico e a resistência à tração em comparação com a argamassa de referência, mesmo após ciclos de envelhecimento acelerado.

Outros materiais ecológicos com polímeros provenientes de pneus também são estudados, como a fabricação de painéis de partículas de madeira em três camadas (Mancel *et al.*, 2025) e misturas asfálticas (Picado-Santos; Capitão; Neves, 2020). Essas pesquisas

demonstraram a viabilidade do uso da borracha apresentando possibilidades de aprimorar características dos compósitos, bem como reduzir o consumo de matérias-primas originais e, no caso dos pavimentos asfálticos, reduzir custos de preservação e manutenção ao longo do ciclo de vida.

Por sua vez, o gesso é um aglutinante natural e orgânico amplamente utilizado desde o início da humanidade por conta de suas excelentes propriedades acústicas, de regulação higrotérmica das paredes e reação sob ação do fogo, além de possuir facilidade de moldagem e rápido endurecimento. Todavia, apresenta algumas desvantagens dependendo do tipo de aplicação, como sua fragilidade, susceptibilidade à água e rápida degradação (Río-Merino *et al.*, 2022; Serna *et al.*, 2012). Diante disso, alguns fabricantes adotam aditivos para contornar as situações adversas do gesso, como retardadores de pega e hidrofugantes. Da mesma forma, ao longo dos anos, estudiosos desenvolveram pesquisas relacionadas ao uso de materiais residuais para reforçar o gesso, como os próprios resíduos de gesso, fibras naturais e sintéticas, poliestireno expandido e extrudado, subprodutos agrícolas e industriais, resíduos de madeira e materiais poliméricos.

Quanto ao uso de resíduos de borracha de pneus em matrizes de gesso, Pinto *et al.* (2020) investigaram compósitos com partículas em diferentes proporções (5%, 10% e 15%, em volume) e granulometrias (grossa: < 1.19 mm; fina < 0.6 mm). Destaca-se os resultados de diminuição da densidade à medida que o teor da borracha aumenta, especialmente dos painéis com partículas finas devido à maior porosidade. Os compósitos com 5% de borracha apresentaram resultados de resistências mecânicas semelhantes ao controle; no entanto, os com 15% tiveram uma queda gradual na resistência à flexão e compressão. De acordo com os autores, essa redução está associada com a menor adesão entre a pasta de gesso e as partículas de borracha, observada por meio da análise da morfologia pelo ensaio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Zaragoza-Benzal *et al.* (2023) combinaram a borracha triturada com fibras recicladas de lã mineral na produção de compósitos mais leves. Observou-se diminuição na condutividade térmica em até 30% nos materiais com matérias-primas secundárias em comparação com a dosagem de referência e o melhor desempenho em relação à ação da água, com a diminuição da altura de capilaridade e da permeabilidade ao vapor da água. O emprego dos materiais desenvolvidos foi validado por meio da produção de blocos pré-fabricados para revestimento de paredes e divisórias internas. Ademais, o estudo recomenda uma possível aplicação para ambientes úmidos, assim como uma alternativa para aprimorar a eficiência energética do espaço construído.

No caso de Ferrández *et al.* (2025), foi avaliada a reciclabilidade dos pré-fabricados de gesso com agregados de borracha. Embora tenha sido observada a diminuição progressiva das resistências mecânicas com o aumento da proporção de borracha, todos os valores obtidos excederam os mínimos exigidos na norma europeia vigente. Ainda, a caracterização físico-química demonstrou a capacidade de reciclagem por tratamento térmico do di-hidrato triturado para a obtenção do hemi-hidrato, ou seja, o aglutinante é recuperado para novos ciclos de uso.

Paralelamente, uma revisão bibliométrica consiste em analisar produções científicas de uma literatura existente de forma quantitativa, estatística e descritiva, identificando os elementos mais relevantes e influentes de um campo bem estabelecido, além de permitir que

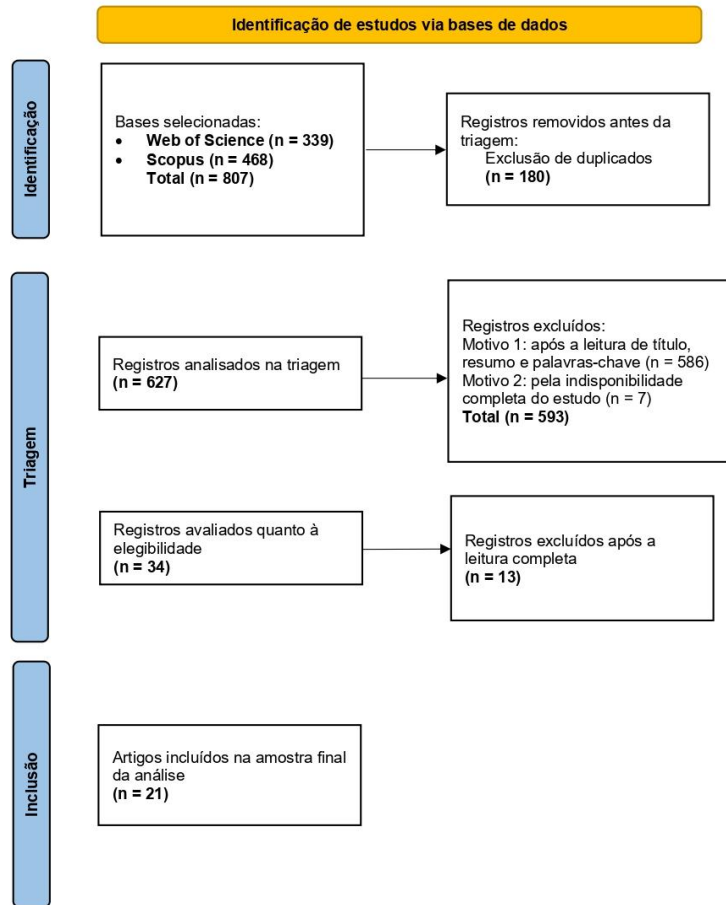
pesquisadores identifiquem lacunas de conhecimento, apresentem novas ideias de investigação e posicionem suas contribuições (Celestino *et al.*, 2024; Donthu *et al.*, 2021). Nesse contexto, é fundamental revisar trabalhos anteriores que abordam a fabricação de diferentes tipos de materiais à base de gesso com incorporação de borracha de pneus para identificar a evolução dos estudos e compreender tendências globais de pesquisa sobre o tema. Até o momento da revisão, não foi encontrado nenhum estudo anterior relacionado ao levantamento de dados quantitativos sobre o tópico.

Destarte, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar uma revisão bibliométrica por meio de múltiplas bases de dados, acerca de pesquisas experimentais que incorporaram resíduos de borracha de pneus em compósitos à base de gesso.

2 METODOLOGIA

Segundo Marlés-Sáenz *et al.* (2025), a análise bibliométrica fornece uma visão minuciosa e atualizada de um tópico específico, identificando áreas emergentes, avanços científicos e garantindo investigações estruturadas do conhecimento acadêmico. Pimenta *et al.* (2017) citaram que estudos bibliométricos são embasados em métodos quantitativos e estatísticos. Assim, a revisão bibliométrica é essencial para pesquisadores entenderem seus temas de pesquisa ao longo da trajetória acadêmica, possibilitando também a formulação de discussões qualitativas, no contexto de revisões bibliográficas e seus próprios resultados obtidos. Para atingir o objetivo proposto, foi aplicado o protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), que garante transparência e confiabilidade nas análises. Essa metodologia abrange a identificação, seleção e elegibilidade da literatura pertinente, levando em consideração critérios predefinidos para a determinação dos artigos incluídos na amostra final. O fluxograma (Figura 1) representa as etapas do PRISMA.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA adaptado para a análise bibliométrica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Durante o mês de dezembro de 2025, foram realizadas as buscas nas plataformas Scopus e Web of Science, por serem bases de dados com quantidades representativas de documentos e referências na comunidade científica internacional. Foram inseridas palavras-chave e termos relacionados à compósitos de gesso e borracha de pneu, bem como operadores booleanos, formando a *string* de busca: (*plaster** OR *gypsum**) AND (*rubber** OR "*tire rubber*" OR "*end-of-life tire*" OR "*rubber residu**" OR "*rubber waste*").

A triagem de documentos consistiu em duas etapas: (1) leitura do título, resumo e palavras-chave e (2) leitura completa dos artigos. Esse processo foi aderido com o intuito de obter informações sobre a relação dos principais objetivos, materiais, métodos e resultados dos estudos com a temática proposta.

Os critérios de inclusão abrangeram artigos científicos publicados em periódicos ou anais de conferência, sem limite de ano de publicação, nos idiomas inglês, português e espanhol, que tratassem de investigações experimentais sobre materiais de gesso e resíduos de borracha. Foram considerados estudos laboratoriais que avaliaram a influência da incorporação da borracha no desempenho técnico dos compósitos, incluindo características no estado plástico e propriedades físico-mecânicas e termoacústicas, podendo ou não contemplar análises de viabilidade econômica e ambiental dos novos materiais fabricados. Em relação aos motivos da

exclusão, foram eliminadas publicações duplicadas, pesquisas fora do tópico, indisponibilidade integral do estudo e publicações que não atendessem aos requisitos mencionados.

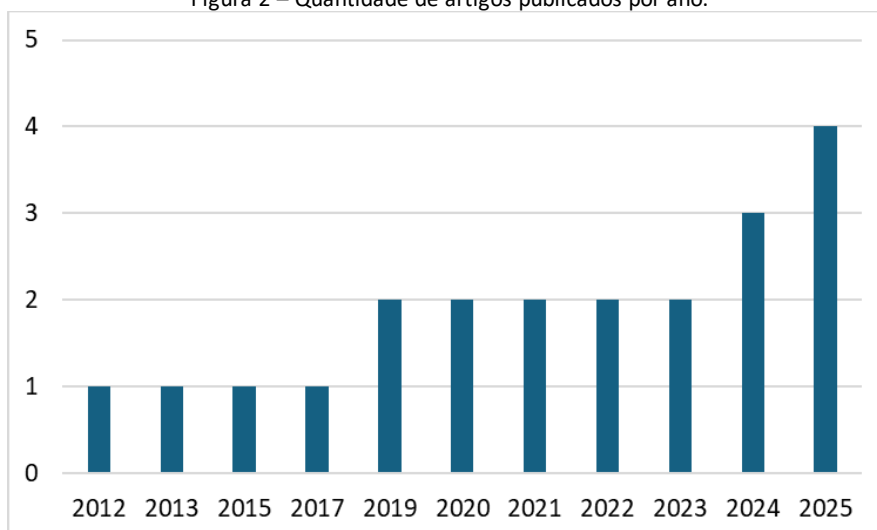
A partir disso, o trabalho teve seu desenvolvimento apoiado na literatura de Ribeiro e Soares (2025), Sobral *et al.* (2025) e Fioriti, Bartholomei e Tsutsumoto (2024). A extração de dados dos artigos foi dividida nas seguintes categorias: (1) quantidade de artigos publicados por ano; (2) periódicos de publicação; (3) quantidade de artigos publicados entre os principais autores identificados; (4) mapa com os países de afiliações dos autores; (5) artigos publicados em periódicos com Qualis CAPES A1 a A4; e (6) correlações de termos e palavras-chaves. Além disso, foi utilizado o software Microsoft Excel para organização dos dados extraídos em planilhas e construção dos gráficos. Os softwares VOSviewer, Quantum Geographic Information System (QGIS) e Mendeley foram empregados para a elaboração da figura de coocorrência de palavras-chave, do mapa de países de afiliações dos autores e da configuração das referências bibliográficas, respectivamente.

3 RESULTADOS

No total, 21 artigos foram incluídos na amostra final, sendo 19 publicados na língua inglesa e 2 em língua espanhola. Nota-se o baixo número de publicações em comparação com a quantidade amostral de outras revisões. O levantamento bibliométrico de Braz e Braz (2020), por exemplo, sobre aplicações de telhados verdes no Brasil, apresentou 65 estudos científicos. Já Fioriti, Bartholomei e Tsutsumoto (2024) analisaram dados quantitativos de 143 publicações acerca da utilização de borracha de pneus em compósitos cimentícios, assim como a revisão cientométrica de Arvizu-Montes e Martinez-Echevarria (2025) sobre fibras vegetais, em que foram consideradas 240 publicações, sendo possível constar um número reduzido de estudos relacionados à produção de compósitos de gesso-borracha.

A primeira análise realizada foi a identificação da quantidade de artigos publicados por ano (Figura 2).

Figura 2 – Quantidade de artigos publicados por ano.

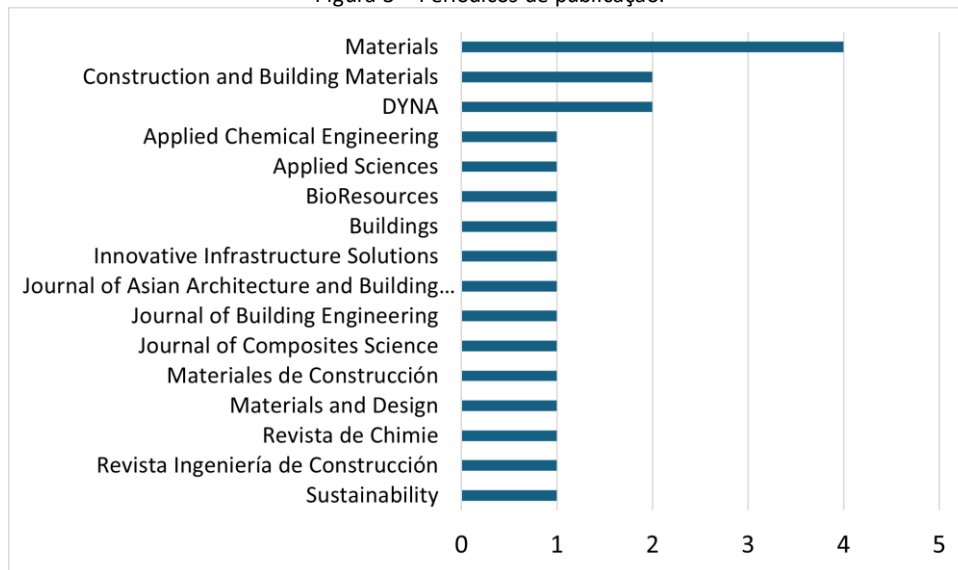


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Pela Figura 2 é possível observar que o espaço temporal de publicações consiste entre 2012 e 2025, com tendência anual de aumento progressivo nos últimos 3 anos. O pico de publicações ocorreu em 2025, com aproximadamente 19% dos artigos. Serna *et al.* (2012) foram os pioneiros na investigação de compósitos de gesso e borracha, contudo, cerca de 71% dos artigos foram publicados a partir de 2020, indicando que a inclusão da temática em estudos acadêmicos é um fenômeno relativamente recente, sendo uma oportunidade para a consolidação de novas pesquisas na temática.

O gráfico da Figura 3 ilustra a quantidade de publicações por periódico.

Figura 3 – Periódicos de publicação.

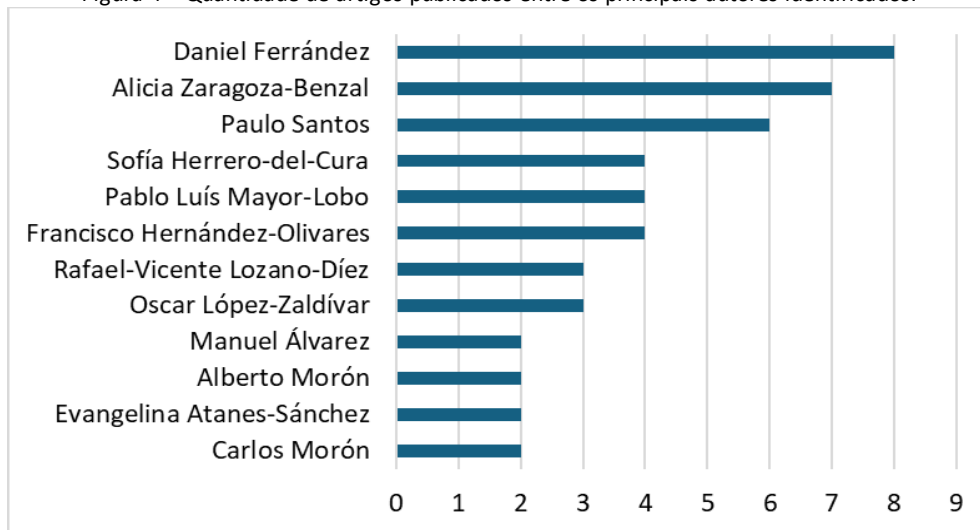


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A revista *Materials* se destaca ao aparecer quatro vezes na amostra, seguida pela *Construction and Building Materials* e *DYNA*, com três aparições cada. O restante dos periódicos teve uma publicação cada, o que apresenta fontes diversas de publicações da temática. Foi possível notar que as revistas abrangem várias áreas do conhecimento, como Engenharias, Ciência dos Materiais, Ciências Naturais Aplicadas, Desenvolvimento Sustentável, Arquitetura e Ciência de Dados. Dessa forma, a interdisciplinaridade da temática corrobora a importância da exploração sobre compósitos de gesso e borracha de pneus.

Além disso, a investigação apontou 54 autores nos artigos da amostra analisada. Porém, conforme indicado no gráfico da Figura 4, foram considerados os principais autores (aqueles com duas ou mais publicações).

Figura 4 – Quantidade de artigos publicados entre os principais autores identificados.

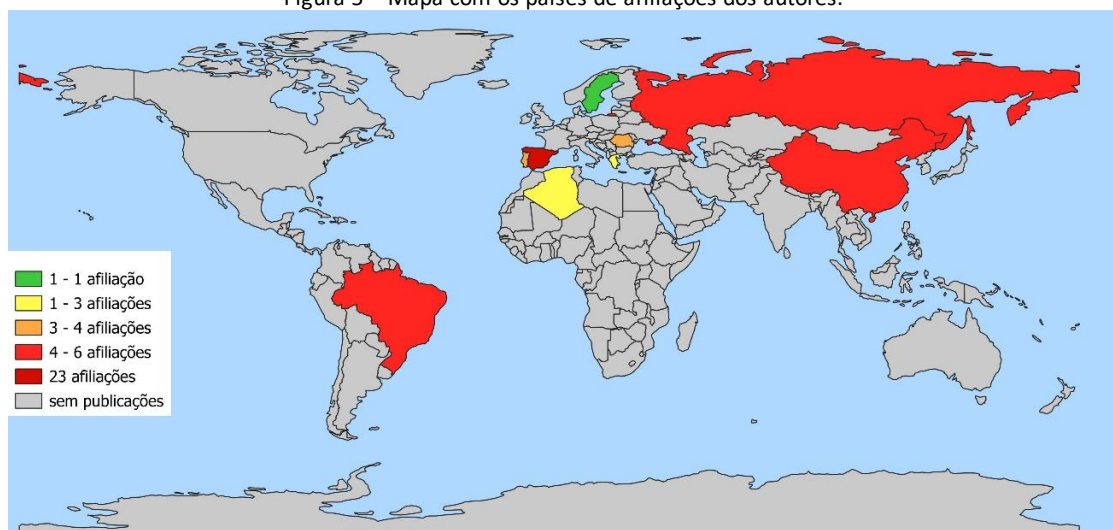


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir da Figura 4 é possível observar que o autor mais prolífico é Daniel Ferrández, com oito estudos, seguido por Alicia Zaragoza-Benzal e Paulo Santos, com sete e seis publicações, respectivamente. De forma complementar, três autores tiveram quatro publicações; dois autores tiveram três publicações; e quatro autores tiveram duas publicações. Vale ressaltar que, exceto Paulo Santos, todos os autores indicados na Figura 4 têm afiliações em universidades e instituições espanholas, a maioria deles fez parceria entre si no desenvolvimento das pesquisas.

Outro fator observado nesta análise foi o país de afiliação dos autores dos estudos, demonstrado no mapa da Figura 5.

Figura 5 – Mapa com os países de afiliações dos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O número de ocorrência de cada país corresponde à afiliação de cada um dos 54 autores identificados nos 21 estudos da amostra. Ao todo, nove países foram identificados, sendo a Espanha a nação com liderança consolidada com relação a estudos relacionados a

compósitos de gesso-borracha, com 23 autores afiliados. Isso pode ser atribuído devido ao uso do gesso ser mais difundido no continente europeu. De acordo com Eurogypsum (2025), 1,5 bilhão de metros quadrados de superfícies internas das edificações na Europa são revestidas com argamassas ou placas de gesso, bem como constituídas com painéis e blocos pré-fabricados. Ademais, os países europeus estão sujeitos a diversas políticas de incentivo e regulamentações sobre gestão e reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos, em que pneus em fim de vida (end-of-life tires - ELT) se enquadram, conforme destacam Zaragoza-Benzal *et al.* (2025). Assim, pesquisas sobre a temática de compósitos de gesso e borracha tendem a ser mais exploradas nessa região. Não obstante, a China obteve seis afiliações, seguida por Brasil e Rússia, com cinco afiliações cada, Portugal e Romênia, com quatro, e Argélia e Grécia, com três. Por fim, a Suécia também foi observada na distribuição com apenas uma afiliação.

O Quadro 1 apresenta os estudos que possuem Qualis Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) classificados entre A1 e A4, referente ao quadriênio de avaliação 2021-2024. Também são destacados o título dos artigos e o número de citações que tiveram até a data da realização das buscas. De acordo com Amorim (2023), o Qualis Periódicos mensura a qualidade de artigos e outros tipos de disseminação científica por meio da avaliação dos veículos de divulgação. Dentro dos 21 artigos da amostra, 14 obtiveram seus periódicos classificados com melhor desempenho (entre A1 e A4) no período indicado, sendo o conceito A1 a classificação mais elevada que uma revista pode receber, observada em quatro estudos. Herrero, Mayor e Hernández-Olivares (2013) se destacam com o trabalho mais citado, com cerca de 37% da quantidade de citações do Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos publicados em periódicos com Qualis CAPES A1 a A4 (Parte 1).

Autores (Ano)	Títulos dos artigos	Revista	Qualis CAPES (2021-2024)	Quantidade de citações
Ferrández <i>et al.</i> (2025)	Study of Different Recycling Approaches for Gypsum-Based Composites with Recycled Rubber Aggregates	<i>Buildings</i>	A4	0
Zaragoza-Benzal <i>et al.</i> (2025)	Upcycling Automobile End-of-Life Tires for Development and Characterization of Circular Plasterboards	<i>Sustainability</i>	A3	0
Ferrández <i>et al.</i> (2024)	Eco-Design and Characterization of Sustainable Lightweight Gypsum Composites for Panel Manufacturing including End-of-Life Tyre Wastes	<i>Materials</i>	A3	10
Zaragoza-Benzal <i>et al.</i> (2024a)	Development and characterization of new lightweight waste-based plaster composites for building applications	<i>Journal of Building Engineering</i>	A1	8
Zaragoza-Benzal <i>et al.</i> (2024b)	Water Resistance Analysis of New Lightweight Gypsum-Based Composites Incorporating Municipal Solid Waste	<i>Journal of Composites Science</i>	A2	3
Zaragoza-Benzal <i>et al.</i> (2023)	Recovery of End-of-Life Tyres and Mineral Wool Waste: A Case Study with Gypsum Composite Materials Applying Circular Economy Criteria	<i>Materials</i>	A3	16
Álvarez <i>et al.</i> (2022)	Performance Characterisation of a New Plaster Composite Lightened with End-of-Life Tyres' Recycled Materials for False Ceiling Plates	<i>Materials</i>	A3	20

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

(2019), introduzir critérios de economia circular nos processos e produtos convencionais agrega valor para o setor da construção. É possível observar que o termo está fortemente vinculado com “*end-of-life tyre*” (nove ocorrências). Com base nisso, e em consonância com o esperado, a finalidade da aplicação da borracha de ELT é vista como uma estratégia de reintegrar os resíduos na cadeia produtiva para diminuir o consumo das matérias-primas originais e revalorizar o material residual.

Do mesmo modo, a proeminência do termo “*mechanical properties*” na Figura 6 demonstra o interesse na performance mecânica dos materiais produzidos com as matérias-primas secundárias. O comportamento físico também foi averiguado nos estudos pela identificação das palavras-chave “*fire*”, “*temperature*” e “*water resistance*”. As principais propriedades investigadas nos estudos foram por meio da realização de ensaios de densidade aparente, dureza superficial, resistências mecânicas (flexão de placas e compressão) e absorção de água (por imersão total e capilaridade).

A frequência de “*thermal conductivity*” (quatro ocorrências) também revela o interesse no estudo do conforto térmico desses novos compósitos. O gesso isoladamente já apresenta boa capacidade de regular a temperatura das edificações, atenuando as amplitudes térmicas, além de permitir uma economia de energia. A possibilidade de a resistência térmica ser potencializada com a incorporação de borracha seria um resultado vantajoso, principalmente em regiões com clima ameno ou com altas variações de temperatura, como mencionado no caso do estudo de Meddah, Laoubi e Bederina (2020).

Ainda, “*carbon fibers*” (fibras de carbono) e “*wood chips*” (lascas de madeira) podem indicar que os compósitos estão sendo investigados em combinação com outros tipos de material residual. De forma geral, além de demonstrar os principais focos dos pesquisadores, os resultados obtidos por meio da avaliação de palavras-chave e termos comumente utilizados podem orientar novos autores que estudam esse tema.

4 CONCLUSÕES

Foi realizada uma análise da bibliometria de 21 artigos selecionados, com critérios de inclusão e exclusão, sobre compósitos de gesso e borracha de pneus como uma alternativa de material de construção sustentável.

As produções científicas encontradas estão distribuídas em um período entre 2012 e 2025 (último ano incluído na análise), com recente aumento progressivo de publicações. O periódico *Materials* e o autor Daniel Fernández são os mais produtivos da temática. Apesar de poucos países terem sido identificados na produção de estudos, a Espanha é a nação líder de pesquisa com 23 autores afiliados. Aproximadamente 67% dos estudos da amostra tiveram seus respectivos veículos de publicação classificados entre A1 e A4 no Qualis Periódicos (2021-2024). Os termos mais recorrentes na seção de palavras-chave dos autores foram “economia circular”, “pneus em fim de vida”, “propriedades mecânicas” e “condutividade térmica”.

De forma geral, a revisão bibliométrica tratou de um recorte temático bem delimitado, cabendo mencionar que existem outras bases de dados para buscas de publicações científicas além das utilizadas. O material aglomerante, utilizado na fabricação de revestimentos, placas acartonadas e elementos pré-fabricados, tem sido pouco investigado como compósitos a partir de resíduos de borracha, representando uma oportunidade para pesquisas futuras

desenvolverem essa área de estudo pouco explorada. A borracha residual dos pneus pode deixar de ser um problema de contaminação, passando a ser uma solução para o aprimoramento de algumas propriedades do gesso, sendo reintegrada à cadeia produtiva da construção civil.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, G. Três publicações do IFBA obtêm bom conceito na avaliação quadrienal do Qualis Periódicos da Capes. **Instituto Federal da Bahia**, Bahia, 20 jan. 2023. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/noticias/2023/tres-publicacoes-do-ifba-obtem-bom-conceito-na-avaliacao-quadrienal-do-qualis-periodicos-da-capes>. Acesso em: 5 jan. 2026.
- ADAMOPOULOS, S.; FOTI, D.; VOULGARIDIS, E.; PASSIALIS, C. Manufacturing and Properties of Gypsum-Based Products with Recovered Wood and Rubber Materials. **BioResources**, p. 5573-5585, 2015.
- ÁLVAREZ, M.; SANTOS, P.; LOPES, P.; ABRANTES, D.; FERRÁNDEZ, D. Performance Characterisation of a New Plaster Composite Lightened with End-of-Life Tyres' Recycled Materials for False Ceiling Plates. **Materials**, v. 15, n. 16, 2022.
- ARVIZU-MONTES, A.; MARTINEZ-ECHEVARRIA, M. J. Vegetable Fibers in Cement Composites: A Bibliometric Analysis, Current Status, and Future Outlooks. **Materials**, v. 18, n. 2, 2025.
- BIANCO, I.; PANEPINTO, D.; ZANETTI, M. End-of-life tyres: Comparative life cycle assessment of treatment scenarios. **Applied Sciences**, Switzerland, v. 11, n. 8, 2021.
- BRAZ, S. N.; BRAZ, J. C. R. Telhado Verde: Uma nova tecnologia sustentável. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, p. 147-157, 2020.
- CASTELLÓN, F. J.; AYALA, M.; LANZÓN, M. Influence of tire rubber waste on the fire behavior of gypsum coatings of construction and structural elements. **Materiales de Construcción**, v. 72, n. 345, 2022.
- CELESTINO, M. S.; BELLUZZO, R. C. B.; ALBINO, J. P.; VALENTE, V. C. P. N. Análise bibliométrica: revisão de literatura e proposta de framework metodológico em 12 passos. **ARACÉ**, v. 6, n. 4, p. 13421-13446, 2024.
- DIMA, C.; BADANOIU, A.; STOLERIU, S.; LUCA, D. Influence of Various Types of Waste on the Main Properties of Gypsum Based Composites for Thermal Insulations. **Revista de Chimie**, p. 1750-1753, 2019.
- DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285-296, 2021.
- EUROGYPSUM. Use in Buildings – Gypsum All Around. **Eurogypsum**, Bruxelas, 2025. Disponível em: <https://eurogypsum.org/the-gypsum-industry/use-of-gypsum-in-buildings/>. Acesso em: 12 jan. 2026.
- FERRÁNDEZ, D.; ÁLVAREZ, M.; ZARAGOZA-BENZAL, A.; SANTOS, P. Eco-Design and Characterization of Sustainable Lightweight Gypsum Composites for Panel Manufacturing including End-of-Life Tyre Wastes. **Materials**, v. 17, n. 3, 2024.
- FERRÁNDEZ, D.; ZARAGOZA-BENZAL, A.; ATANES-SÁNCHEZ, E.; MERILLAS, B.; MATEUS, R.; SANTOS, P. Study of Different Recycling Approaches for Gypsum-Based Composites with Recycled Rubber Aggregates. **Buildings**, v. 15, 2025.
- FIORITI, C. F.; BARTHOLOMEI, C. L. B.; TSUTSUMOTO, N. Y. Análise bibliométrica sobre borracha de pneus incorporada em compósitos de cimento. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 20, n. 1, p. 375-386, 2024.
- HERRERO, S.; MAYOR, P.; HERNÁNDEZ-OLIVARES, F. Influence of proportion and particle size gradation of rubber from end-of-life tires on mechanical, thermal and acoustic properties of plaster-rubber mortars. **Materials and Design**, v. 47, p. 633-642, 2013.

KAZMIERCZAK, C. DE S.; DUTRA SCHNEIDER, S.; AGUILERA, O.; ALBERT, C. C.; MANCIO, M. Rendering mortars with crumb rubber: Mechanical strength, thermal and fire properties and durability behaviour. **Construction and Building Materials**, v. 253, 2020.

KEBER, Natasha Jose; BORGES, Patrícia; BORTULUCI, Cláudia Conte. Pneus. **Portal de Educação Ambiental**, São Paulo, 24 fev. 2025. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2025/02/pneus/>. Acesso em: 18 dez 2025.

LANDI, D.; GIGLI, S.; GERMANI, M.; MARCONI, M. Investigating the feasibility of a reuse scenario for textile fibres recovered from end-of-life tyres. **Waste Management**, v. 75, p. 187-204, 2018.

LI, H.; AN, H.; WANG, Y.; HUANG, J.; GAO, X. Evolutionary features of academic articles co-keyword network and keywords co-occurrence network: Based on two-mode affiliation network. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 450, p. 657-669, 2016.

LÓPEZ-ZALDÍVAR, O.; LOZANO-DÍEZ, R.; HERRERO DEL CURA, S.; MAYOR-LOBO, P.; HERNÁNDEZ-OLIVARES, F. Effects of water absorption on the microstructure of plaster with end-of-life tire rubber mortars. **Construction and Building Materials**, v. 150, p. 558-567, 2017.

LOZANO-DÍEZ, R. V.; LÓPEZ-ZALDÍVAR, Ó.; HERRERO-DEL-CURA, S.; MAYOR-LOBO, P. L.; HERNÁNDEZ-OLIVARES, F. Mechanical behavior of plaster composites based on rubber particles from end-of-life tires reinforced with carbon fibers. **Materials**, v. 14, n. 14, 2021.

MARLÉS-SÁENZ, E.; GÓMEZ-LUNA, E.; GUERRERO, J. M.; VASQUEZ, J. C. Innovative Bibliometric Methodology: A New Big Data-Based Framework for Scientific Research. **Energies**, v. 18, n. 10, 2025.

MANCEL, V.; ČABALOVÁ, I.; KRILEK, J.; OLGUN, Ç.; ÖNCEL, M.; TOR, Ö.; SZUL, T.; WORONIAK, G.; PIOTROWSKA-WORONIAK, J. Utilization of Waste Rubber Materials After the End of Their Life Cycle in the Production of Three-Layer Particleboards—Physical and Mechanical Properties. **Polymers**, v. 17, 2025.

MEDDAH, A.; LAOUBI, H.; BEDERINA, M. Effectiveness of using rubber waste as aggregates for improving thermal performance of plaster-based composites. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 5, n. 2, 2020.

PEREIRA, A. M.; FAZZAN, J. V.; FREITAS, V. Análise da viabilidade do uso da fibra de borracha de pneu como reforço em tijolo de solo cimento. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, p. 53-65, 2015.

PICADO-SANTOS, L. G.; CAPITÃO, S. D.; NEVES, J. M. C. Crumb rubber asphalt mixtures: A literature review. **Construction and Building Materials**, v. 247, 2020.

PIMENTA, A. A.; PORTELA, A. R. M. R.; OLIVEIRA, C. DE B.; RIBEIRO, R. M. A BIBLIOMETRIA NAS PESQUISAS ACADÊMICAS. **SCIENTIA Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 4, 2017.

PINTO, N.; FIORITI, C.; AKASAKI, J.; ACUNHA, T.; OKIMOTO, F. Performance of plaster composites incorporating rubber tire particles. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 35, p. 215-231, 2020.

RIBEIRO, F. M.; SOARES, J. C. Pesquisa bibliométrica sobre o conforto térmico urbano relacionado às legislações urbanísticas e à simulação computacional: um recorte temporal de 2020 a 2025. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 13, p. 393-409, 2025.

RIGOTTI, D.; DORIGATO, A. Novel uses of recycled rubber in civil applications. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v. 5, n. 4, p. 214-233, 2022.

RÍO-MERINO, M. DEL; VIDALES-BARRIGUETE, A.; PIÑA-RAMÍREZ, C.; VITIELLO, V.; SANTA CRUZ-ASTORQUI, J.; CASTELLUCCIO, R. A review of the research about gypsum mortars with waste aggregates. **Journal of Building Engineering**, v. 45, 2022.

SCANAVACCA JÚNIOR, L. Reciclagem de pneus inservíveis: avanços, aplicações e perspectivas no Brasil. **Portal Embrapa Meio Ambiente**, Brasília, 3 out. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/103505979/artigo---reciclagem-de-pneus-inserviveis-avancos-aplicacoes-e-perspectivas-no-brasil>. Acesso em: 29 dez. 2025.

SERNA, Á.; RÍO, M. DEL; PALOMO, J. G.; GONZÁLEZ, M. Improvement of gypsum plaster strain capacity by the addition of rubber particles from recycled tyres. **Construction and Building Materials**, v. 35, p. 633-641, 2012.

SOBRAL, J. I. A.; LAFAYETTE, K. P. V.; BEZERRA, J. S.; PAZ, D. H. F. Tendências na disposição dos resíduos da construção civil: caminhos atuais e estratégias emergentes. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 21, n. 2, 2025.

THOMAS, B. S.; GUPTA, R. C.; PANICKER, V. J. Recycling of waste tire rubber as aggregate in concrete: Durability-related performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 504-513, 2016.

TRAN, T. Q.; SKARIAH THOMAS, B.; ZHANG, W.; JI, B.; LI, S.; BRAND, A. S. A comprehensive review on treatment methods for end-of-life tire rubber used for rubberized cementitious materials. **Construction and Building Materials**, v. 359, 2022.

ZARAGOZA-BENZAL, A.; FERRÁNDEZ, D.; AGUILAR-SIMÓN, C.; MORÓN, A.; SANTOS, P. Upcycling Automobile End-of-Life Tires for Development and Characterization of Circular Plasterboards. **Sustainability**, v. 17, n. 2, p. 558, 2025.

ZARAGOZA-BENZAL, A.; FERRÁNDEZ, D.; SANTOS, P.; ATANES-SÁNCHEZ, E. Development and characterization of new lightweight waste-based plaster composites for building applications. **Journal of Building Engineering**, v. 96, 2024a.

ZARAGOZA-BENZAL, A.; FERRÁNDEZ, D.; BARRIOS, A. M.; MORÓN, C. Water Resistance Analysis of New Lightweight Gypsum-Based Composites Incorporating Municipal Solid Waste. **Journal of Composites Science**, v. 8, 2024b.

ZARAGOZA-BENZAL, A.; FERRÁNDEZ, D.; SANTOS, P.; MORÓN, C. Recovery of End-of-Life Tyres and Mineral Wool Waste: A Case Study with Gypsum Composite Materials Applying Circular Economy Criteria. **Materials**, v. 16, 2023.

DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Curadoria de Dados:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Análise Formal:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Aquisição de Financiamento:** Maria Eduarda Amorim Ferreira (PIBPG 2025 - CHAMADA PÚBLICA CNPq Nº 50/2024 - PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE PÓS-GRADUAÇÃO (PIBPG) - CICLO 2025)
- **Investigação:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Metodologia:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Redação - Rascunho Inicial:** Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Redação - Revisão Crítica:** Cesar Fabiano Fioriti
- **Revisão e Edição Final:** Cesar Fabiano Fioriti e Maria Eduarda Amorim Ferreira
- **Supervisão:** Cesar Fabiano Fioriti

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Eu/Nós, **Maria Eduarda Amorim Ferreira e Cesar Fabiano Fioriti**, declaro(amos) que o manuscrito intitulado "**Análise bibliométrica sobre a incorporação de resíduos de pneus em compósitos de gesso**":

1. **Vínculos Financeiros:** Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq).
2. **Relações Profissionais:** Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
3. **Conflitos Pessoais:** Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.