

## ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE MATERIAIS ÁLCALI-ATIVADOS E GEOPOLIMÉRICOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF (2002 A 2023)

*Natália de Souza Pinto<sup>1\*</sup> & Dylmar Penteado Dias<sup>2</sup>*

### RESUMO

PINTO, N.S.; DIAS, D.P. Estudo bibliométrico sobre materiais álcali-ativados e geopoliméricos na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF (2002 a 2023). *Perspectivas Online: Exatas & Engenharia*, v.15 , n.39 , p.19-36 , 2024.

Materiais álcali-ativados são uma alternativa sustentável ao cimento Portland, obtidos por meio da reação de aluminossilicatos sob condições alcalinas. Este estudo apresenta uma análise bibliométrica das pesquisas sobre esses materiais na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), abrangendo os laboratórios de Engenharia Civil (LECIV) e Materiais Avançados (LAMAV) entre os anos de 2002 e 2023. A metodologia envolveu a coleta de dados na Plataforma Lattes e na Web of Science, utilizando termos-chave para identificar publicações, patentes e orientações acadêmicas. Os resultados indicaram

crescimento contínuo da produção científica, especialmente no LAMAV, que ultrapassou o LECIV em número de publicações a partir de 2020. Além disso, observou-se que a pandemia de Covid-19 impulsionou significativamente as publicações acadêmicas. A análise das colaborações revelou forte interação entre pesquisadores da UENF e instituições nacionais e internacionais. O estudo ainda destaca o impacto dos materiais álcali-ativados na pesquisa acadêmica e sua crescente relevância na busca por alternativas sustentáveis para a construção civil.

**Palavras-chave:** Álcali-ativação. Bibliometria. Geopolímeros. VOSViewer.

<sup>1,2</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF - Laboratório de Engenharia Civil - LECIV/CCT - Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28013-602, Brasil.

(\*) e-mail: natalia\_desouza@outlook.com

Data de recebimento: 24/04/2024

Aceito para publicação: 14/12/2024

Data de publicação: 21/05/2025

## BIBLIOMETRIC STUDY ON ALKALI-ACTIVATED AND GEOPOLYMERIC MATERIALS AT THE STATE UNIVERSITY OF NORTHERN RIO DE JANEIRO DARCY RIBEIRO – UENF (2002 TO 2023)

*Natália de Souza Pinto<sup>1\*</sup> & Dylmar Penteado Dias<sup>2</sup>*

### ABSTRACT

PINTO, N.S.; DIAS, D.P. Bibliometric Study on Alkali-Activated and Geopolymeric Materials at the State University of Northern Rio de Janeiro Darcy Ribeiro – UENF (2002 to 2023). **Online Perspectives: Exact and Engineering**, v.15, n.39, p.19-36, 2024.

Alkali-activated materials are a sustainable alternative to Portland cement, obtained through the reaction of aluminosilicates under alkaline conditions. This study presents a bibliometric analysis of research on these materials at the State University of Northern Rio de Janeiro Darcy Ribeiro (UENF), covering the Civil Engineering (LECIV) and Advanced Materials (LAMAV) laboratories between 2002 and 2023. The methodology involved data collection from the Lattes Platform and Web of Science, using key terms to identify publications, patents, and academic advisories. The results indicated continuous

growth in scientific production, especially at LAMAV, which surpassed LECIV in the number of publications from 2020 onwards. Additionally, it was observed that the Covid-19 pandemic significantly boosted academic publications. The analysis of collaborations revealed strong interactions between UENF researchers and national and international institutions. The study highlights the impact of alkali-activated materials on academic research and their growing relevance in the search for sustainable alternatives in civil construction.

**Keywords:** Alkali activation. Bibliometrics. Geopolymers. VOSViewer.

<sup>1,2</sup> State University of Northern Rio de Janeiro Darcy Ribeiro - UENF - Civil Engineering Laboratory - LECIV/CCT - Alberto Lamego Avenue, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, ZIP CODE: 28013-602, Brazil.

(\*) e-mail: natalia\_desouza@outlook.com

## 1. INTRODUÇÃO

A fabricação do cimento Portland convencional tem significativo impacto em termos de emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que representa quase a totalidade dos gases emitidos. De acordo com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2009), essa indústria é responsável, em nível global, por cerca de 5% do total das emissões antrópicas de carbono.

Como resultado, a indústria de cimento se viu diante do desafio de buscar alternativas sustentáveis por meio da adoção de novas tecnologias, visando a produção de materiais com menor impacto ambiental em relação aos materiais tradicionais de construção. A substituição integral do cimento Portland na produção de concreto pode ser alcançada através do desenvolvimento de uma classe de materiais conhecidos como cimentos álcali-ativados ou geopoliméricos.

Segundo Davidovits (1994), os cimentos geopoliméricos são materiais resistentes, onde a geopolimerização envolve a reação química de um aluminossilicato com polissilicatos alcalinos e de cálcio, formando um ligante com propriedades mecânicas comparáveis com as do cimento Portland. Vale ressaltar que os geopolímeros são obtidos a partir de resíduos agroindustriais, como cinzas volantes, cinza do bagaço de cana-de-açúcar e da casca do arroz, escória de alto forno, entre outros.

Alves e Nogueira (2018) afirmam que estes ligantes estão atualmente sendo utilizados para a produção de concretos e mostram vantagens técnicas e ecológicas em relação ao cimento Portland, tais como: elevada resistência à compressão; baixo consumo de energia e baixa emissão de CO<sub>2</sub>.

De acordo com Silva *et al.* (2014), os revestimentos, sejam eles cerâmicos ou não, incluindo os geopoliméricos, desempenham um papel crucial na proteção contra a corrosão, contribuindo para a preservação das peças revestidas e aumentando a durabilidade da construção. Quando aplicados em argamassas, esses revestimentos têm a função de protegê-las contra esfrelamento e os efeitos da umidade, reduzindo a absorção de água e inibindo o crescimento de fungos e mofo.

Os geopolímeros podem ser empregados, também, como material de proteção contra incêndios, além de apresentar resistência a ataques ácidos devido à sua alta inércia química. Também podem ser utilizados como encapsulantes de metais pesados e elementos radioativos. Sua rápida capacidade de endurecimento o torna adequado para aplicações que exigem resposta imediata, e possui elevada resistência à compressão em um curto tempo de cura. (SILVA *et al.*, 2015).

Sendo assim, os cimentos álcali-ativados e geopoliméricos apresentam inúmeras vantagens técnicas, além de promover uma abordagem mais sustentável, visto que há reutilização de resíduos industriais, reduzindo a necessidade de extração de recursos naturais e minimizando a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários.

Logo, o propósito deste artigo foi o de realizar uma análise bibliométrica das pesquisas sobre materiais álcali-ativados e geopoliméricos na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UNF), especificamente nos laboratórios de Engenharia Civil (LECIV) e de Materiais Avançados (LAMAV). Para alcançar esse objetivo, foram criados gráficos que representam a produção acadêmica dos docentes, abrangendo a contagem de patentes, orientações, citações, dissertações, teses e artigos científicos.

O estudo bibliométrico é uma metodologia frequentemente utilizada em diversas áreas do conhecimento para avaliar a produção científica ou técnica. Conforme Soares *et al.* (2016), a bibliometria consiste na análise quantitativa e qualitativa das publicações, visando desenvolver indicadores confiáveis relacionados à produção, disseminação e utilização da informação publicada.

## 2. METODOLOGIA

Com o objetivo de observar o cenário das pesquisas sobre materiais álcali-ativados e geopoliméricos na UENF, foi estabelecida a definição das bases de dados e a delimitação do espaço temporal. Esta definição tem a finalidade de vincular os tipos de informações que podem ser encontradas com os resultados buscados. Assim, optou-se por utilizar a Plataforma LATTES como base de dados para o levantamento dos programas, abrangendo o período de 2002 a 2023.

Vale ressaltar que, inicialmente, este estudo tinha como intuito observar esta temática acerca dos cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado). Contudo, para uma análise mais aprofundada e completa, foram adicionados os dados de graduação.

Na Plataforma LATTES, a pesquisa foi conduzida por meio da busca nos currículos dos docentes que compõem os Laboratórios de Engenharia Civil e de Materiais Avançados. O objetivo era identificar patentes, orientações, citações, dissertações, teses e artigos científicos, nos quais estes docentes tenham trabalhado ou participado. Dado que esta plataforma oferece a opção de busca por palavras-chave, foram selecionados os termos: “geopolímero(s)”, “geopolymer”, “álcali-ativação”, “material álcali-ativado”, “ativação alcalina” e “alkali-activated”.

É importante destacar que houve ênfase na análise de artigos publicados em periódicos, com a limitação do período entre 2019 e 2023, visto que as instituições de fomento consideram o intervalo de tempo dos últimos cinco anos importantes para a liberação de possíveis financiamentos de projetos e bolsas, entre outros. Essa escolha foi feita para determinar quais revistas, tanto nacionais quanto internacionais, são as mais procuradas para esta área de estudo. Sendo assim, foi gerado um mapa bibliográfico no *software* VOSviewer versão 1.6.19.

Para gerar o mapa bibliográfico no *software* VOSviewer foi necessário acessar a lista de base da *Web of Science* através do Acesso CAFe - Comunidade Acadêmica Federada da plataforma Periódicos CAPES. O Acesso CAFe permite acesso remoto ao conteúdo restrito pago do portal para usuários vinculados às Instituições de Ensino Superior (IES), mediante login no *e-mail* institucional.

Na interface de busca da *Web of Science* foram localizados documentos utilizando palavras-chave e filtros de pesquisa. Contudo, foi empregado operadores lógicos para agrupar as palavras-chave, dividindo-as em dois conjuntos separados por “OR” e conectados por “AND”, sendo este: “alkali-activated OR alkali-activation OR alkali-activated materials AND geopolymer OR geopolymetric OR geopolymerization”.

Nesse contexto, para que fosse possível elaborar o mapa bibliográfico no *software* VOSviewer foi necessário exportar, em formato .TXT, o arquivo gerado pela busca na *Web of Science*. Além disso, o tipo de análise foi definido como coautoria, e foram estabelecidos critérios para a análise, tais como o número mínimo de documentos por autor e o número mínimo de citações por autor. Após essas configurações, o *software* gerou um mapa que mostra os nomes dos autores que publicaram artigos e suas conexões com outros autores, permitindo a identificação das redes de colaboração entre eles.

Diante disso, cada docente teve seus trabalhos contabilizados, permitindo, assim, a comparação da quantidade produzida por cada um. Este procedimento foi repetido para os anos de produção, para os Laboratórios e para os programas constituídos na UENF. Posteriormente, utilizando o Excel, foram elaborados gráficos e tabelas a partir dos resultados obtidos.

Por fim, após a conclusão dessa etapa de análise quantitativa, foram realizadas discussões detalhadas para identificar e qualificar o cenário atual de pesquisas relacionadas à temática, agregando mais profundidade ao estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa foram identificados 13 docentes que produziram estudos na UENF sobre geopolímeros/materiais álcali-ativados nos programas de pós-graduação e graduação. A fim de facilitar a interpretação dos gráficos, é fundamental conhecer quais docentes estão associados ao Laboratório de Engenharia Civil (LECIV) e ao de Materiais Avançados (LAMAV), conforme evidenciado nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Docentes associados ao Laboratório de Engenharia Civil e suas respectivas abreviações.

PROFESSORES DO LECIV	ABREVIÇÕES
Afonso Rangel Garcez de Azevedo	Azevedo, A. R. G.
Dylmar Penteado Dias	Dias, D. P.
Guilherme Chagas Cordeiro	Cordeiro, G. C.
Jean Marie Désir	Désir, J. M.
Jonas Alexandre	Alexandre, J.
Ránces Castilho Lara	Lara, R. C.
Sergio Luis González Garcia	Garcia, S. L. G.

Quadro 2 – Docentes associados ao Laboratório de Materiais Avançados e suas respectivas abreviações.

PROFESSORES DO LAMAV	ABREVIÇÕES
Afonso Rangel Garcez de Azevedo	Azevedo, A. R. G.
Ângelus Giuseppe Pereira da Silva	Silva, A. G. P.
Carlos Maurício Fontes Vieira	Vieira, C. M. F.
Eduardo Atem de Carvalho	Carvalho, E. A.
Elaine Cristina Pereira	Pereira, E. C.
Gustavo de Castro Xavier	Xavier, G. C.
Jonas Alexandre	Alexandre, J.
Ronaldo Pinheiro da Rocha Paranhos	Paranhos, R. P. R.

É relevante observar que existem docentes que desempenham suas atividades em ambos os Laboratórios, a exemplo dos Professores Afonso Rangel Garcez de Azevedo e Jonas Alexandre. Essas informações contribuem para uma compreensão mais abrangente da distribuição das produções entre os dois ambientes de pesquisa.

Destaca-se, também, que há pesquisadores que atualmente não mantêm vínculo como docente da UENF, a exemplo de Jean Marie Désir. Este docente teve seu vínculo institucional

até 2007 e atualmente trabalha na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Assim, para fins deste levantamento, foram consideradas apenas as produções até o ano de término de sua permanência na UENF, a fim de manter a consistência e a precisão dos dados analisados.

Nesse contexto, a Tabela 1 fornece visão detalhada do número total de produções elaboradas pelos pesquisadores na UENF, bem como quantos trabalhos foram identificados em cada Laboratório. Além disso, os dados revelam a presença de docentes atuando em múltiplos laboratórios, o que ressalta a natureza colaborativa da pesquisa na universidade. Essa interação entre os laboratórios, podendo ser feita também por meio de parcerias, é capaz de resultar em uma troca de conhecimentos e experiências, enriquecendo ainda mais o ambiente de pesquisa.

De acordo com os dados apresentados na tabela a seguir, verifica-se que o Professor Afonso Rangel Garcez de Azevedo é o docente com o maior número de produções, totalizando 79 trabalhos, sendo estas distribuídas entre 27 no Laboratório de Engenharia Civil e 52 no Laboratório de Materiais Avançados, evidenciando sua contribuição para ambas as áreas de pesquisa.

Tabela 1 – Produção de cada docente em seus respectivos Laboratórios.

<b>PROFESSOR</b>	<b>LECIV</b>	<b>LAMAV</b>
Azevedo, A. R. G.	27	52
Silva, A. G. P.	0	9
Vieira, C. M. F.	0	56
Dias, D. P.	72	0
Carvalho, E. A.	0	2
Pereira, E. C.	0	1
Cordeiro, G. C.	4	0
Xavier, G. C.	0	3
Désir, J. M.	2	0
Alexandre, J.	1	3
Lara, R. C.	2	0
Paranhos, R. P. R.	0	2
Garcia, S. L. G.	12	0
<b>TOTAL DE PRODUÇÕES</b>	120	128

No entanto, é importante ressaltar que o Professor Dylmar Penteado Dias emerge como o docente com o maior número de produções no LECIV, com um total correspondente a 72 trabalhos. Por outro lado, o Professor Carlos Maurício Fontes Vieira se destaca como o docente com o maior número de produções dentro do LAMAV, totalizando 56 trabalhos.

O interesse pela pesquisa em geopolímeros na UENF iniciou-se em 2002 no Laboratório de Engenharia Civil, enquanto somente em 2011 o Laboratório de Materiais Avançados começou a se dedicar a essa temática.

Dessa forma, os Gráficos 1 e 2 ilustram a evolução da produção de materiais álcali-ativados/geopoliméricos ao longo dos anos, abrangendo o período de 2002 a 2023, que inclui o período desafiador da pandemia da Covid-19. Esta análise busca examinar a trajetória da produção científica nessa área levando em consideração os potenciais impactos da pandemia nas pesquisas.

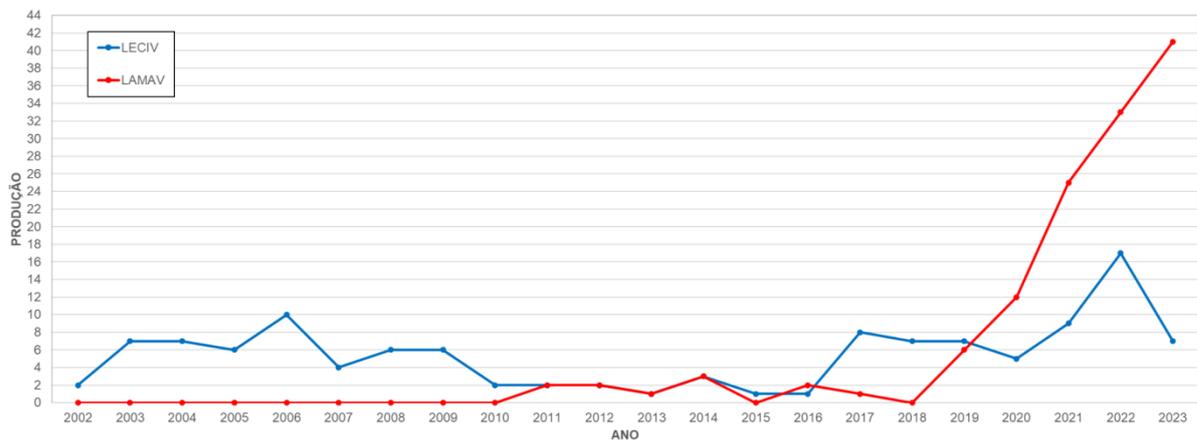


Gráfico 1 – Produção sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos de cada Laboratório.

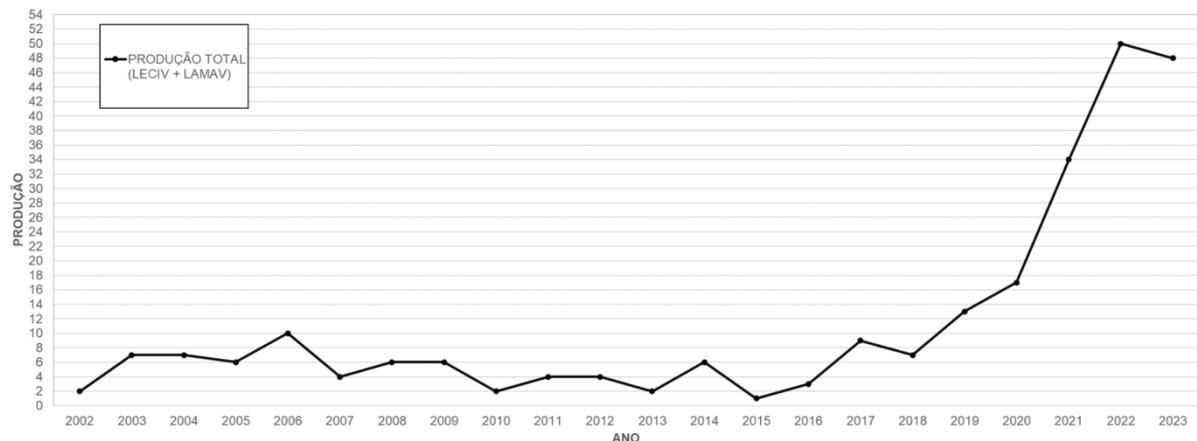


Gráfico 2 – Produção total sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos na UENF.

Inicialmente, ao se analisar esses gráficos, observa-se uma tendência de crescimento na produção de estudos ao longo dos anos, refletindo o interesse crescente nesses materiais. Além disso, é importante destacar possíveis flutuações na produção, as quais podem ser influenciadas por uma variedade de fatores, como avanços tecnológicos, disponibilidade de financiamento e disponibilidade de discentes/pesquisadores.

Posto isto, é evidente que, em 2015, houve baixa produção na temática de materiais álcali-ativados/geopoliméricos em ambos os laboratórios, registrando a menor produção em comparação com os demais anos. Esta situação é refletida pela escassez de dissertações sobre o assunto e poucos discentes na época. Após esse declínio, houve crescimento exponencial nas pesquisas relacionadas a essa temática.

De acordo com Mourão (2022, p. 99), “o entendimento de que a pandemia (Covid-19) influenciou a produção científica, no sentido de impulsioná-la, constitui uma afirmativa dotada de expressiva aceitação em meio à comunidade acadêmico-científica.” Este entendimento é destacado pelos dados dos gráficos do presente estudo, os quais mostram que, do ponto de vista quantitativo, todas as categorias avaliadas apresentaram aumento nas produções durante o biênio pandêmico (2020-2021) em comparação com o ano anterior (2019).

Apesar do início posterior das pesquisas no LAMAV, estas apresentaram crescimento contínuo ao longo do tempo, superando a produção científica do LECIV a partir de 2020. As produções do LAMAV têm se destacado por envolver maior número de docentes e parcerias interinstitucionais, o que contribui para uma maior diversidade de pesquisas e número de

publicações.

Ademais, foram confeccionados gráficos (Gráficos 3 e 4) que representam as produções dos docentes ao longo dos anos. Esses gráficos possibilitam uma análise detalhada da evolução da contribuição de cada docente ao longo de diferentes períodos de tempo.

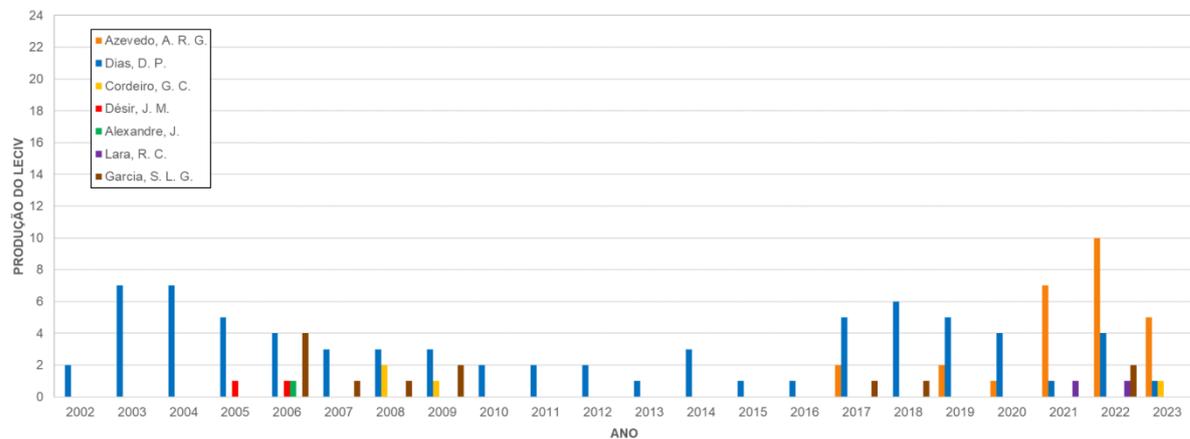


Gráfico 3 – Produção dos docentes do LECIV em função dos anos.

Por meio do Gráfico 3, verifica-se que as produções do Laboratório de Engenharia Civil, onde o Professor Dylmar Penteadó Dias foi o pioneiro nesta área de pesquisa na UENF, iniciando suas produções em 2002 e mantendo produção constante ao longo dos anos subsequentes. Essa consistência indica um engajamento contínuo e uma evolução em suas pesquisas, que também pode ser observado através do estabelecimento de parcerias colaborativas com outros docentes do mesmo Laboratório, fortalecendo ainda mais o desenvolvimento da área de estudo.

Destaca-se, ainda, que em 2017 o Professor Afonso Rangel Garcez de Azevedo ingressou nas atividades do Laboratório de Engenharia Civil. Desde então, ele tem contribuído significativamente para a produção científica nessa temática, apresentando quantidade considerável de produções. Seu envolvimento recente sugere um potencial promissor para impactar positivamente a pesquisa sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos na UENF.

A análise do Gráfico 4 fornece informações sobre a produção de geopolímeros dos docentes do Laboratório de Materiais Avançados da UENF. É notável que o Professor Ângelus Giuseppe Pereira da Silva tenha sido o responsável pelo início das produções nesse Laboratório em 2011.

É fundamental destacar que as produções do LAMAV começaram por meio de uma colaboração com o Professor Dylmar Penteadó Dias do LECIV, demonstrando a colaboração entre os docentes e a transferência de conhecimento na Universidade. Essa colaboração inicial resultou no trabalho intitulado "Geopolymer Ca,Na,K-PSS as Ceramic Coating Anticorrosive", publicado no 8<sup>th</sup> International Latin-American Conference on Powder Technology em 2011. Nesse sentido, observou-se que, desde 2016, não houve produções por parte do Professor Ângelus na temática, uma vez que as atividades de pesquisa realizadas em parceria com o Professor Dylmar cessaram. Esse dado sugere uma mudança na dinâmica de pesquisa do LAMAV ao longo dos anos.

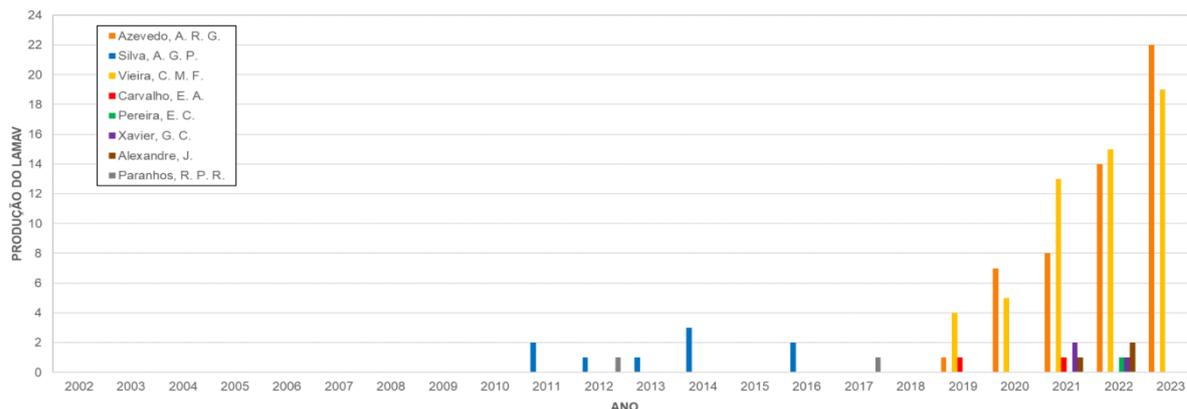


Gráfico 4 – Produção dos docentes do LAMAV em função dos anos.

Nessa conjuntura, evidencia-se o expressivo desempenho dos Docentes Carlos Maurício Fontes Vieira e Afonso Rangel Garcez de Azevedo. Ambos têm se destacado pela significativa contribuição para a produção de materiais álcali-ativados/geopoliméricos, indicando papel fundamental na continuidade e no avanço das pesquisas nessa área.

A análise destes gráficos destaca não apenas a contribuição individual de cada docente para a produção na temática, mas também indicam uma evolução ao longo do tempo no envolvimento e engajamento dos pesquisadores sobre o assunto.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro possui um total de quinze setores voltados para essa área de pesquisa específica, os quais englobam uma variedade de produções, algumas já finalizadas e outras ainda em andamento. Para maior entendimento, os detalhes das atividades concluídas podem ser encontrados na Tabela 2, enquanto as atividades em andamento podem ser encontradas na Tabela 3.

Tabela 2 – Produções concluídas de cada Laboratório.

ATIVIDADE CONCLUÍDA		
SETOR	LECIV	LAMAV
Projeto de pesquisa	12	0
Produção técnica	0	1
Capítulo de livro publicado	2	33
Trabalho completo publicado em anais de congresso	30	27
Projeto de extensão	2	0
Patente	2	8
Artigo completo publicado em periódico	27	36
Orientação e supervisão: iniciação científica	12	2
Orientação e supervisão: dissertação de mestrado	18	5
Orientação e supervisão: tese de doutorado	3	6
Orientação e supervisão: outra natureza	2	0
Orientação e supervisão: trabalho de conclusão de curso de graduação	0	1

Tabela 3 – Produções em andamento de cada Laboratório.

ATIVIDADE EM ANDAMENTO		
SETOR	LECIV	LAMAV
Projeto de pesquisa	7	0
Orientação e supervisão: iniciação científica	2	2

Orientação e supervisão: dissertação de mestrado	1	5
Orientação e supervisão: tese de doutorado	0	2

Na Tabela 2, são detalhadas as atividades concluídas em cada Laboratório, oferecendo um panorama sobre o histórico das pesquisas realizadas até o momento. Por exemplo, o LECIV registra um total de 110 atividades concluídas, e o LAMAV conta com 119 atividades concluídas. Ambos Laboratórios demonstram forte impacto nessa área de pesquisa.

Já na Tabela 3 são apresentadas as atividades em andamento, indicando os projetos em curso e orientações que ainda estão em progresso. Sendo assim, o LECIV registra 10 produções em desenvolvimento, enquanto o LAMAV 9 produções, o que denota certo equilíbrio geral entre eles, bem como nas atividades concluídas.

Além disso, foram elaborados gráficos (Gráficos 5 e 6) que representam uma etapa fundamental na compreensão das dinâmicas de pesquisa na UENF, viabilizando uma análise detalhada das produções individuais de cada docente em relação aos setores estabelecidos. Esses gráficos foram concebidos para proporcionar uma percepção clara sobre quais setores têm despertado maior interesse em cada Laboratório e também entre os docentes.

O Gráfico 5 mostra as produções do Laboratório de Engenharia Civil (LECIV), em que são destacados os principais docentes e suas áreas de foco. Com isso, é possível observar que os docentes Afonso Azevedo e Dylmar Dias apresentam produções em diversos setores constituídos na UENF.

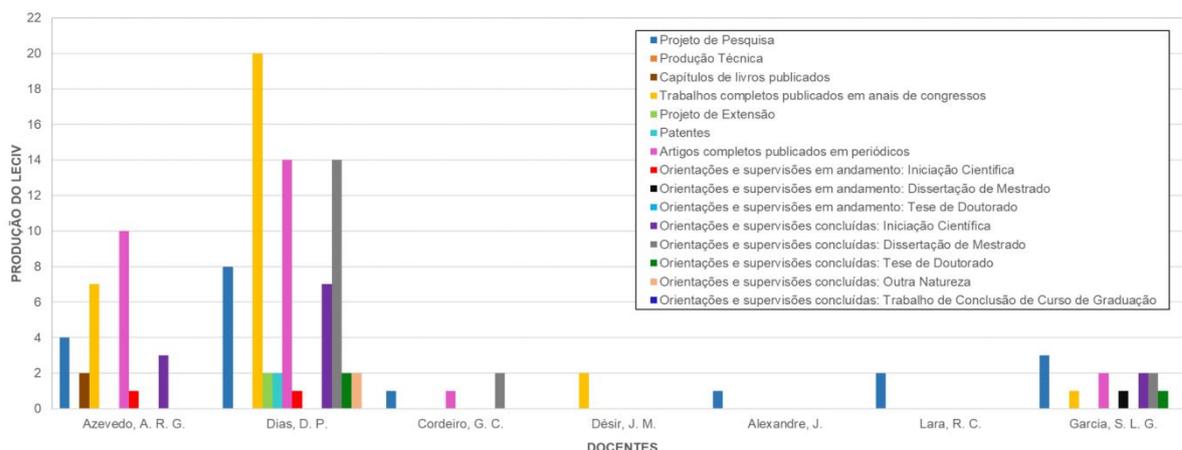


Gráfico 5 – Produção dos docentes do LECIV em relação aos setores.

O Professor Dylmar Penteadó Dias se sobressai pela quantidade de trabalhos completos publicados em anais de congressos, seguido pelos artigos completos publicados em periódicos e pelas orientações e supervisões concluídas, especificamente dissertações de mestrado. Todavia, o Professor Afonso Rangel Garcez de Azevedo tem focado na produção de artigos completos em periódicos, seguido pelos trabalhos completos publicados em anais de congressos.

Já no Gráfico 6 são mostradas as produções do LAMAV, em que os Professores Afonso Rangel Garcez de Azevedo e Carlos Maurício Fontes Vieira se destacam com maior gama de produções. Ambos apresentam interesse comum por artigos completos publicados em periódicos, embora Afonso apresente maior número de produção neste setor. Em seguida, destaca-se a produção de capítulos de livros publicados, sendo que esta categoria de produção é mais significativa para o Professor Carlos Maurício.

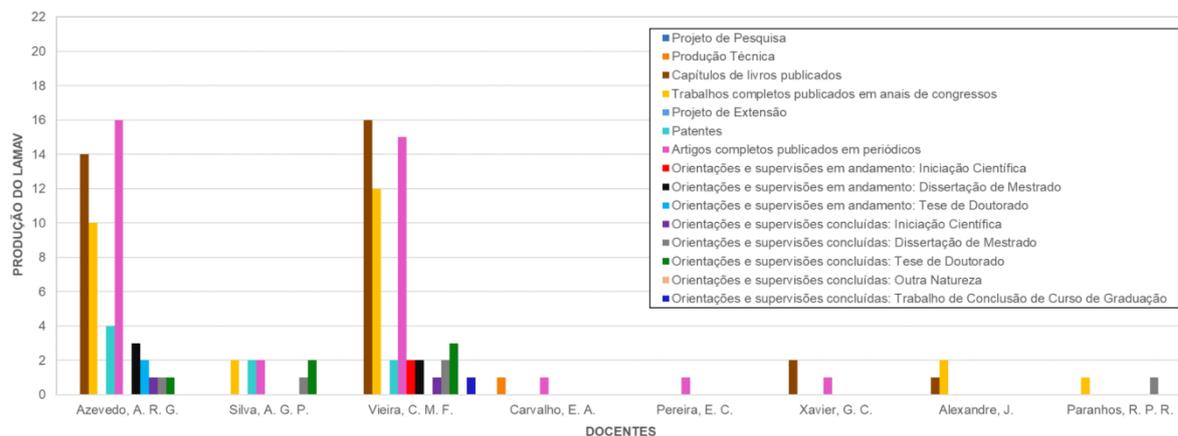


Gráfico 6 – Produção dos docentes do LAMAV em relação aos setores.

Uma análise detalhada destes gráficos revela que a maior parte das produções do LECIV está concentrada em trabalhos completos publicados em anais de congressos e em orientações. Por outro lado, o crescimento do LAMAV tem sido especialmente notável no que diz respeito ao número de artigos completos publicados em periódicos. Vale ressaltar que as orientações de discentes tendem a ser um processo mais prolongado do que a publicação de artigos por meio de parcerias, o que contribui para a diferença na quantidade de produções entre os dois laboratórios.

Por conta desta observação, para analisar esse crescimento, foi realizado um levantamento dos artigos completos publicados em periódicos nos últimos cinco anos (2019 a 2023), como mostra a Tabela 4, a qual inclui o período desafiador da pandemia da Covid-19.

Dos 13 docentes envolvidos na pesquisa sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos, nos últimos cinco anos, apenas seis deles publicaram artigos em periódicos. Destes, um docente apresentou produção vinculada ao LECIV, enquanto quatro estão associados ao LAMAV. Notavelmente, o Professor Afonso Rangel Garcez de Azevedo demonstrou produção em ambos os Laboratórios. Além disso, nota-se que o LECIV teve 15 publicações em periódicos e o LAMAV 34 publicações, como visto na Tabela 4.

Tabela 4 – Produção dos docentes no setor de artigos publicados em periódicos.

PROFESSOR	LECIV	LAMAV
Azevedo, A. R. G.	10	16
Vieira, C. M. F.	0	15
Dias, D. P.	5	0
Carvalho, E. A.	0	1
Pereira, E. C.	0	1
Xavier, G. C.	0	1

Apesar da significativa produção do Professor Afonso no LECIV, é notório que o Laboratório de Materiais Avançados emerge como o principal protagonista atualmente nesse âmbito, conforme destacado anteriormente. Isso se evidencia pela expressiva contribuição dos docentes Afonso Azevedo e Carlos Maurício Vieira, os quais apresentam número consideravelmente superior de artigos publicados em periódicos em comparação com seus pares. Essa disparidade de produção entre os Laboratórios ressalta a relevância do LAMAV no cenário das pesquisas sobre materiais álcali-ativados na UENF.

Com o intuito de examinar o desempenho individual dos docentes, elaborou-se o Gráfico 7, que tem como objetivo compreender a evolução de cada pesquisador ao longo do tempo. A visualização gráfica dos dados simplifica a identificação da variação na produção de cada docente ao longo dos anos, possibilitando uma análise mais minuciosa e uma compreensão mais ampla do panorama dessa área de pesquisa.

No Gráfico 7 é possível não apenas visualizar o número total de produções realizadas pelos pesquisadores na UENF, mas também a distribuição desses trabalhos por Laboratório. É possível constatar que, assim como ocorreu com as produções científicas em geral, o período pandêmico (2020-2021) mostrou-se propício para as publicações de artigos. Isso se deve, em parte, ao fato de que muitos pesquisadores haviam concluído as etapas laboratoriais de suas pesquisas experimentais, o que favoreceu o elevado desempenho nas publicações.

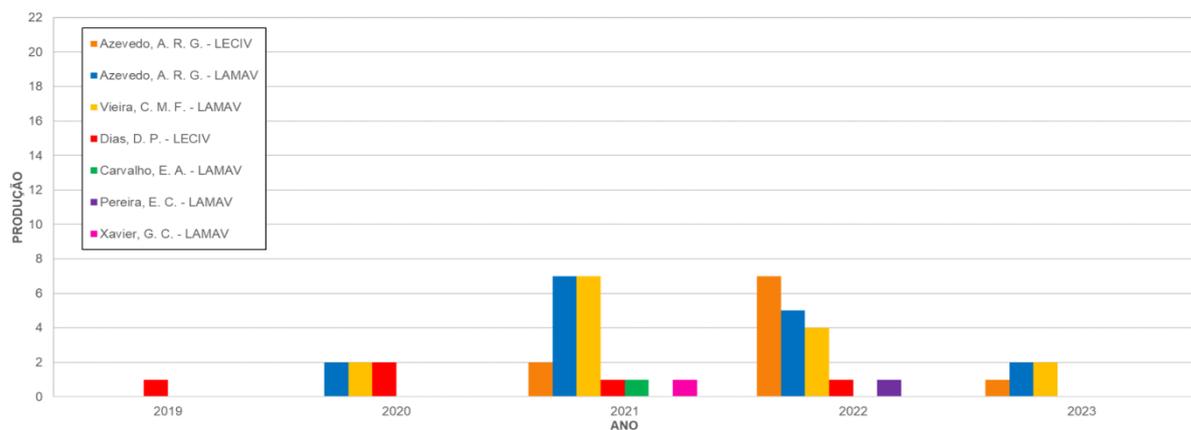


Gráfico 7 – Produção de cada docente por ano referente a publicações em periódicos.

É relevante observar que em 2019 houve apenas uma publicação; entretanto, nos anos subsequentes houve um crescimento notável. O ano de 2020 registrou seis publicações, enquanto 2021 apresentou aumento significativo, com dezenove publicações, e em 2022 esse número se manteve elevado, com dezoito publicações, quase o mesmo ritmo observado no ano anterior.

No entanto, em 2023, apesar dos dados anteriores indicarem notável crescimento no estudo de materiais álcali-ativados/geopoliméricos na UENF, houve queda no número de artigos publicados em periódicos. Isso se deve ao fato de que o foco principal de 2023 foi direcionado para outros setores de pesquisa. Houve apenas 5 publicações de artigos, enquanto foram registrados 19 trabalhos publicados em periódicos, 17 capítulos de livros publicados, além de 1 patente, 1 projeto de pesquisa, 2 orientações e supervisões concluídas (dissertação de mestrado), bem como 1 orientação e supervisão em andamento de dissertação de mestrado, 1 de iniciação científica e 1 de tese de doutorado.

Realizou-se, também, o levantamento das revistas de destaque onde foram publicados os trabalhos relacionados à temática. Nesse contexto, foram identificadas 15 revistas, tanto de cunho nacional quanto internacional, como mostram a Tabela 5 e o Gráfico 8.

O propósito deste levantamento foi o de analisar as principais opções disponíveis para a divulgação dos resultados de pesquisa, servindo, assim, para a orientação dos autores na identificação dos veículos mais adequados para a disseminação de seus trabalhos científicos.

Essas revistas desempenham papel crucial no panorama acadêmico, servindo como veículos para a disseminação do conhecimento científico e troca de ideias entre pesquisadores e acadêmicos do mundo todo.

Tabela 5 – Revistas escolhidas para publicações em periódicos.

REVISTA	LECIV	LAMAV
Biomass Conversion and Biorefinery	1	0
Case Studies in Construction Materials	8	11
Ceramics International	0	2
Cleaner Materials	1	0
Construction and Building Materials	1	3
Engineering Research Express	1	0
International Journal of Applied Ceramic Technology	0	4
Journal of Building Engineering	0	4
Journal of Materials Research and Technology	0	4
Materials	1	2
Materials Research Express	1	0
Polymers	0	2
Revista IBRACON de Estruturas e Materiais	0	2
Theoretical and Applied Fracture Mechanics	1	0

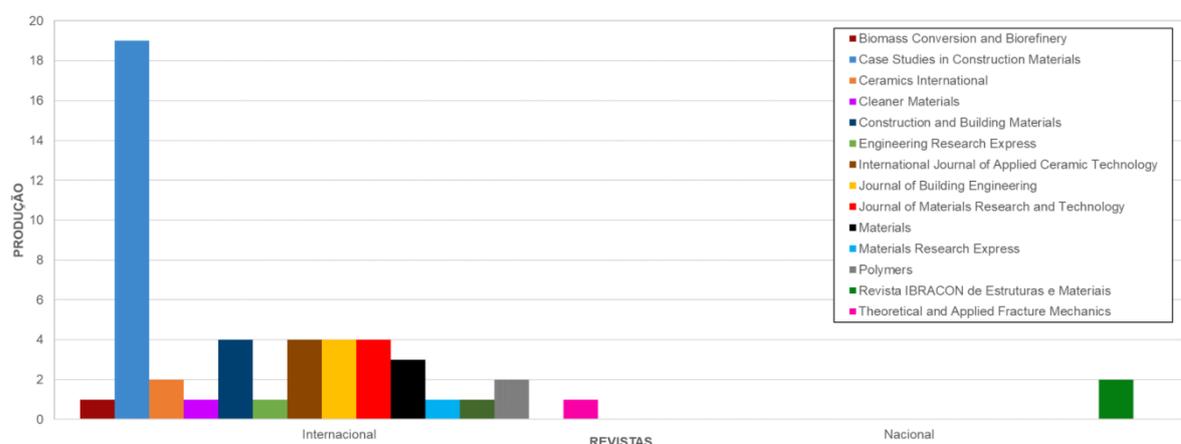


Gráfico 8 – Revistas de âmbito nacional e internacional com trabalhos publicados sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos.

A presença de revistas nacionais e internacionais reflete a consideração de diferentes contextos e audiências, oferecendo visão abrangente das oportunidades de publicação disponíveis para os pesquisadores envolvidos na temática. Enquanto as revistas nacionais podem oferecer e contribuir para o avanço do conhecimento de um público local/regional, as revistas internacionais proporcionam maior visibilidade e oportunidades de colaboração em escala global.

Como resultado dessa investigação, constatou-se que a Case Studies in Construction Materials se destaca como a revista com o maior número de artigos, totalizando 19 produções, provenientes tanto do LECIV quanto do LAMAV. Vale ressaltar que se trata de uma publicação de caráter internacional, ampliando assim o alcance e a visibilidade das pesquisas desenvolvidas na UENF. Em contrapartida, é possível pontuar que houve apenas uma revista brasileira, a

Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, figurando entre as opções disponíveis no LAMAV, sugerindo maior predominância de publicações internacionais nesse ambiente de pesquisa.

Com o objetivo de investigar as conexões estabelecidas para as publicações de artigos em periódicos, foi elaborado um mapa bibliográfico, por meio de uma análise de rede de coautoria, como mostra a Figura 1. Esta metodologia possibilita identificar a maneira como os autores estão interligados, de acordo com a quantidade de publicações em conjunto.

Para realizar essa análise foram utilizados os resultados obtidos na Web of Science, mediante aplicação de filtros específicos, como o período de 2019 a 2023 e palavras-chave específicas, conforme descrito na metodologia deste artigo. Já os dados coletados foram processados no *software* VOSviewer. Durante esse processo, foi necessário padronizar os nomes de autores devido à utilização de diferentes nomenclaturas para identificar os mesmos no meio acadêmico-científico.

Os círculos presentes no mapa representam os autores, sendo que o tamanho de cada círculo indica a quantidade de publicações realizadas pelo respectivo autor na amostra analisada. As linhas, por sua vez, representam as colaborações estabelecidas entre os autores, evidenciando as interações e parcerias na produção científica.

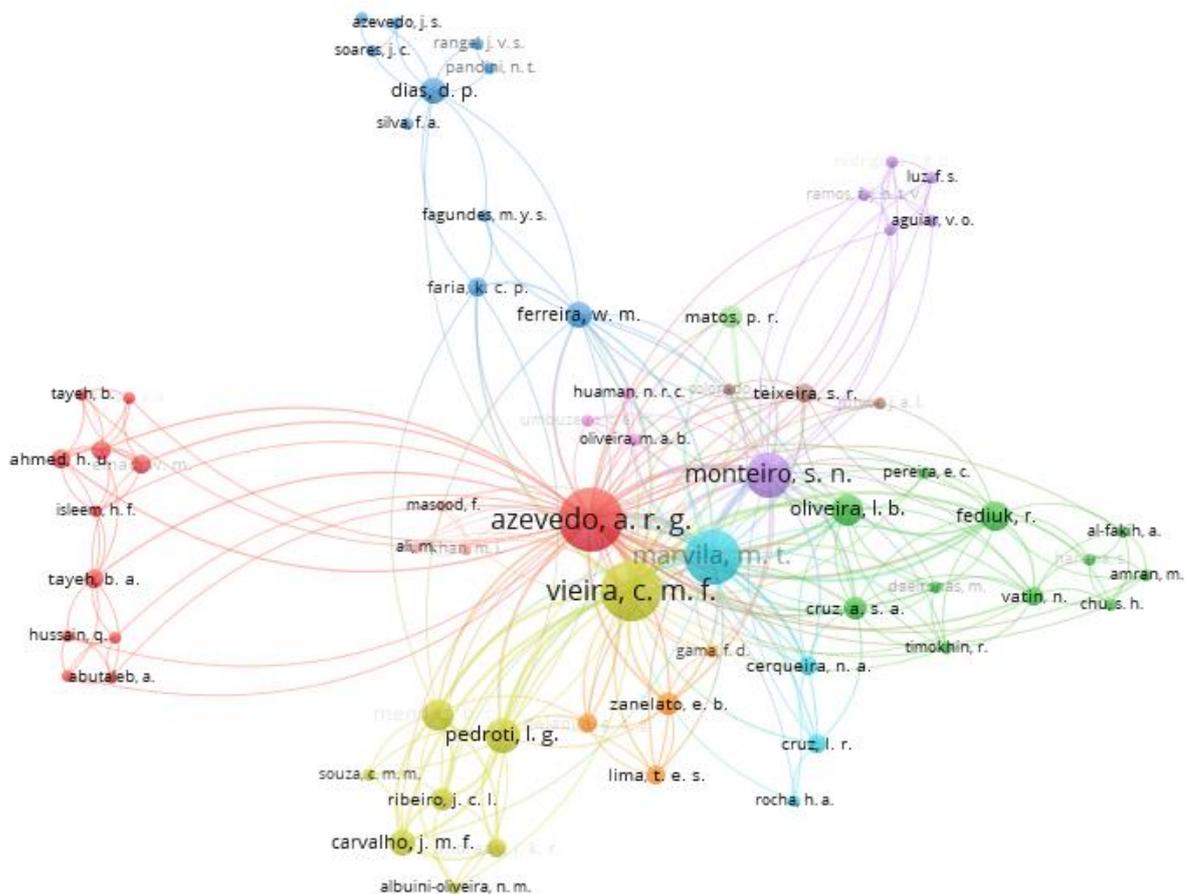


Figura 1 – Mapa bibliográfico das publicações em periódicos.

Na análise dos pesquisadores envolvidos em estudos sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos, destacam-se Afonso Rangel Garcez de Azevedo e Carlos Maurício Fontes Vieira, docentes do LAMAV/UENF, juntamente com Markssuel Teixeira Marvila (UFV) e Sérgio Neves Monteiro (IME).

Markssuel Teixeira Marvila atualmente encontra-se vinculado à Universidade Federal de Viçosa (UFV), mas atua como professor colaborador na UENF. Além disso, o mesmo fez graduação e mestrado no LECIV/UENF, e doutorado no LAMAV/UENF. Já Sérgio Neves Monteiro, embora atualmente esteja vinculado ao Instituto Militar de Engenharia (IME), foi docente no LAMAV/UENF de 1994 a 2012.

Destaca-se que o LAMAV estabeleceu parcerias tanto em nível nacional quanto internacionalmente, fator que se reflete no expressivo número de produções científicas. Em contrapartida, as parcerias do LECIV são predominantemente internas, limitando o alcance e a variedade das colaborações e projetos de pesquisa dentro da própria Instituição. Essa diferença na abrangência das parcerias influencia diretamente a quantidade e a qualidade das produções científicas de cada Laboratório.

As colaborações com autores estrangeiros em diversas pesquisas têm gerado impacto considerável na produção de artigos e no estabelecimento de parcerias internacionais. Esse engajamento não apenas enriquece o panorama acadêmico-científico da UENF, mas também promove visibilidade e reconhecimento global das pesquisas realizadas. Portanto, o envolvimento destes pesquisadores estrangeiros pode vir a proporcionar aumento significativo na produção científica sobre a temática em curto prazo de tempo.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante da análise bibliométrica realizada sobre materiais álcali-ativados/geopoliméricos na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), especificamente nos Laboratórios de Engenharia Civil (LECIV) e de Materiais Avançados (LAMAV), foi possível obter uma série de aspectos relevantes, que contribuem para uma compreensão mais aprofundada do cenário das pesquisas nessa temática.

A pesquisa conduzida neste estudo proporcionou uma visão abrangente da produção acadêmica dos professores da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), evidenciando não apenas a quantidade, mas também a qualidade e a trajetória das pesquisas ao longo do tempo. Docentes como Dylmar Penteado Dias, Afonso Rangel Garcez de Azevedo e Carlos Maurício Fontes Vieira emergem como líderes nesse cenário, com seu compromisso contínuo e parcerias colaborativas, contribuindo de forma significativa para o progresso dessa temática.

Torna-se evidente que o Laboratório de Engenharia Civil (LECIV) iniciou suas atividades na temática em questão em 2002, enquanto o Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV) somente em 2011. Apesar do LAMAV ter iniciado suas produções posteriormente, destaca-se que este Laboratório apresenta quantidade de produções superior ao do LECIV, especialmente em relação ao número de artigos completos publicados em periódicos.

Adicionalmente, constatou-se que a maioria das produções dos docentes do LECIV ocorre em colaboração com o Professor Dylmar Penteado Dias. Por outro lado, as atividades no LAMAV também tiveram início com parcerias firmadas com este professor, demonstrando a relevância e o impacto dessa colaboração no cenário acadêmico da UENF.

Vale destacar que a pandemia da Covid-19 teve impacto significativo na produção científica, impulsionando as publicações, como evidenciado pelos dados obtidos.

A identificação das principais revistas de destaque para a publicação de trabalhos relacionados à temática oferece orientações valiosas para os pesquisadores quanto à escolha do

veículo mais adequado para a divulgação de seus resultados. A presença de revistas internacionais, como a *Case Studies in Construction Materials*, reflète o reconhecimento e a relevância das pesquisas desenvolvidas na UENF em escala global.

As colaborações estabelecidas entre pesquisadores, tanto da UENF quanto de instituições estrangeiras, destacam-se como elementos fundamentais para o avanço do conhecimento científico. Por meio dessas colaborações, os pesquisadores têm a oportunidade de compartilhar conhecimentos, experiências e recursos, enriquecendo, assim, o desenvolvimento de estudos e projetos na temática em questão.

Por fim, nesse contexto de colaboração e avanço científico, foi possível, por meio desta investigação, chegar à conclusão de que o interesse em materiais álcali-ativados/geopoliméricos tem aumentado ao longo do tempo. Esse crescimento é significativo, uma vez que tais materiais apresentam propriedades importantes, como resistência mecânica, durabilidade e capacidade de resistir a condições adversas, tornando-os adequados para aplicação em diversos setores da Construção Civil. Como resultado, esse fenômeno impulsiona a busca incessante por materiais e tecnologias não convencionais mais sustentáveis e de menor impacto ambiental, contribuindo, ainda, para a inovação e o desenvolvimento em diferentes áreas da indústria e da área acadêmica no Brasil.

## 5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14724: Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10520: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação**. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração**. Rio de Janeiro, 2018.

ALVES, Lais Amaral; NOGUEIRA, Arissa. O USO DE GEOPOLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Projectus**, v. 3, n. 4, p. 18-29, 2018.

ARAÚJO, C. A. A. (2006). **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. *Em Questão*. Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32.

BORGES, Raíza de Oliveira Machado Borges. **Estudo Bibliométrico Sobre Materiais Álcali-ativados e Geopoliméricos na Região Sudoeste do Brasil**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, 2023.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Afonso Rangel Garcez de Azevedo. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/5332016516191423>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Ângelus Giuseppe Pereira da Silva. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/1435330862718379>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Carlos Maurício Fontes Vieira. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6309884585355966>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Dylmar Penteado Dias. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/9018704912702572>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Eduardo Atem de Carvalho. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/2617773687973315>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Elaine Cristina Pereira. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/4234775053326447>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Guilherme Chagas Cordeiro. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/1232417356351146>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Gustavo de Castro Xavier. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3352299366515964>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Jean Marie Désir. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/8033850810456184>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Jonas Alexandre. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6775752719088891>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Rânces Castilho Lara. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3319710041908017>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Ronaldo Pinheiro da Rocha Paranhos. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/1963897712138599>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CNPQ. **Currículo do Sistema de Currículos Lattes**. Informações sobre Sergio Luis González Garcia. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/7712090792201553>. Acesso em: 04 jan. 2024.

DAVIDOVITS, J. Properties of geopolymer cements. **Alkaline Cements and Concretes**. Kiev, Ukraine, p. 131-149, 1994.

FRARE, A.; LUZ, C. A. DA. **Cimentos álcali ativados: efeito da cura térmica no desenvolvimento da resistência mecânica**. Matéria (Rio de Janeiro), v. 25, n. 1, 2020.

MOURÃO, Frederico Cristiano Gonçalves. **Impactos da COVID-19 na produção científica internacional em diferentes áreas do conhecimento e bases de dados**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) - Faculdade de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

PROVIS, J. L. (2018). **Alkali-activated materials**. Cement and Concrete Research, v. 114, p. 40-48.

QUEVEDO-SILVA, F.; SANTOS, E. B. A.; BRANDÃO, M. M.; VILS, L. (2016). **Estudo Bibliométrico: orientações sobre sua aplicação.** Revista Brasileira de Marketing, Universidade Nove de Julho, v. 15, n. 2, p. 246-262.

SILVA, M. L. S.; ABÍLIO, A. DE A.; MACHADO, F. R.; DA SILVA, A. G. P.; DIAS, D. P. Avaliação de geopolímeros como revestimento anticorrosivo **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 4, n. 08, 15 set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.25242/885X4082014221>

SILVA, M.L.S.; ABÍLIO, A.A.; SILVA, A.G.P.; DIAS, D.P. Análise de resistência de geopolímeros utilizando subproduto como aglomerante alternativo. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 5, n. 13, 16 out. 2015. DOI: <https://doi.org/10.25242/885X5132015683>

SILVA, M. L. S.; SILVA, A. G. P.; DIAS, D. P. **Geopolymer Ca,Na,K-PSS as Ceramic Coating Anticorrosive.** In: 8th International Latin-American Conference on Powder Technology, 2011, Florianopolis-SC. 8th International Latin-American Conference on Powder Technology, 2011. v. 1. p. 1-10.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. C. O. (2016). **Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science.** Ambiente Construído, v. 16, n. 1, p. 175-185.

VANTI, N. A. (2002). **Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento.** Ciência da Informação, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. Cement Sustainability Initiative. **Cement technology roadmap 2009: carbon emissions reductions up to 2050.** Suíça, 2009.