



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76

Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025

Biossíntese de nanopartículas de óxido de zinco e a sua aplicação em argamassas

Flávia Cristina Ferreira de Oliveira¹; Josué Gomes de Oliveira²; Susane Eterna Leite Medeiros³; Silas de Andrade Pinto⁴; Laura Valentina Mejia Marulanda⁵; Taís de Jesus Monteiro⁶; Flávia Regina Ferreira de Oliveira⁷; Ernando Silva Ferreira⁸; Paulo Roberto Lopes Lima⁹; Edrian Mania¹⁰

1. Flávia Cristina Ferreira de Oliveira, PIBIC/FAPESB, ENGENHARIA CIVIL, e-mail: fcristina.uefs@gmail.com
2. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana.
3. Doutora em Física, Prof. da Universidade Estadual de Feira de Santana.
4. Doutor em Engenharia Civil, Prof. da Universidade Estadual de Feira de Santana.
5. Mestranda em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana.
6. Mestranda em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana.
7. Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana.
8. Doutor em Física, Prof. Universidade Estadual de Feira de Santana.
9. Doutor em Engenharia Civil, Prof. Universidade Estadual de Feira de Santana.
10. Edrian Mania, DEPARTAMENTO DE FÍSICA, e-mail: emania@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas de Óxido de Zinco; Rota verde; Argamassa.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das Mudanças Climáticas e a urgência na obtenção de materiais gerados através de recursos menos agressivos ao meio ambiente, o ramo da nanotecnologia por rota verde tem se destacado no campo científico, substituindo as rotas químicas que possuem maior impacto ambiental no seu processo (Lemos *et al.*, 2023). Entretanto, essas metodologias ainda são pouco reprodutíveis e há escassez de estudos detalhando as condições físico-químicas necessárias para Nanopartículas de Óxido de Zinco (NP ZnO) que oferecem uma ampla gama de propriedades mais refinadas do que as partículas na escala milimétrica (Ramasamy *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, esse estudo propõe adicionar as nanopartículas de óxido de zinco à argamassa para verificar se suas qualidades são alteradas, como a resistência à compressão e à tração. Posteriormente, promover novos estudos e a criação de técnicas e produtos aprimorados para a construção civil.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

As nanopartículas de óxido de zinco foram obtidas por rota verde utilizando o extrato vegetal da *Mimosa Caesalpinifolia Benth*, uma planta localizada no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), com concentração de 3%. Este trabalho foi cadastrado na plataforma do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) e a planta no Herbário UEFS.

A obtenção das NP ZnO foi realizada seguindo a receita de Moura (2025). O pH do extrato foi corrigido com 1,6 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 1M e posteriormente aquecido a 80 °C. Após a adição do sal precursor (Zn(NO₃)₂·6H₂O), a reação foi mantida sob aquecimento por 2 horas. A formação das NPs foi observada pela mudança de coloração da solução e formação de material sedimentado.

Após a obtenção das nanopartículas de ZnO, o pó branco foi aplicado à argamassa com uma concentração de 0,00% (referência) e 0,25% em relação à massa de cimento, acompanhando parcialmente o estudo do Patil (2021). Para análise inicial, o traço da argamassa foi de acordo com a NBR 7215/2019 de 1,00 : 3,00 : 0,48, calculando-se a quantidade de material para um CP com dimensão de 8x8x16cm. Utilizou-se o CP V, de alta resistência inicial, a areia passante na peneira 2.4mm e as nanopartículas sólidas.

O Corpo de Prova Prismático foi desmoldado após 48h e deixado em cura com água saturada com hidróxido de cálcio até o momento do ensaio, seguindo a NBR 5738:2015. Foram realizados dois ensaios, o de resistência à Tração na Flexão em três pontos com base na NBR 1214/2010 e a resistência à Compressão, seguindo a ABNT NBR 16738/2019.

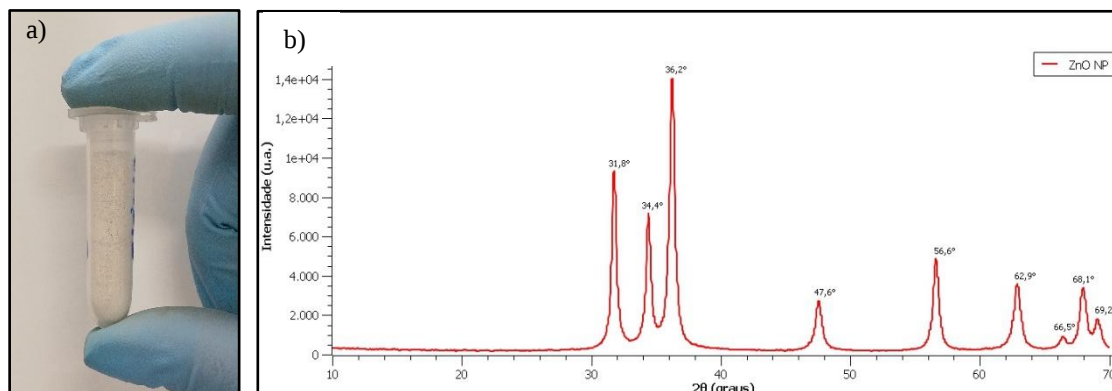
RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

CARACTERIZAÇÃO DAS NANOPARTÍCULAS DE ZINCO:

A obtenção das nanopartículas de ZnO (figura 01, a) por rota verde teve um rendimento variado entre 6% e 32%, porém a média do rendimento das amostras ficou em 11,89%.

A análise por DRX (figura 01, b) mostra uma concordância entre picos nítidos e de alta intensidade com os valores de referência para o ZnO (Perumal *et al.*, 2024; Moura *et al.*, 2025). Esses dados indicam que o material formado é o óxido de zinco. A leitura do difratômetro mostra que a estrutura possui uma cristalinidade de 67,4%, sendo 32,6% amorfa, possuindo uma boa cristalinidade do material formado.

Figura 01: a) Nanopartícula de ZnO. b) Análise do DRX para a amostra de nanopartículas de óxido de zinco.



Fonte: autora.

Para definir se o material está na escala nanométrica, utiliza-se a equação de Debye-Scherrer. A partir do pico de maior intensidade, obteve-se uma nano de 21,06 nm, correspondente a escala nanométrica.

CARACTERIZAÇÃO DOS ENSAIOS MECÂNICOS:

O teste de compressão foi baseado na ABNT NBR 16738/2019, sendo a relação da força obtida para romper a amostra do material dividida pela área da sua seção transversal ($F_c = \frac{\text{Força (N)}}{\text{Área (mm}^2\text{)}}$) para cada Corpo de Prova rompido, fazendo-se a média (figura 02). O teste de tração na flexão foi feito com base na NBR 1214/2010, utilizando a equação $F_t = \frac{F \cdot l}{b \cdot d^2}$, onde F é a força medida na prensa mecânica (N), l é a dimensão do vão entre apoios (mm), b é a largura média do corpo de prova (mm) e d é a altura média (mm), gerando-se a figura 03.

Figura 2 – Resistência à compressão por idade.

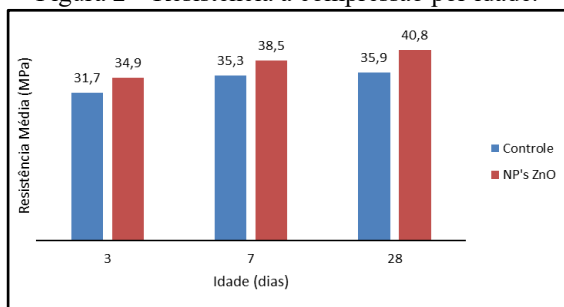
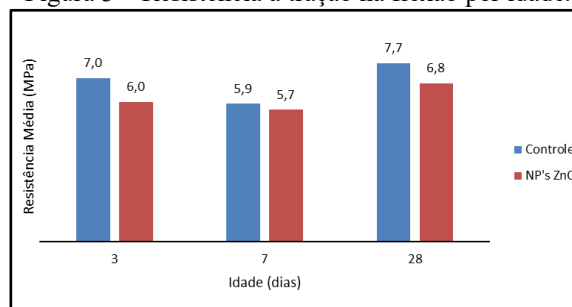


Figura 3 – Resistência à tração na flexão por idade.



Fonte: autora.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Através da leitura da figura 02, percebe-se que a amostra com adição de nanopartículas de ZnO teve um aumento expressivo na resistência à compressão, possuindo evolução de 10,2% na primeira idade, 9,0% na segunda e chegando a 13,6% a mais aos 28 dias em relação à argamassa de referência. Esses dados seguiram os mesmos resultados dos estudos científicos de Patil *et al.* (2021), Naziri *et al.* (2012), Dong *et al.* (2023) e Nochaiya *et al.* (2015), onde a adição das NP's ZnO aumenta a resistência à compressão.

O efeito é explicado pelo tamanho da partícula aplicada. Seu comprimento médio de 21,06 nm contribui para que ocupem poros vazios na microestrutura da argamassa, tornando a matriz de cimento um material mais denso e mais compacto (Nochaiya *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2019). Essa característica é chamada de efeito de preenchimento (Filler Effect).

Outros estudos, como Liu *et al.* (2015), Nochaiya *et al.* (2015), Dong *et al.* (2023) e Patil *et al.* (2021) mostram que a adição de NP's ZnO pode reduzir a resistência à compressão nas primeiras idades iniciais na concentração próxima a 0,25%, a utilizada neste estudo. Entretanto, deve-se levar em consideração que o cimento utilizado por esta autora foi o CP V, o de Alta Resistência Inicial, possuindo um comportamento diferente do CP usado nos demais estudos citados acima.

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO

Analisando a figura 03, a resistência à tração na flexão com adição de nanopartículas de óxido de zinco teve uma alteração negativa em relação ao traço de referência, sendo -14,7% aos 3 dias, -4,3% ao 07 e -11,3% na última idade acompanhada, indo em contrapartida aos resultados do ensaio de compressão. A relação de variação da resistência está na tabela 03.

Essa característica não é apontada na maioria dos artigos, porém pode ser explicada a partir da leitura de Devaraju (2020). O autor explica que, caso as nanopartículas não forem dispersas de forma homogênea na matriz cimentícia, elas podem atuar como concentradores de tensão, gerando uma interface fraca entre a matriz cimentícia e o óxido de zinco, facilitando o surgimento de fissuras e a falha do material sob tração.

Ademais, as NP ZnO são pouco solúveis em água e a adição delas à matriz cimentícia foi realizada sem dissolução em água na argamassa anidra. Esse fator pode ter ocasionado as partículas a formarem uma fina camada frágil entre a matriz e os compostos presentes, gerando pontos que possuem menor aderência entre a os agregados e aglomerantes, resultando em um material com menor resistência à tração.

Além disso, Patil (2021) discorre que não há teor ideal para melhorar as propriedades da argamassa com a adição, levando a colocar em evidência que a concentração usada neste estudo pode ser eficaz na compressão, porém não na tração. O teor de nanopartículas adicionadas pode levar a saturação da matriz, aumentando a densidade, porém dificultando a dispersão das mesmas, resultando em um efeito negativo no efeito da tração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

A obtenção de nanopartículas através da *Mimosa Caesalpiniiifolia Benth* com correção do pH do extrato teve êxito e foi confirmada por análise de Difração de Raios-X (DRX), gerando uma nanopartícula com tamanho médio de 21,06 nm.

A adição das NP's para melhoria das propriedades mecânicas da argamassa teve resultado positivo na compressão, atribuindo-se este fator principalmente ao efeito de preenchimento de vazios, mostrando que sua resistência foi elevada em até 13,6% conforme a idade de cura. Entretanto, a resistência à tração teve menor desempenho, gerando um resultado pouco comum na literatura, mas sendo associado a dispersão das nanopartículas sólidas dentro do compósito e das interfaces fracas entre o aditivo e a matriz cimentícia.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 16738:2019. Concreto — **Determinação da resistência à compressão de corpos de prova prismáticos**. Rio de Janeiro, 2019.
- ABNT. NBR 12142:2010. Concreto — **Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos**. Rio de Janeiro, 2010.
- DEVARAJU, A.; SIVASAMY, P.; LOGANATHAN, G. B.. **Mechanical properties of polymer composites with ZnO nano-particle**. Materials today proceedings: Volume 22, Part 3, 2020, Pages 531-534. doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.146
- DONG, S.; YU, S.; CHEN, L.; ZHUO, Q.; WU, F.; XIE, L.; LIU, L. **Comparative Study on the Effects of Five Nano-Metallic Oxide Particles on the Long-Term Mechanical Property and Durability of Cement Mortar**. Buildings 2023, 13, 619. doi.org/10.3390/buildings13030619.
- LEMOS, A.L.S, et al. **Biossíntese de nanopartículas de zinco: Uma breve revisão**. Editora Atena, 2023: Capítulo 13. DOI: doi.org/10.22533/at.ed.57524010813.
- LIU, Jintao; LI, Qinghua; XU, Shilang. **Influence of nanoparticles on fluidity and mechanical properties of cement mortar**. Construction and Building Materials, v. 101, n. 1, p. 892-901, dez. 2015. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.149.
- LIU, Jintao, et al. **Effects of zinc oxide nanoparticles on early-age hydration and the mechanical properties of cement paste**. Construction and Building Materials: Volume 217, 30 August 2019, Pages 352-362. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.027
- PATIL, H., DWIVEDI, A. **Impact of nano ZnO particles on the characteristics of the cement mortar**. Innov. Infrastruct. Solut. 6, 222 (2021). doi.org/10.1007/s41062-021-00588-9.
- PERUMAL, P.; et al. **Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using aqueous extract of shilajit and their anticancer activity against HeLa cells**. Disponível em: www.nature.com/articles/s41598-024-52217-x.
- MOURA, R. F.; MANIA, E. **Biossíntese de nanopartículas de ZnO utilizando extrato da Mimosa Caesalpiniiifolia Benth**. In: XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2025. Disponível em: <https://anais.uefs.br/index.php/semic/article/view/661>.
- NAZIRI, A.; AZIMZADEGAN, T. **Previsão dos efeitos das nanopartículas de ZnO2 na resistência à tração e absorção de água de concreto de alta resistência**. Mat. Res. 15 (3) • Junho de 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000057>
- NOCHAIYA, Thanongsak, et al. **Microstructure, characterizations, functionality and compressive strength of cement-based materials using zinc oxide nanoparticles as an additive**, Journal of Alloys and Compounds. Volume 630, 2015, Pages 1-10, ISSN 0925-8388, doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.11.043.
- RAMASAMY, S. et al.. **The influence of ZnO nanoparticles on mechanical and early-age hydration behaviour of cement paste**. Matéria (Rio de Janeiro), v. 29, n. 3, p. e20240068, 2024. doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2024-0068.