INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE VIDRO EM ARGAMASSA PARA PRODUÇÃO DE MATERIAL CIMENTÍCIO SUSTENTÁVEL

Camilly Faustin Gouvea[1], Luciana Cristina Soto Herek[2], Juliane Patrícia de Oliveira[3], Paula Polastri[4]

[1]Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. faustincamilly@gmail.com
[2]Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. luciana.rezende@unicesumar.edu.br
[3]Coorientadora, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-PROSUP/CAPES. julianepdeoliveira@outlook.com
[4]Orientadora, Doutora, Professora do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – Unicesumar. paula.polastri@unicesumar.edu.br

RESUMO

A construção civil, embora traga benefícios econômicos e sociais, causa significativos impactos ambientais devido ao alto consumo de recursos naturais e energia, geração de resíduos sólidos e emissão de gases de efeito estufa. Isso reforça a necessidade de práticas sustentáveis no setor. Esta pesquisa propõe desenvolver e avaliar o desempenho de uma argamassa, substituindo parcialmente a areia por resíduo de vidro (RVI), proveniente de urnas funerárias. A metodologia envolve a coleta e caracterização dos materiais (RVI e areia), além do planejamento experimental com uso de softwares estatísticos e testes de desempenho mecânico e durabilidade, conforme normas técnicas nacionais e internacionais. Espera-se que as amostras apresentem desempenho igual ou superior à amostra controle, demonstrando viabilidade técnica e ambiental. Os resultados pretendem contribuir para a gestão eficiente de resíduos sólidos, o cumprimento das políticas públicas ambientais e o avanço nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A pesquisa também se apresenta como alternativa para a valorização desses resíduos em novos produtos, com potencial estratégico para reduzir a poluição e o esgotamento dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Arquitetura sustentável; Construção civil; Desenvolvimento sustentável; Impactos ambientais; Tecnologias limpas.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas últimas décadas tem impulsionado significativamente a demanda pela construção civil (UNDESA, 2024; Al-Kutti; Islam; Nasir, 2019). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2024), o setor da construção civil desempenha papel fundamental no desenvolvimento social e econômico do país. Em 2024, registrou um crescimento de 4,3% no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, destacando-se como o setor industrial com melhor desempenho e o terceiro com maior crescimento no período (IBGE, 2024; IBGE, 2025).

Apesar dos benefícios econômicos e sociais, a construção civil também é responsável por impactos ambientais significativos, devido ao elevado consumo de recursos naturais e energia, intensa geração de resíduos sólidos, e alta emissão de gases de efeito estufa (GEE) (Vasilca *et al.*, 2021; UNEP, 2023).

O concreto é o material mais utilizado na construção civil. Conforme a norma brasileira (NBR) 12655:2022, ele é constituído basicamente por cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água (ABNT, 2022).

Os agregados compõem o maior volume do concreto. A areia sozinha representa cerca de 25% do seu volume total. No entanto, o crescente consumo desse material no mundo todo tem levado à sobrecarga das fontes dos recursos naturais (Tiwari; Singh; Nagar, 2016). Segundo o relatório de 2022 do Programa das Nações Unidas para o Meio

Ambiente (PNUMA), aproximadamente 50 bilhões de toneladas de areia são consumidas anualmente no mundo (Cunning *et al.*, 2019; UNEP, 2022).

Diante deste cenário, o desenvolvimento de materiais de construção civil mais sustentáveis tem ganhado destaque (Paiva *et al.*, 2021). Diversos estudos demonstram a viabilidade técnica e ambiental da substituição parcial dos agregados por resíduos industriais, resíduo de vidro, entre outros, em matrizes cimentícias como concretos e argamassas (Al-Kutti; Isalm; Nasir, 2019; Mim *et al*., 2023; Su; Xu, 2024; Trentin *et al*., 2020).

Adicionalmente, os resíduos sólidos podem trazer problemas ao ambiente quando descartados de maneira inadequada. A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (Brasil, 2010).

Com base nesse contexto, estudos que visam a incorporação de resíduos na construção civil estão sendo amplamente aplicados, em que de forma sinérgica, promovem a destinação final ambientalmente adequada em atendimento às legislações ambientais aplicáveis, bem como a redução no consumo de recursos naturais e energia, a diminuição das emissões de GEE e fomento da economia circular. Como, por exemplo, ao se utilizar resíduo de vidro em substituição parcial a areia, o material reduz a quantidade de matéria-prima virgem utilizada, contribuindo para a redução da extração desse recurso e consequentemente gerando um menor impacto nas áreas de extração e na biodiversidade ao entorno (Cunning *et al.*, 2019; UNEP, 2022).

Portanto, este estudo tem por objetivo, desenvolver e avaliar o desempenho de uma argamassa utilizando resíduo de vidro (RVI) em substituição parcial da areia, visando maior sustentabilidade no setor da construção civil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para as amostras de argamassa serão, água proveniente da rede de abastecimento do laboratório de materiais de construção da UniCesumar campus Maringá - PR, cimento Portland CPII-F-32, e areia média utilizada na região.

O resíduo de vidro (RVI) de urnas funerárias, será disponibilizado por uma empresa de cremação localizada no município de Maringá-PR. A coleta será realizada de acordo com as diretrizes para coleta em montes ou pilhas de resíduos da norma ABNT NBR 10007:2004, que especifica os requisitos para amostragem de resíduos sólidos (ABNT, 2004). A amostra passará por pré-tratamento para trituração em moinho de bolas.

As análises de caracterização físico-química serão realizadas no Laboratório Interdisciplinar de Análises Biológicas e Químicas (LIABQ), a moldagem dos corpos de prova e os ensaios mecânicos serão realizados no Laboratório de Multidisciplinar de Engenharia Civil e no Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos, respectivamente, todos na Unicesumar.

Os corpos de prova serão moldados em quadruplicatas, tendo diferentes porcentagens de substituição de areia. As amostras serão preparadas, moldadas, curadas e analisadas seguindo a norma brasileira NBR 7215:2025 que trata da determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de argamassa de cimento Portland (ABNT, 2025). Os corpos de prova serão rompidos nas idades de 3, 7 e 28 dias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se que as amostras de argamassa analisadas apresentem resultados de desempenho mecânico satisfatórios, obtendo viabilidade técnica e ambiental.

Além disso, espera-se que os resultados representem um avanço na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos e no cumprimento das políticas públicas ambientais aplicáveis e as metas estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente para os ODS 12 – Consumo e produção responsáveis e 13 – Combate às alterações climáticas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o alcance dos objetivos da pesquisa, o resíduo de vidro se constituirá em uma alternativa promissora para a construção civil, promovendo a sustentabilidade por meio da valorização de resíduos sólidos em argamassa. A substituição parcial da areia por esse resíduo visa mitigar os impactos ambientais causados pela extração de agregados naturais, ao mesmo tempo em que contribui para a destinação final ambientalmente adequada. A metodologia aplicada, pautada em normas técnicas e análises laboratoriais, permitirá a avaliação do desempenho mecânico e durabilidade das argamassas produzidas.

Espera-se que os resultados obtidos evidenciem a viabilidade técnica da proposta, reforçando o compromisso com as diretrizes da PNRS e com o cumprimento dos ODS aplicáveis. Dessa forma, o estudo se alinha aos princípios das tecnologias limpas e da economia circular, contribuindo para uma construção civil mais sustentável.

REFERÊNCIAS

AL-KUTTI, W.; SAIFUL ISLAM, A. B. M.; NASIR, M. Potential use of date palm ash in cement-based materials. **Journal of King Saud University Engineering Sciences**, v. 31, n. 1, p. 26–31, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007:** amostragem de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, ABNT: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7215:** cimento Portland: determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos, Rio de Janeiro, ABNT: 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655:** concreto de cimento Portland: preparo, controle, recebimento e aceitação: procedimento, Rio de Janeiro, ABNT: 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 maio 2025.

CUNNING, R.; SILVERSTEIN, R. N.; BARNES, B. B.; BAKER, A. C. Extensive coral mortality and critical habitat loss following dredging and their association with remotely sensed sediment plumes. **Marine Pollution Bulletin,** v. 145, p. 185-199, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da Indústria da Construção 2022**. Brasília: IBGE, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Quadros Completos PIB 4° tri 2024**. Brasília: IBGE, 2025.

MIM, N. J.; MERAZ. M.; ISLAM, H.; FARSANGI, E. N.; MEHEDI, T.; ARAFIN, A. K.; SHRESTHA, R. K. Eco-friendly and cost-effective self-compacting concrete using waste banana leaf ash. **Journal of Building Engineering,** v. 64, p. 105581, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** ONU, 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 11 maio 2025.

PAIVA, F. F. G.; TAMASHIRO, J. R.; SILVA. L. H. P.; KINOSHITA, A. Utilization of inorganic solid wastes in cementitious materials – A systematic literature review. **Construction and Building Materials**, v. 285, p. 122833, 2021.

SU, Q.; XU, J. Influence of waste glass and rice husk ash on the dynamic compressive properties and variable-angle shear characteristics of concrete after high-temperature treatment: Experimental and numerical study. **Structures**, v. 69, p. 107419, nov. 2024.

TIWARI, A.; SINGH, S.; NAGAR, R. Feasibility assessment for partial replacement of fine aggregate to attain cleaner production perspective in concrete: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 490–507, nov. 2016.

TRENTIN, P. O.; MANICA, J.; VANZETTO, S. C.; MARANGONI, B.; ZALESKI, A. Substituição parcial de agregado miúdo por resíduo de vidro moído na produção de argamassa. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 25, n. 1, p. e-12576, 2020.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Population Prospects 2024: SummaryofResults**. New York: UNDESA, 2024. Disponível em: https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2024-summary-results. Acesso em: 26 out. 2024.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Building materials and the climate: Constructing a new future**. Nairobi, Kenya: UNEP, 2023. Disponível em: https://www.unep.org/resources/report/building-materials-and-climate-constructing-new-future. Acesso em: 15 mai. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Sand and sustainability:** 10 strategic recommendations to avert a crisis. Geneva, Switzerland: UNEP, 2022. Disponível em: https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/areia-e-sustentabilidade-10-recomendacoes-estrategicas-para-evitar-uma-crise. Acesso em: 15 mai. 2025.

VASILCA, I.S.; NEN, M.; CHIVU, O.; RADU, V.; SIMION, C.P.; MARINESCU, N. The Management of Environmental Resources in the Construction Sector: An Empirical Model. **Energies**, v. 14, p. 2489, 2021.