

Evento: XXXIV Seminário de Iniciação Científica

POTENCIAL DA CINZA DE CASCA DE ARROZ COMO ADIÇÃO POZOLÂNICA EM MATRIZES DE CONCRETO: UMA REVISÃO DA LITERATURA VOLTADA À SUSTENTABILIDADE REGIONAL¹

Erick Vinicius Hettwer Pompeo², Lia Geovana Sala³, Antoni Windmoller Pazze⁴, Nadia Helena Zwick⁵, Vitoria Schneider Wollmuth⁶, Suelen Miszak da Silva⁷

¹ Trabalho de revisão bibliográfica desenvolvido no âmbito do Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia Civil da Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ).

² Bolsista PET, Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

³ Professor (a) Tutor do Grupo PET Engenharia Civil da UNIJUÍ, Orientador.

⁴ Bolsista PET, Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

⁵ Bolsista PET, Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

⁶ Bolsista PET, Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

⁷ Bolsista PET, Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ.

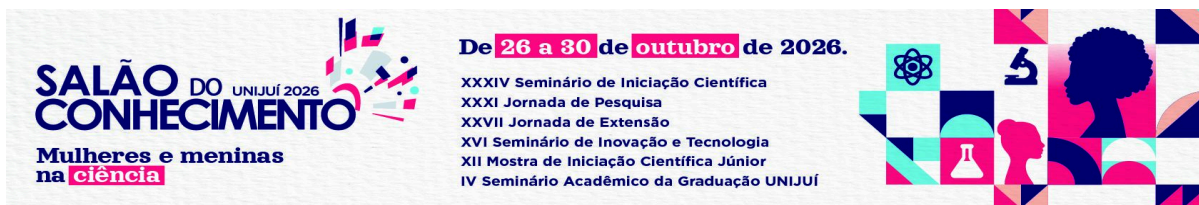
RESUMO

A construção civil apresenta elevado impacto ambiental, associado ao consumo de matérias-primas e às emissões de dióxido de carbono ligadas à produção do cimento Portland, enquanto a produção de arroz no Rio Grande do Sul gera grandes volumes de casca como resíduo. A queima desse material origina a Cinza de Casca de Arroz (CCA), que possui atividade pozolânica e potencial para reaproveitamento em matrizes de concreto. Este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de revisão sistemática da literatura, como a substituição parcial do cimento por CCA influencia a resistência à compressão do concreto aos 28 dias. Foram analisados estudos publicados entre 2005 e 2024, com ensaios experimentais em diferentes tipos de cimento Portland e teores de substituição entre 5% e 20%. Os resultados indicam que a faixa de 10% a 15% de substituição proporciona os melhores desempenhos mecânicos, com ganhos de até 14,2% na resistência à compressão, enquanto teores iguais ou superiores a 20% apresentam queda de desempenho. Conclui-se que o uso da CCA é tecnicamente viável e contribui para a sustentabilidade regional, reduzindo resíduos agroindustriais e a demanda por cimento comercial.

Palavras-chave: Cinza de casca de arroz. Concreto. Reação pozolânica. Sustentabilidade. Resistência à compressão.

INTRODUÇÃO

A construção civil apresenta alto impacto ambiental devido ao elevado consumo de matérias-primas e às emissões de dióxido de carbono (CO₂) associadas à produção do cimento Portland (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Em contrapartida, a expressiva produção de arroz no Rio Grande do Sul gera grandes volumes de casca como resíduo (CONAB, 2023). A queima desse material em indústrias e termelétricas origina a Cinza de Casca de Arroz (CCA)



que, se descartada sem controle, causa problemas ambientais, mas possui características promissoras para reaproveitamento (FOLETTTO, 2005).

A aplicação da CCA no concreto ocorre por meio de sua atividade pozolânica, na qual a sílica amorfa reage com o hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 liberado na hidratação do cimento, gerando silicato de cálcio hidratado (C-S-H) e aumentando a resistência da matriz (ISAIA, 2017). O trabalho alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, em especial aos ODS 9, 11 e 12. O objetivo deste artigo é analisar, via revisão sistemática da literatura, como a substituição parcial do cimento por CCA influencia a resistência à compressão do concreto aos 28 dias.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica realizada nas bases SciELO, Google Acadêmico e nos repositórios digitais de teses e dissertações da UFSM e UFRGS. Foram combinados os termos "cinza de casca de arroz", "resistência à compressão", "adição pozolânica" e "concreto".

Selecionaram-se trabalhos publicados entre 2005 e 2024 que apresentassem ensaios experimentais com cimento Portland (CP II ou CP V) e substituição parcial por CCA nas proporções de 0% (referência), 5%, 10%, 15% e 20%, com cura aos 28 dias. Descartaram-se pesquisas sem caracterização química da cinza ou com perda ao fogo superior a 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados extraídos da literatura indica que a eficiência da CCA no concreto depende diretamente da temperatura de calcinação (idealmente entre 600°C e 700°C para manter a sílica amorfa) e do processo de moagem, o qual incrementa a finura do material e acelera a reação pozolânica (POUEY, 2006).

Analizando individualmente os trabalhos selecionados, Foletto et al. (2005) avaliaram o uso de CCA em concreto com cimento CP II-F, identificando que o teor ótimo de substituição foi de 10%, obtendo um ganho de 8,5% na resistência à compressão aos 28 dias em relação ao traço referência. Pouey (2006) utilizou cimento CP V-ARI e constatou que a alta reatividade inicial do cimento combinada com 15% de CCA moída elevou a resistência em 12,0%.

Por sua vez, Isaia et al. (2017) estudaram a adição de CCA em matrizes com cimento pozolânico (CP II-Z), registrando o maior ganho relativo de resistência (14,2%) para o teor de 10% de substituição, atribuído à sinergia entre as adições minerais. Mais recentemente, Silva et al. (2020) testaram teores mais elevados (até 20%) em cimento CP II-F, confirmando que a faixa de 15% apresenta o melhor desempenho (+9,8%), enquanto o teor de 20% começou a apresentar declínio mecânico.

Os dados consolidados destas pesquisas são sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 — Compilação da resistência à compressão (28 dias) em matrizes cementícias com CCA.

Autor / Referência	Tipo de Cimento	Teores de Substituição Avaliados	Teor Ótimo de CCA (%)	Varição de Resistência vs. Ref. (%)
Foletto et al. (2005)	CP II-F	5%, 10%, 15%	10%	+ 8,5%
Pouey (2006)	CP V-ARI	10%, 15%, 20%	15%	+ 12,0%
Isaia et al. (2017)	CP II-Z	10%, 20%, 30%	10%	+ 14,2%
Silva et al. (2020)	CP II-F	5%, 10%, 15%, 20%	15%	+ 9,8%

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os resultados evidenciam que a substituição de cimento por CCA nos teores de 10% a 15% proporciona os melhores desempenhos mecânicos aos 28 dias (POUEY, 2006; SILVA, 2020). Esse acréscimo de resistência ocorre pelo preenchimento físico dos vazios pelos grãos finos da cinza (filler) somado à formação adicional de C-S-H decorrente da reação pozolânica (ISAIA, 2017). Contudo, nos teores de substituição de 20% ou superiores, observa-se queda progressiva na resistência. Esse comportamento é atribuído ao efeito de diluição do cimento (redução na quantidade de clínquer disponível) e ao aumento da demanda de água de amassamento causada pela elevada área superficial específica da cinza, o que exige o uso de aditivos superplastificantes para manter a trabalhabilidade adequada (MEHTA; MONTEIRO, 2014; SILVA et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

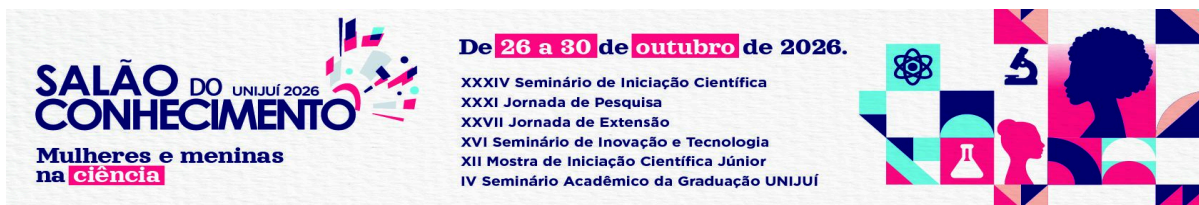
A substituição parcial do cimento Portland por Cinza de Casca de Arroz mostra-se tecnicamente viável. A literatura converge para a faixa de 10% a 15% como a proporção ideal de substituição, alcançando ganhos de até 14,2% na resistência à compressão aos 28 dias. Além dos benefícios mecânicos, o uso da CCA contribui para a gestão de resíduos no Rio Grande do Sul e reduz a demanda por cimento comercial. O principal gargalo do processo reside na necessidade de padronização da queima e moagem da cinza, demanda que pode ser suprida por parcerias entre o setor orizícola e fabricantes de pré-moldados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2022/23. Brasília: Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FOLETTTO, E. L. et al. Aplicabilidade da cinza da casca de arroz. Química Nova, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600021>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ISAIA, G. C. et al. Viabilidade do emprego de cinza de casca de arroz natural em concreto estrutural. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 10, n. 1, p. 114-140, 2017.



Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1983-41952017000100007>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 4. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

POUEY, M. T. F. Beneficiamento de cinza de casca de arroz residual para produção de cimento composto. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/8526>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVA, C. R. et al. Desempenho mecânico de concretos com substituição parcial do cimento por cinza de casca de arroz. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 25, n. 2, e-12640, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200002.1023>. Acesso em: 15 ago. 2024.