

CINZA DE CASCA DE ARROZ COMO INIBIDOR DE CORROSÃO DO CONCRETO ARMADO

João Gabriel Menezes Maia, Ylana Vitória de Souza Ferreira, Davi Pernambuco Fonseca, Verônica Cristina Pego Fiebig Aguiar, Daniela Santos Silva.

Colégio Técnico “Antônio Teixeira Fernandes”, Rua Paraibuna, 78. Jardim São Dimas – 12245-020 - São José dos Campos-SP, Brasil, joagabrielmenezesmaia@gmail.com, ylanavif@gmail.com, dpernambuco06@gmail.com, veronicafiebig@gmail.com, danielass@univap.br.

Resumo

O presente estudo explora o uso da cinza de casca de arroz (CCA) como inibidor de corrosão no concreto armado, visando melhorar a durabilidade e sustentabilidade das construções civis. O concreto armado, amplamente utilizado na construção civil brasileira, tem o cimento como principal componente, sendo um dos materiais mais consumidos no setor. No entanto, a produção de cimento é responsável por cerca de 23% das emissões globais de dióxido de carbono, o que torna a busca por alternativas sustentáveis essencial. A casca de arroz, um subproduto abundante da agricultura, é frequentemente descartada de maneira inadequada, causando problemas ambientais como poluição do solo e da água. Nesse contexto, a cinza de casca de arroz (CCA) surge como uma solução promissora. Com um teor de sílica entre 70% e 90%, a CCA melhora significativamente a resistência e a durabilidade do concreto, ao mesmo tempo em que reduz sua porosidade. Assim, a utilização da CCA no concreto armado se apresenta como uma alternativa viável e benéfica tanto do ponto de vista técnico quanto ambiental.

Palavras-chave: Concreto armado. Corrosão. Inibidores. Cinza de casca de arroz.

Curso: Técnico em Química.

Introdução

Segundo Pereira *et al.* (2015), a utilização do concreto armado é amplamente difundida na construção civil brasileira, sendo o cimento seu principal componente e um dos materiais mais consumidos no setor. Com quase dois séculos de uso, as pesquisas sobre concreto se concentram nas suas propriedades mecânicas e na durabilidade das estruturas construídas. Huang *et al.* (2018), diz que a produção de cimento é uma das maiores fontes de emissão de dióxido de carbono no planeta, chegando a cerca de 23%. Além disso, a casca de arroz é um subproduto abundante na agricultura e, segundo Lima *et al.* (2020), esta é descartada de forma incorreta, causando problemas ambientais como a poluição do solo ou de corpos d'água. Nos últimos anos, a introdução de materiais alternativos e técnicas inovadoras, tal qual o uso de aditivos e adições pozolânicas, tem contribuído significativamente para o aprimoramento do concreto. Dentre esses materiais, a cinza de casca de arroz (CCA) se destaca não só pela sua capacidade de melhorar a resistência e reduzir a porosidade do concreto, mas também por oferecer uma solução sustentável para a gestão de resíduos agroindustriais. De acordo com Isaia *et al.* (2017), o teor de sílica na CCA se encontra entre 70% e 90% e é apropriada para o uso em concreto de alto desempenho.

Este trabalho visa explorar o potencial da CCA, analisando sua influência no concreto armado, especialmente no que tange à resistência à corrosão, um fator crucial para a longevidade das estruturas. Além disso, busca-se também a transformação desse resíduo em um material benéfico para a construção civil, de modo a minimizar seu desperdício. Por fim, o uso da CCA pode diminuir o custo da produção do concreto e estimular a inovação na construção civil, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias.

O presente estudo se deu, fundamentalmente, por revisão de literatura, analisando estudos a fim de avaliar e comparar as propriedades mecânicas e químicas do concreto armado com adição de CCA para analisar sua resistência e durabilidade, além de seus impactos no meio ambiente.

Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu em uma revisão de literatura a partir de estudos de artigos e trabalhos já realizados, encontrados nas seguintes plataformas eletrônicas: Google Acadêmico e SciELO, publicados no período entre 2014 e 2024. Após definido o tema da pesquisa, foram estabelecidos os objetivos principais. São eles: identificar as propriedades químicas e físicas da CCA; analisar os impactos de seu uso e sua durabilidade no concreto armado; e analisar as vantagens ambientais e econômicas de seu uso. Ao determinar as plataformas, foram definidas as principais palavras-chave: “cinza de casca de arroz”, “concreto armado”, “uso da cinza de casca de arroz no concreto armado”, “inibidores naturais de corrosão”. Inicialmente foram selecionados 25 artigos contendo os temas supracitados, os critérios de inclusão foram: resultados eficientes, casca de arroz como principal inibidor, resultados semelhantes, artigos publicados nos últimos 10 anos. Foram excluídos os artigos que não apresentassem a casca de arroz como tema principal. A análise crítica comparou os resultados dos diferentes estudos focando em suas metodologias e resultados, incluindo uma discussão sobre a variabilidade dos resultados e a aplicabilidade deles. A metodologia foi limitada pela falta de acesso a determinados estudos relevantes por serem restritos, pela dependência de fontes secundárias e pela variabilidade de resultados, visto que cada estudo apresenta um método diferente e, consequentemente, resultados diferentes.

Resultados

Segundo Ludwig (2014), nenhum outro tipo de material pozolânico, incluindo a sílica ativa, tem o potencial de contribuir para o ganho de resistência em poucos dias, como a CCA. Além de acelerar o ganho de resistência, auxilia na segregação e na exsudação, concedendo ao concreto maior grau de facilidade em que o concreto pode ser preparado e aplicado em obras. Ludwig (2014) diz ainda que é possível substituir mais de 70% do cimento por CCA, porém, são necessários apenas 10% a 20% de CCA para que o concreto se beneficie com ganho de resistência e diminuição de permeabilidade com relação a sulfatos e cloretos.

Pereira *et al.* (2015), avaliou a influência da temperatura de cura e na dosagem de CCA no concreto submetido à cura térmica, usando porcentagens de substituição de cimento 0%, 5% e 10%, com o objetivo de analisar o comportamento da CCA em matrizes de cimento Portland e a quantidade de sílica presente, determinando se a CCA é pozolânica ou não. A caracterização físico-química apresentou 92,99% de sílica na amostra. A substituição de cimento Portland por CCA se mostrou satisfatória para o teor de 5% na dosagem de concreto, a granulometria ideal foi de 12 μm , os corpos de prova ganharam 24% de resistência à compressão axial.

Cecconello *et al.* (2019), realizou uma triplicata de amostras contendo 0%, 10% e 20% de CCA substituindo o cimento, com formatos cilíndricos e prismáticos. A quantidade de CCA foi feita com base no volume. Foi utilizada uma razão de 0,64 água-aglutinante. A absorção de água e a porosidade capilar foram analisados em 1, 4, 7, 14, 28, 63, 91 e 112 dias. Aos 28 dias, a taxa de absorção da amostra 0% foi de 1,27 mm/h, por outro lado, a amostra 10% tiveram aproximadamente 0,83 mm/h, enquanto a amostra 20% apresentaram taxa de aproximadamente 0,62mm/h. A amostra 0% apontou 13,1% e 12,8% de porosidade, enquanto a amostra 10% apresentaram 0,86% e 11,8%, e a amostra 20% resultaram em 0,61% e 0,66%.

Isaia *et al.* (2017), avaliou a durabilidade de concretos com 15% de CCA, tanto natural (CCAN) quanto moída (CCAM), comparando-os com um concreto de referência (REF). As misturas de CCA foram analisadas por meio de diversos testes, incluindo carbonatação, penetração de cloretos, resistividade elétrica e permeabilidade ao oxigênio. Apesar de CCAN15 e CCAM15 apresentarem desempenho inferior na carbonatação, ambas as misturas superaram o REF em diversas outras propriedades, como resistência à penetração de cloretos, resistividade elétrica, e absorção capilar de água. CCAM15 foi particularmente eficaz em resistividade elétrica e resistência a sulfatos, enquanto CCAN15 destacou-se na permeabilidade ao oxigênio. O estudo concluiu que o uso de CCA, especialmente CCAM15, é viável tecnicamente e contribui para a sustentabilidade e redução de custos na produção de concreto estrutural.

Righi (2022) realizou um estudo com fibras de polipropileno e altos teores de CCA, analisando os teores como viscosidade, escoamento, aspectos mecânicos e de durabilidade. As amostras utilizadas continham 30%, 50% e 70% de CCA em sua composição e foram estudadas após 28 dias. Foram

realizados seis ensaios diferentes nos corpos de prova, contudo, somente um deles se mostrou relevante para essa pesquisa.

O ensaio realizado por Righi (2022) é o de penetração de íons cloreto. Esse ensaio se dá pela medição da carga elétrica que passa pelo corpo de prova através de uma fonte, submetido a uma tensão fixa de 60V durante 6 horas. Na amostra 30%, foi analisado uma carga de aproximadamente 2735C e um risco moderado de penetração dos íons cloreto, já na amostra 50% a carga foi de 1128C e um risco baixo de penetração, enquanto na amostra 70% a carga foi de 825C e um risco muito baixo de penetração dos íons cloreto. Nesse experimento foi possível observar que conforme a concentração de CCA aumenta, a corrente média diminui, diminuindo, também, o risco de penetração dos íons cloreto.

Discussão

Para Ludwig (2014), utilizar a cinza de casca de arroz (CCA) no concreto oferece benefícios significativos, como sustentabilidade, ao reduzir o desperdício agrícola e o impacto ambiental; redução de custos; e melhoria da qualidade do concreto, aumentando sua resistência e durabilidade. Além disso, promove inovação tecnológica e melhoria na infraestrutura. Em Pereira *et al.* (2015) a substituição de 5% de cimento por CCA aumenta a resistência do concreto em 24%. Isso beneficia a sociedade ao reduzir custos, melhorar a qualidade das construções e diminuir o impacto ambiental. Já para Cecconello *et al.* (2019), a substituição de cimento por CCA em 10% e 20% mostraram uma redução significativa na taxa de absorção de água e na porosidade do concreto, indicando um material mais denso e durável. Representando, assim, construções mais resistentes à infiltração e degradação, além de maior durabilidade e menor necessidade de manutenção. Nos estudos de Isaia *et al.* (2017), o uso de CCA, especialmente moída, melhora a durabilidade do concreto, reduzindo custos e utilizando resíduos agrícolas, resultando em construções mais duráveis, com menor necessidade de manutenção. Por fim, Righi (2022), ao estudar com fibras de polipropileno e altos teores de CCA (30%, 50% e 70%) revelou que quanto maior a concentração de CCA, maior a resistência a íons cloreto.

Conclusão

A partir das análises foi possível concluir que a cinza de casca de arroz oferece uma solução eficaz quando utilizada como material pozolânico no concreto. A CCA, com 70% a 90% de sílica em sua composição, melhora a resistência e reduz a porosidade do concreto, contribuindo com a redução de custos e a melhoria sustentável em construções civis, certificando mais segurança.

Referências

- CECCONCELLO, V. *et al.* Shrinkage and porosity in concretes produced with recycled concrete aggregate and rice husk ash. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**. v. 12, n 3 (June 2019) p. 694 – 704 ISSN 1983-4195. Disponível em: <https://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/1163>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- RIGHI, D. P. Influência de altos teores de cinza de casca de arroz nas propriedades reológicas, mecânicas e de durabilidade de Engineered Cementitious Composites (ECC). **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/248685>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- HUANG, L. *et al.* Carbon emission of global construction sector. **ResearchGate**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317423349_Carbon_emission_of_global_construction_sector. Acesso em: 11 ago. 2024.
- ISAIA, G. C. *et al.* Viabilidade do emprego de cinza de casca de arroz natural em concreto estrutural (parte II): durabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 233-252, abr./jun. 2017. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000200155>. Acesso em: 12 ago. 2024.

LIMA, C. J. F. *et al.* Concretes with binary mixtures of artificial pozzolans and concrete demolition waste. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 177-188, out/dez. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/LdH45pCHqPrHkH4RmQkPHcq/?lang=en>. Acesso em: 09 ago. 2024.

LUDWIG, D. G. Concreto com cinza de casca de arroz. **Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES**. Lajeado, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/a3a52245-1c60-4e04-b012-407b79438ecb/full>. Acesso em: 12 ago. 2024.

PEREIRA, A. M. *et al.* Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de cinza de casca de arroz. **Revista Matéria** v. 20, n. 1, p. 227-238, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/NmByKMsrcDYM9q3qDd9SBrK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2024.