

## CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO

Daiana Alves Fernandes<sup>1</sup>

Sarah Almeida Rodrigues<sup>2</sup>

Selma AraujoCarrijo<sup>3</sup>

---

**Resumo:** A casca de arroz vem sendo utilizada como fonte de energia em pequenas termoeletricas, enquanto que sua cinza é descartada em locais impróprios. Mediante este contexto, o presente trabalho tem o intuito de empregar este material pozolânico, assim considerado devido à grande quantidade de sílica em sua composição que tem suma importância por não afetar as características cimentícias. Assim, reaproveitar esta cinza na indústria da construção civil substituindo parte dela no cimento se demonstra viável com percentuais que variam de 15% a 50% de CCA. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica, discorrendo sobre os diversos autores e normas que abordam a aplicabilidade da CCA como substituição parcial do cimento, no qual foi possível verificar a eficácia deste produto pozolânico sem que o mesmo sofresse alterações nas propriedades físicas e mecânicas do cimento. Desta maneira, conclui-se que a cinza da casca de arroz pode ser utilizada no cimento, pois, além de reciclar a cinza descartada inadequadamente, não afeta a resistência a compressão do produto, apenas demora em torno de 28 dias para reagir e começar a desenvolver em idades mais avançadas, visto que nem todas as construções necessitam de alta resistência inicial, viabilizando a aplicabilidade desta cinza como adição no material cimentício. Os tratamentos químicos e térmicos aplicados na utilização da cinza da casca de arroz se demonstram eficientes para que o cimento tenha uma coloração clara e não preta, uma vez que, esta cor escura poderia ser motivo de rejeição pelos consumidores do produto. Já a pozolanicidade do cimento com a cinza se mostrou influenciada pela sua granulometria, apresentando melhores resultados nas cinzas de menores granulometrias.

**Palavras-chave:** Cimento. Cinza da casca de arroz. Pozolânico.

---

### Introdução

O cimento é um pó fino e tem propriedades aglomerantes, aglutinantes e ligantes, no qual, juntamente com outros materiais proporcionam maiores resistências as construções. Este material é um dos produtos mais consumidos e tem o calcário e argila como principais matérias-primas. Durante seu processo de fabricação os resíduos são levados a um forno que em elevadas temperaturas resultará em esferas escuras, o chamado clínquer, principal composto do cimento. Nesta etapa de clinquerização ocorre à liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o que acarreta diversos fatores negativos que são ocasionados pelo ramo da indústria cimenteira, dentre eles, o impacto gerado ao ambiente. Também devemos nos atentar no momento que as matérias-primas são levadas ao forno, pois é uma etapa do processo que atinge altas temperaturas e com isso, impacta no consumo da energia global devido à queima

---

1 Acadêmica do 9º período do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES); engdaianaalves@gmail.com

2 Acadêmica do 9º período do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES); sarah\_dover06@hotmail.com

3 Professora orientadora do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES); selma@fimes.edu.br

de combustíveis (energia térmica), sem descartar o começo do processo que advém da extração de recursos naturais, o que também consome energia das máquinas para transportar as matérias-primas do local de extração até a indústria.

A tendência da indústria cimenteira é continuar expandindo a produção desse aglomerante e, com isso, o aumento desenfreado de poluentes e impactos. Mediante contexto, o presente trabalho aborda a cinza da casca de arroz como uma possível substituição parcial do cimento no intuito de minimizar os impactos gerados na obtenção deste material, haja vista, que estacinzas é um material pozolânico, o que a torna vantajosa pelo fato de que ele reage com o hidróxido de cálcio produzido na hidratação do cimento, quando moído em pequenas partículas e com a presença de água.

Mediante contexto, no presente trabalho será analisado os benefícios da cinza da casca de arroz (CCA) como recurso energético e sustentável, não deixando de pesquisar todas as vantagens e desvantagens que esta cinza possa proporcionar como uma adição pozolânica, mostrando uma possível ideia que possa vir a ser adotada pelas indústrias cimenteiras e entrar no mercado como parte da substituição desse material aglomerante. Dessa maneira, a utilização deste material pozolânico estaria cooperando numa possível redução de impactos, principalmente, com a minoração do dióxido de carbono, o qual, é o principal gás poluente liberado quando se produz o clínquer.

## **Objetivo**

- Salientar os impactos ambientais que são acarretados para produzir o cimento;
- Mostrar as características dos materiais pozolânicos como possível substituição parcial do cimento;
- Apontar a cinza da casca de arroz como possível solução minimizadora dos efeitos negativos ocasionados no período da clínquerização.

## **Metodologia**

No presente trabalho será desenvolvida uma revisão bibliográfica, na qual realizou-se leituras dos mais diversos autores que fizeram estudos abordando a aplicabilidade da cinza da casca de arroz em vista à substituição parcial do cimento, de modo que, as escolhas do livro, teses, dissertações e normas, auxiliam na abordagem do tema, possibilitando encontrar uma solução plausível para o reaproveitamento desta cinza na indústria da construção civil, de

modo que ela se demonstre exequível no cimento e, após esta substituição, o material não perca suas propriedades e trabalhabilidade, além de minimizar os impactos ambientais ao parar de descartar as cinzas em locais impróprios e reaproveitá-la no cimento.

### **Cinza da casca de arroz como substituição parcial do cimento**

Os materiais cimentícios são compostos essencialmente pela mistura de silicatos e aluminatos, cálcio e ferroaluminato de cálcio, e têm o calcário e a argila como matérias-primas indispensáveis em seu fabrico. Uma vez submetidas às altas temperaturas no forno rotativo, o calcário e argila resultam no principal constituinte do cimento, o clínquer, que logo após, é misturado ao gesso, com função regulamentadora no tempo de pega. Tal descrição faz parte de uma das etapas do processo de fabricação do cimento, que se inicia com a extração dessas matérias-primas e tem término com o transporte do cimento ensacado ou a granel (MONTINI, 2009).

O cimento é um material de suma importância na indústria da construção civil e, ao longo dos anos passou por um desenfreado crescimento no seu processo de fabricação. A consequência desse elevado consumo de cimento, vem acarretando diversos impactos ambientais, entre eles, emissões de gases poluentes, grande consumo de energia e esgotamento de matérias-primas. Sabe-se que a cada 1000 kg de cimento Portland produzidos são liberados 900 kg de gás carbônico, o que aumenta preocupação com o ambiente já que o cimento é um dos materiais mais consumidos e que são encontrados no mercado em diferentes tipos (BERTOLINI, 2010).

Para o movimento de máquinas escavadoras e veículos de transporte, é gerada uma energia térmica de maneira secundária, além de apresentar uma parcela significativa no consumo de combustíveis fósseis para a fabricação do cimento. Sem desconsiderar o fato de que, no processo que se tem moagem e, também as esteiras transportadoras, geram um gasto de eletricidade (RENÓ, 2007).

Outro princípio preocupante, além da grande quantidade de energia gerada para obtenção do cimento, é a extração dos recursos naturais. Ainda são encontrados em grande abundância o calcário e a argila, porém, com o uso excessivo dessas matérias-primas, no futuro, acarretará em um cenário, no qual, não haverá esses materiais em abundância para acompanhar o ritmo de crescimento da indústria cimenteira, sendo preciso, optar por outras táticas que continue atendendo as qualidades e características que se tinha ao utilizar a argila e o calcário.

As alternativas disponíveis surgiram no intuito de auxiliar no desenvolvimento sustentável e minimizar os impactos ambientais. Um dos grandes objetivos é reduzir as quantidades de clínquer, procurando estabelecer uma medida equilibrada de clínquer e o material a ser adotado. Para tal, uma das adições que se destaca para contribuir com esta problemática está a cinza da casca de arroz, classificada como uma pozolana, que é assim definida como um material silicoaluminoso ou silicoso, que quando finamente moído junto com a água, reage com o hidróxido de cálcio originando em um material de características aglomerantes (NBR 12653/2012).

Outra propriedade importante do material pozolânico é a alta resistência mecânica, que é afetada apenas nas idades iniciais devido à pequena massa de clínquer, mas, com o passar dos dias, o efeito ativo dessa pozolana é maior que a do cimento portland comum (GUEDERT, 1989).

É possível averiguar que a melhor forma de determinar a pozolanicidade da cinza da casca de arroz é através de sua temperatura, que quando esta cinza é produzida a baixas temperaturas de até 700 °C, obtêm-se uma cinza amorfa que é mais reativa que a cristalina, sendo esta produzida quando a cinza é submetida a altas temperaturas. Esta cinza de casca de arroz comporta 20% da casca queimada originando em um material volumoso, leve e muito poroso (POUEY, 2006).

A cinza da casca de arroz é proveniente da queima da casca de arroz e a sílica acumulada na estrutura se encontra na forma amorfa de sílica e, para retirar o carbono presente neste produto, as cinzas devem estar sujeitas a altas temperaturas (SANTOS, 2006).

Para produzir os cimentos com a CCA em seus experimentos, Pouey (2006), primeiramente misturou o cimento CP V ARI com cada uma das cinzas beneficiadas CCA 0, CCA7 e CCA 9, cujas quais, foram aquelas selecionadas para o processo de produção do cimento, com percentuais de substituição de 6%, 10%, 15%, 33% e 50%. A cinza CCA 0 foi a cinza de referência deste experimento, estando esta submetida a um tempo de queima e temperatura em condições especiais, apresentando como característica mineralógica uma cinza amorfa, que tem propriedades mais reativa que as cristalinas. Já a cinza CCA 7 e CCA 9, foram utilizadas levando em consideração suas características mineralógicas, sendo uma menos cristalina (CCA 7) e outra mais cristalina (CCA 9). Todas as cinzas escolhidas para serem trabalhadas neste experimento passaram por tratamentos químicos, térmicos e físicos, sendo escolhidos os tratamentos que se mostraram mais eficaz e viável a ser aplicado a cinza. Em relação aos teores de substituição, teve como referência os dois cimentos com adições pozolânicas já fabricados, o CP II Z e o CP IV, que são adicionados de cinza nestes cimentos,

respectivamente, 6 %, 14% e 15%,50%, assim sendo, utilizou para este experimento três valores de substituição desses já produzidos e mais dois outros valores intermediários entre eles.

Para averiguar a eficácia deste cimento com substituição parcial da cinza da casca de arroz, Pouey (2006) realizou ensaios para verificar até que ponto esta cinza interfere nas propriedades do cimento. Quanto a resistência a compressão, houve um desenvolvimento lento nas misturas contendo CCA, provavelmente, pelo fato da CCA ser um material pozolânico, onde as reações ocorrem com as idades avançadas, demonstrando que o cimento com substituição desta cinza melhora com a idade. O início do tempo de pega aumentou com os teores de substituição e a maior parte dos cimentos ponderados obteve tempos de fim de pega maiores que o de referência e, apenas dois destes cimentos apresentaram resultados inferiores ao de referência. Já no ensaio de expansibilidade a quente, a norma determina que são 5 mm o limite máximo permitido, dessa forma, todos os cimentos avaliados, sem exceção de nenhum, apresentaram resultados inferiores a este valor, evidenciando a viabilidade dos cimentos com a CCA ao verificar que todos eles atenderam ao requisito básico. Quanto a pozolanicidade foi observado que para o material ser pozolânico o mesmo deve se apresentar com uma granulometria pequena.

Para um melhor resultado da utilização desta cinza existem os tratamentos térmicos que verifica qual queima é ideal para obter um baixo índice de carbono ou até mesmo uma cor mais clara, tem também os tratamentos químicos para melhorar os resultados obtidos quanto aos teores de sílica e os tratamentos físicos para estudar a melhor moagem a ser utilizada no processo. Mediante as literaturas, esta cinza da casca de arroz proporciona apenas benefícios para ser substituída no cimento, sendo estudada com uma porcentagem de até 50% de substituição reduzindo uma quantidade significativa de clínquer a ser produzido.

### **Considerações finais**

Mediante as literaturas, foi possível concluir que a cinza da casca de arroz é benéfica ao substituir parte dela no cimento, primeiramente pelo princípio ecológico, já que estaria reaproveitando esta cinza que é descartada em locais impróprios e, reutilizando em um setor da indústria da construção civil com alto índice de crescimento, fabricando outro tipo de cimento com este material pozolânico que tem uma alta quantidade de sílica em sua composição. Minimizaria também, o consumo energético da produção de cimentos, visto que

para obtenção do clínquer necessita de elevadas temperaturas, enquanto que a cinza apresenta excelentes resultados a baixas temperaturas.

Foi comprovado que a cinza da casca de arroz não prejudica as propriedades e funcionalidades do cimento, no qual conclui-se que poderia aderir esta cinza sem preocupação com os quesitos técnicos do produto, já que a cinza não interfere na resistência a compressão do cimento, apenas começa a mostrar-se resistente após um período de 28 dias, pois, por ser um material pozolânico demonstra uma reação mais lenta, porém com a idade avançada tem um comportamento progressivo mostrando que continuará a se desenvolver. Mesmo com a demora é viável a aplicação desta cinza, pois nem todas as obras necessitam de uma alta resistência inicial.

As demais vantagens técnicas também não são prejudicadas com o emprego da cinza, sendo os tempos de pega com valores ótimos ao utilizar uma maior substituição deste material, além de que os cimentos atenderam aos requisitos da expansibilidade, sendo esta muito importante para avaliar as tensões internas e prevenir a ocorrência de microfissuração e desagregação do material. Caso o problema seja a coloração escura que esta cinza possa vir ocasionar no cimento, existem os tratamentos que são feitos para que o cimento final tenha uma cor próxima ao do cimento de referência.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12653. **Materiais pozolânicos - Requisitos**. Segunda Edição, Rio de Janeiro, 2012.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação, prevenção**, 2010. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GUEDERT, L. O. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do aproveitamento da cinza da casca de arroz como material pozolânico**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas. UFSC. Florianópolis, 1989, 147 p.

MONTINI, Marcelo. **Aplicações de Resíduo de Bauxita e Cinza Pesada da Indústria do Alumínio na Fabricação de Cimento Portland**, São Carlos, 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.

POUEY, M. T. F. **Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico**. Maria Tereza Fernandes Pouey. 2006. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2006.

RENÓ, M. L. G. (2007). **Uso de Técnicas de Otimização Robusta Multi-Objetivos na Produção de Cimento**, Itajubá, 123p. Dissertação (Mestrado em Conversão de Energia) - Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá.

SANTOS, Sílvia. **Produção e avaliação do uso de pozolana com baixo teor de carbono obtida da cinza de casca de arroz residual para concreto de alto desempenho**. Florianópolis, 2006, 267f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina.

