

# **Análise da resistência do concreto com aditivo de cinza de casca de arroz.**

Gabrielly Pereira Fortes de Oliveira  
Stella Bárbara Viana  
Discentes do curso de Engenharia de Transportes.

Universidade Federal de Mato Grosso – Disciplina de Geotecnia,  
Cuiabá/MT - 2021.

## **RESUMO**

O cimento é um dos materiais mais utilizados na construção civil, sendo assim, procurar inovações nesse aspecto, sempre deve estar na mira dos pesquisadores. Analisando diversos estudos já realizados, constatamos que a casca de arroz queimada pode auxiliar no aumento da resistência do concreto, por conter uma grande quantidade de sílica, o que permite uma melhor adesão das moléculas. Nossa pesquisa procura evidenciar que o uso deste aditivo pode reduzir a quantidade de cimento utilizado ou ainda reduzir o valor agregado do mesmo.

**Palavras-chave:** Concreto; Cinza; Cimento; Arroz, Cinza de Casca de Arroz.

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa a utilização de uma das sobras do processamento de arroz, a casca queimada do arroz, em uma mistura com o concreto para aumentar sua resistência, além de realização de estudos e ensaios para eventualmente comprovar este aumento.

A cura térmica visa acelerar as reações de hidratação do cimento, atingindo a resistência desejada após algumas horas de cura, agilizando o processo de endurecimento e permitindo a continuação da produção em escala (FERREIRA JÚNIOR, 2003).

O processo da cura térmica é um usado para acelerar as reações de hidratação do cimento Portland, para concretos e argamassas, com a finalidade de aumentar a resistência mecânica nas primeiras idades, já que a velocidade das reações químicas de hidratação é catalisada em temperaturas mais altas. É necessário estudar a composição de concretos com adições minerais. Uma adição importante e estudada, é a Cinza de Casca de Arroz (CCA). Evita-se, assim, o descarte desse resíduo, permite o seu reaproveitamento, reduz o impacto ambiental, e ainda assim, apresenta ganho de resistência, mesmo diminuindo a quantidade de cimento na mistura. Visamos apresentar aqui resultados experimentais de resistência à compressão axial, de resistência à tração por compressão diametral e do módulo de elasticidade para concretos elaborados com CCA, incorporada à mistura em dosagens de 5% (em massa), em substituição ao cimento. A CCA será retirada de empresa de beneficiamento de arroz localizada em Cuiabá – MT, e foi produzida por meio da queima não controlada da casca do arroz. Os traços de concreto serão definidos a partir de uma avaliação das propriedades mecânicas de corpos de prova de argamassa com e sem adição de CCA. Os resultados obtidos em laboratório devem apresentar ganho de resistência das amostras com a adição de CCA (PEREIRA, 2015).

## 2. ARROZ

O arroz (Figura 1) é um dos alimentos mais consumidos no Brasil, segundo dados do CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), o consumo interno em 2018 ultrapassou 14 milhões de toneladas, todo esse consumo esconde as sobras que são descartadas na fase de processamento.

Figura 1 - Arroz com casca.



Fonte: EMBRAPA 2019

O arroz polido é a matéria prima final do processo de refino, inicialmente o arroz é recebido a granel nos engenhos sendo descarregado em uma espécie de filtro, as moegas, que transportam o arroz para os silos.

Depois de ficar armazenado nos silos o arroz vai para a pré-limpeza, onde é retirado diversas impurezas, como palha, pedaços da planta do arroz, partículas metálicas, pedaços de madeira, etc.

Logo depois, realiza-se a secagem dos grãos, e posteriormente com o beneficiamento dos grãos, inicia-se a separação da casca de arroz (Figura - 2), e é esta que será utilizada em nosso trabalho.

Após a brunição, é executada a separação e secagem. A brunição, também conhecida como branqueamento, é complementada pelo polimento, que consiste no acabamento do produto e remoção dos resíduos de farelo. O coproduto resultante constitui o farelo, que representa cerca de 8% do grão em casca ou 10% do produto descascado (CASTRO et al., 1999).

### 3. CASCA DE ARROZ

A casca do arroz (Figura 2), removida durante o refinamento do grão, é um resíduo derivado do rejeito agrícola de atividades industriais dos produtores de arroz espalhados pelo mundo. Seu baixo valor comercial ou interesse para uso na agricultura tem causado grandes problemas aos produtores, devido à necessidade de armazenamento desse resíduo (GONÇALVES, 2009).

Figura 2 – Casca de arroz.



Fonte: UniversoAgro (2012)

### 4. CINZA DA CASCA DE ARROZ

A cinza da casca de arroz representa 20% (em massa) da quantidade total de arroz colhida. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a produção estimada de arroz em 2014 é de 12.501.317 toneladas.

Tanto a casca de arroz quanto as cinzas resultantes da sua queima são fontes de poluição e contaminação, vindo a impactar o meio ambiente e a saúde pública da população, quando gerenciadas de forma inadequada. Assim, a utilização da cinza da casca de arroz como aditivo na composição do concreto é uma forma de valorização deste resíduo, além de oferecer as seguintes vantagens para o meio ambiente: eliminação da necessidade de aterros, redução do perigo tóxico e diminuição da demanda de matérias primas. (PEREIRA, 2015)

A temperatura de queima da cinza é um fator muito importante para determinar a morfologia da cinza da casca do arroz. A atividade pozolânica da CCA está diretamente relacionada à composição morfológica como também ao tempo de moagem desta cinza. A CCA quando produzida a partir de queima controlada, com temperatura inferior a 600°C possui na sua morfologia a presença de sílica no estado amorfo, obtendo desta forma maior reatividade com o cimento e com a cal. Quando queimada a temperaturas muito elevadas, observa-se o surgimento de fases cristalinas na estrutura morfológica, diminuindo desta forma a reatividade com outros componentes, sendo desta forma inviável para utilização em concretos e argamassas. (PEREIRA, 2015)

As cinzas da casca de arroz (Figura 3) são utilizadas pela indústria como produto para fornalhas de aquecimento, após a queima da casca o resíduo gerado é o gás e as cinzas carbonizadas. A CCA mais adequada são cinzas amorfas, com elevada reatividade e coloração clara.

Portanto, nosso experimento requer que a queima seja efetuada em temperatura inferior a 600°C.

Figura 3: Cinza da casca de arroz (CCA).



Fonte: MFRural (2019)

A obtenção de uma casca de arroz carbonizada (CCA) com boas características para aplicação em argamassa depende do método de produção empregado. Os métodos mais comuns são, queima a céu aberto, em caldeiras e em fornalhas.

## 5. USO DA CASCA DE ARROZ CARBONIZADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Foletto et. e al. (2005) define as possibilidades de uso da casca de arroz carbonizada:

- Sílica pura: utilizada para a fabricação de vidros, cerâmica, tijolos, cosméticos e detergentes industriais. É obtida através do processo de aquecimento realizado para remover o carbono residual contido na queima, possibilitando uma quantidade de 95% de sílica pura.
- Uso em concretos e produção de cimento: usada para melhorar as propriedades do cimento, no estado fresco e após seu endurecimento.

## 6. CONCRETO

O concreto (Figura 4) é o material mais utilizado na construção civil, obtido com a junção da argamassa mais um agregado graúdo. O cimento é o aglomerante do concreto que une os agregados miúdos ou graúdos.

Sua resistência e durabilidade dependem da proporção entre os materiais que as constitui.

Os materiais constituintes do concreto são; Aglomerante (cimento Portland), Agregado Miúdo (areia natural ou artificial, pó de pedra), Agregado Graúdo (pedra britada ou seixo natural), Água, Aditivo, Adições (metacalium, cinza volante, pozolanas, cal, pó de pedra)

O concreto (Figura 4) tem como principal característica a resistência à compressão simples. A variação de índices de resistência se dá, principalmente, pela relação água/cimento ( $a/c$ ), sendo que, quanto maior a quantidade de cimento, maior será a resistência do concreto (RECENA, 2002)

Figura 4 - Concreto Fresco.



Fonte: FOLETTTO (2005).

## 7. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentados materiais e métodos baseados em artigos relacionados ao campo do projeto de pesquisa em questão.

Conforme Ludwig (2014), autor que foi tomado como base para elaboração do projeto, o procedimento de teste da resistência do concreto com a adição de cinza da casca de arroz consiste em três etapas, coleta do material, moldagem dos corpos de provas e teste de resistência.

A primeira etapa consiste em coletar o material (areia, brita cimento e aditivo), a cinza da casca de arroz foi obtida em uma empresa de beneficiamento de arroz (Arroz Cremoso Ltda), os outros materiais podem ser obtidos em lojas de materiais de construção.

Na segunda etapa a moldagem dos corpos de prova segue as normas da NBR-5739 (ABNT, 2007). Foi estipulado um traço sem CCA (Cinza de Casca de Arroz) e outro com a utilização de 5% de CCA em substituição ao cimento, conforme definido em norma, e seguindo os processos de pesagem, desmoldagem, armazenagem e cura.

Na terceira etapa realizou-se o rompimento dos corpos de prova de concreto, frisando que foi utilizado óleo lubrificante para ajudar na desmontagem dos corpos de prova, o teste de resistência a compressão obedece a NBR-5739 (ABNT,2007). As idades dos rompimentos são de 3, 7 e 28 dias. Esta etapa consiste em verificar se a porcentagem estipulada pode ajudar no aumento da resistência a compressão do concreto.

### 2.1 Materiais

- Casca de Arroz Carbonizada.
- Cimento Portland CP II – F -32 Votorantim Cimentos.
- Areia Média.
- Brita 2 Calcário.
- Água.
- Betoneira Monofásica CSM 120 L.
- Enxada Estreita 25.
- Carrinho de Mão 65.
- Colher de pedreiro 7”.
- Pá de bico N3.
- Moldes Corpos de Prova 20 cm e 10 cm.
- Estufa.
- Óleo Mineral lubrificante.
- Prensa com acionamento elétrico de classe 1, Solotest (Certificada pela RBC).

A seguir serão descritos os materiais com maiores traços e os métodos de ensaios e de avaliação.

### 2.1.1 CCA

A casca de arroz utilizada foi proveniente da empresa de beneficiamento Arroz Cremoso Ltda. A sua queima para a obtenção do produto utilizado, será feita em uma churrasqueira obtendo o produto mais limpo possível.

### 2.1.2 Cimento

Para a realização dos ensaios foi utilizado o Cimento Portland CP II de 32 Mpa, produzido com Material Carbonático (F), pela empresa Votorantim Cimentos. De acordo com o fabricante o produto cumpre as exigências da NBR-5733 (ABNT, 1991b) e é indicado para o uso em concretos e argamassas e argamassas industrializadas. Esse cimento foi escolhido pois é o mais comum utilizado na construção civil.

### 2.1.3 Areia Média

A areia média a ser utilizada está de acordo com a NBR-7225 (ABNT, 1993) possui seus grãos internos com dimensões 0,42 mm a 1,2 mm.

Serão submetidas ao processo de secagem em estufa (figura 5), com temperatura entre 105 °C e 110 °C, durante um período de 15 a 20 horas, evitando que as umidades nelas contidas atrapalhassem ou mascarassem os resultados obtidos.



Figura 5 – Secagem em Estufa



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 2.1.4 Brita 2

Para a elaboração do traço será utilizado a Brita 2, muito comum e disponível no Laboratório De Construção Civil da UFMT.

Segundo NBR-7225 (ABNT, 1993) esta brita está delimitada através da abertura de peneiras em malhas quadradas, com dimensões de 12,5 a 25 mm.

Passará por secagem em estufa.

#### 2.1.5 Água

A água utilizada para a realização do projeto é proveniente do abastecimento público da Águas Cuiabá.

#### 2.1.6 Traço Utilizado

O traço a ser utilizado para a construção dos corpos de prova é de 1:2:3 e dosado para atingir a resistência de 32 Mpa, na quantidade de produção de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

A relação água/cimento deste traço é de 60% conforme recomendações do orientador.

Com o traço estabelecido, será substituída uma quantidade de cimento (em kg) pela CCA, na proporção de 5%. Este percentual foi escolhido para confrontar trabalhos relacionados que utilizam proporções semelhantes ou maiores.

### 2.1.7

A moldagem dos corpos de prova está de acordo com a NBR – 5738 (ABNT,2003).

Conforme artigo de LUDWIG (2014), poderá ser feita a moldagem dos corpos de prova atendendo as quantidades exigidas para cada traço.

Será feita primeiramente a pesagem do material devidamente seco.

Os corpos de prova utilizados para o concreto possuem as dimensões de 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro e receberam uma fina camada de desmoldante a base de óleo lubrificante (NBR-5738-ABNT, ABNT 2003).

Com os materiais devidamente organizados, os mesmos são inseridos na betoneira segundo (figura 6).

Figura 6 – Mistura dos materiais na betoneira



Fonte: LUDWIG 2014

A moldagem dos corpos de prova segue os requisitos da NBR-5738 (ABNT, 2003). Será inserido concreto em duas camadas, sendo que

cada uma delas recebeu 12 golpes.

#### 2.1.8 Ensaaios de concreto

Quando os corpos de prova de concreto completam as idades para ensaio descritas anteriormente, foi feita a retificação dos mesmos.

Conforme NBR – 5739 (ABNT, 2007), serão realizados os ensaios a compressão.

Para a realização dos ensaios, os corpos de provas devem estar limpos e devidamente colocados de maneira centralizada com relação os pratos da prensa.

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado nos resultados obtidos por Pereira em 2015, observa-se que os valores de resistência à compressão axial, tração diametral e módulo de elasticidade, para a substituição de 5% do cimento por cinzas da casca de arroz, são muito mais relevantes quando realizados com cura úmida, considerando que os mesmos apresentam resultados satisfatórios quando comparados com o traço controle.

Já com a cura térmica os resultados com a mesma porcentagem de substituição de CCA são diferentes, apresentando pequenas variações durante o seu ciclo, sem grandes valores expressivos, sendo elas ligeiramente superiores ou inferiores quando comparados com o traço controle.

Além disso, vale ressaltar que esse material causa um impacto ambiental relevante quando não designado a lugares apropriados, considerando ainda que a utilização do resíduo pode agregar valores significativos quanto a sua adição como substituinte de parte do cimento.

A partir disso, observa-se que os resultados são muitos dependentes de diversos outros fatores, sendo os principais, o tipo e o tempo de cura, os diferentes níveis de moagem, e as porcentagens de adições do CCA. Levando a considerar uma necessidade de mais estudos relacionados ao tema pra concluir de fato quais as condições ideais.

## 9. CONCLUSÕES

Análise criteriosa sobre trabalhos anteriores, colocou em evidência de que o cimento também pode ser produzido a partir de cinza de casca de arroz com efetividade, devido ao seu custo baixo e relativa facilidade de aquisição em substituição à areia.

Ajiwe V.I.E, C.A Okeke, F.C Akigwe produziram cimento com cinza de casca de arroz com variações entre de 23 a 26%, concluindo que o melhor é 24,5%.

Porém, Ismail e Waliuddin analisaram os efeitos da cinza da casca de arroz no concreto e através de experimentos com diferentes composições de cinza constataram que é possível produzir um concreto com alta resistência à compressão, porém menor comparada à obtida com o uso de cimento.

Weber corrobora a vantagem do baixo custo: observando que o uso da cinza de casca de arroz na obtenção de concreto e argamassa mostra-se economicamente vantajoso: tanto pela sua demanda inferior de água necessária para atingir uma dada consistência.

Importante destacar que a cinza de casca de arroz é um dejetto, muitas vezes despejado no meio ambiente e causando danos ambientais.

Zhang et al. compararam o concreto feito com cimento Portland com o cimento produzido com cinzas de casca de arroz, concluindo que ambos apresentaram resistência à compressão semelhante.

Cisse e Laquerbe avaliaram as características mecânicas do preenchimento de areia em concretos com cinza da casca de arroz e concluíram que a adição da cinza amplia tanto as propriedades físicas quanto mecânicas do cimento.

Já Isaia investigando a adição de cinza de casca de arroz e microssílica em concreto de alto desempenho, realizou pesquisa em seu doutorado objetivando verificar a durabilidade com vistas à corrosão da armadura.

Zhang e Malhotra avaliaram as propriedades físicas e químicas da cinza de casca de arroz acrescentada ao concreto, analisando concomitantemente o desempenho desta cinza no concreto fresco e endurecido. Eles analisaram concretos contendo cinzas e concretos com cimento Portland, concluindo que ambos indicaram resultados semelhantes com relação às propriedades de resistência à tensão de cisalhamento e flexão, retração e módulo de elasticidade, porém o destaque é que o concreto com cinza demonstrou excelente resistência à penetração de cloretos.

## 10. REFERÊNCIAS

CASTRO, E. M.; VIERA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999

FERREIRA JÚNIOR, Epaminondas Luiz, **Avaliação de propriedades de concretos de cimento portland de alto-forno e cimento portland de alta resistência inicial submetidos a diferentes condições de cura** | Epaminondas Luiz Ferreira Júnior. --Campinas, SP: [s.n.], 2003.

FOLETTTO, HOFFMAN, SCOPEL, LIMA, JAHN; **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Departamento de Engenharia Química, UFSM – RS. Quim. Nova, V.28 N°6, 2005, 1055-1060 pp.

GONCALVES, Gislaine Elisana et al. **Síntese e caracterização de mulita utilizando sílica obtida da casca de arroz**. Rem. Ver. Esc. Minas, Ouro Preto, v62, n. 3, set 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>>. Acesso em 14 nov. 2018.

LUDWIG, Douglas Giongo; **Concreto com adição de casca de arroz**. UNIVATES, Lajeado, jun 2014. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/574/1/2014DouglasGiongoLudwig.pdf>> Acesso em 16 nov. 2018.

NITZKE, Julio Aberto; BIEDRZYCKI, Aline; **Terra do Arroz**. Rio Grande do Sul, UFRGS, 2019, Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/index.htm>>

PEREIRA, Adriana Maria et al . **Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de cinza de casca de arroz**. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro , v. 20, n. 1, p. 227-238, Mar. 2015. disponível em 06 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150001.0023>.

RECENA, Fernando A. Piazza; SERRA, Geraldo G. **Dosagem empírica e controle de qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. Porto Alegre: EdiPucrs, 2002. 166 p.

TASHIMA, Mauro Mitsuuchi, **Cinza de Casca de Arroz altamente reativa: método de produção, caracterização físico-química e comportamento em matrizes de cimento Portland**, São Paulo, UNESP, Ilha Solteira, outubro de 2006. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91490/tashima\\_mm\\_me\\_ilha\\_prot.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91490/tashima_mm_me_ilha_prot.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em 16 nov. 2018.

Ajiwe, V. I. E.; Okeke, C. A.; Akigwe, F. C.; **Bioresource Technology**.

2000,

Weber, S.; **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2001.

Kilinçkale, F. M.; Cem. Concr. Res. 1997

Zhang, M. H.; Lastra, R.; Malhotra, V. M.; Cem. Concr. Res. 1996, 26, 963.. Cisse, I. K.; Laquerbe, M.; Cem. Concr. Res. 2000, 30, 13. 47.

Isaia, G. C.; **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo, Brasil, 1995. 48.

Zhang, M. H.; Malhotra, V. M.; **Proceedings of the 5th Canmet/ACI International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzalans in Concrete**, Wisconsin, Canadá, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733: Cimento Portland de alta resistência inicial**. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7225: Materiais de Pedra e Agregados Naturais**. Rio de Janeiro, 1993

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2003.