

## CARACTERIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ VISANDO APLICAÇÃO NA CONFECÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Juliana Oliveira da Silva<sup>1</sup>

Sâmea Valensca Alves Barros<sup>1</sup>

Gerbeson Carlos Batista Dantas<sup>1</sup>

Patrícia Mendonça Pimentel<sup>1</sup>

### RESUMO

O desenvolvimento de materiais alternativos a partir de resíduos vem ganhando destaque nas últimas décadas, devido à crescente preocupação com o meio ambiente e à necessidade de tornar a cadeia produtiva sustentável. A área da construção civil pode tornar-se aliada importante nesta ação, ao desenvolver técnicas que permitam caracterizar as cinzas de casca de arroz e conhecer o comportamento de sua microestrutura quando incorporados com outros tipos de resíduos e assim verificar a durabilidade destes materiais em relação aos convencionais. Partindo da premissa que a microestrutura dos componentes de um determinado material alternativo ou convencional influencia seu comportamento final o presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização física e químico-mineralógica da cinza obtida da casca de arroz oriunda de uma indústria de Caicó/RN. Esta cinza foi gerada a partir de dois processos: queima em olaria e queima em forno elétrico à temperatura de 600°C. Para caracterizar o material resultante foram empregadas as seguintes técnicas: granulometria de difração a laser, fluorescência de raios-x (FRX) e difração de raios-x (DRX). Os resultados obtidos mostraram que a cinza da casca de arroz apresentou características pozolânicas, o que permite sua utilização na confecção de vários materiais para uso na construção civil.

**Palavras-chave:** Composição Químico-mineralógica; Pozolana; Reciclagem; Casca de Arroz.

### ABSTRACT

**Characterization of rice husk ash for its use as alternative civil construction material.** The development of alternative materials from the reuse of waste to meet the demands of civil construction has been gaining prominence in the last decades due to the growing concern with the environment and to make the civil construction sector sustainable. It is a challenge to determine the techniques that allow to characterize and to know the behavior of the microstructure of these, and thus to understand the behavior of the incorporated materials with the most diverse types of residues and verify the durability of these materials when compared to the conventional ones. In this way, it is important to emphasize that the microstructure of the components of a particular alternative or conventional material influences its end behavior. In this context, the objective of this work was to perform the physical and chemical mineralogy of ash obtained from rice hulls from a Caicó/RN. The ash used in this research was generated in two burning: burning in a pottery and in an electric oven temperature 600 °C. The techniques used were: laser diffraction granulometry and X-ray fluorescence (EDX), X-ray diffraction (XRD). The results obtained showed that the rice husk ash had chemical

<sup>1</sup> Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos, Mossoró, RN, Brasil.  
E-mail para correspondência: gerbeson\_dantas@hotmail.com

and mineralogical characteristics that allow its use in the various materials for use in construction due to its characteristics of pozzolan material.

**Keywords:** Chemical-mineralogical Composition; Pozzolana; Recycling; Rice Husk.

## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a preocupação com o meio ambiente vem aumentando à medida que a população sofre com as consequências geradas pelo mal-uso dos recursos oferecidos pela natureza, bem como devido às discussões globais acerca do desenvolvimento sustentável, conceito desenvolvido, sobretudo, a partir do Relatório de *Brundtland*, (1987). Esta dinâmica resultou em promulgação de leis e resoluções, no sentido de mitigar os efeitos nocivos das ações antrópicas ao clima global (Seiffert, 2009; Barreto e Cunha, 2016).

Dentre os principais focos da discussão está a emissão de gases do efeito estufa (GEEs) na atmosfera, que resulta da dinâmica produção-geração-destinação final dos resíduos sólidos resultantes deste processo. Para tanto, surge a necessidade de desenvolver alternativas ambientalmente seguras para manejo destes resíduos. Dentre estas, destaca-se a reutilização/reciclagem destes resíduos como fonte alternativa de matéria prima, para atender as demandas dos diversos segmentos da indústria e, assim, surge a necessidade de investigar um conjunto maior de materiais (Dantas et al., 2017).

Mota (2011) relata que a sociedade a cada dia tem procurado alternativas alinhadas com os conceitos de crescimento sustentável, porque a sustentabilidade das atividades econômicas tem sido um dos principais desafios enfrentados pela humanidade, já que existe uma preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais. Nesta perspectiva, Mansur (2005) destaca que o interesse pela análise dos materiais alternativos se propaga cada vez mais, pois existe uma preocupação em conhecer minuciosamente as características destes materiais, tais como: composição química, tamanho, forma e distribuição, fases e estruturas, superfícies e interfaces.

A caracterização microestrutural dos materiais consiste em determinar a estrutura cristalina, composição química, tamanho das partículas, entre outras características, e assim ter uma ideia de comportamento para garantir a qualidade dos materiais (Mansur, 2005; Barros et al., 2016). Nesse contexto, o desenvolvimento de técnicas de reutilização acontece a partir do conhecimento adequado desses resíduos, permitindo caracterizá-los de forma a se determinar suas propriedades, e posteriormente, incorporá-los aos mais diversos materiais alternativos.

O desempenho e a durabilidade dos materiais alternativos incorporados com resíduos ocorrem em função não só da sua macroestrutura, como também da sua microestrutura, surgindo assim a necessidade de conhecer sua composição química e mineralógica (Barros et al., 2016). Aplicar as técnicas de caracterização em resíduos sólidos é de suma importância, à medida que conhecer a composição química, mineralógica, e a granulometria desses permite usá-los na substituição total ou parcial dos materiais convencionais, dando uma destinação final adequada aos resíduos com base nas suas características e compatibilidade com as propriedades do material convencional que se pretende substituir (Barros et al., 2019).

Atualmente existe uma demanda considerável de resíduos que ganharam espaço na construção civil, provenientes do descarte inadequado das mais diversas áreas. Esses, após serem caracterizados, podem possibilitar usos que sejam capazes de originar materiais alternativos de qualidade similar ou

superior aos convencionais, e muitas vezes com baixo custo de produção. Nesta ótica, percebe-se a importância de se conhecer as principais técnicas utilizadas para caracterizar química, mineralógica e termicamente estes materiais.

Levando em consideração os aspectos tratados, o objetivo deste trabalho é realizar a caracterização física e químico-mineralógica da cinza obtida da casca de arroz proveniente de uma indústria localizada no município de Caicó/RN.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Cinza da Casca de Arroz

A matéria-prima alternativa utilizada neste estudo foi a cinza da casca de arroz (CCA). A casca de arroz foi adquirida na empresa Café Itans, localizada no município de Caicó/RN (Figura 1).



**Figura 1.** Casca de arroz utilizada na pesquisa.

### Beneficiamento da Casca de Arroz

A casca de arroz passou por queima em forno na Cerâmica Vila Nova, localizada no município de Itajá/RN. Em seguida passou em peneira ABNT nº 200, abertura da malha 0,074mm e foi calcinada em forno elétrico do tipo mufla em ciclo térmico com temperatura de patamar 600 °C, taxa de aquecimento de 15°C/min e permanência de 4h na temperatura de patamar.

### Caracterização Física

A caracterização física do material em estudo constou de análise granulométrica por difração a laser, utilizando-se o equipamento CILAS modelo 1064. Este procedimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia dos Materiais (LTM) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

## Caracterização Química

Para determinar os compostos presentes na CCA, como também estabelecer a concentração em que cada um se encontra na amostra, foi realizada a caracterização por fluorescência de raios-x por dispersão de energia, utilizando o equipamento EDX 720 da Shimadzu (atmosfera N<sub>2</sub>) do LTM da UFCG.

## Caracterização Mineralógica

A caracterização mineralógica foi realizada por meio de difração de raios-x, onde a CCA foi sujeita à radiação CuK $\alpha$ , tensão de 40 kV, corrente de 30 mA, modo *fixe time*, com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6s, com ângulo 2 $\theta$  percorrido de 5° a 60°, utilizando o equipamento Difratorômetro XRD 6000 da Shimadzu do LTM da UFCG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização Física

A figura 2 ilustra a distribuição granulométrica da cinza da casca de arroz utilizada nesse estudo. Analisando a curva granulométrica da CCA (Figura 2), observou-se que a curva tem comportamento modal com diâmetro de partículas variando de 0,1  $\mu$ m a 100  $\mu$ m, com tamanho de partículas correspondente a D<sub>10</sub> com 1,79  $\mu$ m, D<sub>50</sub> com 13,65  $\mu$ m, D<sub>90</sub> com 44,78  $\mu$ m. Para o diâmetro de 5  $\mu$ m obteve-se o valor de 23,26%, indicando provável presença de aglomerantes, ou seja, o material apresenta tamanho de partículas que lhe dá característica de material cimentante.

Verificou-se, ainda, que a curva granulométrica obtida para a CCA analisada nesse trabalho é semelhante à curva da cinza estudada por Bezerra et al. (2011). Assim, é importante passar pelo processo de peneiramento para que se obtenha um material com granulometria de um material com características cimentantes e assim o mesmo possa apresentar propriedades pozolânicas, possibilitando a sua utilização em substituição parcial aos aglomerantes convencionais.

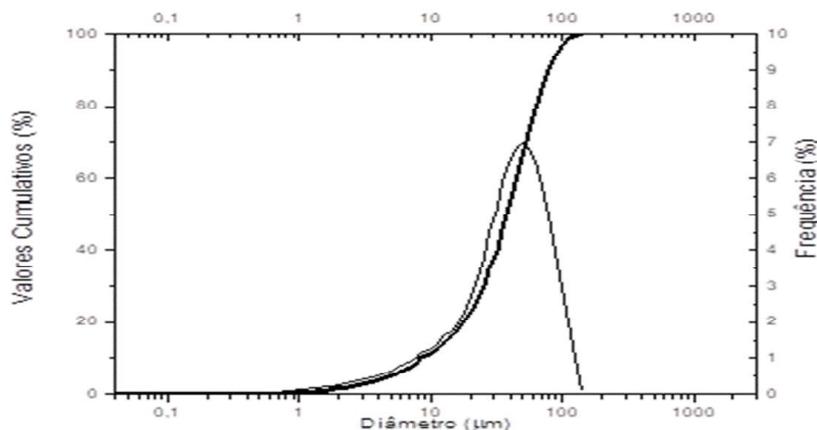


Figura 2. Curva granulométrica da CCA.

## Caracterização Químico-mineralógica

Na tabela 1 estão apresentados os óxidos que constituem a composição química da CCA. Observou-se que a CCA apresentou elevado teor de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), com valor de 75,93%, sendo seu principal componente químico. Os outros óxidos presentes na composição química da CCA apresentaram valores menores que a  $\text{SiO}_2$ , abaixo de 10%. Dessa forma, pode-se afirmar que a CCA em estudo apresenta uma composição química favorável para ser apontada como pozolânica, à medida que a sílica que a constitui é uma sílica amorfa.

Comparando-se os valores citados por Souza (2008) e Bezerra (2011), de 88,13 % e 83,41%, respectivamente, o teor encontrado nesse trabalho se aproxima do valor apresentado por aqueles autores, tendo sido um pouco inferior. De acordo com Della (2001), a composição química da cinza varia em função do solo em que o arroz é plantado, dos tipos e teores de fertilizantes utilizados, bem como do tipo de arroz propriamente dito. Então, esses fatores podem explicar as diferenças obtidas na caracterização da CCA em cada um dos estudos citados e nos obtidos nessa pesquisa. Nesse sentido, observou-se a importância do controle dos processos de queima e que as temperaturas utilizadas na queima controlada em forno irão influenciar na pureza e desempenho da CCA.

A perda ao fogo (PF) obtida nessa pesquisa foi de 5,35%, quando se compara à encontrada por Souza (2008) e por Bezerra et al. (2011), que foram 2,63 % e 9,55%, respectivamente. Observa-se uma diferença nos valores que pode estar ligada à pureza das cinzas obtidas em cada estudo. Isto é, o teor de matéria orgânica e de dióxido de carbono foi maior na cinza obtida por Bezerra et al. (2011), pois a perda ao fogo representa a quantidade de matéria orgânica e de dióxido de carbono removida pela ação da alta temperatura.

**Tabela 1.** Composição química da CCA.

<b>Óxidos</b>	<b>CCA (%)</b>
Dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ )	75,93
Óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ )	9,40
Óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ )	3,15
Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ )	0,80
Óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	1,87
Óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0,43
Anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ )	0,99
Pentóxido de fósforo $\text{P}_2\text{O}_5$	1,64
Outros óxidos	0,44
Perda ao Fogo	5,35

A figura 3 apresenta o difratograma da CCA, o resultado obtido mostra que a CCA é caracterizada mineralogicamente pela formação de uma banda, como também o aparecimento do halo amorfo, logo se classifica como sílica amorfa. Também se verificou a presença de picos de difração relacionados a materiais cristalinos relacionados a presença de cristobalita ( $\text{SiO}_2$ , ICDD 00-082-0512) e calcita ( $\text{CaCO}_3$ , ICDD 00-005-0586).

Então, com base na caracterização químico-mineralógica da CCA a mesma foi classificada como material pozolânico por apresentar na sua composição sílica amorfa. Fato esse, que possibilita o uso da CCA em substituição parcial aos aglomerantes em concretos e argamassas, tijolos ecológicos, em blocos, etc.

A diversidade do uso da CCA foi explicada por Cordeiro et al. (2009), Bezerra et al. (2011), Wallauer et al. (2011), e Bonfante e Del Carpio (2016), pela característica dessa cinza apresentar sílica amorfa em sua estrutura e desencadear reações pozolânicas com os aglomerantes convencionais, com os minerais dos solos e outras reações que permitem o uso em biodiesel e em borrachas.

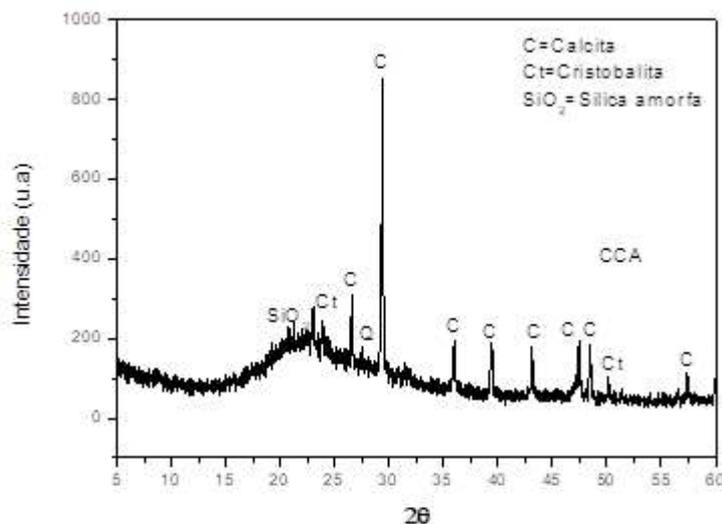


Figura 3. Difratograma de raio-x da cinza da casca de arroz.

Logo, os resultados obtidos na caracterização física e químico-mineralógica da CCA demonstram que o material resultante do beneficiamento e tratamento da casca de arroz pode ter várias destinações, por apresentar uma quantidade significativa de  $\text{SiO}_2$  reativa em sua composição. Tal fato demonstra a importância de o engenheiro civil conhecer essas técnicas para que possa contribuir no desenvolvimento de materiais alternativos para a área de construção civil.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo das técnicas de caracterização e da realização da caracterização químico-mineralógica de cinzas da casca de arroz, é possível concluir:

- as técnicas de caracterização proporcionam conhecer melhor a composição dos materiais, e assim compreender como uma determinada matéria prima alternativa pode influenciar no comportamento final de um material desenvolvido com ela;
- o conhecimento da composição química das matérias primas alternativas para atender as demandas do setor da construção civil é importante porque alguns de seus elementos podem reagir com os elementos das matérias primas convencionais e inviabilizar o desenvolvimento de um novo material;

- o conhecimento da composição mineralógica é tão importante quanto o da composição química, pois podem ocorrer minerais reativos, que irão influenciar o comportamento final do material;
- a CCA estudada apresenta composição químico-mineralógica favorável à sua utilização em argamassas, concretos, tijolos-ecológicos, entre outros usos;
- a CCA é classificada como material que tem características pozolânicas, por apresentar sílica amorfa (reativa) na sua composição.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, L. M.; CUNHA, J. S. 2016. Concepções de meio ambiente e educação ambiental por discentes do ensino fundamental em Cruz das Almas (BA): um estudo de caso. **Revista brasileira de educação ambiental**, 11(1):315-326.
- BARROS, S.V. A. et al. 2019. Mechanical behavior and durability of mortars with quartzite and Portland cement after sulfate attack. **Matéria**, 24(4):1-9.
- BARROS, S. V. A.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R. 2017. **Durabilidade de argamassas confeccionadas com resíduos de quartzito**. Estudo da viabilidade técnica de agregados oriundos de resíduos do beneficiamento de rochas de quartzito em argamassas. Saubrucken, Deutschland/Nienc: Novas Edições Acadêmicas, 124p.
- BEZERRA, I. M. T. et al. 2011. Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(6):639-645.
- BONFANTE, M.; VILLENA, J. 2016. Estabilização de um solo arenoso com cinza de casca de arroz e cal para utilização em camadas de pavimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 2016, João Pessoa. p. 2028-2040.
- CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R. 2009. Influência da substituição parcial de cimento por cinza ultrafina da casca de arroz com elevado teor de carbono nas propriedades do concreto. **Ambiente Construído**, 9(4):99-107.
- DANTAS, G. C. B. et al. 2017. Perceptions of waste pickers in an association located in Seridó/RN about the adverse working conditions: an analysis of the collective subject. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 21(3):210-221.
- DELLA, V. P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química Nova**, 24(6):778-782.
- MANSUR, H. S.; PEREIRA, M.; ORÉFICE, R. 2005. Técnicas de caracterização de materiais. In: R. Oréfice; H. Mansur; M. Pereira. (Org.). **Biomateriais: fundamentos e aplicação**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 236p.
- MOTA, J. D. et al. 2011. Aproveitamento dos resíduos de granito e caulim como materiais aditivos na produção de tijolos ecológicos. **Química dos Materiais**, 1(1):31-38.
- SEIFFERT, M. E. B. 2009. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 328p.
- SOUZA, J. 2008. **Estudo da durabilidade de argamassas utilizando cinzas e casca de arroz no traço**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 160p.
- WALLAUER, F. A. **Estudo e avaliação da adição de cinza de casca de arroz à borracha EPDM**. In: 11 CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 2011, Campos do Jordão.