

## CARACTERIZAÇÃO DA CINZA DO CAROÇO DE AÇAÍ PRODUZIDA POR QUEIMA CONTROLADA PARA USO EM MATERIAIS CIMENTÍCIOS

Juliene Cruz da Silva Araujo<sup>1</sup>

Adson de Sousa Garcia<sup>2</sup>

Giulliane Layra Sousa da Silva<sup>3</sup>

Francirene Pereira Bonfim<sup>4</sup>

Grazielle Tigre de Souza<sup>5</sup>

**Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos  
(sólidos e líquidos)**

### *Resumo*

A indústria da construção civil apresenta como característica intrínseca o elevado consumo de recursos naturais e também é uma das maiores geradoras de resíduos sólidos, acarretando assim prejuízos ao meio ambiente. Dessa forma, pensar em opções sustentáveis é de suma importância para diminuição dos impactos ambientais causados pela mesma. Destaca-se como uma destas opções a incorporação de materiais alternativos no processo construtivo. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades da cinza do caroço de açaí, tendo em vista, a abundância desse resíduo na região norte do Brasil, bem como a busca constante por alternativas sustentáveis para aplicação na construção civil. Assim, para a caracterização desse material, o caroço de açaí foi calcinado a 350 °C por um período de 2 horas. Após a transformação do material em cinza foram realizados ensaios de massa específica, material retido na peneira de 45 µm, teor de umidade, perda ao fogo, determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias e determinação da atividade pozolânica com cal aos 7 dias. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o resíduo não apresentou características de comportamento pozolânico. Entretanto, percebe-se a necessidade da análise da viabilidade técnica da utilização desses resíduos enfatizando a ideia de alternativas sustentáveis na produção dos materiais da construção civil.

**Palavras-chave:** Índice de desempenho; Atividade Pozolânica; Resíduo.

<sup>1</sup>Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, julliene.silva@hotmail.com.

<sup>2</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, adson.ed.garcia@gmail.com.

<sup>3</sup>Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, layragiulliane@gmail.com.

<sup>4</sup>Tec. Do Laboratório de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará-Campus Tucuruí, francy\_pb@hotmail.com.

<sup>5</sup>Prof. Me.do curso de Engenharia civil, Universidade Federal do Pará-Campus Tucuruí,grazielle\_tigre@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

O aumento na produção e consumo do açaí na Região Norte acarreta na geração de grandes quantidades de resíduos, que são acumulados em ruas ou lançados em aterros sanitários, contribuindo para o aumento da poluição ambiental, o que pode ocasionar contaminação do solo, dos corpos d'água e da atmosfera. De acordo com os dados do IBGE, em 2018 a produção extrativa de açaí atingiu 221.646 toneladas. Sabe-se ainda, que as partes não comestíveis (os caroços) correspondem a 83 % do fruto (BARREIRA, 2009). Desta maneira o volume de resíduos descartados em 2018 foi de aproximadamente 184 mil toneladas (IBGE, 2018).

Sendo assim, devido a construção civil ser um setor que possui grande consumo de recursos naturais tem se investido em pesquisas com foco na busca pela utilização de materiais alternativos. Neste sentido, destaca-se a avaliação do potencial pozolânico de diversas adições minerais, como escórias e cinzas, a casca de arroz, o bagaço da cana de açúcar, o caroço de açaí, entre outros. Esses resíduos se incorporados na composição de materiais cimentícios podem ser uma alternativa viável tecnicamente, além de reduzir os resíduos e o uso exploratório de recursos não renováveis.

De acordo com Fazzan *et al.* (2016) as adições minerais são compostas por substâncias silicosas de elevada finura, que quando adicionadas ao cimento interagem química e fisicamente com os produtos da hidratação do mesmo, alterando a microestrutura do material. Dessa forma, objetiva-se com esse trabalho realizar a caracterização da cinza do caroço de açaí (CCA), produzida por queima controlada, para utilização em materiais cimentícios, e por fim verificar o potencial pozolânico da CCA, conforme requisitos da ABNT NBR 12653 (2015).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se os caroços de açaí coletados no município de Tucuruí. Após a coleta os caroços foram lavados, quebrados e secos em estufa por 48 horas e em seguida queimados em forno mufla a 350 °C por um período de duas horas. Após a queima, o resíduo foi beneficiado utilizando um almofariz e mão de grau de porcelana até atingir uma granulometria fina, passante na peneira de 75 µm.

Para a avaliação da atividade pozolânica, utilizou-se a cal hidratada do tipo CH-III, cimento Portland CP II F-32 da marca Nassau e areia normal brasileira proveniente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. A cal utilizada apresentou massa específica de 2,3 g/cm<sup>3</sup> e massa unitária de 0,75 g/cm<sup>3</sup>; o cimento massa específica de 3,12 g/cm<sup>3</sup> e massa unitária de 0,92 g/cm<sup>3</sup>.

Seguida a caracterização, analisou-se a atividade pozolânica do resíduo, segundo os requisitos da ABNT NBR 12653 (2015), foi determinado o teor de umidade em consonância com a ABNT NBR NM 24 (2015), perda ao fogo de acordo com a ABNT NBR NM 18 (2012), finura do resíduo a partir do material retido na peneira de 45 µm (ABNT NBR 15894-3/2010) e massa específica conforme ABNT NBR 16605:2017.

A fim de determinar o desempenho do resíduo quando aplicado a materiais cimentícios foi realizado o ensaio de determinação do Índice de Desempenho (ID) com cimento Portland aos 28 dias, conforme ABNT NBR 5752: 2014 e determinação da Atividade Pozolânica com cal aos 7 dias, conforme ABNT NBR 5751:2015.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de caracterização da CCA obtida por queima controlada são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados caracterização da CCA

Ensaio	Resultado	Métodos	Requisitos NBR 12653 (2015)
Teor de Umidade (%)	4,1	ABNT NBR NM 24:2015	≤ 3
Perda ao Fogo (%)	96,4	ABNT NBR NM 18:2012	≤ 6
Material retido na peneira 45 µm (%)	48,9	ABNT NBR 15894-3:2010	≤ 20
Massa específica g/cm <sup>3</sup>	1,45	ABNT NBR 16605:2017	-
ID com cimento Portland aos 28 dias (%)	60	ABNT NBR 5752:2014	≥ 90
Ativ. Pozolânica com cal 7 dias (MPa)	0	ABNT NBR 5751:2015	≥ 6

Conforme pode ser observado na Tabela 1, ao comparar os resultados dos ensaios de caracterização da CCA com os requisitos exigidos pela ABNT NBR 12653:2015

percebe-se que este não se classifica como um material pozolânico. É notável o elevado teor de perda ao fogo do material, sendo que Bezerra *et al.* (2011) afirma que esse comportamento pode ser um fator atenuante da quantidade de sílica e está diretamente relacionado ao teor de carbono existente no material.

No que se refere ao comportamento mecânico, o ID com cimento Portland aos 28 dias foi de 60%, sendo a resistência média das amostras com cinza de aproximadamente 13 MPa e a das amostras de referência de 21,5 MPa. Contudo, o ID normatizado para cimento Portland deve ser  $\geq 90\%$ , observa-se então que o resíduo estudado apresentou valor de 30% inferior ao estabelecido por norma. Sendo assim, vale ressaltar que os resultados foram superiores ao de 9,2 MPa obtidos por Cordeiro *et al.* (2019), com a CCA adquirida através de moagem e sem controle na queima.

Em relação ao ensaio de atividade pozolânica com a cal aos sete dias, não foi possível realizar a análise de maneira eficiente, uma vez que durante o processo os CP's desintegraram e apresentaram-se frágeis, como se os aglomerantes utilizados não promovessem a aglutinação dos materiais. Lima (2008), também observou esse mesmo comportamento ao realizar o mesmo ensaio com a incorporação da cinza da casca da castanha de caju. Logo, esse comportamento é justificável devido à baixa resistência adquirida.

## CONCLUSÕES

Através do desenvolvimento da presente pesquisa foi possível observar que a caracterização da CCA em estudo não atende aos parâmetros normativos estabelecidos pela NBR 12653 (2015), tendo em vista seu elevado teor de umidade, baixa densidade e também sua frágil resistência à queima. A CCA também apresentou atividade pozolânica inferior ao requerido pela norma, porém se comportou melhor na argamassa de cimento, sendo ineficaz na argamassa de cal. Assim sendo, sugere-se a realização de novos estudos e desenvolvimento de novos métodos a fim de viabilizar a utilização desses resíduos e assim diminuir os impactos ao meio natural.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653**. Materiais Pozolânicos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 24**. Materiais Pozolânicos – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 18**. Cimento Portland- Análise química- Determinação de perda ao fogo. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15894-3**. Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 3: Determinação da finura por meio da peneira 45 µm. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605**. Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5752**. Materiais Pozolânicos: Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5751**. Materiais Pozolânicos - Determinação da atividade pozolânica com cal aos 7 dias. Rio de Janeiro, 2015.
- BARREIRA, R. M, **Caracterização Físico-Química do Endocarpo do Açaí (Euterpe Oleracea Mart.) para Aplicação Em Síntese de Poliuretana**, Dissertação de M. Sc., Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil, 2009.
- BEZERRA, I. M. T.; Souza, J.; Carvalho, J. B. Q.; Neves, G. A. **Aplicação da cinza da casca de arroz em argamassa de assentamento**. Revista Brasileira de Engenharia e Agrícola e Ambiental. V.15. n.6. pg. 639-645, 2011.
- CORDEIRO, L. de N. P. C.; PAES, I. de N. L.; SOUZA, P. S. L.; AZEVEDO, C. M. **Caracterização da cinza do caroço de açaí residual para adição em concreto**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 45-55, jan./mar. 2019.
- FAZZAN, J. V. *et al.* **Análise da Viabilidade de Utilização do Resíduo dos Fornos De Cerâmica em Compósitos Cimentícios**. 22º CBECiMat, 2016, Natal, RN, Brasil.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). **Produção da extração vegetal e silvicultura – PEVS**. Rio de Janeiro, v. 33, p. 1-8, 2018.
- LIMA, SOFIA ARAÚJO. **Análise da viabilidade do uso de cinzas agroindustriais em matrizes cimentícias: estudo de caso da cinza da casca da castanha de caju**. Dissertação. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.