

## **UTILIZAÇÃO DAS CINZAS PROVINIENTES DE FORNALHAS SINTERIZADORAS EM FORMULAÇÕES PARA REVESTIMENTO CERÂMICO**

**JULIANA RAYSSA BARROS FÉLIX**<sup>1\*</sup>; **MARCONDES MENDES DE SOUZA**<sup>2</sup>; **THALLES CONFESSOR DE LIMA**<sup>3</sup>; **JOICE FERREIRA FONTES**<sup>4</sup>; **ARTHUR MORAIS RODRIGUES CALVACANTE**<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Aluna do curso de Mineração, IFRN, Natal-RN, julianarayssa@live.com

<sup>2</sup> Dr. em Engenharia Mecânica, IFRN, Natal-RN, mmsouza2003@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Aluno do curso de Mineração, IFRN, Natal-RN, thallesconfessor@yahoo.com

<sup>4</sup> Aluna do curso de Mineração, IFRN, Natal-RN, joice.ferreira.121@hotmail.com

<sup>5</sup> Aluno do curso de Mineração, IFRN, Natal-RN, arthurmrcalves@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017

8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** A queima das peças cerâmicas nas empresas menos tecnológicas é feita a partir da utilização de lenha e produz grandes quantidades de cinzas. E tendo como objetivo neste trabalho a inserção das cinzas na massa cerâmica para revestimentos. O material empregado neste trabalho é proveniente de uma empresa que produz tijolos e telhas no município de Uruaçu/RN e tem um amplo potencial de reaproveitamento, servindo desde corretor de solos e até mesmo como um estabilizador de temperatura em tanques de camarão. A amostra coletada possui caracterização química semelhante à argila, possibilitando assim haver uma substituição. Para a obtenção dos resultados foi necessário que o material fosse moído e passado na malha de 200# e posteriormente encaminhado para análise de FRX, na qual apresentou índices de CaO-64%, K<sub>2</sub>O-14% e 4% de SiO<sub>2</sub>. Após esses procedimentos foram produzidos corpos de prova com 10% de cinzas substituindo a argila caulínica. Em seguida as peças foram submetidas à prensa hidráulica uniaxial sob pressão de 2,5t e sinterizadas em temperatura de 1150 °C com taxa de aquecimento de 10°/min com patamares diferentes de 15 e 22 minutos. Por fim foram realizados testes físicos de (1) absorção de água e (2) retração linear de queima. Os resultados obtidos foram satisfatórios nas duas temperaturas de sinterização, porém mais precisamente na formulação de 22 minutos, a qual atendeu aos parâmetros exigidos para a classificação de Ib, segundo a NBR 13817-1997, o qual corresponde ao grés porcelanato. Determinando-o assim eficiente o uso industrial de acordo com a norma em vigor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cinzas, lenha, revestimento cerâmico, argila, fornalha sinterizadora.

### **USE OF ASH FROM SINTERING FURNACES IN CERAMIC COATING FORMULATION**

**ABSTRACT:** The burning of ceramic pieces in the technological companies is made from the use of firewood and produces large amounts of ash. And having as objective the insertion of the ashes in ceramic coating mass. The material employed in this work comes from a company that produces bricks and tiles in the municipality of Uruaçu/RN and has a large potential for reuse, serving since land broker and even as a stabilizer of temperature in shrimp tanks. The sample collected has chemical characterization similar to clay, thus enabling to be a replacement. To achieve the results it was necessary that the material was ground and passed on to mesh 200# and subsequently forwarded for analysis of FRX, in which presented contents of CaO-64%, K<sub>2</sub>O-14% and 4% of SiO<sub>2</sub>. After these procedures were produced specimens with 10% ash replacing caulínica clay. Then the pieces were subjected to uniaxial pressure hydraulic press of 2, 5t and sintered in temperature of 1150° C with heating rate of 10°/min with different levels of 15 and 22 minutes. Finally the physical tests were carried out (1) absorption of water and (2) linear firing shrinkage. The results obtained were satisfactory in two sintering temperatures, but more precisely in the formulation of 22 minutes, which meet the required parameters for classification of Ib, according to NBR 13817-1997, which corresponds to the porcelain stoneware. Determining the efficient industrial use in accordance with the standard in force

**.KEYWORDS:** Ash, wood, ceramic, clay, sintering furnace.

## INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Norte, localizado no Nordeste do Brasil, possui uma grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha e branca. O setor da construção civil é o principal receptor desses produtos, sendo os blocos e as telhas os materiais produzidos em larga escala. O principal fator para a grande quantidade de indústrias de cerâmica no Estado, é a abundância da principal matéria-prima: a argila (SEBRAE, 2015).

O setor cerâmico no estado do RN conta atualmente com cerca de 186 empresas ativas legalizadas de diferentes tipos de porte industrial que produzem variados tipos de cerâmicas vermelhas e brancas tanto para mercado interior quanto para os outros estados do Nordeste.

Levantando os dados sobre essa produção, segundo o IBGE, mensalmente são produzidos mais de 4 bilhões de blocos de vedação e estruturais, e 1,3 bilhões de telhas em todo o País. Somente no Rio Grande do Norte produz, em média, 111 milhões de peças por mês em solo potiguar (FIERN, 2014). Levando em conta as etapas que dão origem às peças, há um processo em específico que envolve a queima das peças por meio da utilização de fornalhas sinterizadoras, as quais fazem o uso, na maioria das vezes, da lenha como combustível, gerando assim várias toneladas de cinzas.

O material concebido a partir da queima da lenha pode causar inúmeros problemas ambientais, dentre eles, a poluição do ar e ser responsável por graves transtornos respiratórios na população de cidades próximas. Uma alternativa tecnológica para reduzir o impacto ambiental causado pela liberação das cinzas seria a sua incorporação em produtos cerâmicos argilosos substituindo uma das principais matérias-primas, a argila (Florêncio e Marques, 2000).

Os corpos cerâmicos são constituídos, essencialmente, de silicatos, aluminossilicatos de Ca, K e Na (argilas, quartzo e feldspato) e carbonatos de Ca e Mg (calcários e dolomitas), matérias-primas abundantes na crosta terrestre. Tradicionalmente se diz que a composição da massa cerâmica é triaxial, ou seja, é formada por argilas, quartzo e feldspato (Sanchez-Munoz, L. et al, 2002). As quais desempenham cada uma sua própria função em conjunto. A argila, em específico, tem como principal finalidade de preencher os espaços vazios e unir as outras partículas por meio da sua plasticidade quando molhada. Assim como ela, as cinzas adquirem plasticidade quando em contato com água, possibilitando assim uma substituição sem que ocorram deformações na peça.

O presente estudo aborda, justamente, a adição desse resíduo, as cinzas, como matéria prima de baixo custo em um material cerâmico que possui um valor agregado mais alto, como por exemplo, um grés porcelanato. Visando tanto diminuir os impactos ambientais quanto inovar no setor cerâmico tornando a cerâmica melhor e diminuindo os custos de produção.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais realizados nesse trabalho para a preparação dos corpos de prova estão representados na Figura 1 que mostra exatamente cada processo, desde o tratamento da matéria-prima até a formação da peça.

Figura 1. Fluxograma das etapas de fabricação dos corpos de prova.



Partindo da amostragem, a coleta do material foi realizada no município de Uruaçu/RN no dia 26 de novembro de 2016 em uma empresa cerâmica da região. Foram adotados 3kg de cinzas o

beneficiamento, onde foi feito a cominuição do material/resíduo com objetivo de ficar em uma granulometria apropriada para ser empregada na massa e obter uma maior quantidade de material passante na malha de 200#, esse processo foi realizado utilizando-se um moinho de bolas de alumina. Em seguida foi executado o procedimento de quartejamento, sendo repetidas quatro vezes, com intuito de uma melhor homogeneização da matéria. Logo após foram separadas 5g para a análise de FRX (fluorescência de raios-X) onde mostrou exatamente todos os elementos e compostos químicos que constituem as cinzas.

A massa cerâmica compreende uma mistura dos minerais, a qual é conhecida como formulação triaxial, de três componentes principais: argila, feldspato e quartzo. Com isso foram elaboradas três formulações, conforme a Tabela 1, com substituição parcial da argila pelas cinzas de lenhas, cada uma tendo seu percentual de 10%.

Tabela 1. Descrição das matérias-primas utilizadas na formulação de 10%

Matéria-prima	Quantidade em massa (%)
Quartzo	5%
Cinzas	10%
Argila	27%
Feldspato	58%

Após a formação da massa, processo o qual se resume, praticamente, na junção e homogeneização das matérias-primas por via seca, porém sendo adicionando 10% de água extra na formulação, a próxima etapa é a conformação que inclui a prensagem das peças na prensa hidráulica sob 2,5t de pressão. E assim posteriormente os corpos de provas foram levados para a estufa onde ficaram por 24h para a secagem e preparação para a sinterização, a qual ocorreu na temperatura de 1150, porém com patamares de queima com tempos diferentes, sendo o A1 sinterizado com patamar de 15min e o A2 em 22min, com taxa de 10°C/min. Já com os corpos de prova sinterizados foram feitos ensaios de testes físico-mecânicos de absorção de água e retração linear de queima, os quais compreendem, respectivamente, na capacidade do corpo cerâmico em absorver água quando imerso por 24h, e a determinação da variação do comprimento da peça após passar por todas as etapas metodológicas, sendo os dois testes de fatores determinantes em relação à classificação das cerâmicas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do resultado da Fluorescência de Raio-x na Tabela 2, foi possível obter o conhecimento da composição química das cinzas, a qual é composta basicamente por altos índices de CaO, K<sub>2</sub>O e SiO<sub>2</sub> e possuindo alguns outros compostos secundários.

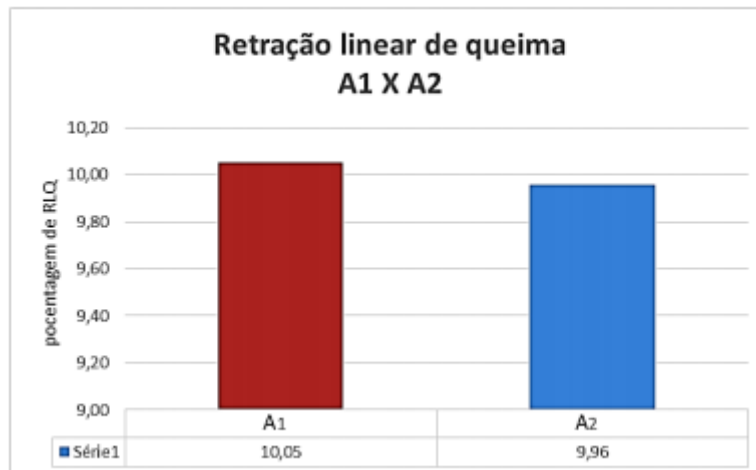
Tabela 2. Composição química das cinzas por meio do FRX (%)

CaO	K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Cl	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SrO	MnO	TiO <sub>2</sub>	Rb <sub>2</sub> O	ZnO	Br
67.507	14.093	4.713	3.579	2.680	2.593	2.361	1.046	0.651	0.583	0.137	0.023	0.020	0.015

Segundo A quantidade elevada de CaO está relacionada a carbonato e hidróxido de cálcio enquanto o SiO<sub>2</sub> está associado com a fase cristalina quartzo. O teor relativamente elevado de K<sub>2</sub>O mostra que a cinza pode agir como um fundente potencial assim como um substituto da argila e pode contribuir para melhorar as propriedades de queima através da redução da porosidade pela formação de fase líquida em reação com SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O MgO também pode atuar como fundente durante a etapa de queima (Borlini et al, 2005)

A partir exatamente do conhecimento da análise química das cinzas, da formação da massa e da temperatura de queima, podendo atribuir qualquer erro e/ou deformação nas peças. Para isso foi feita uma média dos resultados obtidos na retração linear de queima dos corpos de prova, as quais estão expressas na Figura 2.

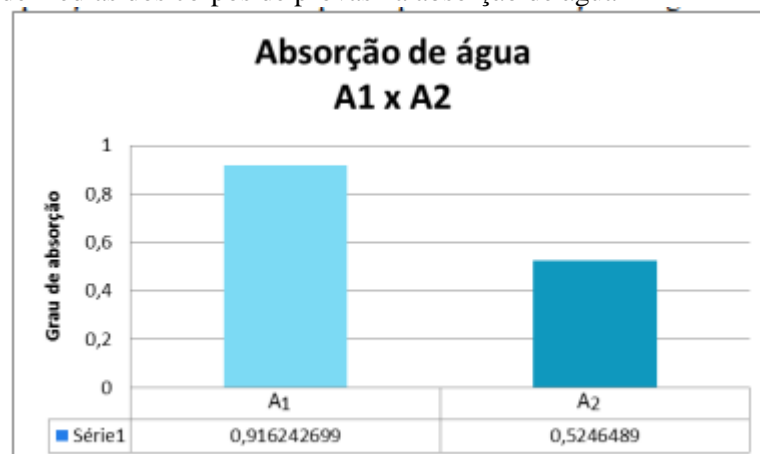
Figura 2. Comparação de médias dos corpos de provas na retração linear de queima



Na figura 2 é possível observar que as variações de resultados da RLQ nos corpos de prova tanto na formulação A1 e A2, não tiveram uma diferença significativa. Porém nota-se que as cerâmicas pertencentes ao grupo A1, tiveram os maiores resultados e a A2, as cerâmicas tiveram uma retração menor. Por consequência do tempo de queima e quantidade excessiva de fundente e falta de quartzo, as peças do grupo A1 demonstraram rachaduras e deformações. Porém o resultado menor no grupo A2 foi inesperado, pois assim como o primeiro grupo, os corpos de prova possuem a mesma formulação, tendo somente de diferente o tempo de sinterização, concluindo assim que as fissuras e deformações nas peças influenciaram negativamente nos resultados de RQL.

Já analisando os resultados da absorção de água, constata-se na Figura 3 que como já foi citado, as rachaduras e deformações atuaram tanto nos resultados anteriores de RLQ quanto neste de absorção de água. Onde é possível observar que o grupo A1 apresentou um índice de absorção maior, justamente devido a maior quantidade de peças com fissuras, e o A2 assim como o A1, alguns corpos de provas deformaram, influenciando assim na absorção de água, porém não tanto e ainda sim atendendo às classificações da NBR 13817-1997.

Figura 3. Comparação de médias dos corpos de provas na absorção de água



## CONCLUSÕES

O material em questão, as cinzas, quando foi empregado na massa cerâmica obteve resultados que comprovaram a sua eficiência como um substituto parcial não só da argila, mas também como fundente em função da sua caracterização química.

Dentre os dois grupos, o A2 apresentou os melhores resultados em todos os quesitos, levando não só em conta a temperatura e tempo de sinterização, a qual foi em 1150°C com tempo de patamar de 15 minutos, mas também os testes físicos-mecânicos de absorção de água e retração linear de queima. Mesmo o grupo A2 ter provados melhores resultados, a diferença entres os dados obtidos entre os dois grupos, A1 e A2, foram bem pequenas.

Fazendo assim uma análise em geral, os dados dos testes de absorção de água e retração linear de queima dos dois grupos se mostraram adequados em relação à NBR-13817, enquadrando os corpos de provas tanto do A1 quanto A2, por meio do ensaio de Ab. Água como peças do grupo Ib, correspondendo a grés porcelanato

## **REFERÊNCIAS**

- Borlini, M. C. et al . Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha. parte I: características da cinza. Revista Cerâmica Industrial, v. 51, n. 319, p. 192-196, 2005 .
- Dutra, R. P. S. et al. Avaliação da Potencialidade de Argilas do Rio Grande do Norte – Brasil. Revista Cerâmica Industrial, v. 11, n. 2, p.42-46, 2006.
- Estevam, S. T. et al. Aproveitamento de Cinzas Pesadas de Carvão Mineral em Massas Cerâmicas de Revestimento e Verificação das Propriedades Físicas Pós Sinterização. Revista Cerâmica Industrial, v.21, n.3, p.40-45, 2016.
- FIERN. Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.fiern.org.br/index.php/noticias/noticias-fiern/1749-industria-ceramista-emprega-mais-de-15-mil-pessoas-no-rn>. Acesso em: 20 abr. 2017.
- Florêncio, R.V.S.; Marques, J. A.C.C. Estudos da poluição atmosférica originada na indústria cerâmica. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 14, 2000, São Pedro.
- Sanchez-Munhoz, L. et al . Influência da composição das matérias-primas no processo de gresificação de revestimentos cerâmicos. Revista Cerâmica Industrial, v. 48, n. 307, p. 137-145, 2002.
- Santos, L. L. dos. Adição de cinzas da lenha de algaroba (prosopis juliflora) em massa cerâmica para revestimento. João pessoa: UFPB, 2014. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais).
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresa. 2015. Disponível em: <http://www.rn.sebrae.com.br/noticia/ceramicas-do-rio-grande-do-norte-sao-certificadas-por-qualidade>. Acesso em: 21 abr. 2017.