

## AVALIAÇÃO DO USO DE RESÍDUO DE PEDRA CARIRI NA COMPOSIÇÃO DE MASSAS CERÂMICAS PARA BLOCOS DE VEDAÇÃO\*

Amélia de Santana Cartaxo<sup>1</sup>

Antônio Demouthie de Sales Rolim Esmeraldo<sup>1</sup>

Fiana Maria Vieira<sup>2</sup>

João Vítor Barroso Mafra<sup>3</sup>

João Hermínio da Silva<sup>4</sup>

Maria das Dores Bandeira Barroso<sup>5</sup>

### Resumo

A pedra cariri, devido a sua extração, produz um alto teor de formação de sobras, o qual polui muito os arredores dos municípios, prejudicando rios e relevos da região. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar o resíduo da pedra cariri, juntamente com uma argila para propor seu uso na formulação de blocos de vedação. Inicialmente a pedra cariri e a argila foram beneficiadas. Estes materiais foram submetidos a um ensaio de plasticidade pelo método pfefferkorn, e posteriormente á análises de difração de raios-x e de fluorescência de raios-x, para saber suas composições mineralógicas. Através da fluorescência e da difração de raios-x comprovou-se que a pedra cariri possui um teor elevado de CaO(89,0%), que ajudará na densificação da peça e no abaixamento da temperatura de queima, e que a argila tem um percentual bom de sílica livre, que ajudará na eliminação do gás CO<sub>2</sub> decorrente da decomposição térmica do carbonato presente na pedra cariri, ajudando também na estabilidade dimensional da peça. Pelas análises feitas, percebe-se um potencial de uso da pedra cariri na formulação de massas para fabricação de blocos de vedação.

**Palavras-chave:** Avaliação; Caracterização; Pedra-cariri; Blocos de vedação.

### EVALUATION OF THE USE OF RESIDUAL PEDRA-CARIRI IN THE COMPOSITION OF CERAMIC MASSES FOR SEALING BLOCKS

#### Abstract

The pedra cariri, due to its extraction, produces a high level of training of leftovers, which pollutes the very outskirts of the municipalities, damaging rivers and reliefs of the region. The present study aims to characterize the pedra-cariri residue, along with a clay to propose their use in the formulation of sealing blocks. Initially the pedra- cariri and clay were benefited. These materials have been subjected to a test of plasticity by pfefferkorn, and subsequently to the analysis of x-ray diffraction and x-ray fluorescence, to know their mineralogical compositions. Through fluorescence and x-ray diffraction showed that the stone has a high content of cariri CaO (89.0%), which will help in the densification of the play and in lowering the temperature of burning, and that clay has a good percentage of free silica, which will help in the removal of the CO<sub>2</sub> gas resulting from the thermal decomposition of carbonate present in pedra-cariri, helping also in the dimensional stability of the piece. The analysis made, we see a potential use of cariri stone in the formulation of masses for manufacturing sealing blocks.

**Keywords:** Evaluation; Characterization; Pedra-cariri; Seal blocks.

<sup>1</sup> Graduando no curso de Engenharia de Materiais, bolsista voluntário, Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Graduando no curso de Engenharia de Materiais, bolsista, Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> Graduando no curso de ciências da computação, bolsista voluntario, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>4</sup> Professor de física, Doutor, professor, Departamento de Física, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheira de Materiais, Doutora, professora, Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade que representa um grande impacto ambiental, e um dos grandes desafios para o século XXI é a eliminação dos resíduos industriais provenientes das empresas mineradoras. Segundo Mendonça [1], dentre os impactos gerados pela mineração encontram-se de forma mais evidente: o desmatamento; o assoreamento e/ou erosão de rios e riachos, podendo chegar à alteração do curso dos mesmos; a instabilidade de taludes; a produção de barulho e poeira; alterações do nível freático; e a modificação do relevo.



**Figura 1:** resíduo gerado no beneficiamento da rocha

Devido a sua extração, assim como posterior beneficiamento nas serrarias, onde é nivelado para comercialização como rochas ornamentais, o calcário laminado das cidades de Nova Olinda (CE) e Santana do Cariri (CE), que é conhecido como pedra cariri, produz um alto teor de formação de sobras, que segundo Correia, Vidal e Ribeiro [2], chega a representar quase 70% da produção, se for considerado desde a sua lavra até seu beneficiamento. Isso leva ao assoreamento de alguns rios da região e uma poluição ambiental e visual nas proximidades das frentes de lavras e serrarias, que segundo Vidal [3], ao longo de trinta anos de exploração já se acumulam 1 milhão de metros cúbicos (cerca de 2,4 milhões de toneladas). O maior volume de rejeitos são cavacos e sobras das placas de pedra cariri. O rejeito fino é formado nas serrarias, aonde o pó que vem da serragem da pedra mistura-se com a água utilizada nesse processo formando uma lama. O rejeito geralmente é aplicado para conserto de estradas vicinais e levado para aterros da região, o que ainda causa a poluição visual e ambiental.



**Figura 2:** local de extração da pedra cariri.  
*Fonte: [www.viajenachapada.wordpress.com](http://www.viajenachapada.wordpress.com).*



**Figura 3:** pedra cariri

Fonte: [www.clasf.com.br](http://www.clasf.com.br)

Uma das alternativas existentes para evitar essa poluição é usar esse resíduo em outros ramos das atividades industriais. Um dos maiores consumidores de matéria prima natural é a construção civil. Há uma estimativa que se consome entre 20% e 50% de todos os recursos naturais extraídos [4]. Dada à necessidade de que seja atendida a elevada demanda de materiais por parte da construção civil, esta se mostra como sendo um potencial agente reciclador de resíduos. A utilização desses resíduos na construção civil, além de preservar o meio ambiente, proporcionando uma destinação mais adequada dos rejeitos, apresenta-se como uma excelente maneira de preservar as reservas naturais de matéria-prima, aumentando, dessa maneira, a vida útil das jazidas. Assim sendo, foi proposto que esse resíduo entre na fabricação de tijolos de vedação junto com argila, visando diminuir o custo da argila utilizada.

Para isso, foi feita a caracterização desse mineral e de argila vinda de uma cerâmica da região para saber a sua composição e propor seu uso como matéria prima de tijolos de vedação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram utilizadas amostras de rejeito de pedra cariri doadas pela empresa IBACIP localizada na cidade de Barbalha – CE e amostra de argila doada por uma cerâmica localizada na cidade de Nova Olinda. A pedra cariri foi primeiramente moída em moinho de martelos servitech e peneirada em ABNT nº100. A argila foi moída em moinho de martelos servitech e peneirada em ABNT nº100. Foram realizados testes de plasticidade na argila e na amostra de pedra cariri moída, ambas pelo método pfefferkorn que é empregado na determinação da plasticidade através de um índice definido como a porcentagem de água na qual a amostra do ensaio experimenta uma retração de 30% em relação à sua altura inicial [4]. As amostras foram enviadas para análise química em laboratório de raios-x do departamento de física na UFC fortaleza, na qual foram feitas análises de fluorescência de raios-x por dispersão de comprimento de onda em aparelho

ZSXMini II da marca Rigaku. As medidas de Difração de Raios-X das amostras foram realizadas usando um difratômetro da marca Rigaku, e o intervalo angular de varredura foi de  $17^\circ - 91^\circ$  com velocidade de varredura de  $0,5^\circ/\text{min}$  e um passo de  $0,02^\circ (2\theta)$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra as composições químicas dos materiais utilizados.

**Tabela 1.** Composição química das amostras

Composição (%) Material	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MnO	CaO	TiO <sub>2</sub>	outros
Argila esverdeada	45.717	30.019	9.8082	7.3934	0.2812	1.4661	3.2146	2.1005
Pedra cariri	2.7488	4.9099	0.6849	0.2286	0.9369	89.453	--	1.039

Pode-se notar que a argila esverdeada possui uma composição típica de material utilizado para fabricação de cerâmica vermelha, com predominância de SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> possuindo também um alto teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, um óxido corante em quantidade suficiente para dar a coloração avermelhada da peça cerâmica. Segundo Silva et al.[5]. A coloração avermelhada se dá pela presença de hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e a marrom se dá pela presença de magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). O titânio presente leva a cor pra um tom mais claro, ficando alaranjado. Os compostos de titânio também são responsáveis pela coloração das argilas, os minerais mais comuns são os dióxidos de titânio rutilo e o anatásio [5].

A amostra de pedra cariri obteve um teor elevado de CaO, um fundente que ajuda a diminuir a temperatura de queima dos tijolos e densifica a peça, melhorando na resistência mecânica.

A Tabela 2 apresenta a relação entre os óxidos presentes nas amostras. Provavelmente haverá uma correlação entre estes percentuais de óxidos apresentados pelas diferentes amostras e a plasticidade apresentada pelas mesmas, assim como, com o comportamento das peças durante a etapa de queima.

**Tabela 2** - relação entre óxidos presentes nas amostras

Material	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Total de fundentes (%)
Argila esverdeada	4.66	9.14
Pedra cariri	4.02	90.61

As amostras apresentaram alto teor de álcalis ou fundentes, que ajudarão na hora da queima, reduzindo o ponto de fusão da massa e densificando melhor a peça. A relação entra a sílica e a alumina mostra a quantidade de sílica livre, que quanto maior, menos plástica será a argila, mas também ajuda na liberação de gases, na estabilidade dimensional e na permeabilidade.

A seguir mostram-se os difratogramas da argila esverdeada e da pedra cariri:

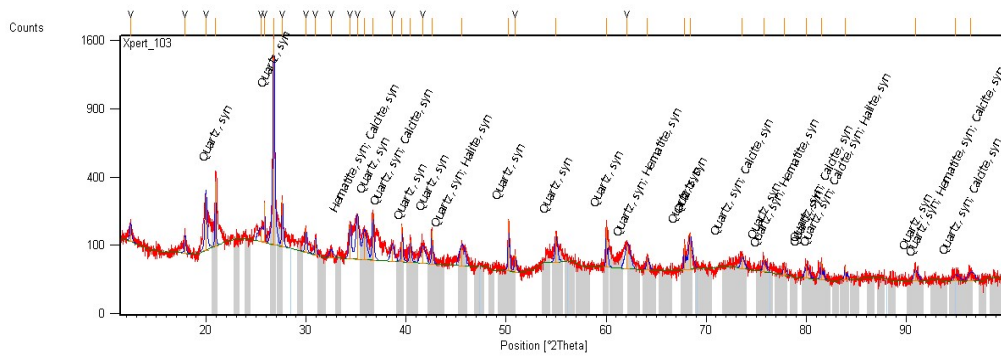


Figura 4: difratograma da argila esverdeada.

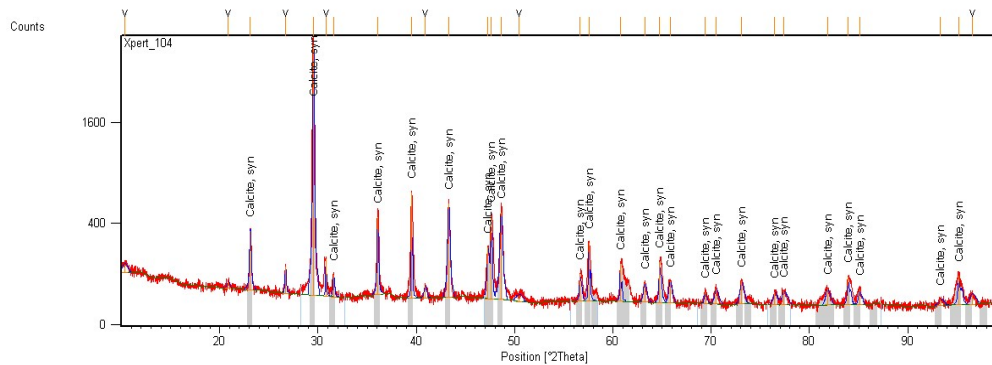
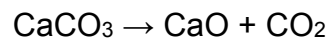


Figura 5: difratograma da pedra cariri.

De acordo com o difratograma, nota-se que a pedra cariri tem uma apreciável quantidade de calcita, a qual ajuda no processo de redução de temperatura mencionado anteriormente e também na maior densificação da peça, mas pode fragilizar a peça pela formação de trincas por conta da liberação de  $\text{CO}_2$ . A quantidade de quartzo contida na argila, que está demonstrada na figura 4 poderá ajudar na liberação dos gases formados da decomposição térmica do  $\text{CaCO}_3$  conforme mostrado na equação abaixo:



O gráfico abaixo mostra o índice de plasticidade da argila pelo método pfefferkorn [6], que é calculado de acordo com o gráfico gerado pelos dados obtidos.

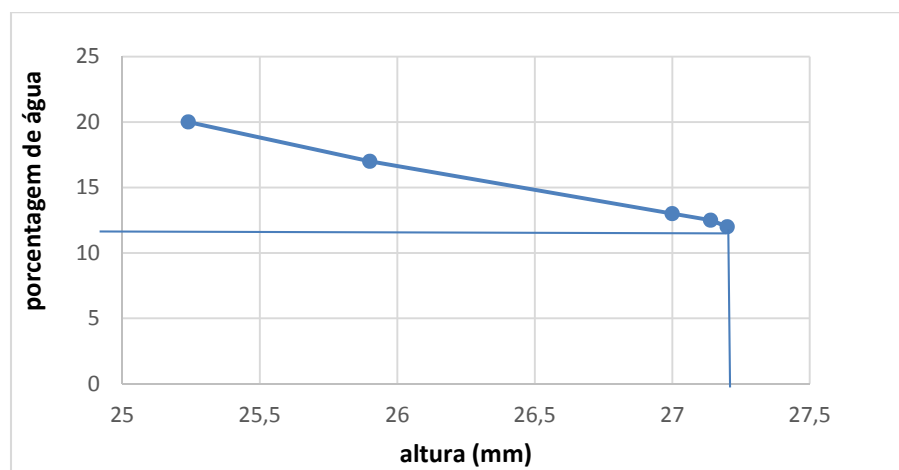


Figura 6. Gráfico pfefferkorn

A amostra pedra cariri não foi capaz de ser moldada, sendo considerada não plástica, podendo agir com agente desplastificante em argilas muito plásticas [7]. Quanto ao índice de plasticidade, a amostra argila esverdeada apresentou valores dentro da faixa de plasticidade alta (27,2%) adequada para a produção de materiais cerâmicos, os quais se podem citar: blocos e telhas, segundo Macedo [8].

#### 4 CONCLUSÃO

Após testes realizados na argila e na pedra cariri, constatou-se a possibilidade de utilizar a pedra cariri com argila ou uma massa cerâmica, podendo ajudar no processo de queima, reduzindo teoricamente a temperatura de queima da peça e ajudando na densificação da mesma, se ela for queimada em temperaturas mais altas [9], também agindo com desplastificante de massas muito plásticas. A composição da pedra cariri permite seu uso em variados segmentos industriais, um destes sendo a construção civil, auxiliando no processo de reuso do rejeito de produção da mesma.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dado pelo CNPQ, pelo laboratório de raios-x da UFC fortaleza, á IBACIP por doar a pedra cariri e a cerâmica de Nova Olinda por doar a argila, para que esse trabalho fosse realizado.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Mendonça LAR, Diagnóstico ambiental preliminar de áreas de mineração de calcário nos municípios de Santana do Cariri, Nova Olinda, Farias Brito e Altaneira, no Sul do Estado do Ceará. Juazeiro do Norte: CENTEC (Instituto Centro de Ensino Tecnológico), 40p. 2006.
- 2 Correia JCG, Vidal FWH, Ribeiro RCC, Caracterização tecnológica dos calcários do Cariri do Ceará. In: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 5, 2005, Recife, Anais..., Rio de Janeiro, 2006, p.65-73.
- 3 Vidal FWH, Padilha MWM, Oliveira RR, Aspectos do aproveitamento dos rejeitos da Pedra Cariri. Centro de tecnologia Mineral. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-013-00.pdf>. Acesso em 4 jan. 2015.
- 4 John VM, Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.
- 5 Amorós, J. L. et al. Manual para el control de la calidad de materias primas arcillosas. Castellon: Instituto de Tecnología Cerámica, 1998.
- 6 Silva BJ, Gonçalves WP, Cartaxo JM, Macedo RS, Menezes RR, Neves GA, Santana LNL, Influência da taxa de aquecimento e da temperatura de queima sobre as propriedades de peças produzidas com massas da cerâmica vermelha. In: 55º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Porto de Galinhas, PE – 2011.
- 7 Toretto I, Nunes EB, Benincá A, Rezin KZ, Cargnin M. Estudo da Determinação da Plasticidade de Matérias-Primas Cerâmicas Utilizando o Método de Pfefferkorn. 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul, Santa Catarina, Brasil, 2012.
- 8 Macedo RS, Estudo comparativo entre massas cerâmicas industriais e aditivadas para uso em blocos cerâmicos. 2005. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - CCT/UFCG, Campina Grande.
- 9 Pinheiro BCA, Holanda JNF, Efeito da temperatura de queima em algumas propriedades mecânicas de cerâmica vermelha. Cerâmica Ed. 56, p. 237-243, 2010.