

## **INVESTIGAÇÃO DAS POTENCIALIDADES DE APLICAÇÕES DOS RESÍDUOS DA PEDRA CARIRI PROVENIENTES DA CHAPADA DO ARARIPE**

**Pedro Henrique Pinheiro Lima<sup>1</sup>**  
**Gislayne Rayane Alves Da Silva<sup>2</sup>**  
**Francisco Natanael Félix Barbosa<sup>3</sup>**  
**Maria Isabel Brasileiro<sup>4</sup>**  
**Laédna Souto Neiva<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte – Ceará, Brasil, pinheiro.pedroh18@gmail.com  
gislayne.alvesr15@gmail.com; natanael.duke2@gmail.com  
isabel.rodrigues@ufca.edu.br; laedna.neiva@ufca.edu.br

### **Introdução**

Os resíduos de rochas provenientes da mineração e dos diversos tipos de beneficiamento estão sendo largamente estudados em virtude do grande impacto ambiental provocado quando descartados indiscriminadamente na natureza e do enorme potencial que estas possuem como matéria prima (SILVA, 2008).

Os calcários laminados, conhecidos comercialmente como Pedra Cariri, afloram de modo tabular ao longo de rios e riachos, onde processos erosivos revelam com maior intensidade esses calcários. A Pedra Cariri tem seus resíduos produzidos no momento da extração e no corte. A perda no processo todo é de 70% (VIDAL, 2006).

É importante atentar para o impacto ambiental promovido pelas atividades de extração e beneficiamento da cadeia produtiva, que pode ser reduzido com a introdução de formas alternativas de aproveitamento dos rejeitos gerados (VIDAL, 2008). Os calcários constituídos predominantemente de carbonato de cálcio possuem uma gama de aplicações, como na indústria cimentícia, de plásticos, de tintas e em massas cerâmicas (LINS, 2007).

Alinhado a este contexto, este trabalho tem por objetivo investigar as características estruturais e de composição dos resíduos da Pedra Cariri de coloração amarela e cinzenta, provenientes da Chapada do Araripe no Ceará, a fim de que sejam determinadas as suas potencialidades de aplicações em atividades de natureza industrial. Faz parte do objetivo deste trabalho enaltecer o caráter de sustentabilidade da temática estudada no mesmo uma vez que a determinação das potencialidades de aplicações dos resíduos da Pedra Cariri agrega valor aos referidos resíduos além de promover razões para a retirada destes do meio ambiente.

### **Material e Métodos**

Após a obtenção do pó das amostras dos resíduos de Pedra Cariri investigadas, por meio de moagem em moinho de martelos seguida de peneiramento em malha 200 mesh, as mesmas foram então codificadas por meio das seguintes denominações: PCA (Resíduo de Pedra Cariri de coloração Amarela) e PCC (Resíduo de Pedra Cariri de coloração Cinzenta). As amostras PCA e PCC, na forma de pó, foram então submetidas aos seguintes ensaios de caracterização: identificação e determinação da concentração das fases constituintes das suas microestruturas por difração de raios x (DRX) em um difratômetro Shimadzu, modelo XRD 7000; identificação da composição química qualitativa e semiquantitativa por espectrometria de fluorescência de raios x de energia dispersiva (FRX) em um espectrofotômetro Shimadzu, modelo EDX-720 e investigação da perda de massa por ação de aquecimento, ou seja, análise termogravimétrica (TG) em analisador termogravimétrico TA instruments, modelo SDT 2960.

## Resultados e Discussão

### Difração de raios x

Os perfis gráficos referentes aos difratogramas plotados a partir dos dados de difração de raios x das amostras de PCA e PCC estão representados na Figura 1 (a) e (b), respectivamente.

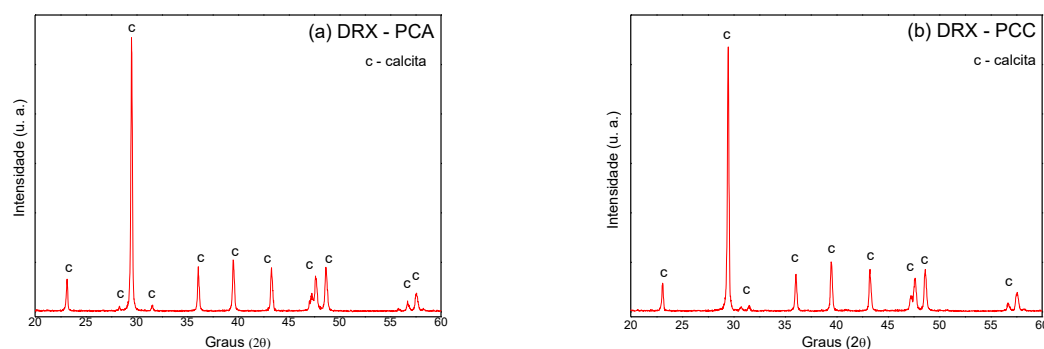


Figura 1. Perfis gráficos representativos da análise feita por DRX para as amostras PCA e PCC.

Por meio dos difratogramas apresentados na Figura 1, é possível verificar que as amostras dos resíduos da Pedra Cariri, apresentam-se constituídas por uma microestrutura monofásica de calcita -  $\text{CaCO}_3$ .

### Fluorescência de raios x

Os resultados da caracterização de análise química, realizada por fluorescência de raios x, das amostras PCA e PCC estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Composições químicas das amostras PCA e PCC, determinada por meio da técnica de fluorescência de raios x

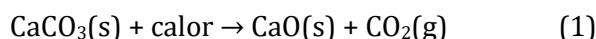
Analitos da Amostra PCA	Teor (%)	Analitos da Amostra PCC	Teor (%)
CaO	91,270	CaO	91,899
SiO <sub>2</sub>	2,500	MgO	2,442
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,087	SiO <sub>2</sub>	2,087
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,558	SO <sub>3</sub>	1,472
MgO	1,513	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,325
SO <sub>3</sub>	0,492	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,595
MnO	0,481	MnO	0,448
ZnO	0,099	SrO	0,223
		ZnO	0,106
		ZrO <sub>2</sub>	0,005

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, observa-se que tanto a amostra PCA quanto a PCC apresentam o CaO como o óxido principal na sua composição, o que corrobora com os resultados obtidos nos difratogramas apresentados acima, que revelaram a calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) como fase majoritária em ambas amostras. Nota-se um maior teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SiO<sub>2</sub> no resíduo de Pedra Cariri Amarela e uma quantidade mais expressiva de SO<sub>3</sub>, MgO, SrO, ZrO<sub>2</sub> no resíduo de Pedra Cariri Cinza, outros elementos como SiO<sub>2</sub>, MnO, e ZnO exibem quantidades semelhantes tanto na PCA quanto na PCC.

### Análise termogravimétrica

De acordo com Soares et al. (2007), a perfeita calcinação do carbonato depende das condições de operação do forno e a quantidade de matéria-prima utilizada. Fatores como a porosidade, o tamanho dos poros, densidade e forma dos grânulos, área superficial do grão e compostos químicos formados com a participação das várias impurezas podem ser igualmente melhorados contando com a experiência do operador na atuação do forno, segundo a qualidade da matéria-prima e com a calcinação, as fases

cristalinas referentes aos carbonatos vão gradativamente sendo substituídas pelas fases ligadas à presença dos óxidos (SOARES et al., 2007). A equação (1) referente à queima do carbonato de cálcio é apresentada a seguir:



Os perfis gráficos representativos dos resultados da análise de termogravimetria – TG – realizada nas amostras PCA e PCC estão apresentados na Figura 2, a seguir.

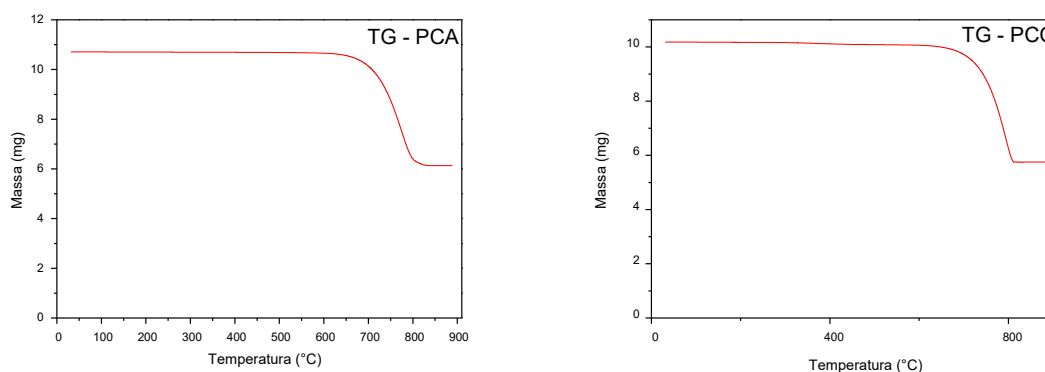


Figura 2. Perfis gráficos representativos da análise termogravimétrica realizada nas amostras PCA e PCC.

No perfil gráfico referente à amostra PCA é possível observar somente uma etapa de perda de massa que se inicia em valores próximos à 630°C sendo concluída próximo a 833°C, nesta faixa de temperatura ocorreu uma perda de massa de 4,5g ou 42,2%, que segundo a afirmação supracitada, pode ser entendida como emissão de CO<sub>2</sub> oriundo de matéria orgânica presente na amostra. No perfil gráfico referente à amostra PCC é possível observar somente uma etapa de perda de massa que se inicia em valores próximos à 644°C e termina próximo à 812°C, nesta faixa de temperatura ocorreu uma perda de massa de 4,25g ou 42,5%, que segundo a afirmação supracitada, também pode ser entendida como emissão de CO<sub>2</sub> oriundo da matéria orgânica presente na amostra. A presença de água nas amostras é impossibilitada de verificar, devido à sua natureza volátil, e pela baixa quantidade de amostra na caracterização por TG, a perda de massa por emissão de vapor de água é praticamente imperceptível. Como tanto a amostra de resíduos de Pedra Cariri de coloração cinzenta – PCC – quanto a de coloração amarela – PCA – apresentaram um alto teor de carbonato de cálcio, as mesmas possivelmente podem ser utilizadas em algumas aplicações industriais que necessitem de CaCO<sub>3</sub>, como exemplos podem ser mencionados os segmentos da indústria cimentícia, de tintas, siderúrgica, produção de pesticidas e fertilizantes agrícolas, dentre outros, dependendo do tipo de tratamento que as amostras em questão, na condição de insumo, sejam submetidas a fim de que se adequem as especificações exigidas em cada caso. O carbonato de cálcio está sempre presente, desempenhando um papel invisível, porém indispensável, na maioria dos setores da indústria moderna (SAMPAIO, 2008).

## Conclusão

O desenvolvimento deste trabalho deixou claro que o rejeito das atividades de lavra do minério conhecido comercialmente por Pedra Cariri tem potencial para ser aplicado como insumo industrial. A partir dos resultados de DRX e FRX foi possível concluir que as amostras dos resíduos da Pedra Cariri, de coloração amarela e cinza, provenientes da Chapada do Araripe no Ceará, investigadas neste trabalho, são compostas predominantemente de CaCO<sub>3</sub>, apresentando, portanto, uma estrutura monofásica de calcita, a qual possui variadas funcionalidades em diferentes âmbitos industriais, tais como: produção de cimentos Portland, fabricação de tintas, produção de aços, produção de pesticidas e fertilizantes agrícolas, dentre outros. A análise termogravimétrica evidenciou a presença de matéria orgânica nas amostras devido à alta perda de massa por emissão de CO<sub>2</sub>, e de acordo com a literatura, é responsável por aumentar a plasticidade do material, aumentando a trabalhabilidade, como também adiciona

valores de (rever esta colocação) Capacidade de Troca de Cátions (CTC) na ordem de 300 meq. Além disso, devido ao alto teor de  $\text{CaCO}_3$  presente nas amostras PCC e PCA, possivelmente, as mesmas têm potencial para serem aplicadas nos segmentos industriais de fabricação de vidros uma vez que o óxido de cálcio é sabidamente aplicado como agente fundente em processamentos de materiais vítreos.

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Cariri, que por intermédio da PRPI, deu o suporte financeiro necessário para a execução deste plano de trabalho. À UFRN pela realização das análises termogravimétricas.

### **Referências**

- LINS, F. A. F. Cimento. Anuário Estatístico, 2007, Setor de Transformação de Não-Metálicos. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral – DTTM/MME - Ministério de Minas e Energia – MME, p.25-33. 2007.
- SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. de. Calcário e Dolomito. In: LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. Rochas e Minerais industriais. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2008. Cap.16. p.363-391. 2007.
- SILVA, A. D. A. Aproveitamento de rejeito de calcário do cariri cearense na formulação de argamassa. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mineral, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2008.
- SOARES, B. D.; HORI, C. E.; HENRIQUE, H. M. Estudo na produção de óxido de cálcio por calcinação do calcário: caracterização dos sólidos, decomposição térmica e otimização paramétrica. 383f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- VIDAL, F. W. H.; LIMA, M. A. B.; CASTRO, N. F.; FERNANDES, T. W. G. Aplicações industriais dos calcários do cariri cearense. In: Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais. Natal. Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 242-254, 2008b.
- VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M.; OLIVEIRA, R. R. Aspectos geológicos da bacia do Araripe e do aproveitamento dos rejeitos da Pedra Cariri – Ceará. In: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 2006, Recife. In: Anais. Rio de Janeiro: Srone, 2006. p.31-36.