

## CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE GRANITO VISANDO UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL ALTERNATIVO

Camila Gonçalves Luz Nunes (1) Maria Alinne Matias(1); Maria Luísa Ramalho de Araújo (2); Thamires Dantas Guerra (3); Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça (4)

Universidade Federal da Paraíba, [camilanunes.engcivil@hotmail.com](mailto:camilanunes.engcivil@hotmail.com)  
Universidade Federal de Campina Grande, [mariaalinnematias@hotmail.com](mailto:mariaalinnematias@hotmail.com)  
Universidade Federal de Campina Grande, [maria\\_luiza\\_ramalho@hotmail.com](mailto:maria_luiza_ramalho@hotmail.com)  
Universidade Federal de Campina Grande, [thamires\\_guerra@hotmail.com](mailto:thamires_guerra@hotmail.com)  
Universidade Federal de Campina Grande, [ana.duartemendonca@gmail.com](mailto:ana.duartemendonca@gmail.com)

**Resumo do artigo:** Na Indústria da construção Civil, a reutilização dos resíduos sólidos pode ajudar a reduzir os custos e prejuízos ambientais relativos ao tratamento e/ou disposição final desses resíduos, e também na redução dos impactos ambientais decorrentes da extração de matéria-prima diretamente ao ambiente. A preocupação com o meio ambiente juntamente com as inúmeras tentativas de minimizar os gastos na construção, despertaram o interesse de pesquisadores e cientistas quanto à utilização de resíduos como matéria prima para uso em diversas áreas. É vasta a literatura encontrada sobre o assunto, sendo a utilização dos resíduos produzidos pela extração e beneficiamento do granito como material alternativo em substituição às matérias-primas convencionais, uma das propostas abordadas como alternativa para destinação desse material. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo caracterizar o resíduo de granito verificando-se a possibilidade de utilizá-lo como material alternativo na construção civil. Para isso foram realizados ensaios laboratoriais para caracterização física, química e mineralógica do resíduo, dentre os quais se destacam: análise granulométrica, difração de raios-X, fluorescência de raios-X e análise termodiferencial e termogravimétrica. De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que o resíduo de granito apresenta uma composição majoritária de sílica. Além disso, também constatado que o resíduo de granito possui um tamanho de partícula que permite utilizá-lo em substituição ao feldspato em composições cerâmicas para produção de blocos e revestimentos cerâmicos. As fases constituintes do material analisado foram basicamente: mica, feldspatos, quartzo, caulinita, fases típicas de rochas graníticas. Quanto às propriedades térmicas verificou-se que o material apresenta uma baixa de massa. Assim os resultados obtidos apontam a viabilidade de utilização do resíduo de granito como material alternativo para a construção civil.

**Palavras-chave:** propriedades; resíduo de granito; engenharia.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de granito, tanto na forma de blocos como em produtos acabados. Toda a pujança desse setor no país, não impede, e pelo contrário parece favorecer que as indústrias brasileiras de beneficiamento atinjam níveis altíssimos de desperdício, havendo a formação de rejeitos na forma de pó de 20% a 25%, em massa, do total beneficiado, o que intensifica a quantidade de rejeitos gerados e o perigo de danos ambientais (Menezes *et al.*, 2002).

O granito é uma rocha ígnea formada nas grandes profundidades da crosta, constituída principalmente por feldspatos, quartzo e micas. Em geral, resíduos de granito apresentam um comportamento não plástico e, tal como a grande maioria dos materiais cerâmicos tradicionais, seus constituintes químicos majoritários expressos na forma de óxidos, são a sílica ( $\text{SiO}_2$  e a alumina  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) seguidos pela cal ( $\text{CaO}$ ) e os óxidos alcalinos ( $\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$ ). Os teores de óxido de ferro também podem ser significativos, mas o seu papel durante o processamento não é tão importante (são fundentes só a altas temperaturas). Portanto, este tipo de rejeito industrial apresenta um bom potencial para ser incorporado em massas argilosas destinados à produção de materiais cerâmicos tradicionais.

### **Beneficiamento de Granito**

A indústria da mineração e beneficiamento de granitos é uma das mais promissoras áreas de negócio do setor mineral, apresentando um crescimento médio da produção mundial estimado em 6% ao ano, nos últimos anos. Com uma movimentação de US\$ 6 bilhões/ano, no mercado internacional e cerca de US\$ 13 bilhões na cadeia produtiva dos países produtores (Menezes et al., 2002). No processo de extração e corte de pedras ornamentais são geradas enormes quantidades de resíduos que provocam um alto custo durante o recolhimento e armazenamento, além da necessidade de grande espaço para a sua estocagem.

Os resíduos de serragem de rochas ornamentais, aparentemente sem valor industrial, podem ser usados como componente importante de massas argilosas na fabricação de produtos cerâmicos para uso na construção civil (Moreira et al., 2003; Mendonça, 2012).

As razões para isto estão relacionadas aos seguintes aspectos principais:

- i) a composição químico-mineralógica do resíduo;
- ii) a sua natureza não plástica;
- iii) não causa poluição durante a fabricação e uso dos novos produtos cerâmicos (Moreira et al., 2012).

### **Resíduo de Granito**

Todo tipo de resíduos deve ser avaliado quanto a sua periculosidade ao meio ambiente. Uma das normas para tal avaliação é a norma da ABNT NBR 10004:2004. Esta norma tem como objetivo classificar os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, com isso fornecendo subsídios a um

gerenciamento adequado. A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a composição destes constituintes (LIMA, 2015).

O resíduo de pedras ornamentais pode apresentar diversos aspectos. No momento da lavra é grosseiro, enquanto que os resíduos formados nos teares e durante o polimento são lamas abrasivas, pois são adicionados abrasivos e lubrificantes como aditivos de processamento. Além disso, durante o processo de polimento são adicionados produtos químicos variados. Essa lama aparentemente sem valor comercial é um produto não biodegradável. Quando seco acarreta também problemas de saúde pública. O custo da estocagem deste material também é um fator relevante, pois devido o seu volume, é necessário uma grande área destinada ao depósito deste material (SILVA, 1998; MENDONÇA, 2012).

A lama obtida geralmente é constituída de pó de rochas, que corresponde a cerca de 20 a 25% do bloco beneficiado, além de outros acessórios como granalha metálica, cal e água. Esse setor industrial gera elevada quantidade de rejeitos na forma de uma lama. Com elevados teores de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{CaO}$ , que podem provocar grandes agressões ambientais, se não adequadamente descartados.

A lama do beneficiamento do granito é em geral descartada em córregos, ravinas, lagos e rios, havendo a formação de grandes depósitos a céu aberto. A lama da serragem enquanto fluída afoga plantas e animais e deprecia o solo, quando seca, sua poeira inspirada é danosa à saúde de homens e animais, sendo comprovada a poluição de cursos de água e mananciais por parte dos resíduos da indústria do granito (SILVA, 2012).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAIS

Resíduo da serragem do granito: o resíduo de granito que será utilizado no desenvolvimento deste projeto será proveniente da indústria GRANFUJI situada no distrito industrial de Campina Grande-PB (Figura 1).

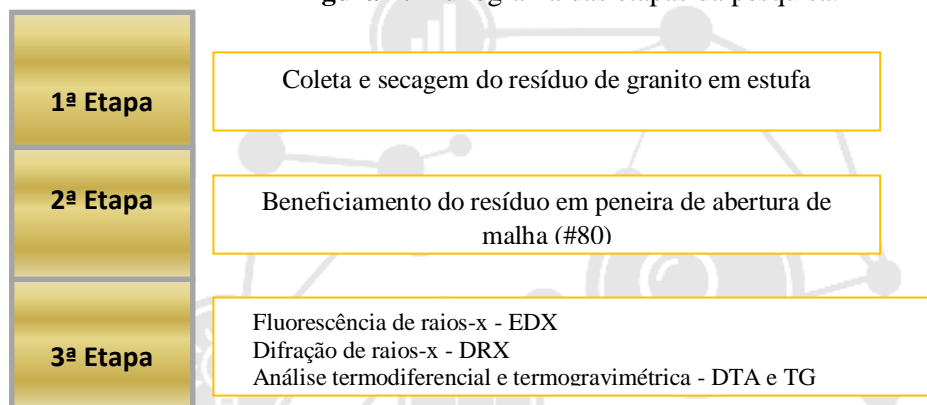
**Figura 1:** Resíduo de granito.



## METODOLOGIA

A Figura 2 ilustra o Fluxograma das etapas da pesquisa.

**Figura 2:** Fluxograma das etapas da pesquisa.



### *Análise Química*

Este ensaio fornece dados fundamentais de grande utilidade industrial e científica, e consiste em submeter à amostra a uma fluorescência de raios X, onde serão identificados os constituintes químicos do material.

O ensaio foi realizado em equipamento EDX 720 da Shimadzu. A Figura 3 apresenta o equipamento utilizado para realização deste ensaio.

**Figura 3:** Equipamento EDX utilizado para realização do ensaio.



### ***Análise Termodiferencial e Termogravimétrica***

As análises térmicas diferenciais (ATD) e termogravimétricas (TG) dos polímeros foram realizadas a temperatura máxima de 1000°C, o padrão utilizado nos ensaios de ATD é o óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) calcinado operando a 12,5°C/min. A massa utilizada foi em torno de  $4,0 \pm 0,5$  gramas. A Figura 4 apresenta o equipamento utilizado para realização deste ensaio.

**Figura 4:** Equipamento para análises térmicas diferenciais (ATD) e termogravimétricas (TG).



### ***Difração de raios-X - DRX***

Esta técnica possibilita determinar a estrutura de sólidos cristalinos, conhecer o arranjo dos átomos em retículos cristalinos ou em um único cristal de uma determinada substância, baseado nos padrões de interferência de radiação X difratada por estes retículos, permitindo determinar os principais elementos que compõem o material (solo).

Este ensaio foi realizado em equipamento Shimadzu XDR-6000, utilizando radiação  $Cu\alpha$ , tensão de 40kV, corrente de 30mA, varredura de  $2^\circ < 2\theta < 30^\circ$  e  $\lambda 1,54\text{Å}$  (Figura 5).

**Figura 5:** Equipamento DRX utilizado para realização do ensaio.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização Física

A Tabela 1 apresenta a distribuição do tamanho de partículas do resíduo de granito.

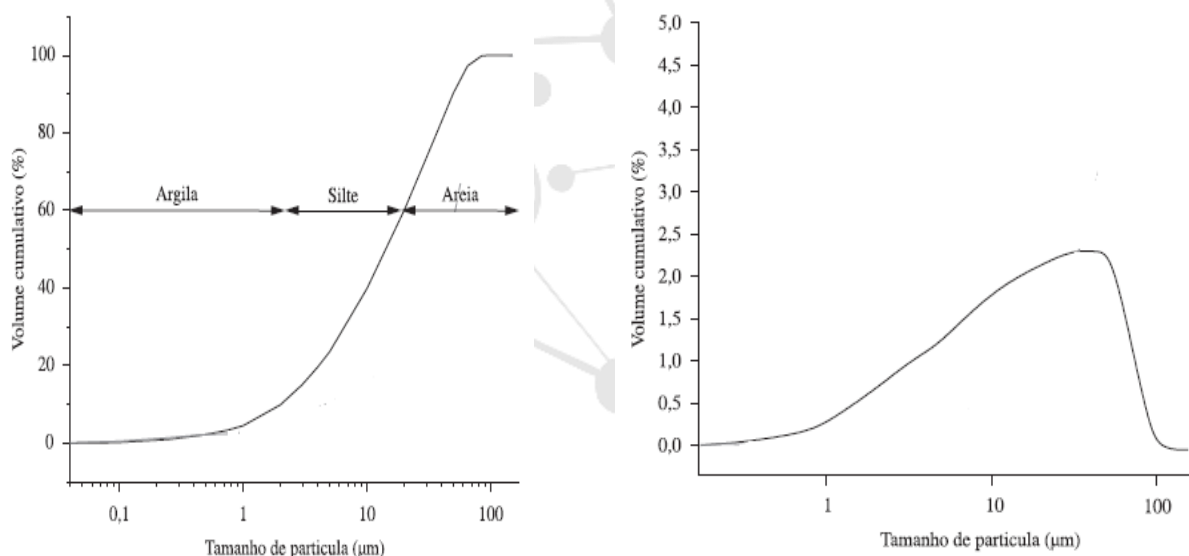
**Tabela 1:** Distribuição do tamanho de partículas do resíduo de granito

Amostras	Argila (%) ( $x < 2\mu\text{m}$ )	Silte (%) ( $2\mu\text{m} < x < 20\mu\text{m}$ )	Areia (%) ( $x > 20\mu\text{m}$ )	Diâmetro Médio ( $\mu\text{m}$ )
Resíduo de granito	9.94	50.11	35.51	20.53

Analisando a Tabela 1, verifica-se que o resíduo de granito apresenta maior percentagem da fração argila ( $D < 2\mu\text{m}$ ), e menor diâmetro médio de partículas, sendo esses valores de 9,94% e 20,53 $\mu\text{m}$  respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Dias (2010) ao estudar resíduos de caulins oriundos da Província Pegmatítica da Borborema.

A Figura 6 apresenta a distribuição de tamanho de partículas dos resíduos em estudo

**Figura 6:** Distribuição de tamanho de partículas do resíduo de granito.



Analisando a Figura 6, verifica-se que o resíduo de granito apresenta curvas com comportamento monomodal com larga faixa de distribuição de tamanho de partículas entre 0,1 $\mu\text{m}$  e 100 $\mu\text{m}$ , sendo as maiores concentrações entre

90 $\mu$ m e 9 $\mu$ m. Apresenta em relação ao volume acumulado valores de D10 (2,01 $\mu$ m), D50 (14,28 $\mu$ m) e D90 (49,51 $\mu$ m). Silva (2007) concluiu que o resíduo de granito apresenta um diâmetro de 16,59 $\mu$ m para 50% e 58,99 $\mu$ m para 90% de massa acumulada.

## Caracterização Mineralógica

### Análise química por fluorescência de raios X (EDX)

A Tabela 2 apresenta a composição química dos resíduos de granito.

**Tabela 2:** Composição química das amostras dos resíduos de granito.

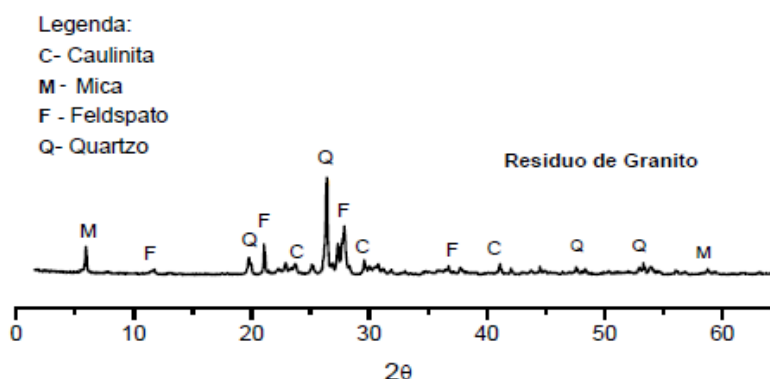
Amostras	Determinações (%)									
	PR	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Outros
Granito	1,09	61,80	16,50	4,99	2,08	5,08	4,63	0,43	2,92	0,48

PR = Perda ao Rubro

Observa-se na Tabela 2 que o resíduo de granito é constituído basicamente de sílica (62%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (16%), CaO (5%) e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5%), elevados teores de K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O e MgO. Observa-se que o teor de sílica presente no resíduo favorece a melhoria das propriedades mecânicas do concreto.

A Figura 7 ilustra o difratograma de raios-x do resíduo de granito.

**Figura 2:** Difratograma de raios x do resíduo de granito.



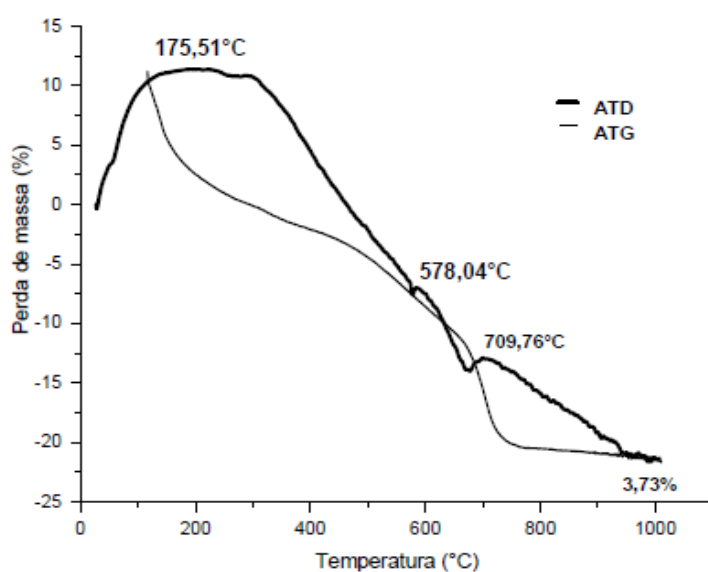
Observa-se na Figura 7, que as fases mineralógicas presentes no resíduo de granito foram: mica, feldspatos, quartzo, caulinita, fases típicas de rochas graníticas. Comparando os resultados encontrados com os obtidos por Mendonça (2012), observa-se que as fases

mineralógicas presentes no resíduo de granito são semelhantes às indicadas na literatura.

## Análise Térmica

A Figura 8 ilustra as curvas de análises termodiferenciais e termogravimétricas do resíduo de granito.

**Figura 8:** Análise termogravimétrica e termodiferencial do resíduo de granito.



Observando a curva termodiferencial do resíduo de granito verifica-se a presença das seguintes transformações térmicas: pico exotérmico com máximo em 175,51°C correspondente à presença de água livre e adsorvida no material; pico endotérmico por volta de 578,04°C referente à transformação do quartzo  $\alpha$  em quartzo  $\beta$  e pico exotérmico em 709,76°C relacionado à presença de hidroxilas da mica. Através da curva termogravimétrica, observa-se que a perda de massa total é de 3,78%, correspondente a perda de água livre e adsorvida e hidroxilas.



## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pôde concluir que:

- ✓ O resíduo de granito apresenta em sua composição basicamente de sílica (62%),  $Al_2O_3$  (16%), CaO (5%) e  $Fe_2O_3$  (5%), elevados teores de  $K_2O$ ,  $Na_2O$  e MgO
- ✓ O resíduo de granito possui um tamanho de partícula que permite utilizá-lo em substituição ao feldspato em composições cerâmicas para produção de blocos e revestimentos cerâmicos, bem como substituinte ao cimento para dosagens de concreto;
- ✓ Quanto a suas propriedades térmicas verificou-se que apresenta baixas perda de massa.
- ✓ Quanto às fases mineralógicas presentes no resíduo de granito foram: mica, feldspatos, quartzo, caulinita, fases típicas de rochas graníticas.



## REFERÊNCIAS

MENDONÇA, A. M. G.D. Expansão por Umidade (EPU) em peças cerâmicas obtidas com massas cerâmicas alternativas contendo resíduo de caulim e granito, Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais), 108 fls, Universidade Federal de Campina Grande-PB, Campina Grande-PB, 2012.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A. e FERREIRA, H. C. O Estado da Arte sobre o Uso de Resíduos como Matérias-primas Cerâmicas Alternativas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6, 2, p.303-313, 2002.

MOREIRA, J. M. S.; FREIRE, M. N. e HOLANDA, J. N. F. Utilização de Resíduo de Serragem de Granito Proveniente do Estado do Espírito Santo em Cerâmica Vermelha. Cerâmica, 49, 312, p.262-267, 2003.

SILVA, J. B.; HOTZA, D.; SEGADÃES, A. M. e ACCHAR, W. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. Cerâmica, 51, 320, 2005.

SILVA, S. A. Caracterização do Resíduo da Serragem de Blocos de Granito. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, DEA, Vitória, ES (1998).



# JOIN

ENCONTRO INTERNACIONAL DE  
JOVENS INVESTIGADORES  
EDIÇÃO BRASIL



(83) 3322.3222  
contato@joinbr.com.br  
[www.joinbr.com.br](http://www.joinbr.com.br)