

## **UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE GRANITO COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO.**

LUISA THAYNARA MURICY DE SOUZA SILVA<sup>1\*</sup>, CIBELLE GUIMARÃES SILVA SEVERO<sup>2</sup>,  
ULISSES ALENCAR BEZERRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Ambiental, UFCG, Pombal-PB. luisataynara12@hotmail.com Fone: (83)9869-3859

<sup>2</sup> Professora do curso de Engenharia ambiental, UFCG, Pombal-PB. Fone: (83)8815-1116,  
cibelle.guimaraes@ccta.ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Graduação em Engenharia Ambiental, UFCG, Pombal-PB. ulisses\_hand\_13@hotmail.com  
Fone: (87)3821-0838

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A reciclagem e a reutilização estão entre as principais alternativas na busca pelo desenvolvimento sustentável, e é por isso que este trabalho busca uma destinação adequada para o resíduo de granito proveniente das etapas de corte e polimento das rochas ornamentais. Objetivando a incorporação parcial desse resíduo na produção de concreto, para isso, foram feitas análises que auxiliaram na dosagem para um concreto com fck de 25MPa. Após obter a caracterização do resíduo e dos agregados foram moldados corpos de prova de concreto, feitos com substituição parcial do cimento por 10% do resíduo de granito. Ao final desejou-se comprovar a adequabilidade dessa incorporação e com isso foi realizado ensaios de compressão com idades de 7, 14 e 28 dias. Os corpos de prova com substituição parcial do cimento apresentaram comportamento mecânico similar aos sem substituição do cimento e dentro do limite para os concretos com fck de 25Mpa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de granito, incorporação parcial, resistência mecânica.

## **UTILIZATION OF GRANITE RESIDUE AS A PARCIAL SUBSTITUTE OF THE CEMENT IN CONCRETE PRODUCTION**

**ABSTRACT:** Recycling and reuse are among the main alternatives in the search for sustainable development, and that's why this paper seeks an appropriate destination for the granite residue from the stages of cutting and polishing of ornamental rocks. Aiming the partial incorporation of this residue in concrete production, for these analyses were made that helped the dosage for a concrete with fck of 25MPa. After obtaining the characterization of the residue and aggregates were shaped concrete specimens made with partial replacement of cement by 10% of granite residue. Finally, the authors wished to prove the suitability of this merger and this was accomplished compression tests aged 7, 14 and 28 days. The specimens with partial cement replacement had similar mechanical behavior to no cement replacement and within the limit concrete with fck 25Mpa.

**KEYWORDS:** Granite residue, partial incorporation, mechanical strength.

## **INTRODUÇÃO**

Entre as diversas formas de poluição ambiental está a poluição por resíduos industriais, as quais apresentam graves problemas socioeconômicos e ambientais.

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 (Lucas & Benatti, 2008).

A reciclagem e a reutilização estão entre as principais alternativas na busca pelo desenvolvimento sustentável, possibilitando a economia de matérias-primas não renováveis e de energia, reduzindo os impactos ambientais dos resíduos à sociedade moderna (Menezes et al., 2009).

O estado da Paraíba é o terceiro maior produtor de rochas ornamentais da região Nordeste, com isso se nota que com essa quantidade lavrada e beneficiada, é gerada uma grande quantidade de resíduos de granito. Sem um direcionamento correto, este pó é depositado em locais totalmente inapropriados, provocando além da poluição visual, contaminação do ar, solo e aquíferos, gerando graves impactos ambientais (Santos, 2011).

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e avaliação do concreto com substituição parcial do cimento Portland por 10% do resíduo de granito. Mostrando que é possível dar-se uma destinação adequada ao resíduo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados no trabalho foram o resíduo da serragem do granito, que foi proveniente da indústria GRANFUGI/AS situada no distrito industrial de Campina Grande-PB, a areia, brita e cimento obtidos no comércio local do município de Pombal-PB.

Na metodologia do trabalho foi feito o beneficiamento e a caracterização do resíduo de granito, a caracterização dos agregados e cimento e por fim dosagem e ensaio. Para o beneficiamento do resíduo de granito o material foi pesado e em seguida colocado em estufa a 60 °C até constância de peso, considerando assim que toda umidade foi eliminada. Após a retirada da umidade foi destorroado no moinho de bolas da marca TRANSMAQ com velocidade de 12rpm com 20% do seu peso em bolas, por 40 minutos. Após a moagem o material foi peneirado na malha #4,8 para retirada dos aglomerados ainda existentes.

Na caracterização do resíduo foram feitas três análises. A análise química foi realizada a partir da espectrometria de fluorescência de raios-x(FRX). Nesta análise são obtidos os óxidos presentes ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}$ , entre outros). As análises foram realizadas no Laboratório de Caracterização, da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – PB. A análise granulométrica foi realizada de acordo com a NBR 7219(ABNT, 1987). A análise térmica tem o objetivo de verificar o comportamento térmico, ou seja, as faixas de temperaturas em que ocorrem as transformações endotérmicas e exotérmicas. Os ensaios que determinam tal comportamento são as análises termogravimétricas (TG) e as térmicas diferenciais (DTA), as quais foram determinadas através do aparelho da marca SHIMADZU, modelo DTG-60H, com taxa de aquecimento de 5 °C/min. Para execução do ensaio, utilizou-se uma temperatura máxima de 1000 °C.

Na caracterização dos agregados fez-se a análise granulométrica de acordo com a NBR 7217(ABNT, 1987) e determinação do teor de materiais pulverulentos de acordo com NBR NM 46 (ABNT, 2003) apenas para o agregado miúdo. Na caracterização do cimento determinou-se o módulo de finura a partir da NBR 11579 (ABNT, 1991), com peneiramento manual.

Para a dosagem do concreto determinou-se um traço de 1:2:3(cimento:areia:brita) com relação a/c de 0,2. A moldagem dos corpos de prova cilíndricos foram feitas manualmente, sendo preenchidos em quatro camadas que receberam aproximadamente 30 golpes com uma espátula. Depois de 24 horas os corpos de prova foram desmoldados e colocados em um recipiente contendo água iniciando assim a etapa de cura. Depois de curados, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão de acordo com a NBR 5739(ABNT, 2007). O mesmo fez-se para uma substituição parcial de 10% do cimento por resíduo de granito, com finalidade de comparar as resistências. Todas as moldagens foram feitas em corpos de prova com dimensão de 5x10cm, realizando o ensaio de compressão em idades de 7, 14 e 28 dias, cada um com cinco repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise química do resíduo de granito, Tabela 1, verifica-se que é constituído basicamente por  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{CaO}$  que corresponde a cerca de 87%. Os altos teores de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  obtidos são típicos de rochas ígneas graníticas. As presenças de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{CaO}$  estão provavelmente relacionadas aos constituintes do próprio resíduo, assim como a adição de granalha e óxido de cálcio como lubrificante e abrasivo no processo de corte/serragem do granito. A Tabela 2 apresenta o resultado da análise granulométrica do resíduo de granito.

Tabela 1: Composição química da matéria prima.

Composto	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SO}_3$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	Outros
Teor(%)	49.39	18.52	3.40	4.11	12.47	0.37	6.33	2.60	1.96	0.57	0.28

Tabela 2: Análise granulométrica da matéria prima utilizada.

Matéria Prima	Diâmetro médio (µm)	Diâmetro a 10% (µm)	Diâmetro a 50% (µm)	Diâmetro a 90% (µm)
RG	11,82	1,07	7,93	28,66

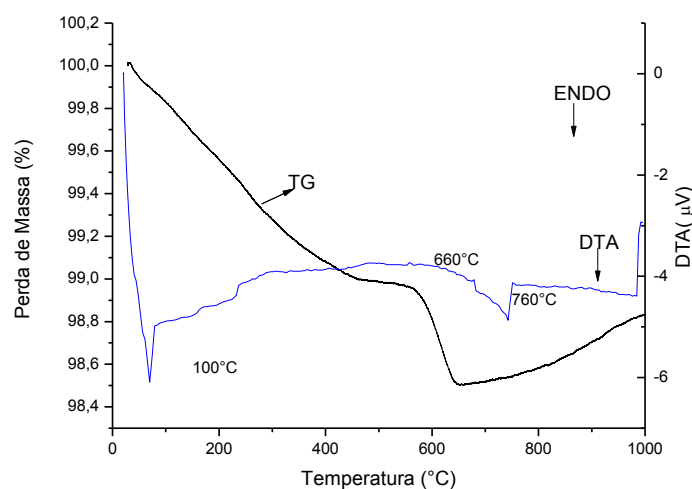
A Tabela 3 apresenta os valores dos tamanhos de partículas por difração a laser. Através da análise granulométrica percebe-se que o RG acusou um diâmetro médio de 11,82 µm (Tabela 2).

Tabela 3: Distribuição Granulométrica do tamanho de partículas da matéria prima. x=fração acumulada

Matéria Prima	Argila(%) (x<2µm)	Silte(%) (2µm<x<20µm)	Areia(%) (x>20µm)
RG	19,20	61,95	18,85

Na Figura 1 é possível observar a análise térmica do resíduo de granito, foi verificada uma perda de massa entre 60 °C e 260 °C correspondente à perda de água livre e adsorvida, o pico endotérmico presente entre 660 °C e 760 °C corresponde a decomposição da mica.

Figura 1: Análise Térmica do resíduo de resíduo de granito.



Para a caracterização dos agregados e cimento teve-se os seguintes resultados. De acordo com um módulo de finura de 3,06 a areia classifica-se como grossa. A partir desse resultado observa-se que a areia está na faixa de zona utilizável superior de acordo com a tabela de Limites granulométricos de agregado miúdo (NBR 7211). Também de acordo com a NBR 7211 o teor de materiais pulverulentos da areia, que é de 1,47%, está dentro das especificações estabelecidas.

A partir dos resultados da granulometria da brita pode-se perceber, de acordo com a tabela de Limites granulométricos de agregado graúdo (NBR 7211), que está na coluna 9,5/25, que corresponde à menor dimensão e à maior dimensão do agregado graúdo, respectivamente. O Módulo de Finura (MF) do agregado Graúdo é igual a 1,06. E o índice de finura do cimento foi de 1,652%.

O resultado das resistências à compressão é mostrado na Tabela 4, sendo fcm a resistência média e o C.Ve o coeficiente de variação dentro do ensaio, calculado e avaliado a partir da NBR 5739 (ABNT, 2007). A avaliação do ensaio de acordo com o coeficiente de variação dentro do ensaio foi excelente, razoável e bom para idades de 7, 14 e 28 dias, respectivamente, para substituição a 10%.

Tabela 4: Resultado do ensaio de compressão dos corpos de prova.

Mistura	a/c	Idade (dias)					
		7		14		28	
		fcm(Mpa)	C.V.	fcm(Mpa)	C.V.(%)	fcm(Mpa)	C.V.(%)
Referência	0,2	25,5	3,37	24,5	3,51	27,5	4,69
10%	0,2	16	1,34	23	5,61	28	4,78

Para analisar a influência do resíduo de granito no concreto e da interação entre as variáveis relacionadas, foi realizada a análise estatística pela ANOVA, no programa Assistat 7.7. Os resultados são apresentados na Tabela 5. Foi verificada a significância no fator idade provavelmente pelo fato de que houve diferença entre a fcm ao longo do tempo. Analisando-se que a mistura foi significativa, foi feita a relação entre idade e mistura, observando-se que apenas para a idade de 7 dias houve diferença significativa entre as médias das resistências, para mistura referência e a 10%. E para as idades de 14 e 28 dias não foi observada diferença significativa.

Tabela 5: Resultado da ANOVA em relação à resistência.

Fator	GDL	QM	Fcal	F0,05	Significância
Idade	2	105,83	4,3	3,4	S
Mistura	1	110,21	4,48	4,26	S
I7 X M	1	225,62	9,18	4,26	S
I14 X M	1	0,62	0,02	4,26	NS
I28 X M	1	0,62	0,02	4,26	NS
ERRO	24	24,58			

GDL-Grau de Liberdade; QM: Quadrado Médio; Fcal: valor de F calculado; F0,05: valor tabelado de F para o nível de significância de 5%; S: Efeito significativo; NS: Efeito não significativo.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos apresentou-se uma viabilidade do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais para utilização na produção de concreto. A incorporação de 10% desse resíduo ao concreto não apresentou diferença significativa em relação à mistura de referência, nos tempos de cura de 14 e 28 dias. Sendo possível dar uma destinação adequada a esse resíduo, contribuindo assim com o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cimento Portland - Determinação da Finura Por Meio da Peneira 75 Micrometros. NBR 11579. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. NBR 5739. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Determinação do material fino que passa através da peneira 75µm por lavagem. NBR NM 46. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Agregados para concreto. NBR 7211. São Paulo, 2009.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Agregados - Determinação do teor de materiais pulverulentos. NBR 7219. Rio de Janeiro, 1987.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Agregados - Determinação da composição granulométrica. NBR 7217. Rio de Janeiro, 1987.
- Lucas D.; Benatti C. T.; Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil; Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 1, n.3, p. 405-418, set./dez. 2008.
- Menezes R. R.; Neves G.A.; Souza J.; Melo W. A.; Ferreira H. S. ; Atividade pozzolânica dos resíduos do beneficiamento do caulim para uso em argamassas para alvenaria; Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental; Campina Grande-PB; v.13, n.6, p.795–801, 2009.
- Mota, J.D; Oliveira D.F, Lima,R.C.O; Reciclagem do resíduo proveniente da serragem de granito na confecção de tijolos de solo-cimento. In: I Congresso Paraibano de Gestão do Lixo. Campina Grande – PB. 2009.
- Santos R. A.; Reaproveitamento Dos Resíduos De Britagem De Granito- Uso como agregado artificial na construção civil. Monografia – Universidade Federal da Paraíba, 55 p. 2011.