

COMPARATIVO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO EM CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL COM RESÍDUOS MINERAIS

LUISA THAYNARA MURICY DE SOUZA SILVA^{1*}, CIBELLE GUIMARÃES SILVA SEVERO²,
ULISSES ALENCAR BEZERRA³

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

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

³ Graduação em Engenharia Ambiental, UFCG, Pombal-PB. Fone: (87)3821-0838
ulisses_hand_13@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015

15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: A utilização de resíduos em um ciclo produtivo apresenta, além de uma alternativa de barateamento da produção, a possibilidade de reciclagem e reutilização desses materiais, sendo viável para o ambiente e economia. É por isso que este trabalho objetiva analisar os resíduos de granito e caulim para comparar qual tem maior viabilidade para a produção de concreto. Para isso fez-se análises que auxiliaram na dosagem, como a caracterização dos resíduos, agregados e cimento. Depois da caracterização dos materiais utilizados, foi feita a substituição parcial de 5% do cimento pelos resíduos, e cada mistura foi submetida ao ensaio de resistência mecânica, para analisar qual seria mais viável para essa produção. Cada mistura foi feita em cinco repetições, que foram submetidas ao ensaio de resistência mecânica em idades de 7, 14 e 28 dias. Ao final, o ensaio de resistência mostrou que o resíduo de granito foi o mais adequado para a utilização na produção de concreto, pelo fato de que os resultados não mostraram diferença significativa em relação à mistura de referência.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de granito, resíduo de caulim, resistência mecânica.

COMPARATIVE OF BEHAVIOR MECHANICAL IN THE CONCRETE WITH PARCIAL SUBSTITUTION WITH MINERAL WASTE

ABSTRACT: The use of waste in a production cycle has, in addition to a cheaper alternative production, the possibility of recycling and reuse of these materials, and viable for the environment and economy. That is why this paper aims to analyze the waste granite and kaolin to compare which is more viable for the production of concrete. For it made up analyzes that helped in dose, as the characterization of waste, aggregates and cement. After the characterization of the materials used, it was made the partial replacement of 5% of cement by waste, and each mixture was submitted to strength testing, to analyze what would be more viable for this production. Each mixture was made in five replicates, which were submitted to the strength test in ages of 7, 14 and 28 days. Finally, the strength test showed that the granite waste was the most suitable for use in concrete production, because the results did not indicate significant difference in relation the reference mixture.

KEYWORDS: Granite waste, kaolin waste, mechanical strength.

INTRODUÇÃO

A inserção dos resíduos em um ciclo produtivo representa não apenas uma alternativa de barateamento da produção, mas também, uma opção de reciclagem e reutilização desses materiais, sendo interessante tanto no aspecto ambiental como no econômico (Andreola et al., 2002).

O resíduo de corte de granito, conhecido como lama, é uma massa mineral composta, basicamente, por água, gralha, cal e rocha moída. Esta rocha geralmente fornece agregados de excelente qualidade, pois são resistentes, tem baixa porosidade e absorção de água e não reagem com os álcalis do concreto de cimento Portland. A extração e o beneficiamento do caulim produzem uma enorme quantidade de resíduos, estimada em torno de 80 a 90% do volume bruto explorado. Esses

resíduos são, em geral, descartados indiscriminadamente em campo aberto, desprezando-se as exigências de utilização de aterros e provocando uma série de danos ao meio ambiente e à saúde da população residente nas regiões circunvizinhas aos “depósitos” de resíduos (Rezende et al.,2008).

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento desses resíduos separadamente na produção de concreto com substituição parcial do cimento por 5% de cada resíduo. Podendo assim estudar uma destinação adequada aos resíduos.

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, resíduo do beneficiamento do caulim fornecido pela Caulisa/AS no município de Juazeirinho-PB, a areia, brita e cimento obtidos no comércio local do município de Pombal-PB.

A metodologia do trabalho começou com o beneficiamento e caracterização dos resíduos, e da areia, seguindo pela dosagem e moldagem dos corpos de prova e por fim ensaio de resistência mecânica nas idades de 7, 14 e 28 dias. Para o beneficiamento dos resíduos de granito e caulim o material foi pesado e colocado em estufa a 60 °C até constância de peso. 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. O Resíduo de Caulim utilizado nesse trabalho é decorrente da etapa de purificação desse minério por meio de separação à úmido do caulim da ganga do minério.

Para caracterização dos resíduos foi realizado a análise química a partir da espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX), a análise granulométrica à laser, a determinação do material pulverulento de acordo com a NBR 7219 (ABNT, 1987) e a análise dos mineralógica através do ensaio de difração de raios X. Na execução do ensaio foi utilizada amostra passada em peneira ABNT #200, utilizando o método conhecido como método do pó. O aparelho utilizado para realização do ensaio, foi o Difratômetro Shimadzu xrd-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40kV, corrente de 30 mA, modo fixe time, com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6 s, com ângulo 2θ percorrido de 5° a 60°.

Na caracterização dos agregados foi feito a análise granulométrica de acordo com a NBR 7217(ABNT, 1987) e determinação do teor de materiais pulverulentos de acordo com NBR 7219 (ABNT, 1987) 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.

A dosagem foi feita com um traço de 1:2:3 (cimento: areia: brita) com relação a/c de 0,2. Os corpos de provas utilizados tinham dimensão de 5x10cm e foram moldados manualmente, sendo preenchidos em quatro camadas que receberam aproximadamente 30 golpes com uma espátula. Foram desmoldados depois de 24 horas e colocados dentro da água iniciando a etapa de cura hídrica. Depois de curados, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência mecânica de acordo com a NBR 5739(ABNT, 2007). O mesmo procedimento foi realizado para a substituição parcial do cimento por 5% do resíduo de granito (5%RG) e por 5% do resíduo de caulim (5%RC), para fazer o comparativo de suas resistências. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência em idades de 7, 14 e 28 dias, com cinco repetições para cada dosagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

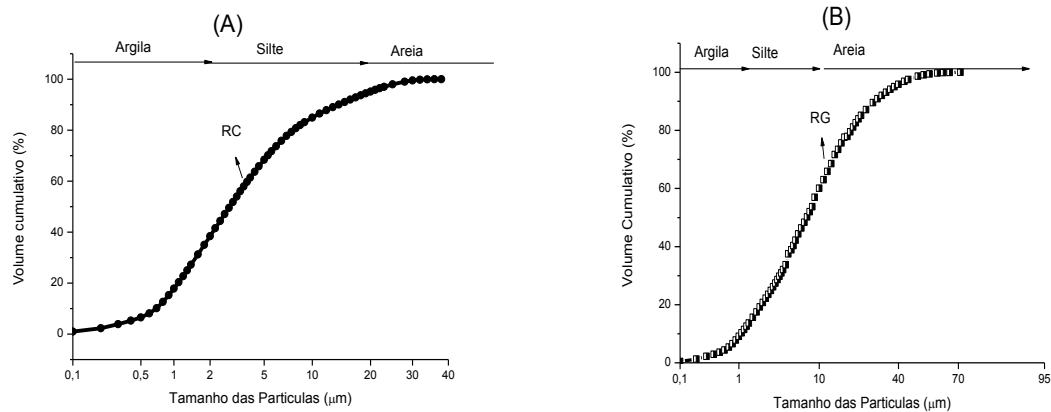
Os resultados obtidos na análise química do resíduo de granito (RG) e resíduo de caulim (RC) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química dos resíduos minerais.

Composto	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	CaO	Na ₂ O	Tio2	P ₂ O ₅	Outros	
Teor(%)	RG	49.39	18.52	3.40	4.11	12.47	0.37	6.33	2.60	1.96	0.57	0.28
	RC	52.50	45.00	0,80	1,10	0.40	-	-	-	-	-	0.20

A Figura 1 apresenta a análise granulométrica dos resíduos caulim (a) e granito (b). O resíduo de caulim apresenta 50% das partículas com diâmetro menor que 3,3µm, e cerca de 30% apresentou uma fração de partículas com diâmetros inferiores a 2µm, e entre 2 µm e 20 µm foi de aproximadamente 66%. Enquanto que o resíduo de granito verifica-se que 50% das partículas possuem diâmetro inferior a 7,93 µm.

Figura 1: Análise granulométrica dos resíduos de caulim (a) e granito (b).

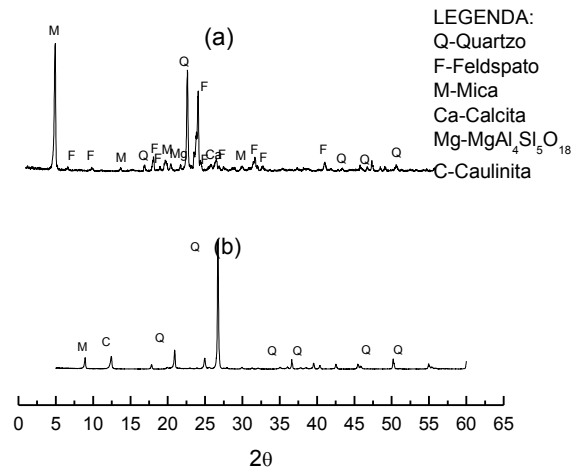


No ensaio de materiais pulverulento ambos os resíduos passaram 100% na #200 tendo o resíduo de caulim apenas 2% retido na #325 e o de granito 11% retido nessa mesma malha.

A Figura 2 apresenta os padrões de difração de raio X dos resíduos. A partir da Figura 2a verificou-se a presença das seguintes fases mineralógicas Mica, Feldspato e Quartzo no resíduo de granito que são minerais predominantes na rocha granítica. Foi verificada também a presença de Calcita minerais característicos do granito (Mota et al, 2009).

O resíduo de caulim (Figura 2b) é constituído por mica ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$ PCDF 46-1409), caulinita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$ PCDF 29-1488) e quartzo ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$ PCDF 46-1409); esses resultados justificam o alto teor de alumina e sílica observado a análise química (Tabela 1).

Figura 2: Difração de raio X do Resíduo de Granito(A) e Resíduo de Caulim (B).



Na caracterização dos agregados, a areia classificou-se como grossa por apresentar um módulo de finura igual a 3,06. De acordo com a NBR 7211(ABNT, 2009) areia está dentro das especificações estabelecidas por apresentar teor de materiais pulverulentos de 1,47%. A brita apresentou módulo de finura igual a 1,06 e a partir dos resultados da granulometria pôde-se perceber que, de acordo com a tabela de Limites granulométricos de agregado graúdo (NBR 7211), está na coluna 9,5/25, que corresponde à menor dimensão e à maior dimensão do agregado graúdo, respectivamente. E o índice de finura do cimento foi de 1,652%.

O resultado da resistência mecânica é mostrado na Tabela 2, sendo f_{cm} a resistência média e o C.Ve o coeficiente de variação dentro do ensaio, calculado e avaliado a partir da NBR 5739 (ABNT, 2007). Em geral, a avaliação do ensaio de acordo com o coeficiente de variação dentro do ensaio foi

de bom a excelente, sendo apenas o ensaio de 28 dias a 5% do resíduo de caulim classificado como razoável.

Tabela 2: Resultado do ensaio de resistência 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
5%RG	0,2	20	3,22	24,5	0,87	31,5	3,41
5%RC	0,2	16,5	1,3	18,5	1,62	20,5	5,24

A influência dos resíduos no concreto e a interação entre as variáveis relacionadas, foi analisada a partir da análise estatística pela ANOVA, no programa Assistat 7.7. Os resultados são apresentados na Tabela 3. Sendo o fator idade significativo por ter diferença entre a fcm com o passar do tempo. E observando-se que o fator mistura também deu significativo, fez-se a relação entre os dois fatores, relacionando as misturas contendo os resíduos com a mistura de referência. Com isso, percebe-se que os melhores resultados foram para a substituição parcial do resíduo de granito, pois não houve diferença significativa com a mistura de referência, nas idades de 14 e 28 dias. Assim como o resíduo de granito apresentou o melhor comportamento mecânico aos 28 dias, excendo o limite de 25 MPa estabelecido pela dosagem utilizada e padrão mínimo exigido pela NBR6118 para estruturas de concreto Armado.

Tabela 3: Resultado da ANOVA em relação à resistência.

Fator	GDL	QM	Fcal	F0,05	Significância
Idade	2	133,47	8,47	3,29	S
Mistura	2	251,8	15,97	3,29	S
I7REF X I7G	1	75,62	4,13	4,79	S
I7REF X I7C	1	202,5	4,13	12,85	S
I14REF X I14G	1	0	4,13	0	NS
I14REF X I14C	1	90	4,13	5,71	S
I28REF X I28G	1	40	4,13	2,54	NS
I28REF X I28C	1	122,5	4,13	7,77	S
ERRO	36	15,76			

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos observou-se que, para a produção de concreto, o resíduo de granito foi o que apresentou maior viabilidade por não haver diferença significativa relacionando-o com a mistura de referência. Assim, podendo incorporar o resíduo de granito com maior confiança na produção de concreto, e dando uma destinação adequada contribuindo com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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. Cimento Portland - Determinação da Finura Por Meio da Peneira 75 Micrometros. NBR 11579. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Agregados para concreto. NBR 7211. São Paulo, 2009.
- Andreola, F.; Barbieri L.; Corradi, A.; Lancellotti, I.; Manfredini, T.; Utilisation of municipal incinerator grate slag for manufacturing porcelainized stoneware tiles manufacturing. Journal of the European Ceramic Society; v.22, p.1457-1462, 2002.
- 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.
- Rezende, M. L. S.; Menezes, R. R.; Neves G. A.; Nascimento, J. W. B.; Leal, A. F.; Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação; Ouro Preto, 2008.