

CARACTERIZAÇÃO DAS ARGILAS DE ALEGRE - ES*

Euzébio Bernabé Zanelato¹

Jonas Alexandre²

Afonso Rangel Garcez de Azevedo²

Markssuel Teixeira Marvila³

Sergio Neves Monteiro⁴

Thuany Espírito Santo de Lima⁵

Gustavo de Castro Xavier⁶

Giovanni Bruzzi⁷

Resumo

A indústria de rocha ornamental é um mercado estratégico de grande importância para diferentes regiões do país, em especial para o sul do estado do Espírito Santo. O município de Cachoeiro é reconhecido como o maior polo de rocha ornamental, apresentando centenas de indústrias destinadas a este setor além de municípios próximos com grande disponibilidade de rochas. Apesar da importância deste setor, o impacto ambiental gerado pela indústria de rocha ornamental é significativa e diversas medidas são realizadas visando a diminuição do impacto ambiental. O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização das argilas do município de Alegre para impulsionamento do setor cerâmico local visando o reaproveitamento do resíduo gerado pela indústria de rocha ornamental. Foi realizado um mapeamento da região para a identificação de jazidas e coletado argilas de quatro diferentes pontos. Para a caracterização das argilas foram realizados os ensaios de granulometria, densidade real dos grãos, Limites de Atterberg e Análise química. Os resultados indicam potencial de utilização de duas argilas da região para utilização em cerâmica.

Palavras-chave: Argila; Caracterização; Resíduo.

CHARACTERIZATION OF CLAYS OF ALEGRE-ES

Abstract

The ornamental rock industry is a strategic market of great importance for different regions of the country, especially for the southern state of Espírito Santo. The municipality of Cachoeiro is recognized as the largest ornamental rock pole, presenting hundreds of industries destined to this sector as well as nearby municipalities with great availability of rocks. Despite the importance of this sector, the environmental impact generated by the ornamental rock industry is significant and several measures are taken to reduce the environmental impact. The objective of this work is to perform the characterization of the clays of the city of Alegre to boost the local ceramic sector aiming at the reuse of the waste generated by the ornamental rock industry. A mapping of the region was carried out to identify deposits and collected clays from four different points. For the characterization of the clays were carried out the tests of granulometry, real density of the grains, Atterberg Limits and Chemical analysis. The results indicate potential of use of two clays of the region for use in ceramics.

Keywords: Clay; Characterization; Residue.

¹ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

³ *Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

⁴ *Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

⁵ *Engenheira Civil, mestre em Estruturas, LECIV, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

⁶ *Engenheiro Civil, doutor em Geotecnia, LECIV, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

⁷ *Estudante de Engenharia Civil, LECIV, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O mercado de rocha ornamental é um importante setor da economia brasileira, gerando um grande movimento em exportações. O retorno na economia deste setor tem sido a principal fonte de desenvolvimento das regiões onde estão instaladas as indústrias.

A geração de empregos deste setor vai desde as pedreiras que retiram as matérias primas da natureza, até o transporte para as centenas de indústrias onde esta rocha receberá o beneficiamento. Além da geração de empregos de forma direta, existe toda uma movimentação financeira de forma indireta para dar infraestrutura para a indústria de rocha ornamental, o que torna este setor fundamental para a economia.

O processamento para o beneficiamento das rochas ornamentais vai desde o corte dos blocos até o polimento com o acabamento final. No entanto, são justamente nestas duas etapas que é gerado o resíduo de rocha ornamental.

Por ano, são gerado em média 800.000 toneladas de resíduo de rocha ornamental concentrados principalmente nos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Ceará. A destinação mais comum por muito tempo foi em corpos d'água, no entanto, com a fiscalização ambiental mais rigorosa, a indústria se viu obrigada a tratar o resíduo e despejar a lama com o resíduo concentrado em aterros sanitários [1].

A destinação para aterros sanitários, apesar de ser uma opção melhor que o despejo em rios, apresenta alto custo de transporte e construção de aterros além de ser um destino considerado como lixo descartável.

Uma das formas que vem sendo estudadas para amenização dos impactos ambientais promovidos pelo descarte do resíduo de rocha ornamental é o seu reaproveitamento [2]. O resíduo pode ser incorporado em diferentes materiais da construção civil como em argamassas [3], concretos [4], blocos cerâmicos [5] e telhas [6]. Todas essas incorporações não só apresentam uma destinação de redução do impacto ambiental, como também, apresentam melhora no desempenho dos materiais com a incorporação do resíduo de rocha ornamental.

Um exemplo claro deste aumento do desempenho foi o trabalho realizado no município de Campos dos Goytacazes, as propriedades mínimas exigidas por norma para fabricação de telhas só foram obtidas quando incorporado 15% de resíduo de rocha ornamental [6].

Com o claro destino de baixo impacto ambiental e possibilidade de melhora no desempenho dos materiais cerâmicos, faz-se necessário o desenvolvimento do setor cerâmico na região onde o resíduo é gerado.

O município de Alegre-ES fica estrategicamente posicionado próximo à municípios com grande movimentação do setor de rocha ornamental como Castelo-ES e principalmente Cachoeiro do Itapemirim-ES, conforme Figura 1.

O desenvolvimento do mercado cerâmico no município de Alegre contribuirá com o aumento da demanda por utilização do resíduo para fabricação das peças cerâmicas, diminuindo a parcela de resíduo que não é reaproveitada e é descartada em aterros sanitários.

Para que seja desenvolvido o mercado cerâmico no município faz-se necessário um trabalho preliminar de investigação local para a identificação e caracterização de jazidas.

O objetivo deste trabalho é realizar o mapeamento para identificação de jazidas e caracterizar as argilas para verificação de potencial aproveitamento na produção cerâmica.

A determinação da densidade real dos grãos foi realizada conforme a NBR 6457 [10] e NBR6458 [11], com a utilização do picnômetro.

A composição química foi obtida através da Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios X (EDX), no equipamento SHIMADZU EDX 700. Com o ensaio foi possível identificara as quantidades de cada um dos elementos químicos presentes na argila.

2.3 Resultados

A granulometria dos materiais pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 – Granulometria dos solos.

Amostra	Porcentagens Granulométricas						Sílte	Argila
	Pedregulho			Areia				
	Grosso	Médio	Fino	Grossa	Média	Fina		
Arg A	-	-	-	3,9	10,2	21,2	56,6	8,1
Arg B	-	-	-	0,9	1,9	3,4	39,9	53,9
Arg C	-	-	-	2,2	3,1	6,9	39,5	48,3
Arg D	-	-	-	2,5	7,9	19,4	51,1	19,1

As argilas A e D apresentaram volume de finos não tão expressivos, 64,7% e 70,2% respectivamente na fração Sílte + argila. Já as argilas B e C apresentaram significativo volume de finos, 93,8% e 87,8% respectivamente.

O grande volume de grãos com diâmetro elevado apresentado pelas argilas B e C tendem a apresentar baixa plasticidade e prejudicam a moldagem dos corpos de prova em cerâmica.

As argilas B e C apresentaram granulometria adequada para utilização em cerâmica se comparada a de outros autores que identificaram argilas para o mesmo fim [12-14].

A densidade real dos grãos e os limites de Atterberg encontrados neste artigo e por outros pesquisadores que analisaram argilas para utilização em cerâmica, PEDROTI [12], ALMEIDA [13] e ALEXANDRE, J. [14], são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Densidade real dos grãos e índices de Atterberg.

	ARGILAS DE ALEGRE - ES				PEDROTI	ALMEIDA	ALEXANDRE
	Arg. A	Arg B	Arg C	Arg D	(2007)	(2012)	(2015)
	Arg. A	Arg B	Arg C	Arg D	ARGILA	ARGILA	ARGILA
LL	15,3	58,2	51,1	23,2	59,5	59	73
LP	7,1	29,2	24,7	10,5	30,2	32,4	28,3
IP	8,2	29,0	26,4	12,7	29,3	26,6	44,7
Yg	2,77	2,66	2,68	2,79	2,81	2,64	2,60

Os resultados de plasticidade pelos limites de Atterberg indicam que as argilas A e D não se enquadram nos parâmetros recomendados para aplicação em cerâmica vermelha, 30 a 60% para LL, 15 a 30% para LP e 10 a 30% para IP.

As argilas B e C apresentaram resultados intermediários aos limites sugeridos para aplicação em cerâmica vermelha e portanto apresentam potencial para utilização em cerâmica vermelha.

Vale ressaltar que os resultados obtidos no ensaio de plasticidade estão em acordo com o obtido na granulometria onde quanto mais fino foi a argila analisada, maior a plasticidade. Assim, a argila B apresentou a maior plasticidade.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na análise quantitativa dos elementos químicos presentes nas argilas da pesquisa.

Tabela 3 – Composição química dos materiais.

AMOSTRA	Elementos (%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂	CaO	NaO ₃	Outros
Arg A	79,44	5,93	3,45	2,22	1,95	3,41	2,22	1,38
Arg B	47,39	39,55	7,09	0,99	1,54	1,69	0,92	0,83
Arg C	45,33	42,29	9,22	1,11	0,56	0,63	0,33	0,53
Arg D	69,41	13,03	5,33	1,22	1,56	5,61	2,56	1,28

As argilas B e C apresentaram expressiva composição de óxido de silício e de alumínio indicando um forte indicativo de presença de argilominerais como a caulinita (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O), argilomineral comumente verificado por pesquisadores da região Norte Fluminense [12-14]. Já para as argilas A e D verifica-se predominância de óxido de silício, em vista do que foi apresentado na granulometria, e a baixa plasticidade, a presença do óxido pode ser justificada pela possível presença de areia quartzosa. A presença do óxido de silício é ainda mais predominante na argila A.

3 CONCLUSÃO

Com base nos resultados, é possível concluir que:

- As argilas A e D não apresentam potencial para utilização em cerâmica vermelha sem que seja realizada uma mistura com outras argilas ou outros materiais.
- As argilas B e C apresentam grande potencial de utilização em cerâmica vermelha pois apresentam propriedades similares à de outros pesquisadores para o mesmo fim.
- O município de Alegre apresenta grande potencial de crescimento da atividade cerâmica visto que as argilas encontradas em duas jazidas possuem propriedades adequadas para fabricação de cerâmica vermelha. Mais ensaios precisam ser realizados para verificação do real potencial de utilização destas argilas para utilização em cerâmica vermelha, no entanto, segundo os ensaios preliminares, as argilas B e C apresentam grande potencial de utilização.

Agradecimentos

Agradeço à CNPq, FAPERJ e UENF pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. J.M.S. Moreira, M.N. Freire, J.N.F. Holanda. Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, 49(312), 262-267. (2003)
2. Zanelato E.B., Azevedo A.R.G., Alexandre J., Xavier G.C., Aguiar, N. C., Petrucci, L.J.T. Avaliação da incorporação de resíduo de rocha na fabricação de telhas. In: 60º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2016.
3. Y. Singh, A.K.Vyas, K.I. S. A. Kabeer. Compressive Strength Evaluation of Mortars Containing ISF Slag and Marble Powder, *Materials Today: Proceedings*, Volume 4, Issue 9, 2017, Pages 9635-9639.
4. M. Singh, K. Choudhary, A. Srivastava, K. S. Sangwan, D. Bhunia. A study on environmental and economic impacts of using waste marble powder in concrete, *Journal of Building Engineering*, Volume 13, 2017, Pages 87-95.
5. M. J. Munir, S. M. S. Kazmi, Y. Wu, A. Hanif, M. U. A. Khan. Thermally efficient fired clay bricks incorporating waste marble sludge: An industrial-scale study, *Journal of Cleaner Production*, Volume 174, 2018, Pages 1122-1135.
6. Alexandre, J. ; Azevedo, A.R.G. ; Xavier, G.C. ; Zanelato, E.B. ; Manhaes, G.; Oliveira, G. R. . Análise da incorporação de resíduo de fio diamantado na produção de telhas. In: 59º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2015.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). ABNT NBR 7181. Solo – Análise Granulométrica Conjunta. Rio de Janeiro.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). ABNT NBR 7180. Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 2016). ABNT NBR 6459. Solo — Determinação do limite de liquidez.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). ABNT NBR 6457. Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). ABNT NBR 6458. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água.
12. PEDROTI, L. G. (2007). Estudo de conformidades em relação à ABNT de blocos cerâmicos prensados e queimados. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 106p.
13. ALMEIDA, F.F. (2012). Avaliação dos procedimentos convencionais e não convencionais de laboratório para determinação do comportamento mecânico e de durabilidade de materiais cerâmicos. Dissertação de Mestrado em

Engenharia Civil, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
Campos dos Goytacazes – RJ. 105p.

14. Alexandre, J. ; Azevedo, A.R.G. ; Xavier, G.C. ; Zanelato, E.B. ; Manhaes, G.;
Oliveira, G. R. . Análise da incorporação de resíduo de fio diamantado na
produção de telhas. In: 59º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2015.