

CARACTERIZAÇÃO DE CHAMOTE E CASCA DE OVO PARA PRODUÇÃO DE MATERIAL CERÂMICO

Flaviane H. G. Leite^{1*}, Thiago F. Almeida¹ e José Nilson F. Holanda¹

1-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF/PPGECM, 28013-602, Campos dos Goytacazes – RJ flaviane.hg@hotmail.com

ABSTRACT:

Nowadays there is an increasing need for environmental sustainability in the worldwide. One of the major concerns is the final disposal of pollutant solid wastes in an environmentally friendly and economical way. On the other hand, there is also a tendency of scarce natural mineral resources used in the ceramic industry. This has stimulated of special manner towards the application of low-cost alternative raw materials like, for example, solid wastes. This work aims the characterization of solid waste from the red ceramic industry (chamote) and avian eggshell waste from the food industry from Campos dos Goytacazes-RJ region, aiming their use as alternative raw materials for the ceramic sector. The chamote and eggshell samples were subjected to physical, chemical, mineralogical, and thermal characterization using several characterization techniques such as X-ray fluorescence, X-ray diffraction, differential thermal analysis, thermogravimetric analysis, scanning electron microscopy, size particle, loss on ignition particle size analysis. The experimental results indicated that both solid wastes have appropriated characteristics to be used as alternative raw materials for ceramic use. The recycling of these solid wastes also helps to prevent the environmental pollution.

Keywords: chamote, eggshell, characterization, recycling.

RESUMO:

Na atualidade existe uma crescente necessidade de sustentabilidade ambiental no mundo. Uma das questões de grande importância é a disposição final de resíduos sólidos poluentes de forma ambientalmente correta e econômica. Por outro lado, observa-se também uma tendência de escassez dos recursos minerais naturais utilizados na indústria cerâmica. Isto tem estimulado de maneira especial a pesquisa em direção à aplicação de matérias-primas alternativas de baixo custo como, por exemplo, resíduos sólidos. Este trabalho tem como objetivo a caracterização de resíduo sólido proveniente da indústria de cerâmica vermelha (chamote) e casca de ovo galináceo proveniente da indústria alimentícia da região de Campos dos Goytacazes-RJ, visando seu emprego como matérias-primas alternativas para o setor cerâmico. As amostras de chamote e casca de ovo foram submetidas à caracterização física, química, mineralógica e térmica através do uso de diversas técnicas de caracterização de materiais tais como: fluorescência de raios-X, difração de raios-X, análise térmica diferencial, análise térmica gravimétrica, perda ao fogo e análise granulométrica. Os resultados experimentais indicam que ambos resíduos sólidos apresentam características apropriadas para serem usados como matérias-primas alternativas para aproveitamento cerâmico. O reaproveitamento destes materiais de resíduos sólidos também contribui para prevenir a poluição ambiental.

Palavras-chave: chamote, casca de ovo, caracterização, reciclagem.

INTRODUÇÃO

A indústria de cerâmica vermelha no Brasil tem grande importância no cenário da construção civil devido à expressiva produção nacional de blocos cerâmicos, telhas, manilhas e elementos vazados [1]. O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro é responsável por cerca de 40 % da produção fluminense de cerâmica vermelha [2]. Na

fabricação desses produtos ocorre à formação de um subproduto proveniente de rejeitos de material cerâmico originado na etapa de queima, que pode eventualmente retornar ao processo, após trituração, gerando um resíduo conhecido como chamote [2-5].

A casca de ovo é considerada um resíduo sólido pouco explorado. Ela contém expressiva quantidade de CaCO₃ (carbonato de cálcio), a qual pode ser fonte de matéria-prima alternativa não-renovável, além de

diminuir o problema de poluição reduzindo o volume de lixo e a necessidade de locais para sua deposição [6,7].

A produção mundial de casca de ovo galináceo pode chegar a 59,2 milhões de toneladas por ano, como a casca pesa 10 % do peso total do ovo, podemos concluir que são gerados aproximadamente 5,92 milhões de toneladas de resíduos por ano em todo o mundo [8].

A reutilização e a reciclagem de resíduos, após a detecção de suas potencialidades são consideradas atualmente alternativas que podem contribuir para a diversificação de produtos, diminuição dos custos de produção, fornecer matérias-primas alternativas para uma série de setores industriais, conservação de recursos não renováveis e, principalmente, melhoria da saúde da população [9].

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização mineralógica, física, térmica e química do resíduo de chamote e casca de ovo provenientes do município de Campos dos Goytacazes - RJ. Para tal caracterização, foram utilizados os seguintes métodos de análises: fluorescência de raios X, difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura, análise granulométrica e análises térmicas.

Experimental

Neste trabalho foram utilizadas amostras de chamote e casca de ovo, ambos coletados em Campos dos Goytacazes-RJ. Após a coleta do chamote, o mesmo foi submetido a processo de cominuição via trituração em moinho de martelo. Em seguida foi submetido à moagem em moinho de bolas com esferas de porcelana de diferentes diâmetros durante duas horas a fim de reduzir sua granulometria. Após o processo de cominuição, o resíduo de chamote foi secado durante 24 h em estufa a 110 °C e depois passado na peneira de 150 mesh (106 µm

ASTM).

A casca de ovo galináceo coletada também foi seca, moída e peneirada nas mesmas condições do resíduo de chamote.

A análise mineralógica qualitativa da amostra em forma de pó foi feita via difração de raios-X com um difratômetro de raios-X convencional (Shimadzu, XRD-7000), utilizando-se radiação monocromática de Cu-K α .

A composição química foi determinada por fluorescência de raios-X (Shimadzu, XRD-7000). A perda ao fogo (PF) foi determinada de acordo com a Equação 1:

$$PF (\%) = \frac{M_s - M_c}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

onde M_s é a massa da amostra seca (g) a 110 °C e M_c é a massa da amostra calcinada (g) a 1000 °C durante 1h.

A análise granulométrica do resíduo foi determinada via processo combinado de peneiramento e sedimentação de acordo com procedimentos padronizados na norma NBR 7181.

Análise morfológica das partículas de resíduo foi feita via microscopia eletrônica de varredura utilizando-se um microsocópio eletrônico de varredura marca Shimadzu, SSX-550, após cobertura da amostra com uma fina camada de platina.

As análises térmicas (ATD e TG) foram realizadas em um analisador térmico simultâneo ATG-ATD (Shimadzu, DTG-60H), sob atmosfera de ar e taxa de aquecimento de 10 °C/Min.

Resultados e Discussão

De acordo com o difratograma de raios-X mostrado na Figura 1-a, pode-se observar que a amostra de resíduo de casca de ovo galináceo apresentou todos os picos de difração característicos da calcita (CaCO₃). Já a amostra de resíduo de chamote apresentado

na Figura 1-b, pode-se notar picos de difração característicos das seguintes fases cristalinas: quartzo (SiO_2), mica muscovita ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$), feldspato potássico (KAlSi_3O_8) e hematita (Fe_2O_3). As argilas usadas no pólo de cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes-RJ são ricas em caulinita. Porém, como o chamote passou por uma etapa de queima superior a $600\text{ }^\circ\text{C}$, não é possível observar picos de difração da caulinita. Isto é devido a sua transformação para a metacaulinita amorfa.

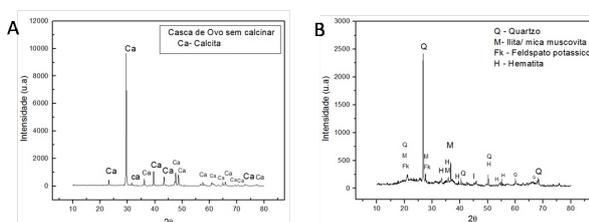


Figura 1- Difratograma de raios-X do resíduo de (a) casca de ovo e (b) chamote.

A Tabela 1 apresenta os resultados da composição química e perda ao fogo das matérias-primas utilizadas. Pode-se notar que os resultados da composição química da casca de ovo e do chamote estão de acordo com os resultados de difração de raios-X (Fig. 1). Verifica-se que a composição química do pó da casca de ovo é basicamente constituída de óxido de cálcio (CaO). Já o chamote é constituído principalmente por sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) e óxido de ferro (Fe_2O_3), além de quantidades menores de óxidos de potássio, cálcio, manganês e outros. Os altos teores de sílica e alumina indicam que o resíduo é rico em metacaulinita ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). O óxido de ferro é geralmente encontrado nas argilas de Campos dos Goytacazes- RJ, bem como é responsável pela coloração avermelhada do chamote proveniente da cerâmica vermelha.

O resultado da distribuição do tamanho de partículas do resíduo da casca de ovo e do chamote estão apresentadas na Figura 2-a,b.

Tabela 1: Composição química do chamote e casca de ovo (% em peso).

Óxidos %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	SO_3	CaO	MnO	SrO	ZrO_2	Outros	*P.F
Chamote	46,5	36,37	9,09	2,40	1,97	0,64	0,11	0,01	-	1,69	1,2
Casca de Ovo	-	-	-	0,80	0,99	52,5	-	0,10	-	-	45,6

*P.F = Perda ao fogo

O resultado da distribuição do tamanho de partículas do resíduo da casca de ovo e do chamote estão apresentadas na Figura 2-a,b. As amostras indicam que o resíduo de casca de ovo contém apenas 1 % de suas partículas na fração argila ($< 2\text{ }\mu\text{m}$), porém apresenta alto teor de partículas na fração areia fina ($63 < x \leq 200\text{ }\mu\text{m}$) com cerca de 56 % e silte ($2 < x \leq 63\text{ }\mu\text{m}$) com cerca de 43 %. Já o chamote é contém 9 % de fração argila ($< 2\text{ }\mu\text{m}$) e é rico em partículas na fração silte ($2 < x \leq 63\text{ }\mu\text{m}$) com cerca de 69 % e areia fina ($63 < x \leq 200\text{ }\mu\text{m}$) com cerca de 22 %.

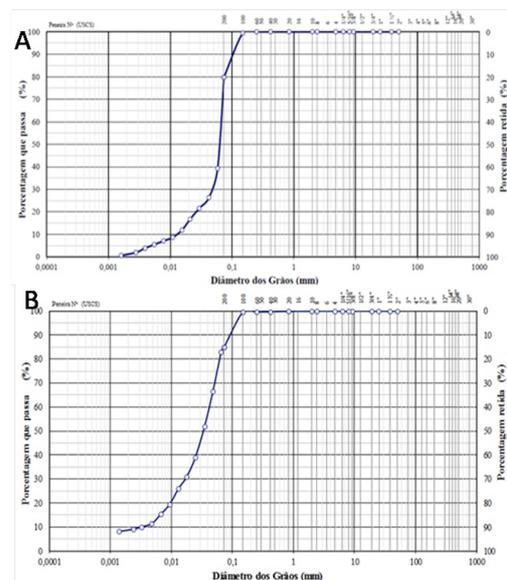


Figura 2- Distribuição do tamanho de partículas do resíduo da (a) casca de ovo e (b) chamote.

A micrografia do pó da casca de ovo obtida por microscopia eletrônica de varredura (MEV) está apresentada na Figura 3-a, onde é possível observar partículas irregulares e uma vasta gama de tamanhos de partículas, que corroboram os resultados obtidos na análise granulométrica (Figura 2-a). A micrografia do

pó de chamote está apresentada na Figura 3-b, onde se notam pequenas partículas de textura rugosa que principalmente podem estar associadas às partículas de metacaulinita.

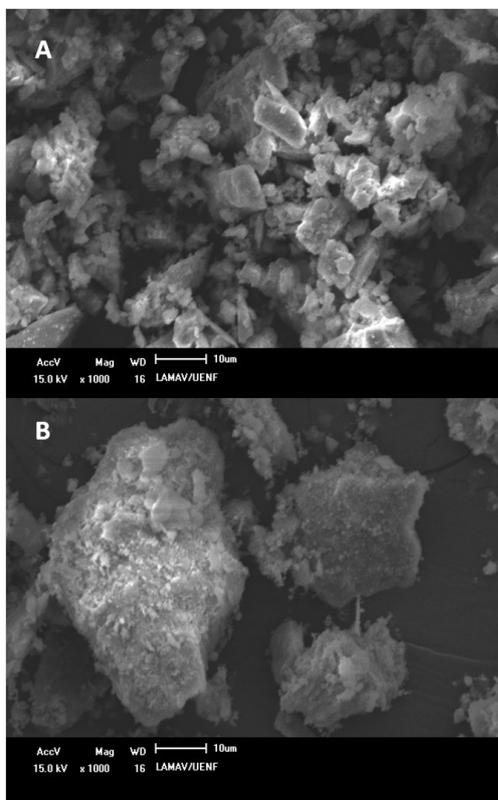


Figura 3: Micrografias de MEV do resíduo de (a) casca de ovo e (b) chamote, com um aumento de 1000 X.

As análises térmicas (ATD e ATG) da casca de ovo estão apresentadas na Figura 4-a, onde se pode observar elevada perda de massa em três etapas distintas. Na primeira etapa ocorre um pico endotérmico atribuído à remoção de água fisicamente adsorvida sobre as partículas do pó de resíduo de casca de ovo com uma perda de massa de aproximadamente 5,47 %, em uma faixa de temperatura entre 165 °C e 415 °C. Em 534,2 °C observa-se um pico exotérmico com uma perda de massa de 3,27 %, que está relacionado com a decomposição da matéria orgânica. E na última etapa ocorre à perda de massa de 38,51 % a 842,6 °C, que está relacionada à liberação de CO_2 proveniente da decomposição do CaCO_3 . Já no resíduo de chomote (Figura4-b), pode se

observar um pico endotérmico com pequena perda de massa no intervalo de 150 °C – 200 °C que está associado à perda de água fisicamente adsorvida. A 927,6 °C ocorre um pico exotérmico com pouca alteração de massa, atribuído à nucleação da mulita.

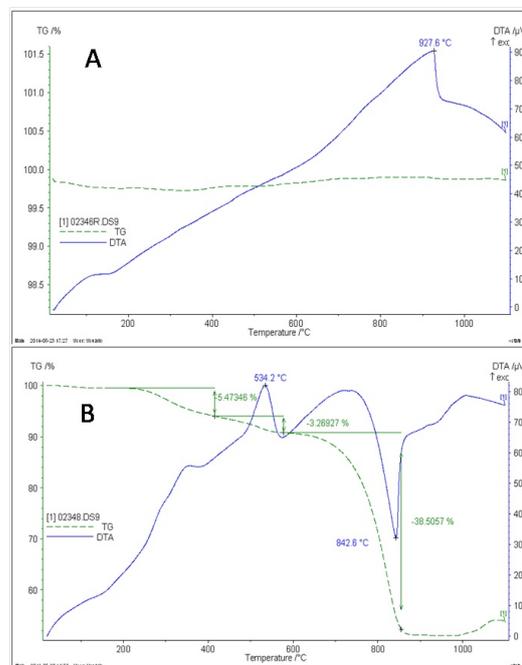


Figura 4: Análises Térmicas (ATD e ATG) da (a) casca de ovo e do (b) chamote

Conclusões

Neste trabalho os resultados experimentais da caracterização do resíduo de chamote e casca de ovo permitem as seguintes conclusões:

O resíduo de chamote é predominantemente constituído por sílica e alumina, que se apresentam formando o quartzo e aluminossilicatos. Pode-se observar também uma notável porcentagem em peso de Fe_2O_3 o que confere a cor avermelhada do resíduo. Já a casa de ovo é basicamente constituída de carbonato de cálcio. Os dois resíduos do ponto de vista granulométricos são rico em partículas nas frações silte e areia.

Portanto, ambos os resíduos têm grande potencial para ser usado como uma matéria-prima alternativa de baixo custo na

fabricação de produtos cerâmicos, inclusive de cerâmica vermelha. Sendo uma importante fonte de sílica e cálcio.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e FAPERJ pelo apoio financeiro.

Referências

- 1- GOUVEIA, F.P. (2008) Efeito da incorporação de chamote (resíduo cerâmico queimado) em massas cerâmicas para a fabricação de blocos de vedação para o distrito federal- DF. Um estudo experimental. Universidade de Brasília, Brasília- DF.
- 2- VIEIRA, C. M. F., HOLANDA, J. N. F., & PINATTI, D. G., (2000) Caracterização de Massa Cerâmica Vermelha Utilizada na Fabricação de Tijolos na Região de Campos dos Goytacazes-RJ. *Cerâmica*. vol. 46, n 297, p. 14– 17. ISSN 0366-6913.
- 3- VIEIRA, C. M. F., SOUZA, E. T. A., & MONTEIRO, S. N., (2004) Efeito da incorporação de chamote no processamento e microestrutura de cerâmica vermelha. *Cerâmica*. vol.50, n.315, p. 254-260. ISSN 0366-6913.
- 4- FILHO, R.F. (1997) A Utilização do Rejeito Industrial Cerâmico - Chamote - como Fator de Qualidade na Fabricação de Elementos Cerâmicos: um Estudo Experimental. *Cerâmica*.vol.43, n.281-282, p.133-139.
- 5- VIEIRA, C.M.F., & MONTEIRO, S.N. (2007) Effect of grog addition on the properties and microstructure of a red ceramic body for brick production. *Construction and Building Materials*. Vol. 21, p. 1754–1759.
- 6- OLIVEIRA, D. A., BENELLI, P., & AMANTE, E.R. (2009) Valorização de Resíduos Sólidos: Casca de Ovos como Matéria-Prima no Desenvolvimento de Novos Produtos. 2nd International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo , Brazil
- 7- FREIRE, M.N., SOUSA, S.J.G., & HOLANDA, J.N.F. (2008) Using eggshell in red wall tiles. *Waste and Resource Management*, v. 161, p. 23-27.
- 8- SIMONS, P. (2007) Consumo de ovos deve aumentar. *Redação Avicultura Industrial*. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/xx-congresso-consumo-de-ovos-deve-aumentar-diz-especialista-holandes/20071101102907_29570.
- 9- MENEZES, R.R., ALMEIDA,R.R, SANTANA, L.L., FERREIRA, H.S, NEVES, G.A., & FERREIRA, H.C. (2007) Utilização do Resíduo do Beneficiamento do Caulim na Produção de Blocos e Telhas Cerâmicos . *Revista Matéria*, v. 12, n. 1, pp. 226 – 23.