

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO DA CERÂMICA VERMELHA SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE QUEIMA

N.L. Gomes (1); R.L.P do Nascimento (1); H.S. Ferreira (2);
D.A. de Macedo (2); R.P.S. Dutra (2)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB - Campus Universitário
João Pessoa – PB, CEP: 58051-900
e-mail: natalia_lacerda90@hotmail.com

1 - Curso de Graduação em Engenharia de Materiais – CGEMat / UFPb
2 - Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPCEM / UFPb

RESUMO

Um dos resíduos industriais atualmente gerados em grandes quantidades é o resíduo proveniente da queima de produtos da indústria de cerâmica vermelha, seja pela quebra dos produtos ou por estes estarem fora das especificações técnicas. Neste trabalho foi realizada uma análise do resíduo de produtos obtidos em laboratório sob diferentes condições de processamento térmico, com variação das temperaturas de queima de 500, 700, 900 e 1100 °C. Os resíduos foram caracterizados por fluorescência de raios X, difração de raios X e análise térmica. Os resultados apontam que as condições de queima influenciam nas fases geradas e no comportamento térmico dos resíduos, os quais devem ter aplicações específicas para seu aproveitamento.

Palavras-chave: Resíduo, Cerâmica vermelha, Queima

INTRODUÇÃO

A indústria de cerâmica vermelha tem se desenvolvido, cada vez mais, com o passar do tempo. Porém, essa crescente evolução traz consigo alguns problemas, como a geração de resíduos sólidos. Esses resíduos são oriundos de perdas, durante o processamento, por falhas na qualidade do produto. A deficiência dos produtos decorre, principalmente, da etapa de queima do material cerâmico [1].

Esses resíduos podem ser utilizados em diversos segmentos industriais, como na própria indústria de cerâmica vermelha, através da reinserção deste material no próprio processo produtivo que o gerou, no setor de materiais cimentícios, em substituição a pozolana e na área de cerâmica de revestimento [2].

A utilização do resíduo em cerâmica vermelha pode ter reflexos positivos sobre todo o processo produtivo. Por isso, esse produto é um dos materiais não plásticos com possibilidades de ser incorporado em massas para a produção de cerâmicas. A adição do resíduo à uma massa cerâmica permite seu aproveitamento na fabricação de produtos de boa qualidade e, ainda, contribui para reduzir a poluição ambiental [3].

Ainda assim, existem empecilhos quanto a adição do resíduo à massa cerâmica, pois os mesmos podem ter origens diversas, o que vem a dificultar análises posteriores dos produtos acabados. Esse material pode resultar de produtos que não atingiram uma temperatura de queima satisfatória, ou foram super queimados, ou trincados e quebrados, ou até mesmo de um descontrole do ciclo de queima, com queima muito lenta ou muito rápida ou também pela não uniformidade de geometria e cores [1].

Diante dessas variáveis, dependendo de como tenha sido originado, o resíduo, quando reutilizado e adicionado em diferentes percentuais em formulações diversas, influenciará de maneira diferente nas características e propriedades do material receptor.

Este trabalho tem como objetivo obter e caracterizar resíduos cerâmicos obtidos em laboratório, a partir de blocos cerâmicos da indústria de cerâmica vermelha, sob diferentes condições de queima rápida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste trabalho foram uma massa argilosa e blocos cerâmicos, ambos provenientes da indústria de cerâmica vermelha. A massa argilosa foi coletada no pátio de armazenamento da indústria, a qual já havia passado por todo processo de formulação e preparação. Já os blocos foram coletados logo após a conformação por extrusão.

Os blocos coletados foram utilizados para que a partir deles fossem produzidos os resíduos cerâmicos. Inicialmente os blocos foram secos ao ar, em estufa e queimados nas seguintes condições: temperaturas de queima de 500 °C, 700 °C, 900 °C e 1100 °C, a taxa de aquecimento foi de 10 °C/min (considerada uma taxa rápida para este tipo de produto) e a permanência na temperatura final foi de 20 minutos.

Após o tratamento térmico, os blocos foram triturados e moídos. Após a moagem, o material foi peneirado em peneira de malha 40 ASTM e, em seguida, submetidos a caracterização com o objetivo de determinar as características físico-químicas e mineralógicas das matérias-primas, através de análises por fluorescência de raios X, difração de raios X e análise térmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições químicas das matérias-primas utilizadas no trabalho foram determinadas a partir da técnica de Fluorescência de Raios X (FRX). A Tabela 1 apresenta os resultados observados.

A partir dos resultados observados na Tab. 1, percebe-se que o principal constituinte das amostras é o óxido de silício (SiO_2), com percentagens variando entre 55,71 %, para a massa argilosa (amostra AR) e 65,64 %, para o bloco queimado à temperatura de 1100 °C. Isso indica a presença de silicatos e sílica livre. Os silicatos são os argilominerais, as micas e os feldspatos e a sílica livre corresponde ao quartzo [4].

Quanto aos teores do óxido de alumínio (Al_2O_3) e do óxido de ferro (Fe_2O_3) observam-se valores relativamente elevados, sendo o último responsável por conferir cor avermelhada após a queima dos corpos de prova, além de reduzir a plasticidade, diminuir a retração, facilitar a secagem e piorar a resistência mecânica. Os óxidos de alumínio estão em sua maior parte combinados, formando os argilominerais [4].

Já os álcalis K_2O , CaO , MgO e Na_2O , que tem função de fundente, reduzindo assim, a temperatura de sinterização e proporcionando a vitrificação do material após queima, apareceram em pequenas quantidades. Os óxidos de sódio

(Na₂O) e potássio (K₂O) geralmente apresentam-se na forma de feldspatos e conferem resistência mecânica quando sinterizados entre 950 °C e 1000 °C [4].

Tabela 1. Composição química das matérias-primas.

ÓXIDOS	MATÉRIAS-PRIMAS (%)					
	AR	BL0	BL500	BL700	BL900	BL1100
SiO ₂	55,71	56,01	59,78	62,13	63,80	65,64
Al ₂ O ₃	18,75	18,41	19,77	18,68	18,70	17,52
Fe ₂ O ₃	7,12	7,29	7,80	7,92	7,70	6,85
K ₂ O	2,47	2,75	2,87	2,93	3,06	3,24
CaO	2,03	1,77	1,79	1,88	1,91	1,94
MgO	1,79	1,76	1,91	1,88	1,76	1,36
TiO ₂	1,08	1,08	1,13	1,16	1,10	1,00
Na ₂ O	0,90	0,97	1,03	1,13	1,34	1,93
Outros óxidos	0,64	0,65	0,73	0,67	0,63	0,52
*PF	9,51	9,31	3,20	1,62	-	-

*Perda ao Fogo

O óxido de titânio (TiO₂) está presente com percentuais variando entre 1,16% e 1,00%, o qual pode ser considerado como contaminante [4].

O valor obtido de perda ao fogo, de 9,51%, evidencia uma razoável quantidade de matéria orgânica presente na massa argilosa, assim como para a amostra procedente do bloco que não sofreu tratamento térmico, o qual apresentou uma perda ao fogo de 9,31%, mostrando-se tal valor semelhante ao da massa argilosa, uma vez que esses materiais têm mesma procedência. Além desses, foram obtidos os valores de perda ao fogo das amostras sinterizadas às temperaturas de 500 e 700 °C, que mesmo já tendo sido queimadas anteriormente, ainda apresentaram quantidades relativamente baixas de matéria orgânica e compostos, os quais são originados durante a queima do material. Em contrapartida, não foram obtidos os valores de PF dos chamotes obtidos a 900 e 1100 °C, devido ao fato desses já terem sido queimados a temperaturas consideradas elevadas, onde possivelmente já ocorreu a combustão da matéria orgânica, a perda de hidroxilas, a decomposição de carbonatos e fusão parcial dos álcalis [5].

O difratograma da Fig. 1 mostra as principais fases presentes nas matérias-primas utilizadas no trabalho.

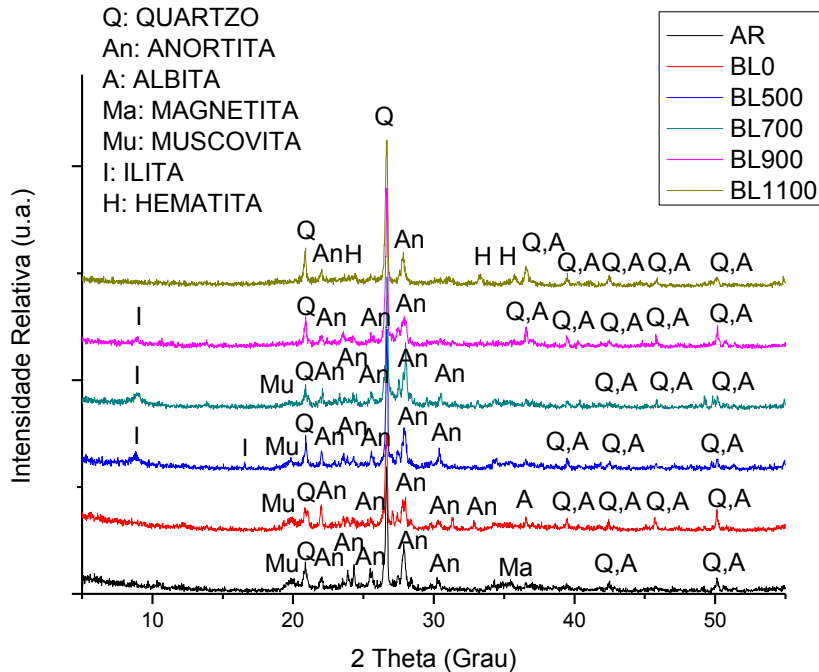


Figura 1 – Difratogramas das matérias-primas.

É possível verificar a partir do difratograma a presença predominante, em todas as matérias-primas analisadas, de SiO_2 , sob sua forma livre, o quartzo. O quartzo atua como preenchimento, sendo a fase estável à temperatura de sinterização, reduzindo a retração e distorção da peça cerâmica [6].

Foram encontrados também os minerais anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), muscovita ($\text{KAl}_2(\text{SiAl}_3)\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$), magnetita (Fe_3O_4) e hematita (Fe_2O_3), ilita ($(\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,\text{H}_2\text{O}]$). Os três primeiros apresentam em sua constituição elementos que atuam como fundentes, tais como o cálcio, o sódio e o potássio. Já a magnetita e a hematita contêm ferro, que dá a cor característica das cerâmicas vermelhas.

A albita e a anortita pertencem à mesma família, dos feldspatos, os quais têm a característica de reagir com outros constituintes, reduzindo a temperatura de sinterização das peças [6]. A diferença entre elas é que a primeira é rica em sódio e a segunda em cálcio. Estas estão presentes em grandes quantidades em todas as matérias-primas. Porém, existem picos que desaparecem à medida que submete o material a temperaturas mais elevadas, como é o caso do pico próximo a 30° .

A muscovita e a illita podem relacionar-se, de forma que se enquadram em um mesmo grupo de minerais. Matérias-primas contendo illita são largamente usadas na produção de artefatos de base vermelha. Esses minerais têm forte característica de fundentes, pois são fontes de potássio, que é o principal agente de sinterização da massa cerâmica [5]. Como aconteceu para os minerais citados acima, a intensidade de muscovita e illita, em geral, também diminui ao expor os blocos cerâmicos à temperaturas mais altas. Podendo-se citar o colapso na estrutura cristalina revelada pelo desaparecimento dos picos [7] que antes existiam nos ângulos de 10° e 20° .

Os minerais magnetita e hematita manifestaram-se em algumas amostras como traços, devido a baixa presença destes nos resultados apresentados. Nos resíduos, as reflexões características da hematita estão difusas e pouco expressivas, porém, à medida que se eleva a temperatura, percebe-se uma reestruturação cristalina, marcada por uma melhor definição de seus picos, realçados por um aumento na sua intensidade e uma melhor simetria [7].

As análises térmicas determinadas apresentaram os seguintes resultados mostrados na Fig. 2.

A Figura 2a mostra as curvas obtidas de TGA e DTA para a massa argilosa. A curva de TGA, apresenta perda de massa, desde a temperatura inicial, até aproximadamente, 1000°C , que foi a temperatura final do ensaio. A perda de massa total foi de aproximadamente 10 %. Ao analisar as curvas de DTA, percebe-se a presença de dois picos endotérmicos, os quais podem ser associados às perdas de massa na TGA. Ao primeiro pico, a aproximadamente 70°C , é atribuído a eliminação de água livre, que se encontra sobre a superfície das partículas da massa e o segundo, a aproximadamente 470°C , está relacionado com parte da decomposição da matéria orgânica e perda de hidroxilas [8, 9].

Na TGA da Fig. 2b, houve, inicialmente, perda de massa até aproximadamente 650°C , com posterior ganho de massa até a temperatura aproximada de 730°C e novamente uma perda, menos expressiva, até a temperatura final do processo. Na curva de DTA, ocorreram três picos, dois deles endotérmicos e o outro exotérmico, possivelmente relacionado ao ganho de massa, em que devem ter ocorrido transformações propiciando esse aumento.

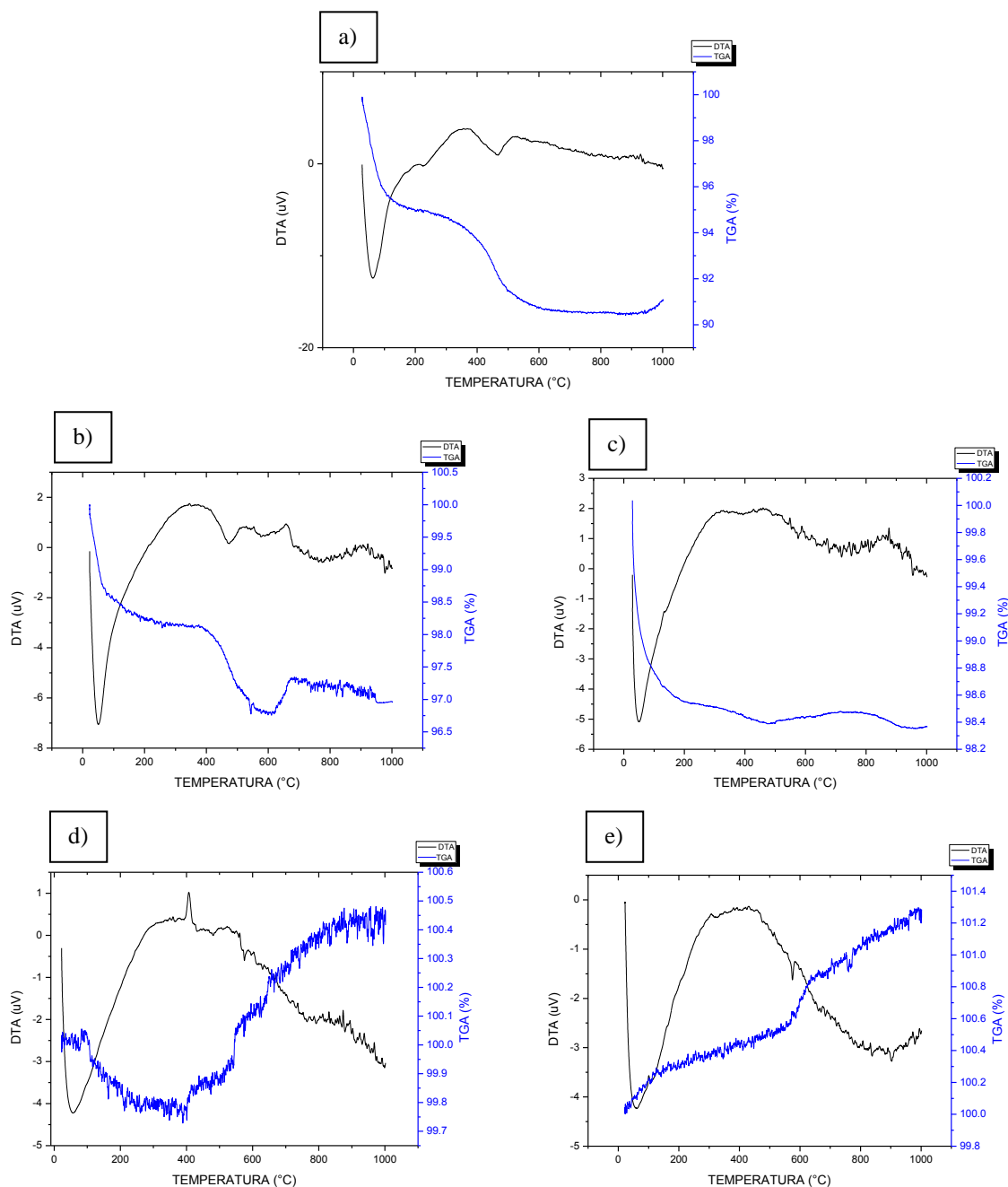


Figura 2 – Análises Térmicas das matérias-primas: a) AR, b) BL500, c) BL700, d) BL900 e e) BL1100.

Na Figura 2c, a curva de TGA para essa matéria-prima evidencia uma pequena perda de massa, desde a temperatura inicial até a final, totalizando, em torno de, 1,6 % de perda. Para esse material, a DTA apresentou apenas um pico, centrado em 93,5 °C, o qual é referente à perda de água superficial, não havendo, portanto, perda significativa de matéria orgânica a partir desta temperatura de sinterização.

A TGA das Fig. 2d e 2e mostraram-se um pouco diferentes das demais citadas. Na Figura 2d, ocorreu, inicialmente, uma irrisória perda de massa, com posterior ganho, de quase 1 %. Já a matéria-prima da Fig. 2e, apenas ganhou massa, em torno de 1,3 %. Essa característica que as matérias-primas manifestaram, de ganho de massa, deveu-se, possivelmente, ao fato de a combustão da matéria orgânica, das mesmas, não ter sido completa, o que ocasionou a formação de carbono residual, o qual provoca a redução do ferro presente na matéria-prima. Esse ferro reduzido tem a propriedade de fundente, aumentando, assim, a fusibilidade da massa na região em que se encontra presente, dificultando a saída de gases liberados a partir de reações que ocorrem durante a sinterização [10]. Esse mínimo ganho de massa apresentado também pode estar relacionado às variações que possivelmente tenham ocorrido no equipamento em que foram realizadas as análises. A DTA da Fig. 2d apresentou dois picos, um endotérmico, na temperatura de aproximadamente 76 °C, e outro exotérmico, centrado em torno de 396 °C e a DTA da Fig. 2e evidenciou um pico mais expressivo, na temperatura de 80,5 °C.

CONCLUSÕES

Fica comprovado que as temperaturas de obtenção do resíduo, obtido sob diferentes condições de queima rápida, influenciaram nas características do resíduo gerado e possivelmente terá influência nas propriedades da matéria ao qual é adicionado.

REFERÊNCIAS

[1] MELO, M. M. **Análise Microestrutural de Misturas Cerâmicas de Grês Porcelanato com Adição de Chamote de Telhas Cerâmicas**. Cerâmica 55 (2009), págs. 356-364.

[2] VIEIRA, A. A. P. **Estudo do Aproveitamento de Resíduos de Cerâmica Vermelha como Substituição Pozolânica em Argamassas e Concretos**. Dissertação de Mestrado. João Pessoa/Paraíba, Julho de 2005.

[3] VIEIRA, C. M. F. **Efeito da Incorporação de Chamote no Processamento e Microestrutura de Cerâmica Vermelha**. Cerâmica 50 (2004), págs. 254-260.

- [4] GRUN, E. **Caracterização de Argilas Provenientes de Canelhinha/SC e Estudo de Formulações de Massas Cerâmicas.** Dissertação de Mestrado. Joinville, 2007.
- [5] CASTRO, R. J. S.; SOARES, R. A. L.; NASCIMENTO, R. M. **Produção de Revestimento Cerâmico Semi-Poroso com Adição de Chamote de Telhas.** Revista Matéria (20120, V.17, N.4, págs. 1166-1175.
- [6] ALBUQUERQUE, F.R.; SANTOS, I.M. G.; LIMA, S. J. G.; SOLEDADE, L. E. B.; SOUZA, A. G.; MARTINELLI, A. E. **Planejamento Experimental Aplicado à Otimização de Massas Cerâmicas Contendo Matérias-Primas Naturais.** Cerâmica vol.53 nº327. São Paulo, Julho/Setembro de 2007.
- [7] GOUVEIA, F. P. **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.** Dissertação de Mestrado. Brasília, Março de 2008.
- [8] SANTOS, I. M. G.; SILVA, J. M.; TRINDADE, M. F. S.; SOLEDADE, L. E. B.; SOUZA, A. G.; PASKOCIMAS, C. A.; LONGO, E. **Efeito da Adição de Rejeito na Redução de Coração Negro em Cerâmicas Vermelhas.** Cerâmica vol.51 nº318. São Paulo, Abril/Junho de 2005.
- [9] CHAVES, L. F. M. **Estudo da Adição do Resíduo Proveniente da Extração de Minério de Ferro em Argilas do Rio Grande do Norte.** Tese de Doutorado. Natal, 2009.
- [10] DAMIANI, J.C.; PEREZ, F.; MELCHIADES, F.G.; BOSCHI, A.O. **Coração Negro em Revestimentos Cerâmicos: Principais Causas e Possíveis Soluções.** Cerâmica Industrial, Março/Abril de 2001.

ABSTRACT

One of the present industrial wastes generated in large quantities is the residue from the burning of the clay industry products, whether for breach of these products or are outside the technical specification. In this paper an analysis of the waste products produced in the laboratory under different thermal processing conditions, with varying firing temperatures of 500, 700, 900 and 1100 ° C was performed. The residues were characterized by X-ray fluorescence, X-ray diffraction and thermal analysis. The results show that the firing conditions influence the generated phases and thermal behavior of waste, which must have specific applications for their use.

Key-words: Waste, Red Ceramic, Burning