

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO E DA TAXA DE AQUECIMENTO NA FORMAÇÃO DO CORAÇÃO NEGRO EM PEÇAS OBTIDAS COM MASSAS DA CERÂMICA VERMELHA

L.N.L. Santana (1*); W.P. Gonçalves(1); B.J. da Silva(1); R.S. Macêdo(1); R.C Santos(1); D. Lisboa(1)

(1) Universidade federal de Campina Grande – UFCG

Rua Aprigio Veloso, nº882 – Campina Grande – PB

(1*) lisiane@dema.ufcg.edu.br

RESUMO

Na queima de peças da cerâmica vermelha pode surgir o defeito denominado de coração negro, este pode deteriorar as características técnicas e estéticas do produto final. Esse trabalho avaliou a influência da composição química e taxa de aquecimento sobre a formação do coração negro em massas adequadas para a obtenção de produtos da cerâmica vermelha. Essas foram beneficiadas, caracterizadas e extrudadas. Os corpos de prova foram secos, sinterizados a 900°, com taxas de aquecimento de 5, 10, 15, 20 e 30 °C/min. e posteriormente foram determinadas as seguintes propriedades: absorção de água, retração linear e resistência à flexão. As peças confeccionadas com a massa contendo menor teor de óxido de ferro apresentaram melhor resistência à flexão quando submetidas a aquecimento rápido. A presença do coração negro foi identificada através de análise visual após a ruptura das peças, sendo mais aparente em peças submetidas a taxas acima de 5°C/min.

Palavras-chave: Argilas, cerâmica vermelha, taxa de aquecimento.

INTRODUÇÃO

As argilas possuem uma complexa constituição química e mineralógica, sendo formadas por sílica no estado coloidal (SiO_2) e sesquióxidos metálicos (R_2O_3), onde $\text{R} = \text{Al}; \text{Fe}$ ⁽¹⁾. A composição química e as condições de processamento das massas cerâmicas são fatores que condicionam, aos

produtos de cerâmica vermelha, propriedades desejadas para futuras aplicações. Para obtenção dos produtos cerâmicos as matérias-primas passam por processos como: extração, beneficiamento, extrusão, corte, secagem e queima. Essa última etapa é uma das mais delicadas do processo cerâmico. Eventuais defeitos originados nas fases anteriores revelam-se somente quando o material é queimado⁽²⁾.

Os defeitos que geralmente ocorrem após a queima são: trincas de pré-aquecimento, decomposição dos carbonatos, defeitos geométricos e o surgimento do coração negro⁽³⁾. Esses defeitos atuam de forma negativa nas propriedades das peças cerâmicas como, diminuição da resistência mecânica, aumento da porosidade e aumento da absorção de água dos produtos.

O coração negro são manchas formadas por gases e materiais orgânicos que não exalaram durante o reduzido ciclo de queima (baixa temperatura e tempo reduzido de queima)⁽⁴⁾, é um dos defeitos mais corriqueiro nos produtos de olarias e como consequência pode ocorrer inchamento das peças e deformações piropelásticas. Na região da peça em que o coração negro é formado, o volume de fase líquida é maior e sua viscosidade é menor do que no restante da peça, apresentando maior tendência a se deformar durante a queima devido à deformação piropelástica.

O ciclo de queima para massas que apresentam características (alto teor de matéria orgânica e óxido de ferro) que favoreçam o desenvolvimento do coração negro deve ter os seus parâmetros de queima controlados, a fim de possibilitar a entrada de oxigênio e saída de CO₂ e CO das peças. Todas as reações envolvidas na etapa de pré-aquecimento devem ser devidamente completadas antes da etapa de sinterização. Como neste processo há a quase completa eliminação de porosidade, se esse estágio ocorrer prematuramente antes que as reações se completem, pode haver o aparecimento de bolhas ou de inchamento da peça em temperaturas mais elevadas⁽⁵⁾. Portanto, é importante definir a curva de queima, de forma a proporcionar a completa oxidação da matéria orgânica presente nas massas. Para isso, é necessário que se prolongue o estágio de pré-aquecimento e utilizar uma atmosfera rica em oxigênio. Alguns pesquisadores⁽⁶⁾ recentemente desenvolveram trabalhos comparando a queima rápida com a queima tradicional nas propriedades de materiais cerâmicos de base argilosa.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da composição química e da taxa de aquecimento no surgimento de coração negro, bem como analisar o impacto sobre as propriedades dos corpos de prova, após queima a 900°C.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo foram utilizadas massas argilosas fornecidas por empresas da cerâmica vermelha do estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte, identificadas por massa preparada (A, B e C). Após coleta nas empresas, o material foi beneficiado, passando por etapas como de secagem para retirar a umidade adquirida, posteriormente desagregação, moagem e peneiramento ABNT nº 200 (abertura 0,074mm) para caracterização e na peneira ABNT nº 80 (abertura 0,18 mm) para serem submetidas ao processo de extrusão.

As massas foram submetidas à caracterização química através de espectrometria de raios X por energia dispersiva (RAY – EDX 720, Energy Dispersive X-RAY Spectrometer – Shimadzu). Em seguida, foi analisada a plasticidade das massas, através do método de Casagrande, para ser posteriormente conformadas por extrusão, em equipamento da VERDÉS, tipo MR – 600/4.

Os corpos-de-prova com geometria retangular e dimensões 10,0 cm x 2,0 cm x 0,5cm, foram secos em estufa a 110 °C /24h. Em seguida foram queimados em forno elétrico de laboratório, na temperatura de 900 °C, com diferentes taxas de aquecimento: 5, 10, 15, 20 e 30 °C/min. Posteriormente foram determinadas as seguintes propriedades: absorção de água, retração linear, massa específica, porosidade e resistência a flexão em três pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de análise química das massas estão apresentados na Tabela 1. As amostras apresentam predominância de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃, o que é característico das argilas para cerâmica industrial. Pode-se observar que existe uma maior quantidade de óxido de ferro nas massas A e C, o óxido de ferro é responsável pela cor avermelhada das peças cerâmicas após queima. Pode-se observa que a massa C apresentou 10% desse óxido, apresentando maior

propensão à formação do coração negro. As massas apresentaram percentual de perda ao fogo dentro dos valores encontrados para as massas com argilas vermelhas predominantemente caulínicas. A perda ao fogo está relacionada à água de constituição e/ou matéria orgânica presentes na massa. A massa C apresentou maior teor de óxidos fundentes, esses óxidos atuam na formação de fase líquida que preenche os vazios presentes na microestrutura do material, contribuindo para incrementar a densificação e reduzir a porosidade, por meio de um processo comumente chamado de vitrificação ⁽⁷⁾. A massa C também apresentou maior porcentagem de MgO, que pode estar relacionado a presença da mica e da montmorilonita, e de CaO devido provavelmente a presença de carbonatos.

Tabela 1 – Análise Química das Massas Estudadas

Matérias-primas/ óxidos	Massa A (%)	Massa B (%)	Massa C (%)
SiO ₂	50,96	53,95	45,31
Al ₂ O ₃	26,34	23,93	23,92
Fe ₂ O ₃	7,53	4,85	10,02
K ₂ O	2,45	2,60	3,49
MgO	1,58	1,66	3,92
CaO	0,84	1,22	1,58
TiO ₂	1,36	1,09	1,05
Outros óxidos	0,44	0,32	0,84
Perda ao fogo	8,5	10,38	9,87
Total	100	100	100

Os valores de absorção de água das amostras obtidas com as massas A, B e C estão apresentados na Figura 1. Foi possível observar que as amostras

obtidas com a massa B apresentaram menor índice de absorção de água para todas as taxas de aquecimento estudadas, enquanto a massa C apresentou os maiores índices. Provavelmente, a massa C, por ser muito plástica, pode ter favorecido ao surgimento de defeitos (poros e trincas) na secagem e queima, favorecendo a absorção de água, a presença de carbonatos também pode ter favorecido a formação de poros.

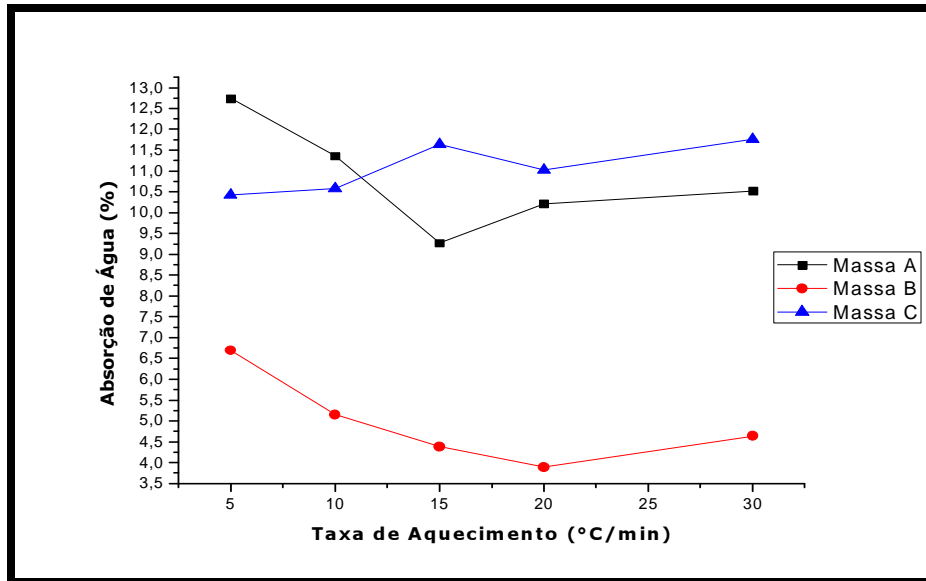


Figura 1 - Absorção de água após queima.

Os resultados da retração linear das amostras obtidas com as três massas cerâmicas estão apresentados na Figura 2.

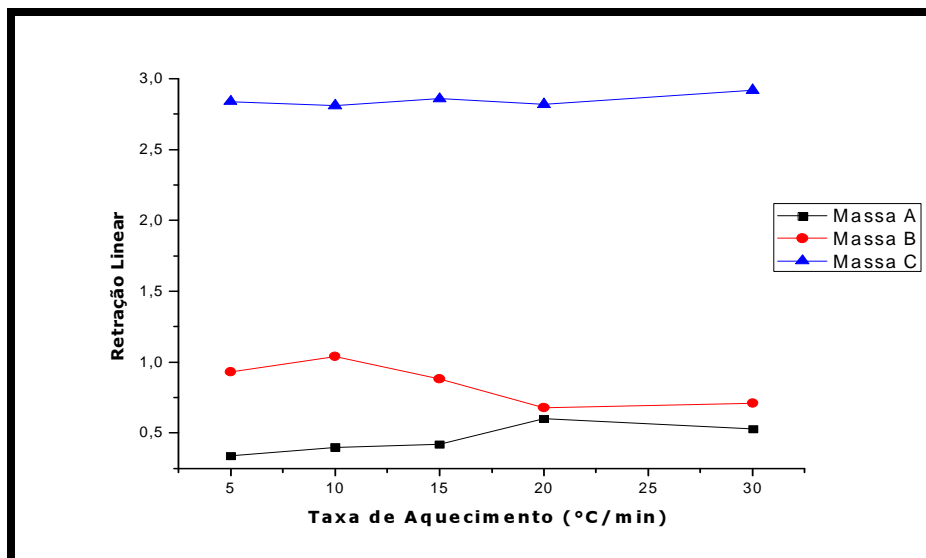


Figura 2 - Retração linear das amostras após queima.

Verifica-se que a retração linear é mais acentuada para as amostras obtidas com a massa C, em torno de 3,0 %, este comportamento foi praticamente constante para todas as taxas de aquecimento analisadas. Este resultado está de acordo com a composição química (Tabela 1), pois a massa C apresentou maiores teores de óxidos fundentes. A retração linear alta compromete a obtenção de produtos com boa planicidade e boa estabilidade dimensional. Portanto, essa massa não é adequada para a queima com alta taxa de aquecimento. Quanto às amostras obtidas com as massas B e C, não foi observado variações significativas.

Os valores da resistência mecânica à flexão estão apresentados na Figura 3. As amostras obtidas com a massa B apresentaram os melhores resultados. Fazendo uma análise conjunta com os resultados apresentados anteriormente pode-se observar que, a massa B apresentou menores teores de óxido de ferro (Tabela 1), provavelmente menor quantidade de coração negro. A formação do coração negro gera porosidade, poros são concentradores de tensão e, conseqüentemente, favorecem a redução da resistência mecânica. As massas A e B apresentaram uma redução da resistência mecânica com o aumento da taxa, o que está diretamente relacionado com a formação do coração negro que foi acentuada com o aumento da taxa.

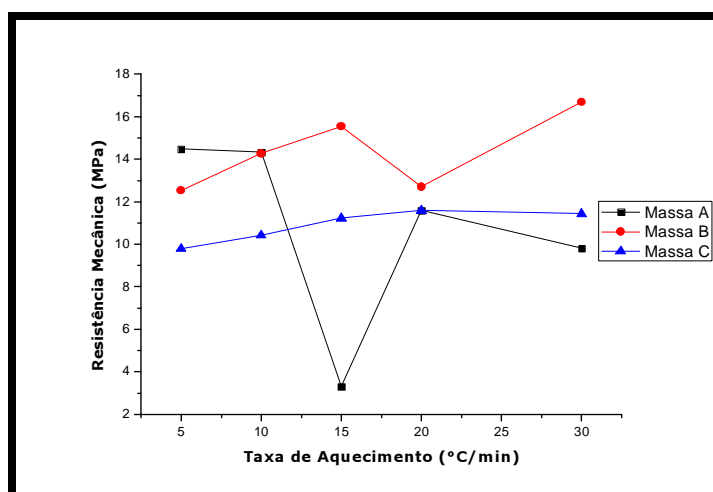


Figura 3 - Resistência Mecânica após queima à 900 °C.

Na Figura 4 esta apresentado o aspecto da superfície de fratura de corpos-de-prova obtidos com a massa C, massa que apresentou maior teor de óxido de ferro, submetidos a diferentes taxas de aquecimento. Pode-se observar o surgimento do defeito denominado “coração negro” com o aumento da taxa (Figura 4a), este foi evidenciado para taxas acima de 5°C/min. Observou-se também a expansão das peças (Figura 4b) para taxas acima de 10°C, assim como, a presença de trincas na região próxima ao coração negro.

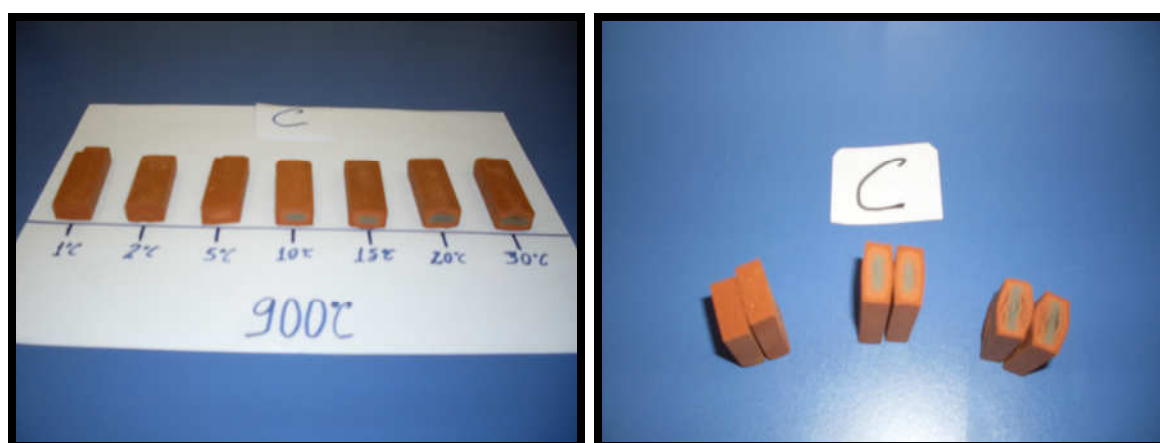


Figura 4 – Superfície de fratura dos corpos-de-prova obtidos com a massa C.

O problema das peças apresentarem expansão após a queima pode estar relacionado aos gases no interior das mesmas e a dificuldade de eliminá-los. Pode-se evitar esse defeito mantendo-se os corpos de prova numa taxa de aquecimento mais baixa no início do processo de queima, assim, os gases podem ser eliminados na etapa de pré-aquecimento. Esse é um dos aspectos negativos, entre as principais dificuldades enfrentadas para inserir o ciclo de queima rápido na indústria de cerâmica estrutural. A grande heterogeneidade das matérias-primas, assim como, apreciáveis quantidades de matéria orgânica e ferro, também contribuem de maneira negativa quando se deseja acelerar um ciclo de queima.

CONCLUSÕES

Após a realização deste trabalho foi possível concluir que as peças obtidas com a massa cerâmica contendo elevado teor de óxido de ferro, assim como, maior teor de óxido de magnésio quando submetidas à taxa de aquecimento acima de 5°C apresentaram maior disposição ao surgimento do defeito denominado “coração negro”, maior expansão, tamanho e quantidade de trincas, assim como, maior absorção de água e menor resistência mecânica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, processo 576560/2008-1, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- (1) MACHADO, S. L.; MACHADO, M. F. C. **Mecânica dos Solos I - Conceitos Introdutórios**. Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica. Departamento de Ciências e Tecnologia dos Materiais – Setor de Geotecnia. 1997.
- (2) TUBINO, L. C. B.; BORBA, P. **Etapas do Processo Cerâmico e sua Influência no Produto Final – Massa, Extrusão, Secagem e Queima**. Centro de Educação Profissional SENAI Nilo Bettanin – SENAI, RS. Novembro, 2006.
- (3) **Defeitos de Revestimentos Cerâmicos como uma Conseqüência de Regulagem Errada do Forno**. Técnicos do Centro Experimental da SACMI-IMOLA.
- (4) **Defeitos Cerâmicos**. Natugres Revestimentos Cerâmicos Ltda. Disponível em: <www.snogueira.com>. Acesso em: 05/04/2011.
- (5) FIGUEIREDO, S. C. **Estudo Exploratório de Incorporação da Lama de Filtros Rotativos a Vácuo (LFRV), Gerada na Millennium Inorganic Chemicals, em uma Matriz Cerâmica Vermelha**. Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica. Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Salvador – BA. 2008.
- (6) DUTRA, R.P.S.; VARELA, M. L.; NASCIMENTO, R. M.; GOMES, U. U; MARTINELLI, A. E.; PASKOCIMAS, C. A. Estudo comparativo da queima rápida com a queima tradicional nas propriedades de materiais cerâmicos de base argilosa. **Cerâmica**, São Paulo, v.55, n. 333, p. 100-106, 2009.

(7) VIEIRA, C. M. F.; CARDOSO, B. R.; MONTEIRO, S. N. **Influência da Adição de Argila Fundente em Massa de Cerâmica Vermelha Caulinítica**. Jornadas SAM/ CONAMET/ SIMPÓSIO MATERIAIS. p. 09-19. Campos dos Goytacazes - RJ. 2003.

INFLUENCE OF COMPOSITION AND RATE HEATING ON FORMATION OF BLACK CORE IN BODIES OBTAINED WITH RED CERAMIC

ABSTRACT

In the heating of pieces of red pottery can the defect known as black core, this may deteriorate the technical and aesthetic characteristics of the final product. This study evaluated the influence of chemical composition and heating rate on the formation of black core in bodies red ceramic. The masses were treated and samples were extruded, dried, sintered at 900 °C, with heating rates of 5, 10, 15, 20 and 30 °C / min. and determined the following properties: water absorption, linear shrinkage and flexural strength. The pieces made with the mass containing lower content of iron oxide showed better resistance to bending when subjected to rapid heating. The presence of the black core was identified through visual analysis of the pieces after the break, being more apparent in parts subject to rates above 5 °C / min.

Key-words: Clays, red ceramics, rate heating.