

# **DESENVOLVIMENTO DE CERÂMICA UTILIZANDO LAMA VERMELHA GERADA NA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ALUMINA**

**THALISSA PIZETTA ALTOÉ**

Aluna de Graduação de Engenharia de Minas 8º período, IFES  
Período PIBIC/CETEM : julho de 2012 a julho de 2013,  
taltoe@cetem.gov.br

**MICHELLE PEREIRA BABISK**

Orientadora, Física, M.Sc.  
mbabisk@cetem.gov.br

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é atualmente o sexto maior produtor mundial de alumínio, e conta com grandes empresas na produção de alumina. A alumina é obtida por meio do processamento químico da bauxita, conhecido como processo Bayer. Esse processo consiste na dissolução dos hidróxidos de alumínio presentes nas bauxitas mediante o ataque deste mineral com uma solução cáustica de hidróxido de sódio sob temperatura e pressão. Durante o processo é gerado um resíduo insolúvel denominado de lama vermelha (SILVA FILHO et al., 2007).

A indústria cerâmica tem-se apresentado como uma excelente alternativa para o aproveitamento de resíduos de diferentes segmentos industriais. A heterogeneidade da argila tradicional possibilita a incorporação de vários tipos de resíduos com um pequeno sacrifício nas propriedades do produto final, e em alguns casos a melhora.

Além da sílica, a lama vermelha apresenta elevados teores de ferro, sódio, cálcio e outros elementos que agregam características importantes aos produtos cerâmicos.

## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver cerâmica utilizando lama vermelha gerada na indústria de beneficiamento de alumina, estudando os efeitos da sua incorporação nas propriedades tecnológicas de argilas de Campos dos Goytacazes e Itaboraí.

## **3. METODOLOGIA**

As matérias primas utilizadas foram a lama vermelha, cedida pela Companhia Brasileira de Alumínio, argila amarela de Campos dos Goytacazes e argila verde de Itaboraí, cedidas pela Cerâmica Sardinha. Os materiais foram preparados seguindo as etapas de secagem, destorroamento e peneiramento. A caracterização das matérias primas foi realizada por meio de análise química e granulométrica.

A composição química foi obtida por fluorescência de raios-X. A distribuição de tamanho de partículas foi realizada de acordo com a norma NBR 7181, a qual combina técnicas de peneiramento e de sedimentação (ABNT, 1984a).

Foram preparadas composições com 0, 20, 40 e 60% em peso de lama vermelha para cada argila, homogeneizadas a seco por 30 minutos em moinho de bolas. Os corpos de prova, com 8% de umidade, foram conformados por prensagem uniaxial a 27 MPa, em matriz retangular (114 x 25mm). Secos em estufa a 110°C e posteriormente sinterizados a 1050°C, com taxa de aquecimento de 2°C/min e permanecendo nessa temperatura por 180 minutos. O resfriamento foi realizado por convecção natural desligando-se o forno.

Foram determinadas a densidade relativa a seco, retração linear, absorção de água e resistência mecânica. A densidade relativa a seco foi calculada dividindo-se a densidade aparente a seco pela densidade real das composições. A densidade real das matérias primas foi determinada por picnometria de acordo com a norma NBR 6508 (ABNT, 1984b).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a composição química das matérias primas. As argilas apresentam composição tipicamente caulinitica. Observa-se que a argila amarela, comparativamente com a argila verde, apresenta menor relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , maior perda ao fogo (PF) e baixos teores de óxidos fundentes alcalinos. A razão  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  é um parâmetro indicativo da quantidade de argilomineral e quartzo presentes. De acordo com a composição química teórica da caulinita, a razão  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  é de 1,18, valores maiores que este indicam sílica livre na forma de quartzo. Uma excessiva perda ao fogo acarreta retração e porosidade após queima.

A lama vermelha apresenta elevados teores de óxidos fundentes e óxido de ferro, além de uma elevada PF. Óxidos alcalinos contribuem para a formação de fase líquida durante a queima possibilitando maior densificação e conseqüentemente redução da porosidade. O óxido de ferro é responsável pela coloração avermelhada da cerâmica.

Tabela 1. Composição química das matérias primas (% em peso).

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	P.F.
Argila amarela	42,5	34,2	7,1	1	0,94	0,26	0,16	1,1	0,21	12,4
Argila verde	57	25,7	4,8	0,73	1,7	0,29	0,28	1,2	0,14	8
Lama vermelha	12,2	22,11	34,49	3,61	0,66	5,31	3,84	-	0,45	16,1

A Figura 1 apresenta a curva de distribuição de tamanho de partículas das matérias primas. Nota-se que a argila amarela apresenta uma curva granulométrica mais distribuída com teores de “fração argila”, “fração silte” e “fração areia” de 53,8, 34,3 e 11,9%, respectivamente. Já para a argila verde estes teores são de 11, 80 e 9% e para a lama vermelha 11,1, 81,1 e 7,8%, respectivamente. Observa-se que a argila verde e a lama vermelha apresentam uma concentração granulométrica equivalente à “fração silte”, que corresponde a uma areia extremamente fina.

A “fração argila” está associada com tamanho de partícula inferior a 0,002 mm e confere à massa cerâmica plasticidade em mistura com água, possibilitando assim alcançar uma consistência plástica que possibilita conformar as peças por extrusão. Isto ocorre porque os argilominerais, responsáveis pelo aporte de plasticidade estão associados a este intervalo de tamanho de partícula.

Para que um resíduo seja incorporado diretamente em cerâmica vermelha deve possuir granulometria inferior a 3 mm, caso contrário, será necessário novo processamento para diminuir o tamanho das partículas, o que pode esbarrar no fator de custo, e na prática tornar-se um impeditivo para incorporação do resíduo. Podemos observar na Figura 1 que a lama vermelha tem tamanho inferior a 3 mm, portanto, é apropriada a sua incorporação direta.

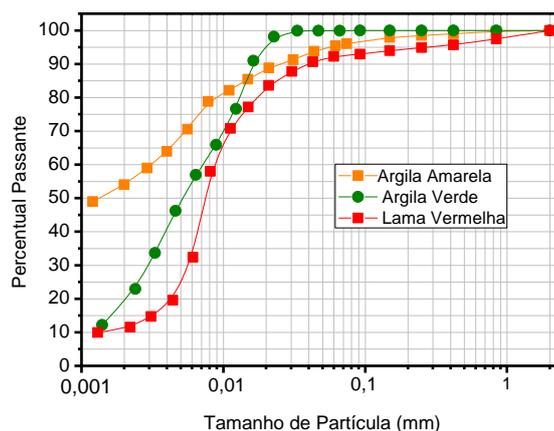


Figura 1. Curva de distribuição de tamanho de partículas das matérias primas.

A Figura 2 apresenta a densidade relativa a seco das composições estudadas. A argila verde apresenta maior densidade e, portanto, melhor empacotamento. Isto ocorre devido à granulometria mais grosseira da argila verde em comparação com a argila amarela. Nota-se que houve decréscimo nos valores da densidade em decorrência da adição da lama vermelha nas duas argilas.

A Figura 3 apresenta a retração linear das composições. Pode ser observado que a argila verde apresenta menores valores de retração que a argila amarela. Esta queda nos valores se dá devido à redução da perda de massa, por possuir maior quantidade de quartzo livre que atua como inerte durante a queima.

A retração aumentou em função do teor de lama vermelha incorporada nas argilas, sendo este aumento mais significativo para a argila amarela com adições de até 40%.

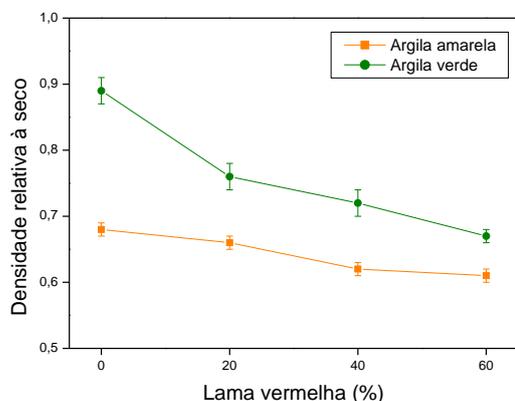


Figura 2. Densidade relativa à seco das composições.

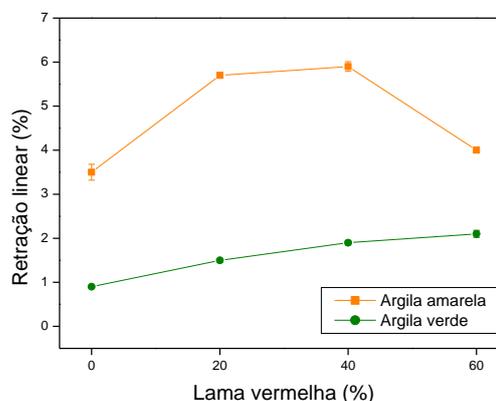


Figura 3. Retração linear das composições.

A absorção de água das composições estudadas é apresentada na Figura 4. A absorção é um parâmetro utilizado para medir a porosidade aberta e avaliar a fundência do material. A menor infiltração de água determina maior durabilidade e resistência ao ambiente ao qual o material é exposto.

A argila verde apresenta menor absorção de água que a argila amarela, devido ao seu melhor empacotamento, maior quantidade de fundentes e menor PF. A absorção aumentou em função do percentual de lama vermelha incorporado, sendo este aumento mais significativo para a argila verde, com exceção de 20% para a argila amarela.

A Figura 5 apresenta a tensão de ruptura à flexão das composições estudadas. Observa-se que a argila amarela apresenta maior resistência mecânica que a argila verde, devido ao caráter inerte do quartzo na temperatura utilizada, este mineral é mais abundante na argila verde, conforme discutido anteriormente. O quartzo pode atuar como um concentrador de tensão, bem como eventuais trincas, acarretadas pela sua transformação alotrópica. Observa-se ainda a redução da resistência mecânica com o aumento do teor de lama vermelha incorporada.

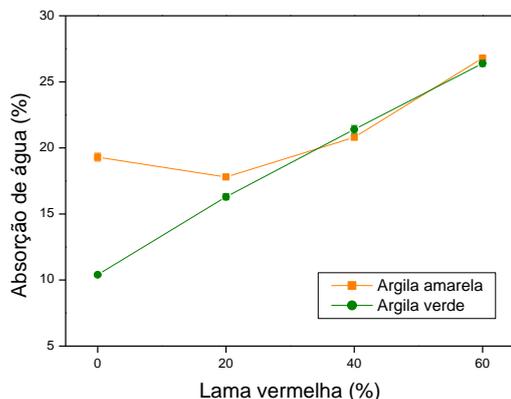


Figura 4. Absorção de água das composições.

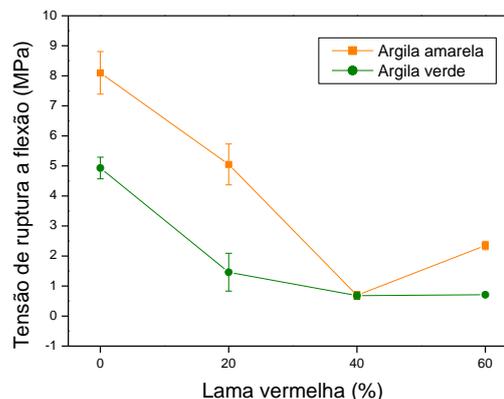


Figura 5. Resistência mecânica das composições.

Pela caracterização podemos concluir que a lama vermelha possui composição química semelhante às argilas. A argila verde, comparativamente com a argila amarela, possui uma maior relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , maior teor de óxidos fundentes e menor perda ao fogo, influenciando assim diretamente nas propriedades estudadas.

A incorporação de lama vermelha diminui a resistência mecânica e a densidade a seco das argilas, aumenta a retração e a absorção de água das composições estudadas, mas que em menores teores de incorporação atendem a limites estabelecidos por normas, podendo, portanto, ser utilizada para desenvolver cerâmica vermelha.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, a equipe do CETEM, e ao LAMAV-UENF.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Determinação da Análise Granulométrica dos Solos, NBR 7181, Rio de Janeiro, 1984a.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica, NBR 6508, Rio de Janeiro, 1984b.

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; DA MOTTA, M.. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. Revista matéria, v. 12, pp. 322 – 338, 2007.