

# UTILIZAÇÃO DE LATERITA EM CERÂMICA VERMELHA<sup>1</sup>

Stelamaris Chaves Intorne<sup>2</sup>  
Francielle Tavares Gomes Batista<sup>3</sup>  
Jonas Alexandre<sup>4</sup>  
Maria da Glória Alves<sup>5</sup>  
Carlos Maurício Fontes Vieira<sup>6</sup>  
Sérgio Neves Monteiro<sup>7</sup>

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a incorporação de até 40% em peso de laterita a uma argila visando à fabricação de cerâmica vermelha. Inicialmente a laterita foi submetida a ensaios de caracterização mineralógica, química e física. Em seguida foram preparados corpos de prova por prensagem uniaxial a 20 MPa para queima em forno de laboratório a 700, 900 e 1100°C. As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram: plasticidade, retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicaram que a laterita contribuiu para otimizar a trabalhabilidade da argila. Com relação às propriedades de queima, foi observado que nas temperaturas de 700 e 900°C, a laterita reduziu ligeiramente a absorção de água, a retração linear e a resistência mecânica da argila. Já a 1100°C, a laterita apresentou um efeito significativamente deletério na absorção de água e na resistência mecânica da argila. Por fim, os resultados indicaram que a laterita apresenta um potencial para utilização como componente de massa de cerâmica vermelha.

**Palavras-chave:** Argila; Cerâmica vermelha; Incorporação; Laterita.

## USE OF LATERITE INTO RED CERAMIC

### Abstract

This work has for objective to evaluate the incorporation of laterite up to 40 wt.% into a clay aiming at the fabrication of red ceramic. Initially, the laterite was submitted to mineralogical, chemical and physical characterization tests. Specimens were then prepared by uniaxial pressing at 20 MPa before firing at 700, 900 and 1100°C in a laboratory furnace. The evaluated physical and mechanical properties were: plasticity, linear shrinkage, water absorption and flexural strength. The results showed that the laterite contributed to optimize the workability of the clay. With respect to the fired properties, it was observed that, at 700 and 900°C, the laterite slightly decreased the water absorption, the linear shrinkage and the mechanical strength of the clay. At 1100°C, the laterite showed a significant deleterious effect on the water absorption and mechanical strength of the clay. Finally, the results showed that the laterite has a potential for use as a component of a red ceramic body.

**Key words:** Clay; Red ceramic; Incorporation; Laterite.

<sup>1</sup> Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Materiais Avançados – LAMAV. sintorne@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Materiais Avançados - LAMAV. francigomes@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor Associado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Engenharia Civil - LECIV. jonas@uenf.br

<sup>5</sup> Professora Associada. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Engenharia Civil - LECIV. mgloria@uenf.br

<sup>6</sup> Professor Doutor. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Materiais Avançados - LAMAV. vieira@uenf.br

<sup>7</sup> Professor titular. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Materiais Avançados - LAMAV. sergio.neves@pesquisador.cnpq.br

## INTRODUÇÃO

O processamento de cerâmica vermelha envolve geralmente a utilização de uma ou mais argilas como componente de massa cerâmica. Outros tipos de materiais, tais como areia e rochas na forma de pó, argilito e filito, são eventualmente empregados em algumas regiões do Brasil. No município de Campos dos Goytacazes há uma elevada produção de cerâmica vermelha que utiliza predominantemente argilas caulínicas locais. A utilização de outros tipos de materiais<sup>(1,2)</sup> na composição da massa cerâmica vem sendo investigada no sentido de melhorar a qualidade da cerâmica local.

Depósitos lateríticos estão disponíveis em grandes áreas do Brasil, sendo atualmente explorados, sobretudo, para pavimentação de estradas. No Município de Campos dos Goytacazes pode-se encontrar solos residuais com concentrações de material ferruginoso e sedimentos com depósitos lateríticos. Este último é encontrado com maior freqüência, nos sedimentos Terciários da Formação Barreiras, delimitando camadas com espessura variáveis, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1.** Depósito de laterita nos sedimentos Terciários da Formação Barreiras em Campos dos Goytacazes.

A laterização é um processo de alteração das rochas, característico das regiões tropicais de clima úmido acarretando a lixiviação de minerais primários e o enriquecimento do solo em hidróxidos de ferro e alumínio, acompanhados de outros elementos como oxido de titânio, manganês, etc.

O termo "laterita" é utilizado para designar depósito residual de oxido de ferro hidratado, associado geralmente com alumina e sílica, decorrente do processo de laterização. Sua composição varia de acordo com a rocha de origem e o grau de decomposição sofrido pela rocha.<sup>(3,4)</sup>

Atualmente, os agregados graúdos ou as concentrações lateríticas, obtidas por lavagem e peneiramento, são utilizados em camadas asfálticas, inclusive tratamentos superficiais, e em concreto de cimento Portland.<sup>(5)</sup>

Devido à disponibilidade de laterita na região de Campos dos Goytacazes, este trabalho tem por objetivo caracterizar e avaliar o seu efeito na trabalhabilidade e propriedades físicas e mecânicas de uma argila incorporada.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: laterita de Formação Barreiras e argila, ambos provenientes do município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. A argila já foi caracterizada em trabalho anterior,<sup>(6)</sup> sendo constituída de caulinita, quartzo, mica muscovita e gibsita.

Após coleta nas jazidas, as matérias-primas foram beneficiadas com secagem em estufa a 110°C, destorroamento manual em almofariz de porcelana e peneiramento em malha 20 mesh (abertura 840 µm).

A laterita foi inicialmente submetida a ensaios para caracterização mineralógica, química e física. Ensaios de difração de raios-X, DRX, foram realizados em amostras na forma de pó num difratômetro Bruker-AXS D5005, operando com radiação Co-K<sub>α</sub> e 2θ variando de 5° a 80°. A composição química foi obtida por fluorescência de raios-X, FRX, num equipamento Philips, modelo PW 2400. A distribuição de tamanho de partícula, após beneficiamento, foi determinada por peneiramento e sedimentação de acordo com norma técnica da ABNT.<sup>(7)</sup>

Foram preparadas cinco composições com os seguintes percentuais de laterita incorporada na argila: 0, 10, 20, 30 e 40% em peso, conforme mostra a Tabela 1. Nesta tabela, **A** significa argila e **L**, laterita. Com o objetivo de verificar a influência da laterita na trabalhabilidade da argila, determinou-se a plasticidade das composições através dos limites de Atterberg, de acordo com normas técnicas.<sup>(8,9)</sup>

**Tabela 1.** Composições estudadas (% em peso).

Matérias-primas	Composições				
	A0L	A10L	A20L	A30L	A40L
Argila	100	90	80	70	60
Laterita	-	10	20	30	40

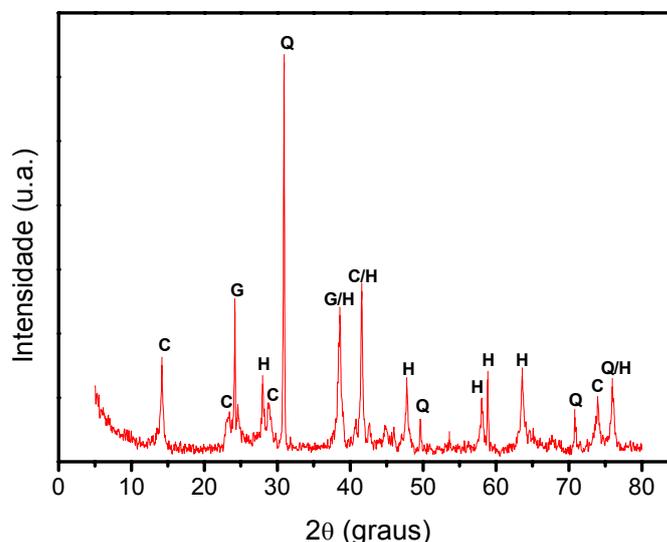
Corpos de prova retangulares (114,5 x 25,4 x 10,0 mm) foram preparados por prensagem uniaxial em matriz de aço a 20MPa com umidade de 8%. Em seguida, foram secos em uma estufa a 110°C por 24 horas. A queima foi feita em forno de laboratório nas temperaturas de 700, 900 e 1100°C. A taxa de aquecimento utilizada foi de 3°C/min com 60 min de patamar. O resfriamento foi realizado por convecção natural, desligando-se o forno. As propriedades físicas e mecânicas determinadas foram: retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão (3 pontos).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características da Laterita

A Figura 2 apresenta o difratograma de raios-X da laterita. Observa-se que foram identificados picos de difração associados a caulinita (Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>), quartzo (SiO<sub>2</sub>), goetita (FeO(OH)) e hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). A presença de caulinita auxilia na plasticidade. Durante a queima, a caulinita sofre uma série de transformações<sup>(10)</sup> contribuindo para a consolidação microestrutural da cerâmica devido ao seu pequeno tamanho de partículas de formato lamelar.<sup>(11)</sup> O quartzo é um material desplastificante e na queima geralmente atua como inerte, não reagindo com os demais constituintes. O inconveniente do quartzo no processamento cerâmico é sua transformação alotrópica reversível em temperaturas na ordem de 573°C, o que

acarreta variação de volume e conseqüentemente trincas, reduzindo a resistência mecânica da argila. A presença de compostos de ferro, hematita e goetita, contribuem para uma menor retração linear, desde que se mantenham na forma oxidada, e ainda contribuem para a coloração avermelhada da cerâmica.



**Figura 2.** Difratograma de raios-X da laterita. **C** = Caulinita; **G** = Goetita; **H** = Hematita; **Q** = Quartzo.

A Tabela 2 apresenta a composição química da laterita. Nesta tabela são observados elevados percentuais de óxidos de Fe e Si. De acordo com a composição mineralógica apresentada anteriormente, o  $Fe_2O_3$  está associado com a goetita e hematita. A  $SiO_2$  está associada ao quartzo e à caulinita em combinação com a  $Al_2O_3$ . A perda ao fogo de 8,20% da laterita é atribuída à desidroxilação da caulinita e à desidratação do hidróxido de Fe, a goetita.

**Tabela 2.** Composição química da laterita (% em peso).

$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	PF
36,50	14,91	39,34	0,86	8,20

A Figura 3 apresenta a curva de distribuição de tamanho de partícula da laterita após beneficiamento. O tamanho médio das partículas é de 178,3  $\mu m$ . Cerca de 53% das partículas estão compreendidas entre 85 e 840  $\mu m$ , com tamanho máximo de 1760  $\mu m$ . Esta granulometria foi obtida após destorroamento com pistilo manual, com o objetivo de obter resultados bem característicos da laterita no seu estado natural, sem forçar a redução de tamanho das partículas primárias. A granulometria da laterita obtida desta forma estaria compatível para uso direto na cerâmica vermelha. Entretanto, os equipamentos de cominuição utilizados na cerâmica vermelha não são compatíveis com a dureza da laterita. Desta forma, o ideal seria uma linha de cominuição separada da argila, com a utilização de britador de mandíbulas ou moinho de martelos.

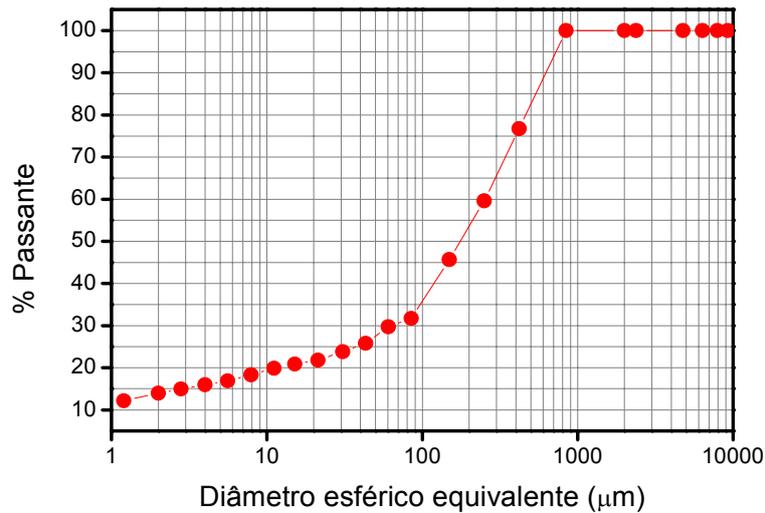
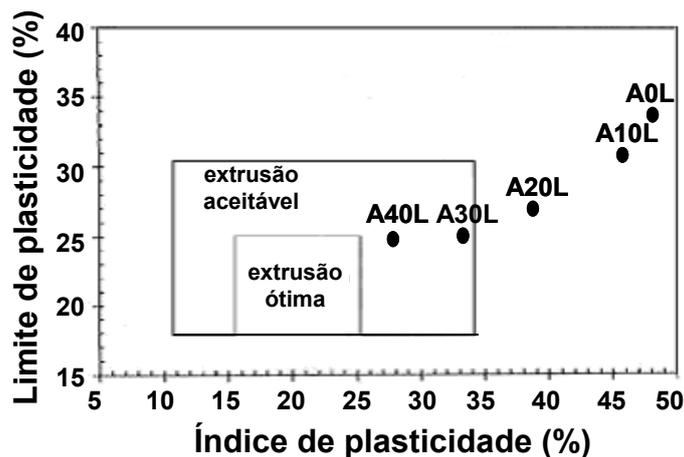


Figura 3. Distribuição do tamanho de partículas da laterita.

### Propriedades Tecnológicas das Composições

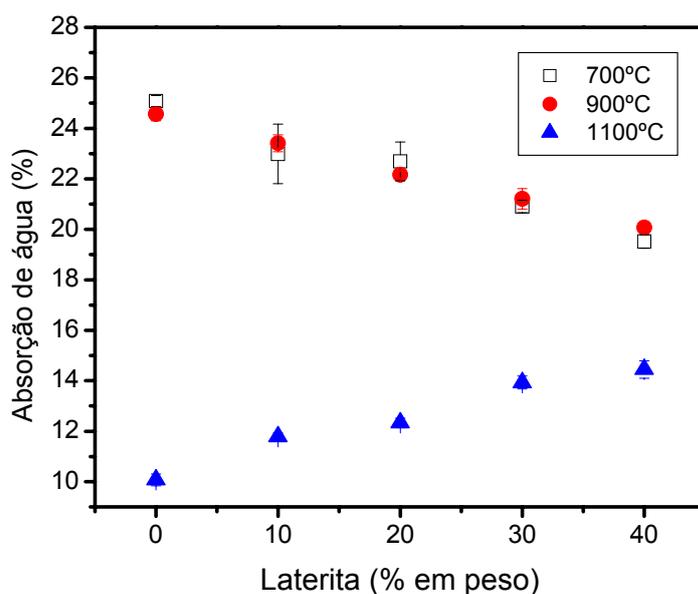
As composições foram submetidas a ensaios tecnológicos para verificar o efeito da incorporação da laterita investigada na trabalhabilidade e propriedades da argila. Desta forma, pode-se aferir a conveniência da utilização da laterita, que é relativamente abundante no município de Campos dos Goytacazes, em cerâmica vermelha. Estes resultados são apresentados a seguir.

A Figura 4 apresenta a localização das composições estudadas num gráfico elaborado a partir dos limites de plasticidade de Atterberg que indica regiões de extrusão ótima e aceitável.<sup>(12)</sup> O limite de plasticidade **LP** indica a quantidade de água mínima necessária para que o estado de consistência plástico seja alcançado. O limite de liquidez **LL** está associado à quantidade de água em que o material apresenta uma consistência de lama, ultrapassando, portanto, a faixa de consistência plástica. Já o índice de plasticidade **IP** é a diferença entre **LL** e **LP**, indicando a faixa de consistência plástica. É possível observar na Fig. 3 que a argila pura, **A0L**, localiza-se fora da região aceitável, apresentando **IP** e **LP** excessivos. A incorporação de laterita reduziu tanto o **IP** como o **LP** da argila, de tal forma que o incremento da incorporação de laterita contribuiu para otimizar a plasticidade e, portanto, a trabalhabilidade da argila investigada. As composições argila/laterita com 30 e 40% de incorporação, **A30L** e **A40L**, se localizam em região de extrusão aceitável. Desta forma, a incorporação de laterita foi benéfica para a trabalhabilidade da argila estudada.



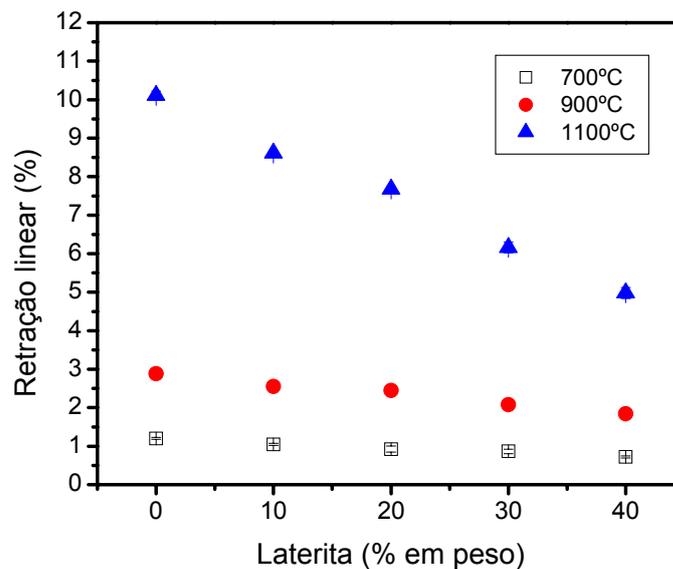
**Figura 4.** Prognóstico de extrusão através dos limites de Atterberg das composições estudadas.

A Figura 5 apresenta a absorção de água das composições investigadas. Observa-se que nas temperaturas de 700 e 900°C, praticamente não ocorreu variação da absorção de água para todas as composições investigadas. Isto indica que a nesta faixa de temperatura, as reações de sinterização se processam de forma bem gradual não alterando significativamente a porosidade aberta da cerâmica. Já a incorporação de laterita, mesmo até 40% em peso, contribui para uma redução da absorção de água da argila. A 900°C, a incorporação de 10 e 40% de laterita reduziram a absorção de água da argila ao redor de 5 e 18%, respectivamente. A 1100°C as composições apresentam uma redução significativa da absorção de água. Este comportamento está associado com a sinterização por fase líquida da argila. Por outro lado, a laterita incrementa a absorção de água da argila, caracterizando seu um comportamento inerte durante a etapa de queima. Devido às condições oxidantes da queima, os compostos de ferro possivelmente mantiveram-se na forma de  $Fe_2O_3$ , portanto, não atuando como fundente. O tamanho de partícula relativamente grosseiro da laterita também deve ter contribuído para o incremento da porosidade aberta da argila na temperatura de 1100°C.



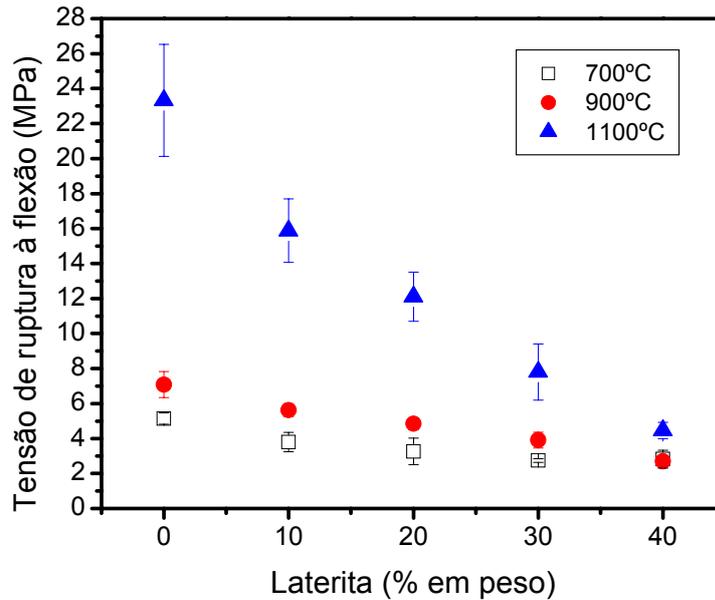
**Figura 5.** Absorção de água das composições.

A Figura 6 apresenta a retração linear das composições estudadas. Observa-se que ocorre um incremento deste parâmetro com o aumento da temperatura de queima. Este comportamento é consequência das reações de sinterização, difusão no estado sólido e formação de fase líquida, que promovem uma aproximação das partículas. Pode-se observar também que a incorporação de laterita reduz ligeiramente a retração linear da argila nas temperaturas de 700 e 900°C. Já na temperatura de 1100°C, o aumento da quantidade de laterita incorporada reduz significativamente a retração linear da argila. O comportamento inerte da laterita dificulta o desenvolvimento das reações de sinterização. Como nas temperaturas mais baixas, 700 e 900°C, as reações de sinterização são pouco efetivas, o efeito da laterita na retração linear só é pronunciado a 1100°C, temperatura na qual a argila apresenta uma sinterização efetiva.



**Figura 6.** Retração linear das composições.

A Figura 7 apresenta a tensão de ruptura à flexão das composições estudadas. Observa-se que esta propriedade apresentou um comportamento semelhante ao da retração linear, ou seja, aumenta com a temperatura de queima, reduz ligeiramente com a incorporação de laterita em baixas temperaturas e reduz significativamente a 1100°C. Possivelmente a granulometria grosseira das partículas inertes da laterita, quartzo e hematita, associada à falta de aderência à matriz argilosa, são os fatores predominantes para o comportamento observado na Figura 7. O efeito deletério da laterita na resistência mecânica da argila pode ser minimizado com a redução da sua granulometria. Isto será apresentado em outra etapa do trabalho.



**Figura 7.** Tensão de ruptura à flexão das composições.

Finalmente, é importante mencionar que a incorporação de laterita a uma argila típica de Campos dos Goytacazes trouxe os benefícios de melhorar sua trabalhabilidade e diminuir a absorção de água, quando a queima for feita até 900 °C, com redução da retração linear de queima. Por outro lado, a sensível queda acarretada na resistência mecânica é o ponto negativo. Isto pode ser resolvido, possivelmente com redução da sua granulometria.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho de caracterização de laterita e avaliação de seu uso para a fabricação de cerâmica vermelha através da incorporação em até 40% em peso numa argila, foi possível concluir que:

- A incorporação de laterita na argila melhorou a sua trabalhabilidade, através da redução do limite de plasticidade e do índice de plasticidade.
- Devido à sua composição mineralógica e granulometria relativamente grosseira, a laterita atuou como inerte durante a queima. Nas temperaturas de 700 e 900°C a laterita reduziu ligeiramente a absorção de água, a retração linear e a resistência mecânica da argila. Já a 1100°C, a laterita apresentou um efeito significativamente deletério na absorção de água e resistência mecânica da argila.
- Os resultados demonstraram que a laterita pode ser uma nova matéria-prima para uso na composição de massa de cerâmica vermelha. O efeito deletério da laterita na resistência mecânica pode ser evitado através da redução de sua granulometria.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro e as bolsas concedidas pelo CNPq, UENF, CAPES, FAPERJ e FENORTE/TECNORTE.

## REFERÊNCIAS

- 1 VIEIRA, C.M.F.; SOARES, T.M.; MONTEIRO, S.N. Utilização de granito em massa cerâmica para telhas. **Cerâmica industrial**, v. 9, n. 1, p. 36-40, jan. 2004.
- 2 VIEIRA, C.M.F.; SALES, H.F.; MONTEIRO, S.N. Influência da Adição de Areia nas Propriedades Tecnológicas de Massa Cerâmica Vermelha. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, nov. 2002, Natal. Anais do XV CBECIMAT. Natal: 2002, 1 CD.
- 3 OLIVEIRA, A.M. S.; Brito, S.N.A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, 586p. Bibliografia: 517-534.
- 4 TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina dos textos, 2000. 557p. Bibliografia: p 529-532.
- 5 AMARAL, S. C. Estudo de Misturas Laterita-asfalto da Região Metropolitana de Belém-PA para Revestimentos de Paviamento. In: APRESENTAÇÃO À ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTORA EM ENGENHARIA, São Paulo: 2004, p. 20.
- 6 MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F. Characterization of Clays from Campos dos Goytacazes, North Rio de Janeiro State (Brazil). **Tile & Brick Int.**, v. 18, n. 3, p. 152-157, mar. 2002.
- 7 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Determinação da Análise Granulométrica de Solos. NBR - 7181, Rio de Janeiro, 1984.
- 8 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Determinação do Limite de Plasticidade, NBR-7180, Rio de Janeiro, 1984.
- 9 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Determinação do Limite de Liqueidez, NBR-6459, Rio de Janeiro, 1984.
- 10 JOHNS, W.D. A Review of Topotactic Development of High Temperature Phases from Two-Layer Silicates. **Ceramic Bulletin**, v. 44, n. 9, p. 682-686, set. 1965.
- 11 MONTEIRO, S.N. VIEIRA, C.M.F. Solid state sintering of red ceramics at lower temperatures. **Ceramics International**, v. 30, n. 2, p. 381-387, 2004.
- 12 MARSIGLI, M. DONDI, M. Plasticità delle Argille Italiane per Laterizi e Previsione del Loro Comportamento in Foggatura. L'Industria dei Laterizi. **L'Industria dei Laterizi**, v. 46, p. 214-222, 1997.