

Efeito da utilização de laterita nas propriedades físicas e mecânicas de cerâmica vermelha

Vieira, C.M.F.^I; Intorne, S.C.^I; Alexandre, J.^{II}; Alves, M.G.^{II}; Monteiro, S.N.^I

^ILaboratório de Materiais Avançados – LAMAV/CCT/UENF

e-mail: vieira@uenf.br, sintorne@yahoo.com.br, sergio.neves@ig.com.br

^{II}Laboratório de Engenharia Civil – LECIV /CCT/UENF

Av. Alberto Lamego, nº 2000, Pq. Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ. CEP: 28013-602

e-mail: jonas@uenf.br, mgloria@uenf.br

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 das cerâmicas queimadas foram: retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. A plasticidade das composições foi avaliada pelo método de Atterberg. Os resultados indicaram que a laterita contribuiu para melhorar a trabalhabilidade da argila. Com relação às propriedades de queima, foi observado que nas temperaturas de 700 e 900°C a incorporação da laterita reduziu ligeiramente a absorção de água e a retração linear da argila. Por outro lado, a resistência mecânica da argila também foi reduzida. Já a 1100°C, a laterita apresentou um efeito significativamente deletério nas propriedades avaliadas da argila. Por fim, os resultados indicaram que a laterita apresenta um potencial para utilização como componente de massa de cerâmica vermelha em temperaturas na ordem de 700 e 900°C.

Palavras chaves: Argila, cerâmica vermelha, incorporação, laterita.

Effect of the use of laterite in the properties of 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 of the fired ceramics were: linear shrinkage, water absorption and flexural strength. The plasticity of the compositions was evaluated by the Atterberg method. The results showed that the laterite contributed to enhance the workability of the clay. With respect to the fired properties, it was observed that, at 700 and 900°C, the laterite decreased the water absorption and the linear shrinkage of the clay. On the other hand, the mechanical strength of the clay also was decreased. At 1100°C, the laterite showed a significant deleterious effect on the evaluated properties of the clay. Finally, the results showed that the laterite has a potential for use as a component of a red ceramic body at temperatures around 700 and 900°C.

Keywords: Clay, red ceramic, incorporation, laterite.

1 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 [1, 2] 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 frequência, 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, 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 óxido de titânio, manganês, etc.

O termo "laterita" é utilizado para designar depósito residual de óxido 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 [3, 4].

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 [5].

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.

2 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 [6], sendo constituída de caulinita, quartzo, mica muscovita e gibsitita. A composição química da argila, obtida por fluorescência de raios-X, é a seguinte: SiO₂ – 44,07; Al₂O₃ – 29,97; Fe₂O₃ – 9,15; TiO₂ – 1,36; CaO – 0,22; MgO – 1,04; Na₂O – 0,47; K₂O – 1,44; PF – 12,03 %.

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 α e 2 θ 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 [7].

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 [8, 9].

Tabela 1: Composições Estudadas (% em peso).

Matérias-primas	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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características da Laterita

A Figura 2 apresenta o difratograma de raios-X da laterita. Observa-se que foram identificados picos de difração associados à caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), quartzo (SiO_2), goetita ($\text{FeO}(\text{OH})$) e hematita (Fe_2O_3). A presença de caulinita auxilia na plasticidade. Durante a queima, a caulinita sofre uma série de transformações [10] contribuindo para a consolidação microestrutural da cerâmica devido ao seu pequeno tamanho de partículas de formato lamelar [11]. 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. Os 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.

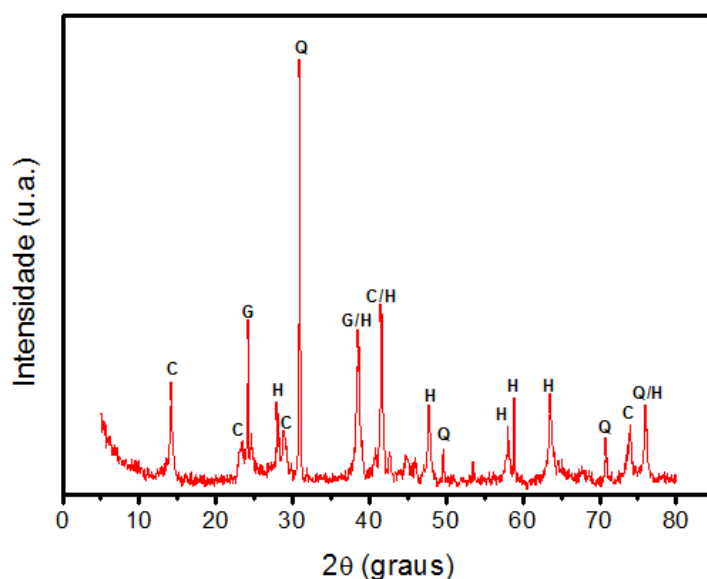


Figura 2: Difratograma de Raios-X da Laterita. **C** = Caulinita; **G** = Goetita; **H** = Hematita; **Q** = Quartzo.

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 ₂ O ₃	Fe ₂ O 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 destorroamento e peneiramento em malha de 20 mesh (abertura de 840 µm). É possível observar uma granulometria relativamente grosseira com aproximadamente 68% em peso das partículas com tamanho entre 85 e 840 µm. Estas partículas podem acarretar o aparecimento de trincas na argila após a etapa de queima e consequentemente contribuir para a redução da sua resistência mecânica.

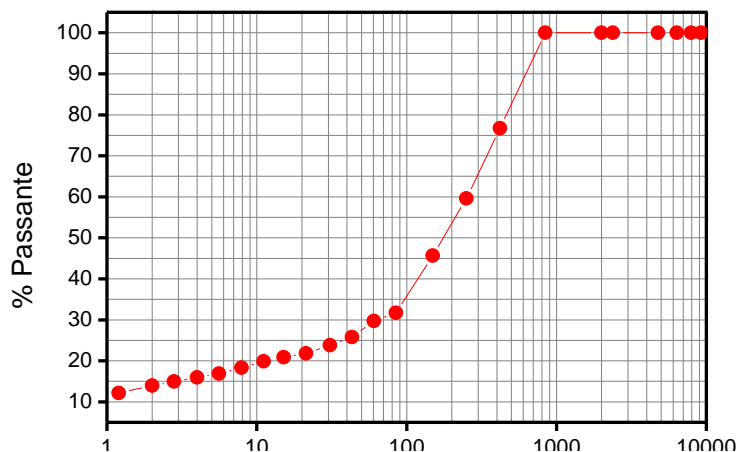


Figura 3: Distribuição do Tamanho de Partículas da Laterita.

3.2 Propriedades Físicas e Mecânicas das Composições

As composições foram submetidas a ensaios tecnológicos para verificar o efeito da incorporação da laterita investigada na trabalhabilidade bem como nas propriedades físicas e mecânicas da argila com interesse para aplicação em construção civil. 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 [12]. 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 ajustar 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.

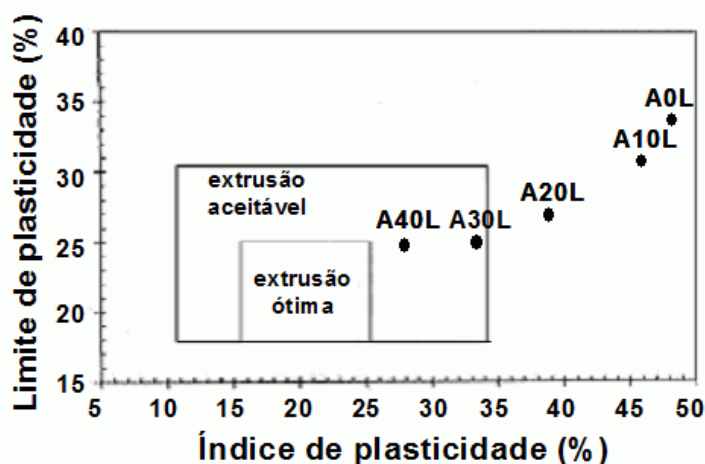


Figura 4: Prognóstico de Extrusão Através dos Limites de Atterberg.

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, os mecanismos 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. Isto pode ser atribuída a uma possível melhoria no empacotamento da argila durante a etapa de conformação bem como á redução da perda de massa durante a etapa de queima. 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 refratário 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 fundentes. 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.

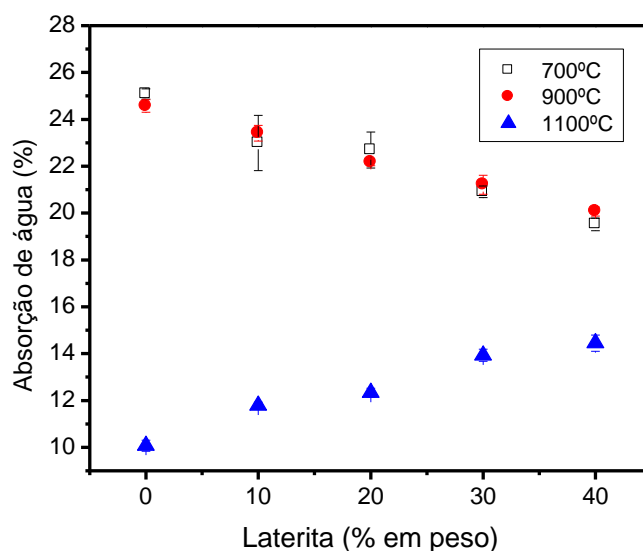


Figura 5: Absorção de Água das Composições.

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

dos mecanismos 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 refratário da laterita dificulta o desenvolvimento dos mecanismos de sinterização. Como nas temperaturas mais baixas, 700 e 900°C, os mecanismos de sinterização são pouco efetivos, o efeito da laterita na retração linear só é pronunciado a 1100°C, temperatura na qual a argila apresenta uma sinterização bem pronunciada.

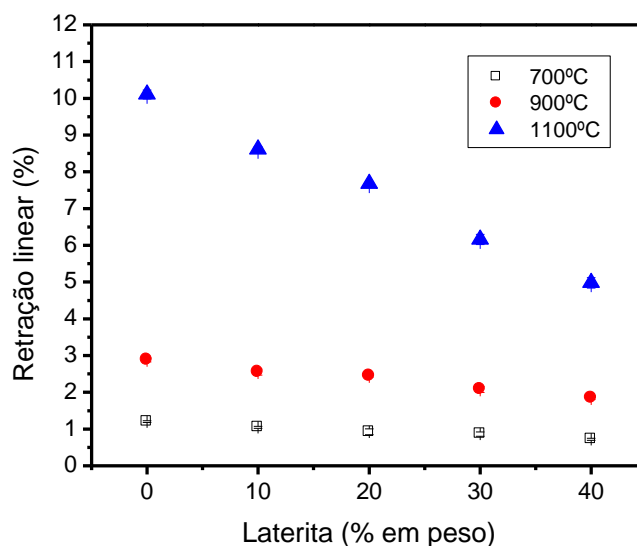


Figura 6: Retração Linear das Composições.

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 refratárias 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.

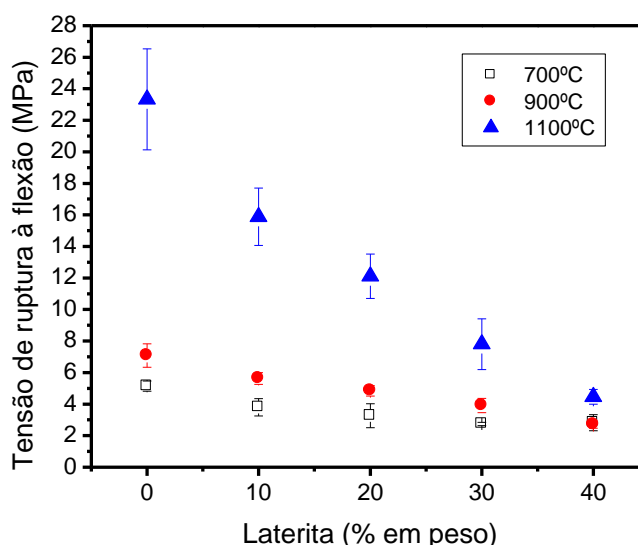


Figura 7: Tensão de Ruptura à Flexão das Composições.

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 na resistência mecânica é o ponto negativo. Isto pode ser resolvido, possivelmente com redução da sua granulometria.

4 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, por meio da redução do limite de plasticidade e do índice de plasticidade;
- Devido à sua composição mineralógica e granulometria relativamente grosseira, a laterita atuou como material refratário 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 na 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, como por exemplo, em substituição ao quartzo, nas temperaturas normalmente praticadas nas indústrias, entre 700 e 900°C.

5 BIBLIOGRAFIA

- [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, pp. 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: *Anais do XV Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Natal, 2002.
- [3] OLIVEIRA, A.M.S., BRITO, S.N.A., *Geologia de engenharia*, São Paulo, ABGE, 1998.
- [4] TEIXEIRA, W., TOLEDO, M.C.M., FAIRCHILD, T. R., *et al.*, *Decifrando a terra*, São Paulo, Oficina dos Textos, 2000.
- [5] AMARAL, S.C., *Estudo de misturas laterita-asfalto da região metropolitana de Belém-PA para revestimentos de pavimento*, Tese de D.Sc., Escola Politécnica/USP, São Paulo, SP, Brasil, 2004.
- [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, pp. 152-157, Mar. 2002.
- [7] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7181: *Determinação da Análise Granulométrica de Solos*, Rio de Janeiro, 1984.
- [8] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7180: *Determinação do Limite de Plasticidade*, Rio de Janeiro, 1984.
- [9] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6459: *Determinação do Limite de Liquidez*, 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, pp. 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, pp. 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*, v. 46, pp. 214-222, 1997.