

## PRÉ-CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MINERALÓGICA DAS ARGILAS DA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA - INHANGAPÍ - PARÁ.

Tapajos, N.S.; Amaral, A.P.M.; Neto, A.L.C.; Ferreira, L.B.O.  
Instituto Federal do Pará - IFPA /CMIN /Lab. Beneficiamento.  
Av. Almirante Barroso 1155. Bloco M  
Bairro: São Brás, Belém/PA. CEP 66093-020.  
Tel. 91 3201-1784. Cel. 91 8837-6269  
E-mail: [neilton.tapajos@ifpa.edu.br](mailto:neilton.tapajos@ifpa.edu.br)

### RESUMO

*De forma a realizar melhorias na produção de materiais cerâmicos foi conduzida a pré-caracterização das argilas plásticas e laterita utilizada na Indústria Cerâmica Vermelha – Inhangapí - Pará. Obtiveram-se amostras representativas coletadas aleatoriamente dos dois tipos de argilas e realizaram-se análises de granulometria, umidade, plasticidade, perda ao fogo ensaios químicos e instrumentais para identificação das frações minerais. Observou-se que 82,28% da laterita e 46,65% de argila plástica é maior que 0,177mm, a umidade e plasticidade das argilas são respectivamente 7,2% e 11,1% laterita e 16,8% e 21,7% plástica, entre os principais óxidos presentes estão  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$ , encontrados nas frações minerais: Montmorilonita, Calcita, Goetita e Quartzo indentificadas por difração de raio-x. A argila plástica apresenta maior quantidade de minerais, granulometria mais fina e maior plasticidade, que a laterita tendo, portanto, reatividade térmica maior do que esta. Estes comportamentos distintos justificam a mistura entre as matérias-primas, no processamento cerâmico.*

Palavras-Chave: caracterização, argilas, cerâmica vermelha, mineralogia.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Gesicki e Boggiani, a indústria cerâmica brasileira tem participação de cerca de 1% no PIB nacional, sendo aproximadamente 40% desta participação representada pelo setor de cerâmica vermelha. Apesar de sua grande importância econômica e social no país, a maioria dos jazimentos de argilas, principal matéria-prima, não é devidamente estudada, não havendo, em geral, nenhum dado técnico-científico que orientem a aplicação industrial (2-4).

No Pará a maior parte das empresas de cerâmica vermelha aplica o conhecimento de forma empírica, devido ausência de um estudo sistemático de caracterização mineralógica e tecnológica das matérias-primas, porém, é indispensável a identificação completa do tipo de argila e suas propriedades como granulometria, plasticidade, composição mineralógica e química para obter um produto final com qualidade além de possibilitar ao fabricante flexibilidade, redução de custos de produção e aumento no valor agregado.

De forma geral as argilas são constituídas essencialmente por partículas cristalinas extremamente pequenas de um número restrito de minerais conhecidos como argilominerais que são compostos formados por silicatos de alumínio e ferro, contendo ainda, geralmente, certo teor de elementos alcalinos e alcalinos terrosos. O termo argila também designa a fração granulométrica dos constituintes do solo com partículas menores que 2  $\mu\text{m}$  em diâmetro (3,6,7).

A preocupação com a falta de dados consistentes, de laboratórios credenciados para análise e motivados ainda pelo 38º Encontro Nacional da Indústria de Cerâmica Vermelha ocorrido no estado do Pará em de agosto de 2009 foi essencial para a concepção desta pesquisa, uma vez que, o objetivo de estudo foi a pré-caracterização físico-química e mineralógica de amostras das argilas utilizada para fabricação de tijolos e telhas pela indústria Cerâmica Vermelha localizada em Inhangapí/ PA, Rod. PA 136, Km 77. Etapa inicial de um projeto que visa sistematizar as informações e alcançar ainda outras áreas produtoras do Estado garantindo amplo desenvolvimento ao setor cerâmico.

Este estudo envolve ainda a utilização de vários laboratórios do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, e também permite avaliar a competência em gerar fontes de informações para o setor industrial, bem como de executar o controle de qualidade das argilas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras coletadas aleatoriamente, no pátio de sazonalidade da empresa, foram divididas em dois grupos: argila laterita e argila plástica. O número de incrementos não foi definido, porém, foi condicionada a massa da amostra inicial em um total de 15 Kg para cada fração de matéria-prima. Nas instalações do laboratório de beneficiamento LABEM - IFPA as frações coletadas foram preparadas para análise granulométrica, determinação das propriedades físicas, química via úmida e difração de raio-x.

A Figura 1 mostra a sequência de ações desenvolvidas até a análise da composição química e difração de raio-x das argilas, que ocorreu nos laboratórios de química e caracterização tecnológica do IFPA, e que permitem avaliar usos específicos, bem como, identificar os principais minerais constituintes. No entanto, essas informações devem ser usadas em combinações com as propriedades físicas para uma completa avaliação do tecnólogo em cerâmica ou engenheiro de materiais buscando a aplicação industrial (8).

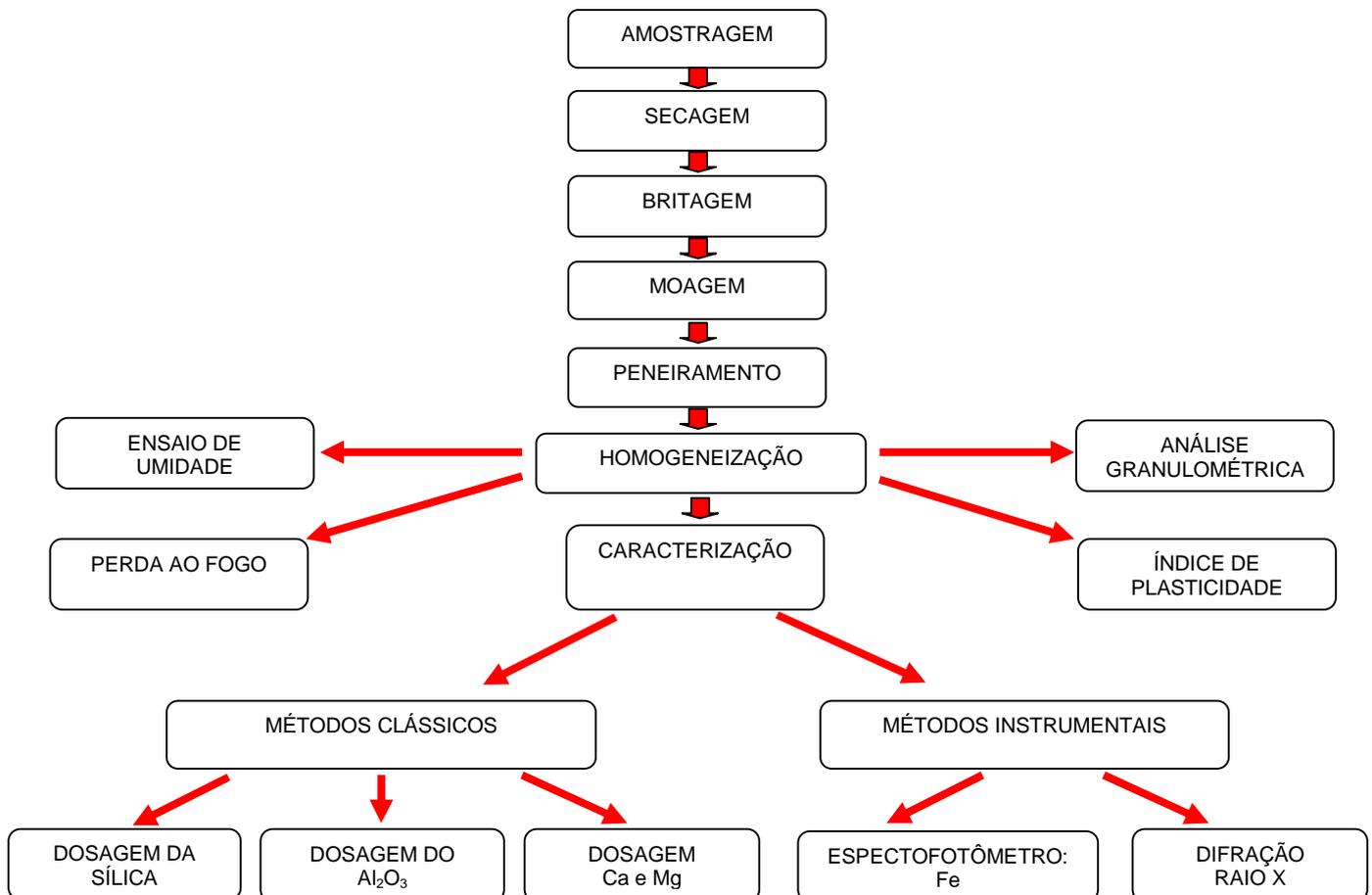


Figura 1: Fluxograma do processo de preparação e caracterização das argilas plástica e laterita

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Umidade e perda ao fogo.

As análises de umidades foram realizadas em estufa a 120°C até obtenção de massa constante, enquanto que a perda ao fogo foi feita com 1g de argila em mufla a 1200°C. Os resultados destes experimentos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de grau de umidade e perda ao fogo.

Matérias-primas	Grau de umidade	Perda ao fogo
Laterita	7,2%	11,1%
Plástica	16,8%	21,7%

Avaliando os percentuais de umidade, pode-se observar que a argila plástica apresenta um grau maior do que a laterita em torno de 9,6 %. Sabe-se que para umidade acima de 10 % há um incremento no período de secagem ocasionando defeitos ao bloco devido à retração. Em relação à perda ao fogo (determinação da água de cristalização, carbonatos, materiais orgânicos e carbonizados), em função das argilas plásticas possuírem quantidades de argilominerais maior do que as não plásticas, estas apresentam maior perda de massa e retração após queima. Com isso ela deve possuir uma estabilidade térmica menor e, sendo aconselhável misturar diferentes tipos de argilas a fim de obter uma formulação ideal.

#### 3.2 - Análises granulométricas e índice de plasticidade (NBR 7180).

A distribuição granulométrica foi conduzida de acordo com o procedimento operacional de laboratório do LABEM (POL – 002. Classificação granulométrica usando agitador mecânico) e o índice de plasticidade de acordo com a NBR 7180.

A Figura 2 representa a curva granulométrica das argilas plásticas e laterita. Estes resultados permitem estabelecer uma correlação entre a granulometria das argilas com seus respectivos índices de plasticidade encontrados por meio de elaboração de corpos cilíndricos com aproximadamente, 3 mm a 4 mm de diâmetro e de 10 a 15 cm de comprimento, as argilas que não formam esses cilindros com qualquer teor de água são consideradas não-plásticas (5).

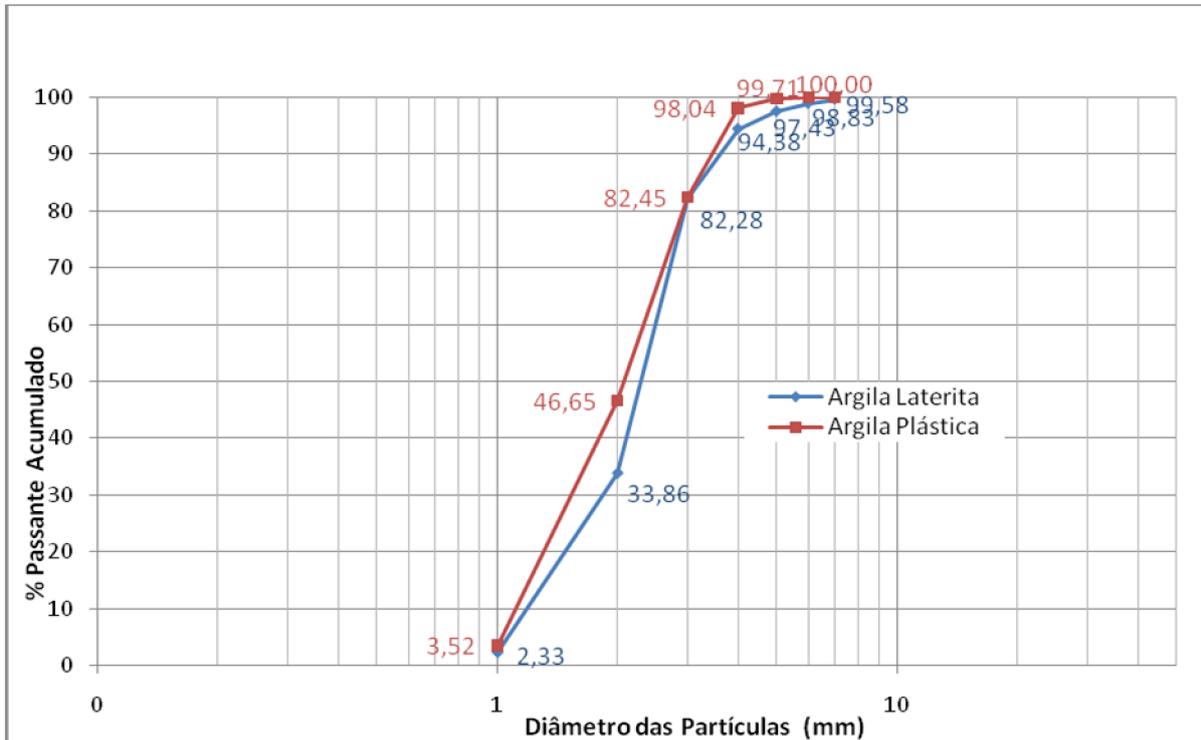


Figura 2: Gráfico de distribuição granulométrica das argilas laterita e plástica.

De acordo com as curvas granulométricas, observa-se que 82,28% da laterita e 46,65% de argila plástica é maior que 0,177mm, portanto, esta última apresenta menor diâmetro médio das partículas, conforme a literatura.

Em relação a plasticidade, para Campos e Macedo (5), estabelecido como a propriedade que um sistema rígido possui de deformar-se, sem romper-se, pela aplicação de uma força (tensão) e de reter essa deformação quando a força aplicada é retirada. A argila plástica em estudo apresentou um limite de plasticidade de 38,26%, enquanto a laterita 0,8 %, isso devido ao fato da plasticidade das argilas úmidas serem essencialmente resultante das forças de atração entre as partículas lamelares de argilominerais carregadas eletricamente e a ação lubrificante da água que existe entre partículas lamelares.

Como os argilominerais estão presentes em maior quantidade nas argilas plásticas do que na laterita, então a argila plástica em estudo apresenta um índice de plasticidade bem mais elevado.

Observa-se também uma relação inversamente proporcional entre a granulometria da argila com o limite de plasticidade, ou seja, quanto menor o tamanho médio das partículas, maior será o limite de plasticidade.

### 3.3 Análises químicas e difração de raio-x.

O resultado das análises: químicas via-úmida (1) e fluorescência das matérias-primas, está apresentado na Tabela 2 com as suas proporções na forma de óxidos, enquanto, as Figuras 3 e 4, mostram os difratogramas das argilas plásticas e laterita respectivamente. Nesta etapa da caracterização buscou-se conhecer a composição mineralógica das argilas e os teores de álcalis presentes.

Tabela 2: Teor de óxido na argila plástica e laterita.

Óxidos	Plástica	Laterita
<b>% em peso</b>		
<b>SiO<sub>2</sub></b>	51,43%	54,4%
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	29,1 %	24,48%
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4,93%	8,64%
<b>CaO</b>	2,26%	3,41%
<b>MgO</b>	1,59 %	2,25%
<b>Outros</b>	10,6 %	6,82%

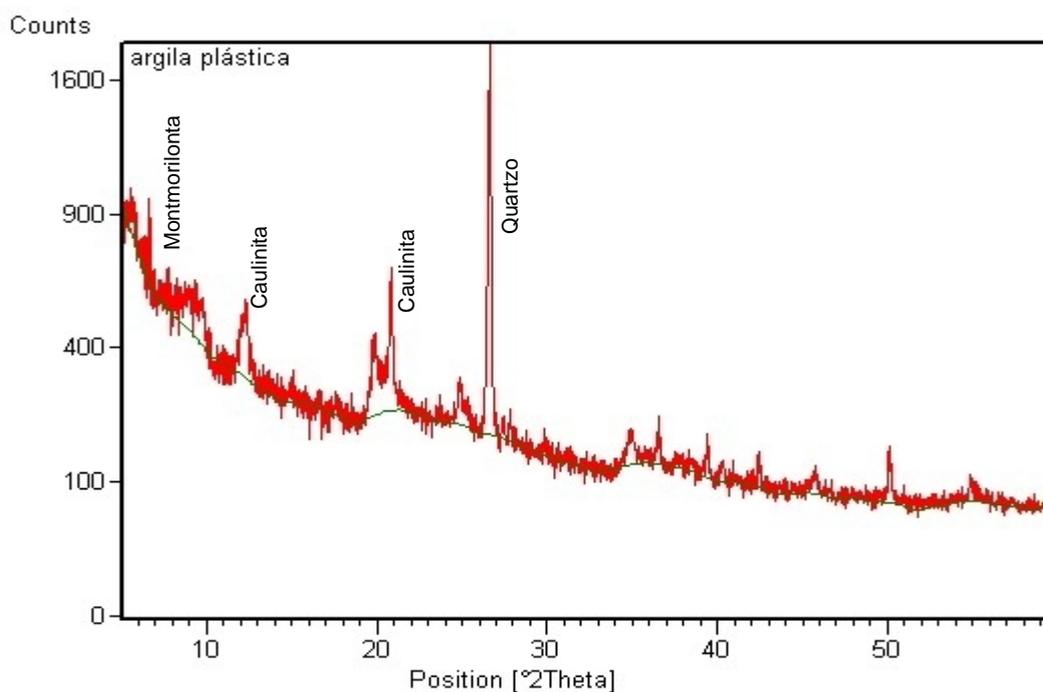
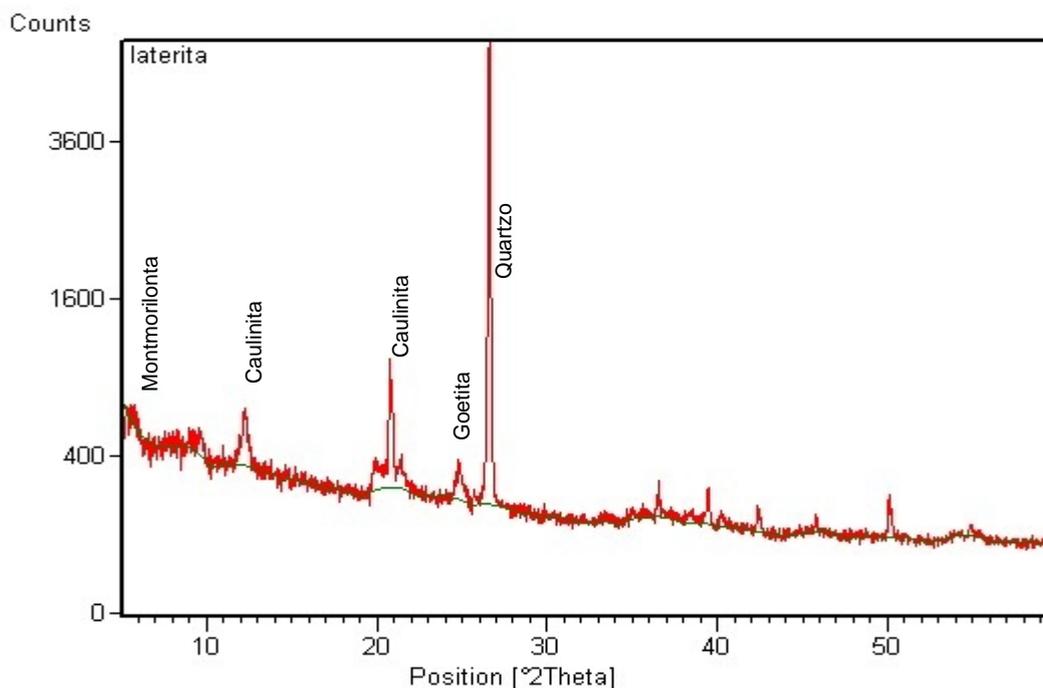


Figura 3: Difratograma da argila plástica.



**Figura 4: Difratoograma da laterita.**

Analisando os difratogramas obtidos identificaram-se como possíveis minerais presentes na argila plástica: montmorilonita, caulinita e quartzo, e os minerais presentes na laterita: motmorilonita  $[(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O]$ , caulinita  $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ , goetita  $[FeO(OH)]$  e quartzo  $[SiO_2]$  (9-10). Em ambas existem outros minerais presentes, porém, em quantidade pouco significativa. Devido a impossibilidade de executar a difração utilizando lâminas glicoladas e aquecidas, as quais garantiriam maior precisão dos resultados optou-se por uma correlação entre as espécies minerais previstas por difração com a composição química estabelecida.

Nas duas amostras estudadas existe a predominância de quartzo, o qual é composto principalmente de dióxido de silício, sendo, portanto, coerente com os resultados obtidos nas análises químicas, de 51,43% de  $SiO_2$  na argila plástica e 54,4% de  $SiO_2$  na laterita.

A quantidade relativa de óxido de alumínio nas amostras também merece destaque, o qual pode ser atribuído a presença do argilomineral caulinita que é constituído de unidades laminares, formadas por lâminas, uma de tetraedro de silício e outra de octaedro de alumínio.

Verificou-se ainda que todas as argilas apresentaram um teor  $Fe_2O_3$  superior a 3%, (Tabela 2) o que caracteriza essas matérias-primas como sendo de queima

vermelha, contudo sabe-se que teores de óxido de ferro inferiores a 5 % podem resultar em produtos de queima clara, assim a coloração avermelhada dos blocos cerâmicos após queima advém da alta taxa de ferro na laterita que é justificado na Figura 4 pela presença do mineral goetita ( $\text{FeOOH}$ ).

Outra característica é a baixa quantidade de óxidos alcalinos terrosos fundentes ( $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$ ), nas argilas plásticas sendo próximo de 3,85 %, enquanto da laterita próximo de 5,66%. Sabe-se que elevados teores de ferro divalente, elementos alcalinos e alcalinos terrosos são prejudiciais pelo fato de causar uma excessiva retração, reduzir a faixa de vitrificação e causar colorações indesejáveis, o que justifica a adição de pequena quantidade de laterita numa conformação ideal, por ela apresentar alto teor  $\text{Fe}^{+2}$  e óxidos alcalinos terrosos (8).

#### **4. CONCLUSÃO**

O aproveitamento de argilas laterita, para cerâmica vermelha que tem menor plasticidade é possível tendo como base o conhecimento do comportamento individual das argilas e os procedimentos de formulação de massas, porém a quantidade em mistura deve ser menor do que a argila plástica, uma vez que em produtos que exigem maior resistência mecânica, como tijolos, é aconselhável argilas com maior quantidade de minerais argilosos e que suportem elevada temperatura de queima.

As argilas plásticas apresentaram maior quantidade de minerais, granulometria mais fina e maior plasticidade, enquanto a argila laterita apresentou predominância de minerais acessórios, granulometria mais grosseira e menor plasticidade, por isso a primeira possui reatividade térmica maior do que a segunda. Estes dois comportamentos distintos justificam a mistura entre as matérias-primas, melhorando o processamento cerâmico e as propriedades finais, bem como viabilizando a exploração das jazidas por períodos mais longos.

Com relação ao teor de umidade, constata-se a importância do sazonalidade no processo de fabricação cerâmico, pois a qualidade final do produto pode ficar comprometida quando a massa cerâmica passar pela extrusão ou sofrer retração.

Os resultados obtidos indicaram que através da caracterização mineralógica, física e química das argilas é possível prever a maior parte de suas propriedades comportamentais, pois, permitiram estudar os beneficiamentos que devem sofrer

uma massa cerâmica para alterar uma ou várias propriedades do corpo cerâmico, e melhorar a qualidade do produto final. Sugere-se para maior controle de qualidade dos blocos cerâmicos realização de teste de conformação ideal entre a argila plástica e laterita para descobrir a proporção mais indicada entre ambas, além de formação de corpos de provas para testes de resistência mecânica a fim de garantir a qualidade do material cerâmico.

## 5. REFERÊNCIAS

1. ADAD, J. M. T. **Controle químico de qualidade**. Ed. Guanabara dois. Rio de Janeiro, 1982.
2. A. L. D. Gesicki, P. C. Boggiani, A. R. Salvatti, *Cerâmica Industrial* 7, 1 (2002) 44.
3. BARBA, A. ET AL. **Materiais primas para La fabricación de soportes de baldosas cerâmicas**, 1. Ed. Casteilón: Instituto de Tecnología cerâmica, 1997. 291 p.
4. BUSTAMANTE, G.M; BRESSIANE, J.C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica industrial**, v 5, n.3, p. 31-39, 2000.
5. CAMPOS, L. F. A; MACEDO R. S. DE; KIYOHARA, P. K. FERREIRA, H. C. **Características de plasticidade de argilas para uso em cerâmica vermelha ou estrutura**. *Cerâmica* vol.45 n.295 São Paulo, Maio de 1999.
6. EMILIANI, G.P; CORBARA, F. **Tecnologia Cerâmica**. Faenza: Editoriale Faenza Editrice. V 1, p 63-65, 1999.
7. MAFRA, A.T. **Proposta de indicadores de desempenho para a indústria de cerâmica vermelha**. 2000. Dissertação (Mestrado em engenharia de Materiais) – Faculdade de engenharia, universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2000.
8. OLIVEIRA, SM. **Avaliação dos blocos e tijolos cerâmicos do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1993. 139 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade de Santa Catarina. Engenharia Civil.
9. RANKAMA, K. & SAHAMA, T. H. G. **Geoquímica**. Madrid. Aguilar, 1954. 862 p.
10. SANTOS, P. S. **Ciências e Tecnologias de Argilas**. 2 º Ed. Edgar Blücher, vol. 1, 2 e 3. São Paulo, 1989.

## **PRE-PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND CLAY MINERALOGY OF THE CERÂMICA VERMELHA INDUSTRY - INHANGAPI - PARÁ.**

### **ABSTRACT**

In order to make improvements in the production of ceramic materials was conducted pre-characterization of clays and laterite used in red ceramic industry - Inhangapi Pará were obtained randomly collected samples of the two types of clays and reviews were particle size, moisture, plasticity, loss on ignition tests and instruments for chemical identification of the mineral fractions. It was observed that 82.28% of laterite and 46.65% of plastic clay is greater than 0.177 mm, humidity and pasticada clays are respectively 7.2% and 11.1% and 16.8% laterite and 21, 7% plastic, among the major oxides present are SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO and MgO, found in fractions minerals: montmorillonite, calcite, goethite and quartz has been identified by diffraction. The plastic clay has a higher amount of minerals, grain size finer and more plastic, the laterite and therefore greater thermal reactivity than this. This behavior justifies the different mix of raw materials in ceramic processing.

Key-words: characterization, clay, red ceramic, mineralogy