

## **CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE QUEIMA DE ARGILAS UTILIZADAS PARA FABRICAÇÃO DE TELHAS NO MUNICÍPIO DE ITABORAÍ-RJ**

*Vitorino. J.P.D.<sup>1\*</sup>, Vieira. C.M.F.<sup>1</sup>, Duailibi Filho. J.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UENF/CCT/Laboratório de Materiais Avançados \*jhvitorino@hotmail.com

<sup>2</sup>INT – Instituto Nacional de Tecnologia.

**Resumo** - O objetivo deste trabalho é o de apresentar resultados relativos à caracterização de argilas utilizadas na composição de massa cerâmica para telhas produzidas no município de Itaboraí. Foram utilizados quatro tipos de argilas denominadas de argila cinza, argila vermelha, argila tabatinga clara e argila tabatinga escura. As argilas foram submetidas a ensaios de caracterização física e mineralógica. Corpos-de-prova foram preparados por prensagem uniaxial a 20 MPa para queima a 700, 950 e 1050 °C. As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram: densidade aparente a seco, densidade aparente de queima, retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicaram que é recomendável formular massa para telhas com duas das argilas investigadas.

**Palavras-chaves:** Argilas; Caracterização; Propriedades.

**Área do Conhecimento:** Engenharia de Materiais

### **Introdução**

O Estado do Rio de Janeiro possui um importante mercado de cerâmica vermelha distribuído basicamente entre três regiões: Campos do Goytacazes no norte do estado, Itaboraí e Rio Bonito nas proximidades da capital e também cidades do Médio Vale do Paraíba. O Município de Itaboraí representa grande parcela desta produção, dedicando-se principalmente a artigos de cerâmica estrutural como tijolos e telhas, além de artefatos vazados e peças decorativas. Diferentemente das outras duas regiões, as jazidas de Itaboraí são de origem flúvio-marinhas e fluviais (DRM/RJ, 1998).

Mesmo com um grande volume de produção, a indústria cerâmica de Itaboraí, assim como em todo estado, necessita de informações detalhadas sobre suas matérias primas básicas, ou seja, suas argilas. Através da determinação dos tipos de argilas, bem como de suas respectivas

quantidades e características, torna-se possível a otimização do processo produtivo. Com estas informações sobre as matérias-primas pode-se traçar um plano de extração racional e utilizar ao máximo as potencialidades de cada tipo de argila. Desta forma, o objetivo deste trabalho é de realizar a caracterização de quatro diferentes argilas utilizadas por cerâmicas do município de Itaboraí para a produção de telhas e de blocos de vedação.

### **Materiais e Métodos**

Para realização deste trabalho foram utilizadas quatro diferentes argilas comumente utilizadas pelas cerâmicas do município de Itaboraí. As argilas são denominadas de: Argila Vermelha (**AV**), Argila Cinza (**AC**), Tabatinga Clara (**TC**) e Tabatinga Escura (**TE**). Estas argilas são utilizadas em proporções iguais por uma cerâmica local para a fabricação de telhas.

Inicialmente as argilas passaram por processo de beneficiamento que consistiu na secagem em estufa, desaglomeração com pilão manual e peneiramento em 20 mesh (0,84 mm). As amostras, em forma de pó, foram submetidas a ensaio de difração de raios-X num difratômetro marca SHIMADZU, modelo XRD-7000, operando com radiação de Cu-K $\alpha$ , e 2 $\theta$  variando de 5° a 40°. As interpretações qualitativas de espectro foram efetuadas por comparação com padrões contidos em banco de dados (PDF02, 2006). As distribuições granulométricas das argilas foram determinadas por técnicas de peneiramento e sedimentação (ABNT. NBR 7181, 1984). A plasticidade das argilas foi determinada de acordo com normas da ABNT (ABNT. NBR 6459, 1984), (ABNT. NBR 7180, 1984) para cálculo dos limites de Atterberg. Para avaliação das propriedades físicas e mecânicas foram confeccionados corpos-de-prova retangulares por prensagem uniaxial a 20 MPa em uma matriz metálica com medidas 114,5 x 25,5mm. Os corpos-de-prova foram secos até peso constante e queimados nas temperaturas de 750, 900 e 1050°C. Foi utilizada uma taxa de aquecimento de 2°C/minuto com tempo de permanência de 180 minutos na temperatura de patamar. O resfriamento foi realizado desligando-se o forno. A retração linear dos corpos-de-prova foi determinada de acordo com a norma (ABNT, MB 305, 1987) e a absorção de água segundo a norma ASTM (ASTM, C 373-72, 1972). Para determinação da tensão de ruptura à flexão em três pontos foi seguida a norma ASTM (ASTM, C 674-77, 1977), foi utilizada uma máquina EMIC modelo DL 2000 com afastamento de noventa milímetros entre os cutelos e uma velocidade de aplicação da carga de 5 mm/min.

## Resultados

As Figuras 1 a 4 mostram os difratogramas de raios-X das argilas. Observa-se que as argilas apresentam a caulinita (C) como argilomineral predominante. Tanto o quartzo (Q) quanto a gibsita (Gi), hidróxido de Al, com picos de baixa intensidade, estão presentes em todas as argilas. Foram identificados picos da goetita (Go), hidróxido de Fe, na argila AV, de mineral micáceo (MM) nas argilas AC, TE e da microclina (M), feldspato potássico, nas argilas AC, TE e TB. A argila AC ainda apresenta um pico característico de feldspato sódico, albita (A), pertencente à série dos plagioclásios.

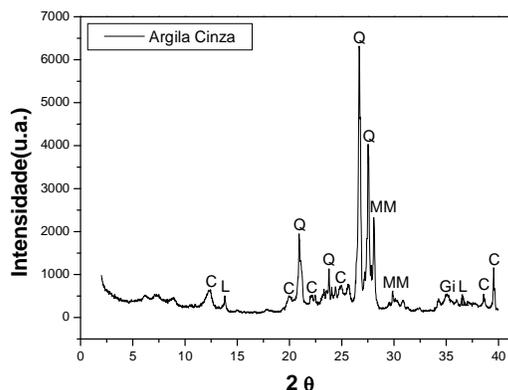


Figura 1 - Difração de raios-X da argila Vermelha

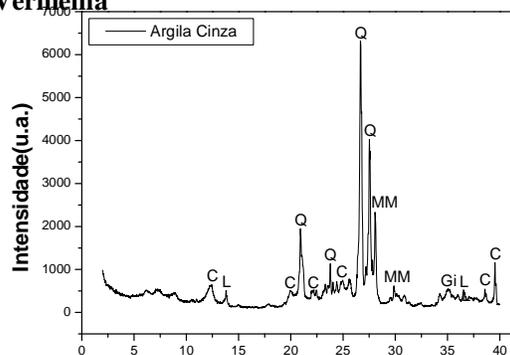
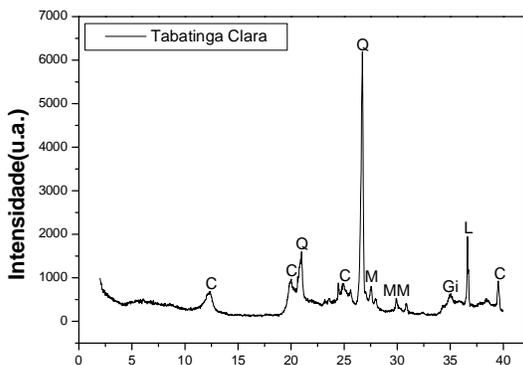
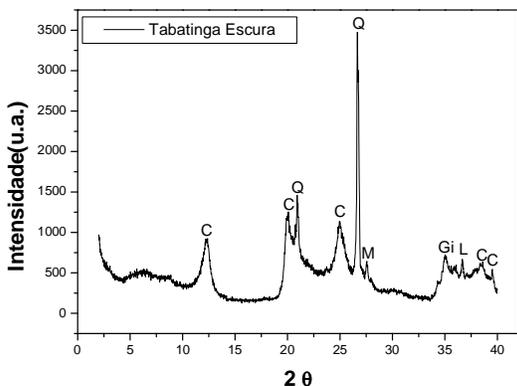


Figura 2 - Difração de raios-X da argila Cinza



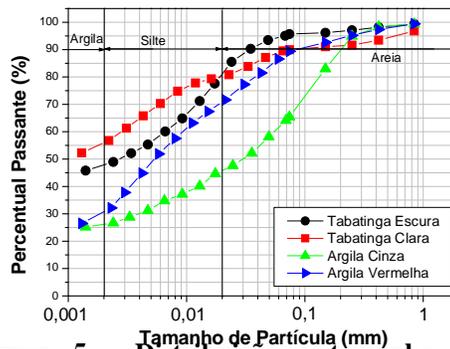
**Figura 3 - Difração de raios-X da argila Tabatinga Clara**



**Figura 4 - Difração de raios-X da argila Tabatinga Escura**

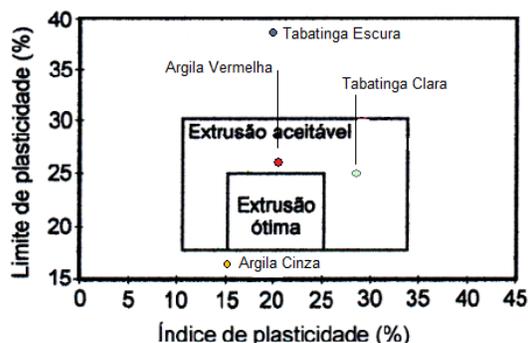
A Figura 5 apresenta o gráfico de distribuição de tamanho de partícula das argilas. A fração “argila”, tamanho de partícula < 0,002 mm, está associada com os minerais argilosos, principais responsáveis pela plasticidade dos materiais argilosos. De acordo com a Fig. 5, a argila **TC** apresenta o maior percentual de fração “argila”, 56%. Por outro lado, a argila **AC** apresenta o menor teor de fração “argila”, 26%. Já a argila **TE** possui mais de 80% de suas partículas com tamanho inferior a 0,02 mm, distribuída entre as frações “argila” e “silte”, o que confere um elevado limite de

plasticidade, conforme será apresentado na Fig. 6.



**Figura 5 - Distribuição e tamanho de partícula das argilas.**

A Figura 6 apresenta um prognóstico de extrusão das argilas pelos limites de Atterberg (9). Nota-se que a argila **AC** apresenta-se abaixo da região de extrusão ótima com baixo valor de limite de plasticidade. Isto é devido à sua granulometria mais grosseira com menor teor de fração “argila”. Já as argilas **AV** e **TC** localizam-se dentro de região de extrusão aceitável, mas relativamente próximas à região de extrusão ótima. Finalmente, a argila **TE**, localiza-se bem acima destas regiões apresentando um limite de plasticidade excessivamente elevado, ao redor de 38%. Embora esta argila não apresente o maior teor de fração “argila”, a elevada plasticidade pode ser atribuída ao elevado teor de fração “silte”, ao redor e 33%, ao menor teor de fração “areia”. Figura 6. Prognóstico de extrusão pelos Limites de Atterberg.



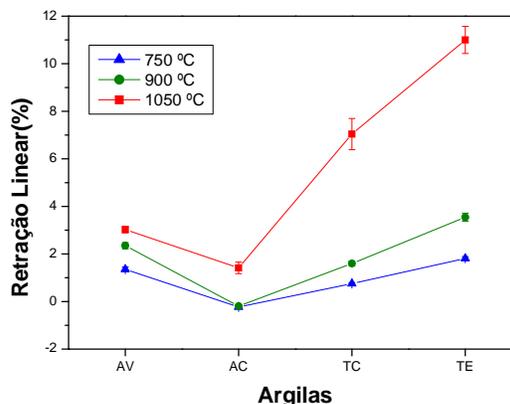
**Figura 6 - Prognóstico de extrusão pelos Limites de Atterberg (MARSIGLI, 1997)**

A Tabela 1 apresenta os valores de densidade a seco e densidade de queima das argilas. Os valores de densidade a seco são bem variados, partindo de 1,75 para a argila TE e alcançando o valor de 2,04 g/cm<sup>3</sup> para a argila AC. Para as temperaturas de 750 e 900°C houve redução nos valores de densidade para todas as argilas. Isto ocorre devido à eliminação de água e eventualmente de matéria orgânica e outros voláteis presentes nas argilas. Associado a isto, a sinterização das argilas por formação de fase líquida não é muito efetiva nesta faixa de temperatura. Como consequência, a densidade de queima é geralmente menor que a densidade de compactação após secagem. Por outro lado, na temperatura de 1050°C, a densidade de queima torna-se maior que a densidade a seco devido à ausência de perda significativa de massa, bem como à maior formação de fase líquida.

**Tabela 1 - Densidade a seco e densidade de queima das argilas.**

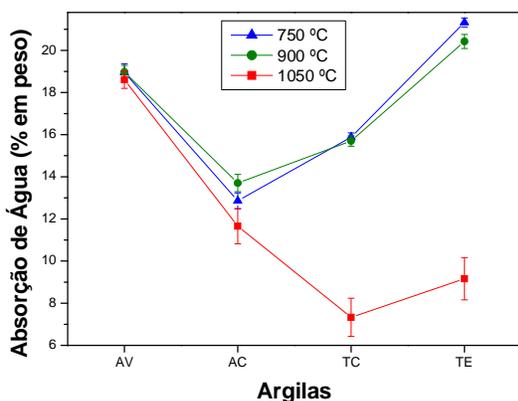
Argilas	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )			
	T. ambiente	750 °C	900 °C	1050 °C
Vermelha	1.84	1.7 5	1.7 7	1.86
Cinza	2.04	1.9 6	1.9 8	2.06
Tabatinga Clara	1.88	1.8 0	1.8 1	2.19
Tabatinga Escura	1.75	1.6 2	1.6 4	2.09

A Figura 7 apresenta os valores de retração linear de queima das argilas para as três temperaturas utilizadas. Nota-se que com o aumento da temperatura, ocorre um aumento da retração linear para todas as argilas. Na verdade, a argila AC apresentou uma expansão nas temperaturas de 750 e 900°C, devido ao teor relativamente elevado da fração “areia”. Por outro lado, a argila TE apresenta os maiores valores de retração. Na temperatura de 1050°C, tanto a argila TC quanto a argila TE apresentam valores bem elevados de retração linear devido à sinterização das partículas de pequeno tamanho, associados, sobretudo, aos argilominerais.



**Figura 7 - Retração Linear das argilas queimada**

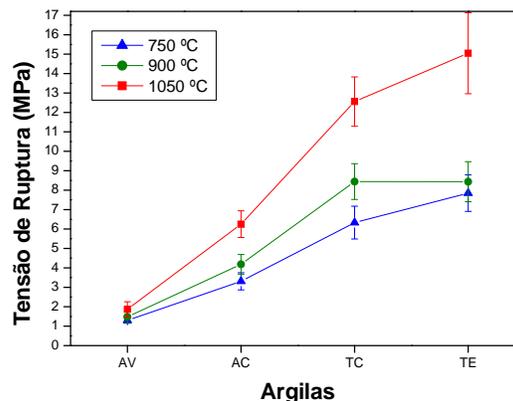
A Figura 8 apresenta a absorção de água das argilas em função da temperatura de queima. Nota-se que a argila **AV** apresenta um dos maiores valores de absorção de água, inferior somente que a argila **TE** nas temperaturas de 750 e 900°C, que não ocorre variação nesta propriedade com o aumento da temperatura. Já a argila **AC** apresenta uma pequena redução da absorção de água com a temperatura de queima. Observa-se ainda que esta argila possui os menores valores de absorção de água nas temperaturas típicas de cerâmica vermelha, 750 e 900°C. A argila **TC** apresenta valores similares de absorção de água nas temperaturas de 750 e 900°C, que só são superiores aos da argila **AC**. Já a 1050°C, a argila **TC** apresenta o menor valor de absorção de água, relativamente próximo da argila **TE**.



**Figura 8 - Absorção de Água das argilas queimadas**

A Figura 9 apresenta os valores de tensão de ruptura à flexão das argilas. A argila **AV** apresenta os mais baixos valores de resistência mecânica para todas as temperaturas investigadas. Em seguida vem a argila **AC**. As argilas **TC** e **TE** apresentam os maiores valores de resistência mecânica e relativamente parecidos. As argilas **AV** e **AC** apresentam

os maiores valores de fração “areia”, 30 e 54%, respectivamente. Esta característica destas argilas é que conferem baixos valores de resistência mecânica. Embora o teor de fração “areia” da argila **AC** seja superior ao da argila **AV**, sua resistência mecânica também é superior. A explicação para este comportamento pode ser a maior densidade a seco da argila **AC** em comparação com a argila **AV** e também à presença de feldspatos em sua composição mineralógica, o que confere aporte de óxidos fundentes.



**Figura 9 - Tensão de Ruptura à Flexão das peças queimadas**

### Discussão

Os resultados mostram que as argilas, apesar de possuírem composições mineralógicas parecidas, apresentam propriedades tecnológicas bem diferenciadas. Através dos resultados é possível propor uma mistura destas argilas visando obtenção de uma massa cerâmica para confecção de telhas de elevada resistência e baixa absorção de água, seriam ideais para esta massa as argilas Cinza (**AC**) e Tabatinga Clara (**TC**). A primeira seria indicada por apresentar baixa absorção de água e baixíssima retração linear, enquanto a segunda forneceria a plasticidade à massa.

## Conclusões

A caracterização física e mineralógica das quatro argilas utilizadas por cerâmicas de Itaboraí-RJ para a fabricação de telhas, além da avaliação das propriedades físicas e mecânicas de queima nos levou as seguintes conclusões:

- Todas as argilas apresentaram predominância de caulinita e de quartzo em sua composição mineralógica. Como minerais acessórios foram identificados a gibsita, goetita, mineral micáceo, albita e a microclina.

- As argilas denominadas de **AC** e de **AV** são as que apresentam os menores valores de fração “argila” e os maiores valores de fração “areia”. Já as argilas denominadas de **TC** e de **TE** apresentam o oposto, maiores valores de fração “argila” e menores valores de fração “areia”

- Com relação à plasticidade, a argila **TE** é excessivamente plástica, as argilas **AV** e **TC** apresenta valores intermediários e adequados de plasticidade para a cerâmica vermelha, enquanto que a argila **AC** apresenta baixo valor de limite de plasticidade.

- Nas propriedades físicas e mecânicas de queima foi observado que a argila **AV** apresenta valores elevados de absorção de água, baixos valores de retração linear e baixíssimos valores de resistência mecânica. A argila **TE** apresenta valores muito elevados de absorção de água, bem como elevada retração linear e resistência mecânica. A argila **TC** apresenta elevados valores de retração linear, baixos valores de absorção de água e elevados valores de resistência mecânica. Finalmente, a argila **AC** apresenta retração nula, com leve expansão nas temperaturas típicas de cerâmica vermelha, os menores valores de absorção de água e por outro lado, baixos valores de resistência mecânica.

- Os resultados indicaram que é possível formular massas de cerâmica vermelha, sobretudo telhas, interesse deste trabalho, com as argilas **AC** e **TC**. A argila **AC** seria uma argila menos plástica que reduziria a absorção de água e a retração linear. Por outro lado, a argila **TC** daria o aporte necessário de plasticidade e de resistência mecânica. As argilas **AV** e **TE** são dispensáveis para a formulação de massa. A argila **TE** é excessivamente plástica e apresenta ainda muita retração e elevada absorção de água. Já a argila **AV**, embora tenha plasticidade adequada, apresenta elevada absorção e baixos valores de resistência mecânica.

## Referências

- ABNT. MB 305: **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Argila, argamassas, concreto e cimento refratário – Determinação da retração linear após secagem. Rio de Janeiro, 1987.
- ABNT. NBR 6459: **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Determinação do limite de plasticidade de solos, Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT. NBR 7181: **Associação Brasileira de Normas Técnicas** – Determinação da Análise Granulométrica de Solos, Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT. NBR 7180: **Associação Brasileira de Normas Técnicas** - Determinação do limite de liquidez de solos, Rio de Janeiro, 1984.
- ASTM, C 373-72: **American Society for Testing and Materials** – *Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products*, 1972.
- ASTM, C 674-77: **American Society for Testing and Materials** – *Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials*, 1977.

DRM/RJ, Resumo da Geologia dos Depósitos de Argilas do Estado do Rio de Janeiro. **Departamento de Recursos Minerais**, 1998.

MARSIGLI, M.; DONDI, M.; Plasticità delle Argille Italiane per Laterizi e Previsione del Loro Comportamento in Foggia *L'Industria dei Laterizi*, v. 46, 1997, 214.

PDF02, The International Centre for Diffraction Data – ICDD, 2006.