

# **Caracterização Química, Mineralógica e Física da Argila do Vale do Mulembá – ES utilizada na Fabricação de Painéis de Barro**

**Mônica Castoldi Borlini**

Bolsista do Programa de Capacitação Interna, Eng<sup>a</sup>. Química, D. Sc.

**Adriano Caranassios**

Orientador, Eng<sup>o</sup>. Minas, D. Sc.

## **Resumo**

Esse trabalho tem por objetivo a caracterização química, mineralógica e física da argila do Vale do Mulembá – ES. O Vale do Mulembá está localizado no Bairro Joana D'Arc, Vitória, no Estado do Espírito Santo, Brasil. Essa argila é utilizada na produção das tradicionais painéis de barro de Goiabeiras, ES, e contribui para a economia da região. A painél de barro é uma das principais expressões da cultura popular do Espírito Santo. A argila do Vale do Mulembá apresenta características e comportamento diferentes de outras argilas usadas na produção das painéis de barro. O estudo de caracterização foi realizado através de análise química, difração de raios-X, distribuição de tamanho de partícula, plasticidade e análise térmica (TGA/ATD). Os resultados mostraram que a argila é caulínica, apresenta quantidade relativamente alta de  $Al_2O_3$  e de óxidos fundentes e elevada plasticidade.

## **1. Introdução**

A painél de barro é uma das principais expressões da cultura popular do Espírito Santo. Desde sua origem, nas tribos indígenas que habitavam a costa do Estado, até os dias atuais, a técnica de fabricação e a estrutura social das paineleiras pouco mudou. O trabalho artesanal das paineleiras sempre garantiu a sobrevivência econômica de seus familiares, como também de suas tradições. A região de Goiabeiras, ao norte da ilha de Vitória-ES, é o lugar tradicional para a produção das painéis de barro. A atividade de produção das painéis de barro tornou-se um bem cultural e preservada do ponto de vista histórico e cultural. Como uma consequência da importância dessa atividade, foi criada nos anos 90 a Associação das Paineleiras de Goiabeiras, na localidade de Goiabeiras, município de Vitória. Entre os objetivos da Associação, destaca-se a preservação e continuidade desta atividade secular, que vem sendo praticada desde os índios Tupi-Guarani e Una. Ao Ofício das Paineleiras foi conferido o título "Patrimônio Cultural do Brasil" (IPHAN, 2002).

Para a fabricação das painéis de barro, utiliza-se a técnica cerâmica de origem indígena, caracterizada pela modelagem manual, queima a céu aberto e aplicação de tintura de tanino. A simetria, qualidade de acabamento e eficiência das painéis de barro de Goiabeiras são devido às peculiaridades da argila e a habilidade e conhecimento técnico das paineleiras. O processo de produção das painéis de barro emprega matérias-primas provenientes do meio natural: a argila utilizada é extraída de uma jazida no Vale do Mulembá, localizado no bairro Joana D'arc, em Vitória – ES e a casca de mangue vermelho, com que é feita a tintura de tanino, coletada

diretamente do manguezal. A argila é muito arenosa, e esta composição que condiciona a produção das panelas de barro. A argila é transportada do bairro Joana D'arc até Goiabeiras, onde as panelas são confeccionadas.

### **1.1. Argila**

Argila é definida como uma rocha finamente dividida, possuindo elevado teor de partículas com diâmetro equivalente abaixo de 2  $\mu\text{m}$ , os argilominerais. É constituída essencialmente por argilominerais, podendo conter também minerais que não são considerados argilominerais (calcita, dolomita, quartzo, pirita, mica e outros), matéria orgânica e outras impurezas. As argilas na presença de água desenvolvem uma série de propriedades, devido aos argilominerais, tais como: plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, etc. Estas propriedades explicam sua grande variedade de aplicações tecnológicas (Santos, 1989, Verduch, 1995).

Argilas de alta plasticidade são consideradas aquelas que apresentam índice de plasticidade (IP) maior que 15%, média plasticidade aquelas que apresentam IP entre 7 e 15% e argila de baixa plasticidade tem IP menor que 7% (Santos, 1989).

### **1.2. Objetivo**

O objetivo desse trabalho é a caracterização química, mineralógica e física da argila do Vale do Mulembá-ES visando conhecer suas características e baseado nisso, identificar materiais alternativos similares para contribuir para a continuidade do Ofício das Paneleiras de Goiabeiras – ES.

## **2. Materiais e Métodos**

A matéria-prima investigada nesse trabalho é a argila do Vale do Mulembá, localizada no bairro Joana D'arc, em Vitória-ES, comumente utilizada para fabricação das panelas de barro.

A argila foi extraída da jazida de modo artesanal. O material extraído foi disposto nas vias de acesso da jazida para remover as principais impurezas. Na seqüência, as bolas de argila foram preparadas (Figura 1a). Depois disso, a argila foi transportada até a Associação das Paneleiras de Goiabeiras. Na Associação, foi realizada uma separação manual para remover algumas impurezas da argila, como raízes, etc. A argila então, estava pronta para a fabricação das panelas de barro (Figura 1b).

A argila foi seca em estufa a 80°C, desintegrada e peneirada a 149  $\mu\text{m}$  (100 mesh). A argila foi caracterizada em termos de composição química e mineralógica, comportamento térmico, plasticidade e distribuição de tamanho de partícula. A composição química foi determinada por espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX) usando um espectrômetro BRUKER-AXS modelo S4-Explorer, equipado com tudo de Rh.

A identificação das fases cristalinas na argila foi realizada por difração de raios-X (DRX). O DRX foi conduzido em amostras na forma de pó usando um equipamento Bruker-D4 endeavor operando com radiação Co-K $\alpha$  e 2 $\theta$  de 5 a 80 °C.

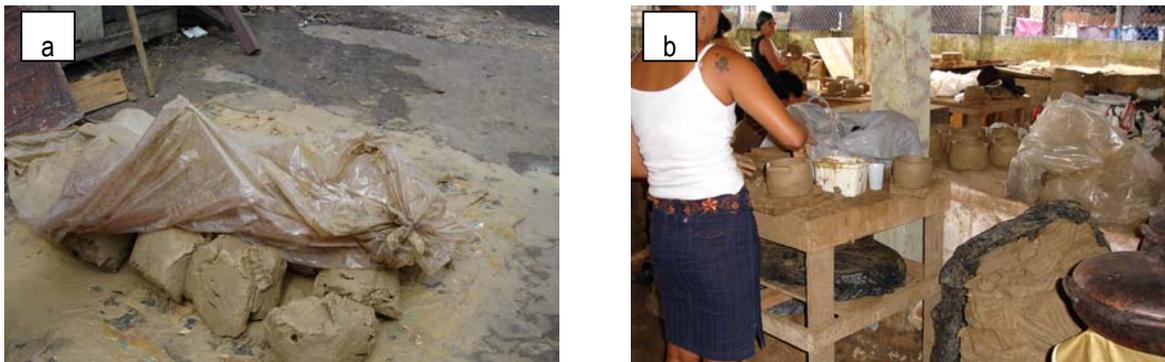


Figura 1. Preparação da argila. (a) Preparação de bolas de argila na jazida (b) Associação das Panelas de Goiabeiras – argila “beneficiada”.

Análises termogravimétrica (TG) e termodiferencial (ATD) da amostra de argila (23 mg passada na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (200 mesh)) foram conduzidas simultaneamente em um equipamento TA, modelo SDT 2960 operando com vazão de ar de 100 mL/min e taxa de aquecimento de 10°C/min até a temperatura máxima de 1200°C.

A densidade da argila foi determinada por picnometria de acordo com a norma ABNT NBR 6508 (ABNT, 1984a).

A plasticidade da argila foi avaliada através da determinação dos limites de Atterberg: limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e índice de plasticidade (IP) de acordo com as normas ABNT NBR 7180 (ABNT, 1984b) e NBR 6459 (ABNT, 1984c).

A distribuição de tamanho de partícula da argila foi obtida por métodos de peneiramento e sedimentação de acordo com a norma NBR 7181 (ABNT, 1984d).

### 3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra a composição química da argila. A  $\text{Al}_2\text{O}_3$  existente na argila está em sua maior parte combinada, formando a estrutura dos aluminossilicatos como a caulinita. A sílica,  $\text{SiO}_2$ , em argilas, está tanto na forma livre, como quartzo, quanto na forma combinada com a  $\text{Al}_2\text{O}_3$  para formar os aluminossilicatos. A sílica livre diminui a plasticidade e a retração das argilas, além de, poder aumentar a refratariedade. Na etapa de queima, a maior parte do quartzo atua como inerte, podendo ainda gerar microfissuras durante o resfriamento devido à sua transformação alotrópica, que ocorre em temperaturas em torno de 573°C (Kobayashi et al., 1992).

A argila apresentou valores consideráveis de óxidos alcalinos,  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ , que contribuem para a formação da fase líquida. Os óxidos alcalinos terrosos (MgO e CaO) também podem atuar como fundentes durante a etapa de queima. Esses óxidos reagem com fases amorfas e formam fases cristalinas que são mais estáveis frente à ação da umidade (Gomes, 1986). Observa-se que a argila apresenta elevado teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , responsável pela coloração avermelhada dos produtos após a queima. A perda ao fogo (PF) é principalmente devido à água de constituição dos minerais argilosos (caulinita).

Tabela 1. Composição química da argila do Vale do Mulembá (% peso).

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
Argila	54,60	22,80	6,40	2,60	1,00	0,77	3,70	1,00	0,48	6,70

O difratograma de raios-X, Figura 2, indica que a argila é caulínica com a presença de quartzo e microclina. A caulinita é responsável pelo desenvolvimento da plasticidade em mistura com água e ainda apresenta comportamento refratário de queima. O quartzo é uma impureza natural da argila e atua como um material não plástico no sistema água/argila. A microclina é benéfica aos processos cerâmicos devido à ação fundente durante o estágio de queima. Além disso, é possível verificar na argila os argilominerais esmectíticos.

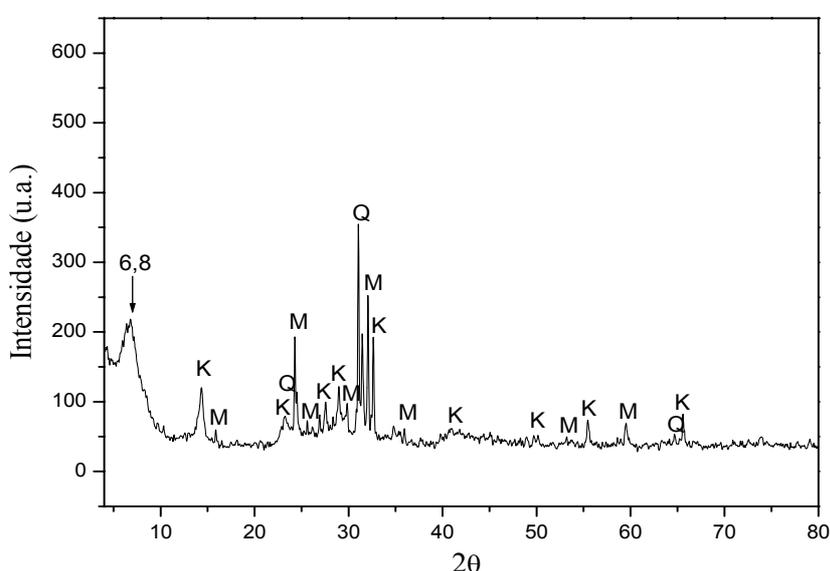


Figura 2. Difratograma de raios-X da argila. Q = quartzo, K = caulinita, M = microclina.

O comportamento térmico da argila foi investigado por análise termogravimétrica (TG/DTG) e termodiferencial (ATD). A Figura 3 mostra as curvas de TGA e ATD para a argila. A argila apresenta um pico endotérmico a 64,77°C associado com a eliminação de água de umidade. A 474,69°C ocorreu à desidroxilação da caulinita. A perda de massa correspondente foi de 5,8%. A temperatura em torno de 570°C ocorreu um pico endotérmico de baixa intensidade associado à transformação alotrópica do quartzo- $\alpha$  para quartzo- $\beta$ .

A Tabela 2 apresenta a plasticidade da argila determinada pelo método de Atterberg. O limite de plasticidade (LP) indica a quantidade mínima de água necessária para se fazer moldar uma massa. Valores razoáveis para extrusão são considerados entre 22-24% (Más, 2002). O limite de liquidez (LL) representa o máximo de água que deve ser adicionada ao material sem que ele perca a consistência plástica. O índice de plasticidade (IP) representa a diferença entre o limite de liquidez e limite de plasticidade, ou seja, representa a quantidade de

água que ainda pode ser adicionada a partir do limite de plasticidade, sem alterar o estado plástico da argila. O índice de plasticidade considerado mínimo é de 10% (Abajo, 2000). A argila estudada tem o índice de plasticidade (IP) superior a 10%. A elevada plasticidade da argila pode apresentar dificuldade de secagem causando o aparecimento de problemas dimensionais ou até mesmo trincas. Além disso, o tempo de secagem é maior, conseqüentemente, maior gasto energético e redução da produtividade.

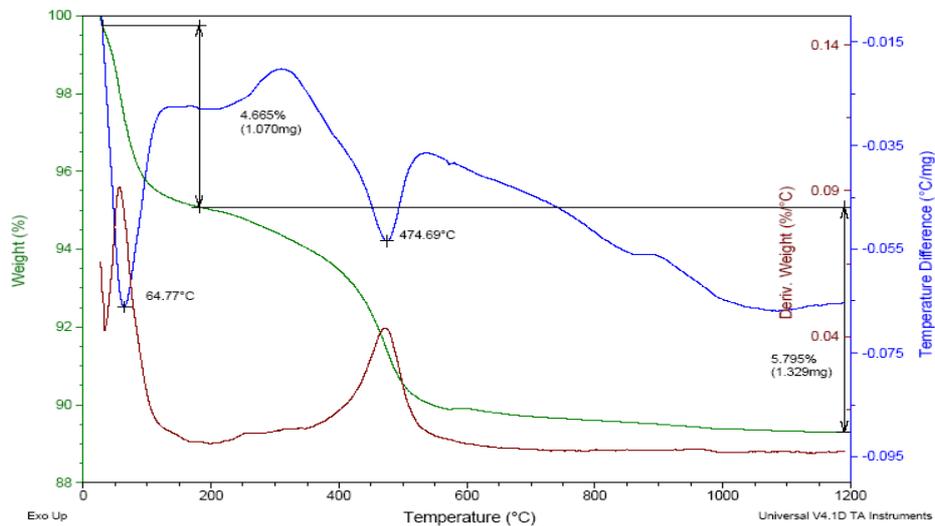


Figura 3. Curva termogravimétrica (TG/DTG) e termodiferencial (ATD) da argila.

Tabela 2. Plasticidade da argila determinada pelo Método de Atterberg (%).

Argila	Plasticidade (%)		
	LP	LL	IP
Argila	21,2	50,2	29,1

A Figura 4 apresenta a curva de distribuição de tamanho de partícula da argila. A argila tem uma porcentagem (~30%) de argilominerais, materiais plásticos, associado com tamanho de partícula menor que 2  $\mu\text{m}$ . A argila tem alta porcentagem (~50%) de fração areia (material não-plástico), associado com partículas acima de 20  $\mu\text{m}$ . A relação de materiais plásticos e não-plásticos é um indicativo da trabalhabilidade do material. A plasticidade do material influencia na capacidade de conformação, retração de secagem, porosidade e comportamento de queima (Ribeiro et al., 2004).

#### 4. Conclusão

A argila possui teor relativamente alto de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e quantidades significativas de óxidos alcalinos. Os óxidos alcalinos podem atuar como fundentes durante a etapa de queima.

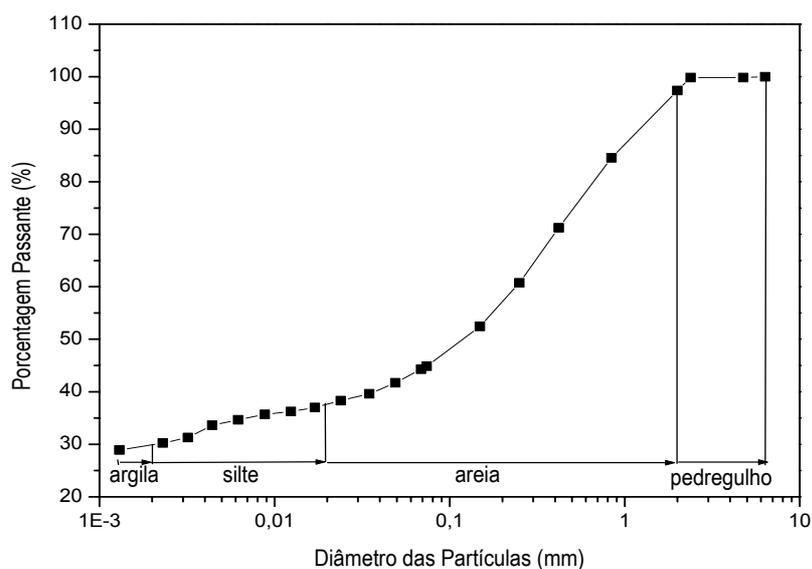


Figura 4. Curva de distribuição de tamanho de partícula da argila.

A argila é caulinitica e ainda apresenta as fases cristalinas quartzo e microclina. Também apresenta alta plasticidade. A alta plasticidade da argila pode causar dificuldade de secagem, podendo causar o aparecimento de problemas dimensionais ou trincas.

Como uma conclusão final pode-se afirmar que, a argila é caulinitica, apresenta alta plasticidade e quantidade relativamente alta de fundentes ( $K_2O+Na_2O$ ). Os fundentes proporcionam maior formação de fase líquida, preenchendo a porosidade entre as partículas, conferindo aumento da densidade relativa do material sinterizado. O  $Na_2O$  e  $K_2O$  formam eutéticos com a sílica,  $SiO_2$ , a partir de aproximadamente  $700^\circ C$  (Santos, 1989; Reed, 1992; Verduch, 1995). As panelas de barro são queimadas em temperaturas por volta de  $600^\circ C$ . Portanto, os óxidos alcalinos presentes na argila não estão atuando como fundentes durante a queima das panelas de barro.

## 5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CETEM/MCT, CNPq, IPHAN e UENF pelo apoio a esta pesquisa.

## 6. Referências Bibliográficas

ABAJO, M.F. **Manual sobre Fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos**. Terrassa, Espanha: Beralmar Editora S.A., 2000, 360p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Determinação do limite de plasticidade de solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Determinação do limite de liquidez de solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo–Análise Granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984d.

GOMES, C.F. **Argilas: O que são e para que servem**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1986.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN - **Certidão do Ofício das Paneleiras**, 2002. Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br/bens/P.%20Imaterial/certidaoregistropanela.htm>>. Acesso em 25 de junho de 2007.

KOBAYASHI, Y.; OHIRA, O.; OHASHI, Y.; KATO, E. Effect of firing temperature on bending strength of porcelains for tableware. **J. Am. Ceram. Soc.**, v.75, n.7, p.1801-1806, 1992.

MÁS, E. Qualidade e Tecnologia em Cerâmica Vermelha. São Paulo, SP, Brasil: Pólo Produções Ltda, 2002, p.27 (Apostilas).

REED, J.S. **Introduction to the Principles of Ceramic Processing**. 2ª ed. New York, USA: John Wiley & Sons, 1992, 485p.

RIBEIRO, C.G.; CORREIA, M.G.; FERREIRA, L.G.; GONÇALVES, A.M.; RIBEIRO, M.J.P.; FERREIRA, A.A.L. Estudo sobre a Influência da Matéria Orgânica na Plasticidade e no Comportamento Térmico de uma Argila. **Cerâmica Industrial**, v.9, n.3, p.1-4, 2004.

SANTOS, P.S. **Ciência e Tecnologia de Argilas**. 2º ed. São Paulo, SP, Brasil: Edgard Blucher, v.1, 1989, 408p.

VERDUCH, A.G. Características de las arcillas empleadas en la fabricación de ladrillos. **Técnica Cerámica**, p.214-228, 1995.