

Estudos de Caracterização de Argilas do Vale do Mulembá visando contribuir para a Sustentabilidade da Confeção de Panelas de Barro do Espírito Santo

Mariane Costalonga de Aguiar

Bolsista de Iniciação Científica, Licenciatura em Química, Centro Universitário São Camilo - ES

Mônica Castoldi Borlini

Orientadora, Engenheira Química, D. Sc.

Resumo

O processo de fabricação das panelas de barro no Estado do Espírito Santo existe a mais de 400 anos, sendo parte da cultura do Estado. Em Goiabeiras, bairro ao norte da ilha de Vitória - ES, área onde as panelas são produzidas, muitas famílias mantêm o seu sustento com a comercialização dessas panelas. A técnica cerâmica utilizada para a confecção das panelas é de origem indígena e é caracterizada pela modelagem manual, queima a céu aberto e aplicação de tintura de tanino; sendo utilizados dois tipos de argila, denominadas amarela e cinza. Essas argilas são provenientes de jazida no Vale do Mulembá, no bairro Joana D'arc, em Vitória. O objetivo desse trabalho é caracterizar cinco tipos de argila do Vale do Mulembá, sendo que três tipos são da área de expansão da Estação de Tratamento de Esgoto, e os outros, são as argilas amarela e cinza. Visando contribuir tecnologicamente para a continuidade do Ofício das Paneleiras, foi realizada a caracterização química, mineralógica e física das argilas. Estes estudos mostraram que as argilas são caulínicas e altamente plásticas.

1. Introdução

1.1. Panelas de Barro

As tradicionais panelas de barro do Espírito Santo são conhecidas em vários Estados do País, e estão conquistando o mercado externo; é uma das principais marcas da cultura capixaba. As paneleiras de Goiabeiras, bairro localizado ao Norte da ilha de Vitória – ES, utilizam para a fabricação dessas panelas um processo artesanal, tradição de origem indígena que vem sendo utilizada até os dias de hoje. A técnica cerâmica utilizada é caracterizada pela modelagem manual, queima a céu aberto e aplicação da tintura de tanino, que produz a cor escura das panelas de barro. A média de produção é de 1.200 peças por mês. Além da técnica ser passada de mãe para filha, muitas famílias usam esse recurso como fonte de sobrevivência, gerando renda, cultura e uma melhoria familiar. Como uma consequência da importância dessa atividade, foi criada na década de 90 a Associação das Paneleiras de Goiabeiras, na localidade de Goiabeiras.

1.2. Ofício das Paneleiras de Goiabeiras

O Ofício das Paneleiras de Goiabeiras, bem cultural, obteve o Registro como Patrimônio Imaterial no livro dos saberes em 20.12.2002 (IPHAN, 2009). Devido à ameaça de esgotamento da única fonte de matéria-prima para confecção das panelas, a jazida no Vale do Mulembá, estão sendo realizados estudos para melhorias no

processo de fabricação das panelas e consumo sustentável da argila, e assim, contribuir para que esse bem cultural seja preservado. Esse patrimônio de origem capixaba vem se tornando cada dia mais conhecido, devido, principalmente, sua utilização na preparação de pratos típicos capixaba.

1.3. Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas na fabricação das panelas de barro são argilas, extraídas de jazida no Vale do Mulembá, localizado no bairro Joana D'arc, no município de Vitória, e a casca de mangue vermelho, coletada do manguezal, com que é feita a tintura de tanino.

As argilas do Vale do Mulembá, ideal para a fabricação das panelas, são as argilas plásticas, de cor amarelada a cinza, com matéria orgânica e pouca sílica livre. Porém, observou-se a utilização de misturas de argilas plásticas com sedimentos fino-arenosos. A Figura 1 mostra a jazida, o processo de confecção e aplicação da tintura das panelas de barro.



Figura 1. (a) Jazida de argila do Vale do Mulembá (b) confecção das panelas de barro (c) Aplicação da tintura de tanino e panelas de barro prontas.

1.4. Argila

Argila possui elevado teor de partículas com diâmetro inferior a 2 μm , os argilominerais; quimicamente, são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio (Santos, 1989). Argilominerais são geralmente cristalinos; quimicamente, são compostos por silicatos hidratados de alumínio e ferro e contêm, ainda, elementos alcalinos e alcalinos terrosos (Gomes, 1986).

1.5. ETE Mulembá

No Vale do Mulembá existe uma estação de tratamento de esgoto (ETE Mulembá) que se encontra em processo de ampliação.

2. Objetivo

O objetivo desse trabalho foi caracterizar cinco tipos de argila do Vale do Mulembá, visando contribuir tecnologicamente para a continuidade do Ofício das Paneleiras de Goiabeiras. Três tipos de argila estão inseridos na área de expansão da ETE Mulembá e os outros dois tipos, são as argilas, amarela e cinza (argilas típicas utilizadas na confecção das panelas de barro, argilas “padrão”).

3. Materiais e Métodos

3.1. Amostras

A Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) realizou sondagens a trado na área de expansão da ETE Mulembá, e as amostras obtidas foram enviadas ao CETEM-ES (Centro de Tecnologia Mineral - Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim). Destas amostras foram definidas três, além de outras duas, amarela e cinza (argilas “padrão”, utilizadas pelas paineleiras como argilas apropriadas para a confecção das painelas), para serem caracterizadas. As três amostras definidas da área de ampliação da ETE Mulembá foram identificadas como AMS2, AMS14 e AMS19. As amostras estudadas nesse trabalho podem ser observadas na Figura 2.

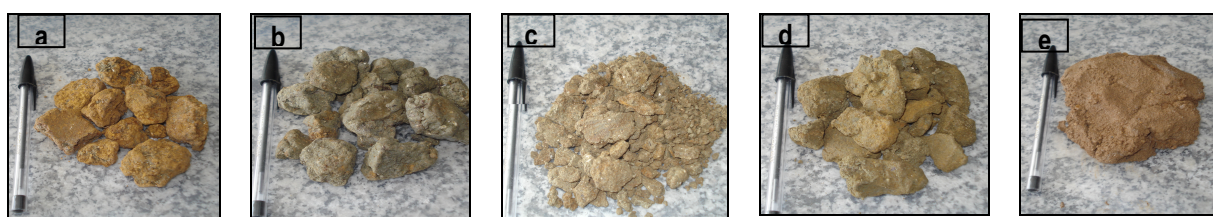


Figura 2. Amostras de argila estudadas nesse trabalho. (a) Argila Amarela, (b) Argila Cinza, (c) AMS2, (d) AMS14, (e) AMS19.

3.2. Preparação das Amostras

As argilas foram secas em estufa a 70°C e desagregadas manualmente em almofariz de porcelana. Para ensaios de caracterização química e mineralógica, as argilas foram peneiradas a 74 µm (200 malhas).

3.3. Caracterização das Argilas

As argilas foram caracterizadas por meio de ensaios de difração de raios-X (DRX), análise química, análise térmica (ATD), distribuição de tamanho de partícula e plasticidade.

A análise química foi realizada por gravimetria para determinação de SiO₂; por absorção molecular - UV visível, para determinação de P₂O₅; por absorção atômica com chama com C₂H₂/ N₂O/ar, para CaO, MgO; por absorção atômica com chama com C₂H₂/ar, para Fe₂O₃, TiO₂, K₂O, Na₂O e por titulação, para Al₂O₃.

O DRX foi obtido pelo método do pó, coletados em um equipamento Bruker-D4 Endeavor, nas seguintes condições de operação: radiação CoK α (40 kV/40 mA); velocidade do goniômetro de 0,02° 2 θ por passo com tempo de contagem de 0,5 segundos por passo e coletados de 4 a 70° 2 θ com detector linear sensível à posição LynxEye.

Análise termodiferencial (ATD) das amostras de argila foram conduzidas 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 1100°C.

Realizou-se a distribuição de tamanho de partículas por peneiramento via úmida usando as peneiras de 20, 40, 60, 100 e 200 malhas, e pelo método de sedimentação de acordo com a norma ABNT NBR – 7181 (ABNT,

1984a). A massa específica das argilas foi determinada por picnometria de acordo com a norma ABNT NBR 6508 (ABNT, 1984d). A plasticidade das argilas foi determinada de acordo com as normas ABNT NBR-7180 (ABNT, 1984c) e NBR-6459 (ABNT, 1984b), para determinação do limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e o índice de plasticidade (IP).

4. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados de composição química das matérias-primas. Pode-se verificar que as argilas são compostas por quantidades relativamente baixa de SiO₂ e quantidade elevada de Al₂O₃. Isto indica a elevada fração de argilominerais (Monteiro *et al.*, 2004). A sílica livre nas argilas está associada à fase cristalina do quartzo e pode causar redução da plasticidade. Porém, combinado com o Al₂O₃ pode aumentar a refratariedade das argilas. Observam-se teores elevados de óxidos corantes (Fe₂O₃ e TiO₂), resultando numa cor de queima avermelhada, sendo que a argila cinza apresenta um menor teor de Fe₂O₃ que as outras argilas estudadas. Os metais alcalinos e alcalinos terrosos presentes nas argilas podem atuar como fundentes. A elevada perda ao fogo (PF) é devido à presença de argilominerais.

Tabela 1. Composição química das matérias-primas (% em peso).

Matérias Primas	Composição (%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	PF
Argila Amarela	53,9	19,3	11,9	2,9	0,45	0,56	0,60	2,7	0,90	6,8
Argila Cinza	58,0	21,7	5,1	3,6	0,47	0,44	0,27	2,6	0,90	7,0
AMS2	50,9	21,8	10,6	3,9	0,46	0,68	0,53	2,4	0,79	8,0
AMS14	50,6	23,0	9,8	3,6	0,64	0,78	0,47	1,9	0,74	8,5
AMS19	40,9	28,5	11,7	3,2	0,21	1,2	0,85	1,4	0,22	11,7

A Figura 3 apresenta os difratogramas de raios-X das matérias-primas. Os picos característicos, em todas as argilas estudadas, são: quartzo, caulinita, muscovita e microclina. A argila amarela também apresentou pico correspondente a hornblenda, que é um silicato hidratado. A caulinita é um argilomineral de alumínio hidratado responsável pelo desenvolvimento da plasticidade em mistura com água e ainda apresenta comportamento refratário de queima. O quartzo atua como um material não plástico no sistema argila/água. A muscovita é um mineral com hábito lamelar, podendo originar defeitos nos corpos cerâmicos. A microclina é benéfica aos processos cerâmicos devido à ação fundente durante o estágio de queima. Também foi observado nas argilas, com exceção da amostra AMS19, traços de montmorilonita ($2\theta = 6,7$).

A Figura 4 mostra as curvas de análise termodiferencial (ATD) das argilas. Os aspectos fundamentais do comportamento térmico para as argilas estudadas são: pico endotérmico na faixa de temperatura de 70°C a 80°C devido à perda de umidade higroscópica; pico endotérmico em torno de 480°C devido à desidroxilação da caulinita. Em temperaturas em torno de 570°C ocorre um pico endotérmico, porém de baixa intensidade, que

está associado a transformação alotrópica do quartzo- α para quartzo- β . Por fim, foi observado um leve pico exotérmico para todas as amostras, em torno de 900°C, que pode estar associado à formação de novas fases a partir da decomposição da metacaulinita (Carty & Senapati, 1998).

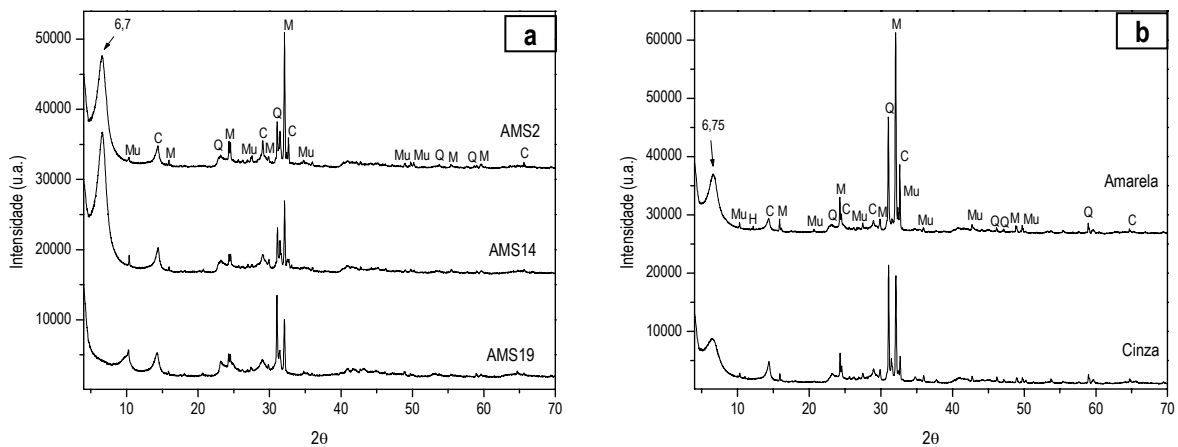


Figura 3. Difratograma de raios-X das matérias-primas. (a) AMS2, AMS14, AMS19 (b) argila amarela e cinza.

Q = quartzo, **C** = Caulinita, **Mu** = Muscovita, **M** = Microclina, **H** = Hornblenda.

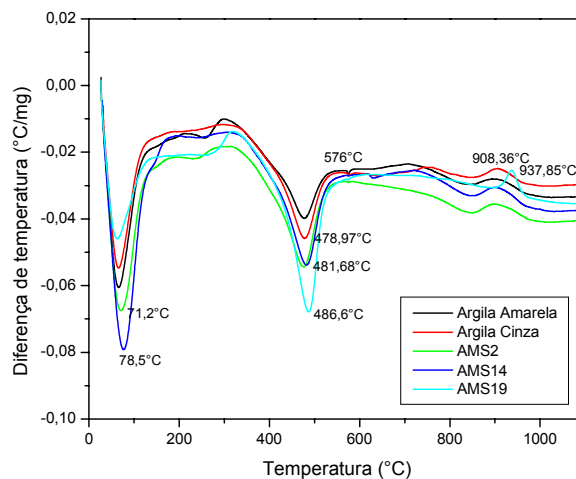


Figura 4. Curvas de ATD das argilas.

Os resultados da distribuição do tamanho de partículas das argilas são mostrados na Figura 5. Observa-se que as argilas, amarela e cinza, apresentam o mesmo comportamento granulométrico e teor de fração argila semelhante (44% e 46%, respectivamente). As argilas AMS2 e AMS14 apresentam comportamento granulométrico semelhante às argilas utilizadas pelas panelleiras (amarela e cinza) e teor de fração argila de 41% e 48%, respectivamente. Porém, a AMS19 apresenta um teor de fração argila (24%) muito menor e teor de fração areia (material não plástico, associado com partículas acima de 20 μm), aproximadamente 60%, bem maior que as demais argilas estudadas nesse trabalho. Possivelmente, a AMS19, também poderá ser utilizada na massa cerâmica, misturada a um solo argiloso com menos areia, mas, devem ser realizados ensaios tecnológicos para confirmação. A massa específica das argilas varia de 2,67 g/cm^3 para a argila cinza até 2,75 g/cm^3 para a argila AMS14.

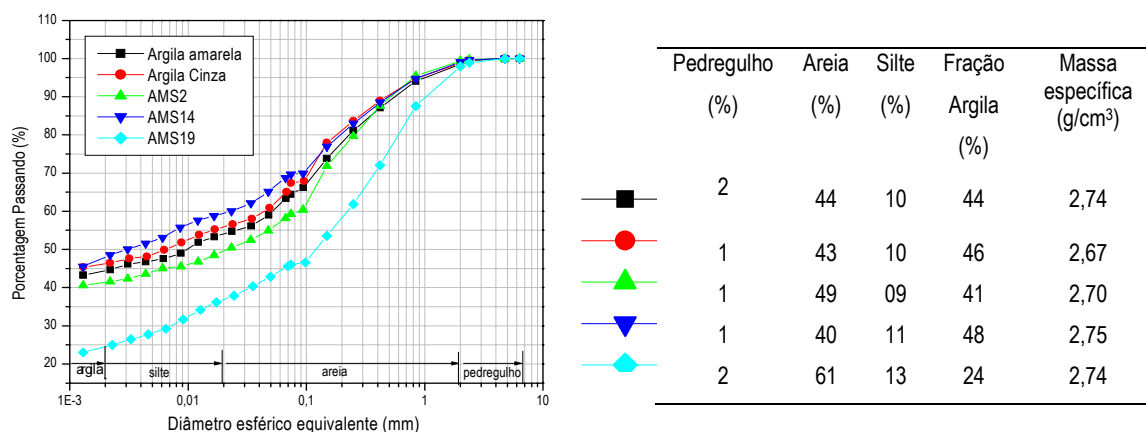


Figura 5. Curvas de distribuição de tamanho de partículas das argilas.

A Tabela 2 apresenta a plasticidade das argilas determinada pelo método de Atterberg. Foi observado um índice de plasticidade (IP) muito alto para todas as argilas estudadas, sendo que as argilas, amarela e cinza, apresentaram os maiores índices. O índice de plasticidade considerado mínimo para conformação é de 10% (Abajo, 2000), sendo que para as argilas estudadas, esse índice está muito mais alto. A alta plasticidade das argilas pode causar dificuldade de secagem, podendo ocasionar o aparecimento de problemas dimensionais ou até mesmo trincas, no corpo cerâmico.

Tabela 2. Plasticidade das argilas determinada pelo Método de Atterberg (%)

Matérias-primas	Plasticidade (%)		
	LL	LP	IP
Argila Amarela	71,7	27,5	44,2
Argila Cinza	67,7	26,3	41,2
AMS2	51,8	23,1	28,6
AMS14	62,4	24,5	38,0
AMS19	46,2	23,9	22,4

5. Conclusão

As argilas estudadas, provenientes da Jazida do Vale do Mulembá, são predominantemente caulínicas, apresentam quantidade relativamente alta de Al_2O_3 e quantidade significativa de óxidos alcalinos e alcalino-terrosos. Esses óxidos podem atuar como fundentes durante o estágio de queima. As argilas apresentam as fases cristalinas referentes ao quartzo, caulinita, microclina e muscovita e alta plasticidade, que pode causar dificuldade de secagem e o aparecimento de problemas dimensionais ou trincas.

Verificou-se, que as amostras AMS2 e AMS14 apresentam comportamento semelhante às argilas amarela e cinza. A AMS19 não apresentou traços de montmorilonita e possui teor de fração argila e índice de plasticidade menor que as demais argilas estudadas.

Pode-se concluir que na área de ampliação da ETE Mulembá existem materiais argilosos compatíveis com os utilizados pelas paneleiras para a confecção das placas de barro. O presente trabalho está inserido em um projeto. Estão sendo realizados estudos no processo de fabricação das placas de barro, caracterização das placas e deverão ser realizados estudos de matérias-primas alternativas para substituição da argila do Vale do Mulembá, no futuro, devido à possibilidade do seu esgotamento. O conhecimento das argilas aliado à otimização de processo resultará na sustentabilidade da argila e das placas de barro de Goiabeiras – ES.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CETEM, ao CNPq pela bolsa concedida, ao IPHAN, à CESAN e à UENF pelo apoio no desenvolvimento do trabalho, à orientadora Mônica Borlini, pela dedicação e ao Geólogo Leonardo Lyrio pela contribuição na definição dos tipos de argila a serem estudados.

7. 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 7181**: Determinação da análise Granulométrica dos Solos, p. 1-13. Rio de Janeiro: ABNT, 1984a.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Determinação do limite de liquidez 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, 1984d.

CARTY, W. M.; SENAPATI, U. Porcelain-raw materials, processing, phase evolution and mechanical behavior. **J. Am. Ceram. Soc.** v.81 (1), p. 3-20, 1998.

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

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN - Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br>>. Acesso em: 25 mar. 2009.

MONTEIRO, S. N.; PEÇANHA, L. A.; VIEIRA, C. M. F. Reformulation of Roofing Tiles Body With Addition of Granite Waste From Sawing Operations, **Journal of the European Ceramic Society**, v. 26, p. 305-310, 2004.

SANTOS, P.S. **Ciência e Tecnologia das argilas**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, v.1, 1989, 408p.