

Estudo de uma nova aplicação de uma argila vermelha de caruaru

A.C.M. Ayres da Silva¹, C.M. Matos¹, V.F. Justo¹, M.G. Siva-Valenzuela^{1,2}, F.R. Valenzuela-Diaz¹

¹*Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.*

²*Centro Universitário Estacio Radial, São Paulo, São Paulo, Brasil.*

e-mail: annayres@ig.com.br

A argila de procedência de Caruaru é utilizada na modelagem de artefatos cerâmicos. O interesse do trabalho é a caracterização da argila utilizada em Caruaru, visando sua possível aplicação em diferentes produtos cerâmicos. Os ensaios realizados para sua caracterização foram: Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Difração de Raios-X (DRX), Microscopia Ótica e Microscopia Eletrônica de Varredura. Os ensaios cerâmicos para determinação de sua aplicação tecnológica são: tensão de ruptura à flexão de corpos-de-prova cru a 110°C e após queima a 850°C, 950°C e 1200°C, perda-ao-fogo, retração linear, massa específica aparente, porosidade, absorção de água, plasticidade e análise granulométrica. Os ensaios para caracterização mineralógica e determinação das propriedades cerâmicas foram realizados no Laboratório de Matéria Primas Particuladas e Sólidos não Metálicos (LMPSol) da Escola Politécnica, do departamento de Metalurgia e Materiais e no Laboratório de Mecânica dos Solos Prof. Milton Vargas do departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica.

Palavras – chaves: argila vermelha, caracterização, propriedades cerâmicas.

INTRODUÇÃO

A argila estudada neste trabalho é proveniente da região Agreste do estado de Pernambuco, do município de Caruaru no interior do Vale do Ipojuca.

Nesta região, mais especificamente no Alto do Moura, bairro distante de Caruaru, encontram-se os mais representativos ícones da arte figurativa popular nordestina representado pelos bonecos de barro do Mestre Vitalino e seus discípulos entre eles: Zé Caboclo, Manuel Eudócio, Elias Francisco dos Santos, Zé Rodrigues, Manoel Galdino, Luiz Antonio da Silva¹.



Figura 1: Peças feitas pelos discípulos do Mestre Vitalino nos anos 60.

A técnica para modelagem das figuras mantém muito semelhante ao passado e consiste resumidamente nas seguintes etapas:

- Preparo da argila: escolher o barro, socar, peneirar, armazenar;
- Modelagem manual (com ferramentas).
- Secagem: secagem à sombra, para evitar trincas de retração.
- Queima: o forno de forma circular a lenha –(sertanejo)

Para decoração das figuras, depois da queima algumas são pintadas com tinta látex. A arte figurativa teria se desenvolvido em decorrência da produção de loucas, já existente na região, sendo a própria mãe de mestre Vitalino *loceira*¹.

As argilas desta região têm sido muito exploradas ao longo das décadas e atualmente estão praticamente exauridas, pois a extração é feita sem cuidado tecnológico e o método utilizado é o de tentativa e erro o que gera gasto de tempo e perda de matéria-prima².

Há basicamente dois tipos de depósitos de argila encontrados nesta região: argilas transportadas e argilas resultantes da alteração por ação de intemperismo. As argilas transportadas existem em menor quantidade e podem ser encontradas no Rio Ipojuca e são muito utilizadas na fabricação de tijolos, telhas e artesanatos. As argilas resultantes da alteração por ação de intemperismo estão presentes em maior

quantidade e podem ocorrer como material argiloso mais puro ou como uma mistura de outros materiais que provenientes da alteração incompleta das rochas².

A cerâmica produzida na região é considerada muito importante, mantendo até hoje suas características técnicas e estilísticas originais. Apresentado como destaque a produção dos trabalhos do Mestre Vitalino, cujo trabalho artístico atingiu grande expressão internacional. A cerâmica de Caruaru possui identidade própria é autêntica e de cunho coletivo, pois retrata o dia a dia da população daquela região. Os conhecimentos são passados de pai para filho conservando assim a característica coletiva³.

Este estudo tem como enfoque principal caracterizar, determinar suas propriedades específicas e registrar a argila disponível na região, sendo que esta argila é tradicionalmente utilizada em modelagem de peças cerâmicas utilitárias e escultóricas produzidas no município de Caruaru.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Após a coleta da argila feita pelos artesãos iniciou-se a etapa dos ensaios em laboratório com as amostras de argila, identificada com a seguinte sigla: ACA– argila de Caruaru.

CONFORMAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

A argila como recebida foi seca à temperatura ambiente por 24 horas e destorroadas, moídas com almofariz, depois foi passada em uma peneira ABNT 80 Mesh até se obter um total de 260g de argila. Os corpos de prova foram conformados por prensagem de 250 kgf/cm², em prensa hidráulica Charlott n°10996 com capacidade de 30/toneladas, como plaquetas retangulares com 10 g cada.

Em seguida os corpos de prova foram agrupados em quatro grupos com seis corpos de prova cada. Os corpos de prova prontos foram levados para uma estufa a 110°C por 24 h. Um grupo foi reservado para ensaios após secagem e os outros três levados para a queima nas seguintes temperaturas: 850°C, 950°C e 1200°C em um forno FDG equipamentos modelo FDG 3P-S e de temperatura máxima 1200°C.

Os ensaios cerâmicos realizados nos corpos de prova são os seguintes: perda ao fogo, retração linear; módulo de tensão de ruptura; absorção de água; porosidade aparente e massa específica aparente.

TÉCNICAS ANALÍTICAS UTILIZADAS PARA A CARACTERIZAÇÃO DA ARGILA

No Laboratório de Caracterização Tecnológica, no Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo (PMI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) foram realizadas as análises de difração de raios-X (DRX), a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a composição química.

No Laboratório de Matérias Primas Particuladas e Sólidos Não-Metálicos do Departamento de Metalurgia e Materiais (PMT) também da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), foram realizados os seguintes ensaios:

- Determinação da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) foi realizada em um Destilador de Nitrogênio Marconi segundo o método do acetato de amônio.
- Microscopia ótica (MO) foi realizada em um Microscópio eletrônica da marca Zeiss STEMI – 2000 C.
- Ensaios cerâmicos de determinação da umidade de conformação; retração linear; módulo de tensão de ruptura à flexão (corpos de prova secos a 110°C) e após queima (850°C, 950°C e 1200°C); retração linear de queima; módulo de tensão de ruptura à flexão; absorção de água; porosidade aparente; massa específica aparente e perda ao fogo.

No Laboratório de Mecânica dos Solos – Prof. Milton Vargas do Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica foi realizado a determinação dos limites de Atterberg (limites de liquidez, limites de plasticidade e índice de plasticidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIIONS – CTC

Para realização do ensaio foi utilizado o Destilador de Nitrogênio Marconi sendo que as amostras foram tratadas em duplicata. O resultado obtido para a capacidade de troca catiônica da amostra ACA bruta foi CTC= 303,335 mEq/100 g.

ENSAIOS CERÂMICOS

Os ensaios cerâmicos permitem medir as propriedades cerâmicas das argilas. A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios cerâmicos das amostras secas a 110°C em estufa por 24 horas e a Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios cerâmicos das amostras queimadas a 850°C, 950°C e 1200°C.

Tabela 1: Resultados dos ensaios cerâmicos – das amostras secas a 110°C

Amostra Seca a 110°C	Umidade de moldagem (%)	Retração linear (%)	Modulo de ruptura (MPa)
ACA	3,74	0,085	0,34

Tabela 2: Resultados dos ensaios cerâmicos – amostras queimadas (850°C, 950°C e 1200°C)

Amostra ACA	Temperatura de queima (°C)	Perda ao fogo (%)	Retração linear (%)	Modulo de Ruptura (MPa)	Absorção de Água (%)	Porosidade Aparente (%)	Massa especifica Aparente (g/cm ³)
	850	5,40	3,33	6,18	15,04	28,28	2,62
	950	7,47	3,63	6,45	14,20	27,29	2,65
	1200	8,75	9,28	31,14	0,88	2,12	2,47

Os resultados obtidos na tabela 2 para a perda ao fogo mostram que quanto maior a temperatura maior é a porcentagem de perda ao fogo, o que sugere que ocorre, além da perda por desidroxilação, ocorre o consumo de compostos termicamente instáveis durante a queima, como matéria orgânica.

A retração linear apresentou aumento com a temperatura, este comportamento é esperado em corpos de prova queimados a temperaturas abaixo de 1000°C, pois nesta temperatura prevalece à sinterização por via fase sólida, que é lenta e menos efetiva para a densificação da cerâmica. Esse aumento apesar de pequeno pode significar que ocorreu mudanças físicas na estrutura da argila gerando assim certo grau de sinterização, o que também fica evidenciado através do cálculo da massa especifica aparente que apresentou leve aumento.

Já em 1200 °C observa-se grande aumento no módulo de ruptura à flexão, grande diminuição na taxa de absorção de água e na porosidade.

PLASTICIDADE

A plasticidade é a propriedade que um sistema possui de se deformar pela aplicação de uma força e de manter essa deformação quando a força aplicada é retirada. Os ensaios foram realizados segundo as normas NBR 6458/84 e NBR 7180/84, para os índices de Atterberg e o resultado está apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Limite de Plasticidade (LP), Limite de Liquidez (LL) e Índice de Plasticidade (IP)

Limites de Atterberg	Índice de Plasticidade (IP) – média (%)
LL	75,4
LP	19,03
IP	56,37

De acordo com os resultados obtidos, o índice de plasticidade pode ser consequência da granulometria fina das partículas. Quanto menor for à granulometria das partículas maior será a plasticidade; pois como a área específica aumenta com a diminuição da granulometria, é possível estabelecer uma relação matemática entre a plasticidade e a área específica. Também a presença de matéria orgânica contribui para conferir um caráter plástico a argila⁴.

DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

O difratograma de raios-X mostra que a argila ACA apresenta como principais argilominerais e minerais acessórios a mica, caulinita, quartzo, albita e microclínio. Também é possível observar que a argila ACA não é bem cristalizada. Os principais picos estão apresentados na Figura 2.

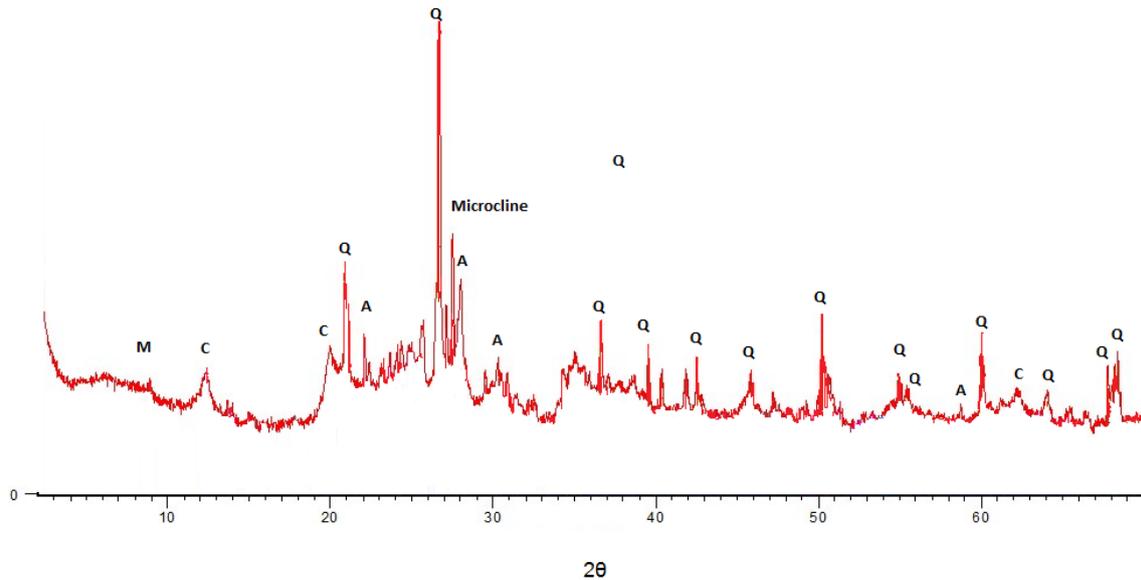


Figura 2: Difração de raios-X obtido para a argila ACA.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química semiquantitativa foi realizada por espectrometria de fluorescência de raios-X, os resultados obtidos são em % de óxidos, normalizados a 100% e estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Composição química da argila ACA.

Amostra	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	PF
CA	1,37	0,92	19,5	59,7	0,12	3,54	0,80	0,86	0,09	5,34	6,85

A argila ACA apresenta 19,5% de Al_2O_3 e 59,7% de SiO_2 . A relação de SiO_2/Al_2O_3 demonstra alto percentual de sílica livre (3,06%), o que contribuiria para redução da retração na secagem⁵ (tabela 2). Talvez este alto teor esteja influenciando no baixo módulo de ruptura a seco, além do grau de cristalinidade da argila⁶. O teor de ferro (5,34%) contribui para coloração avermelhada da argila após queima, pode estar na composição da mica, juntamente com o magnésio. Teor de potássio (3,54%) pode estar relacionado a presença do feldspato alcalino microclínio juntamente com a mica, ambos evidenciados na difração de raios-X. E o teor de sódio e cálcio (1,37%) pode estar relacionado ao mineral albita, que aparece frequentemente associado a minerais alcalinos, quartzo e mica.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) apresenta grãos com forma irregular o que também sugere que a argila não foi bem cristalizada. A figura 3 a) mostra a irregularidade de alguns grãos enquanto que a figura 3 b) mostra o que possivelmente é um cristal de quartzo.

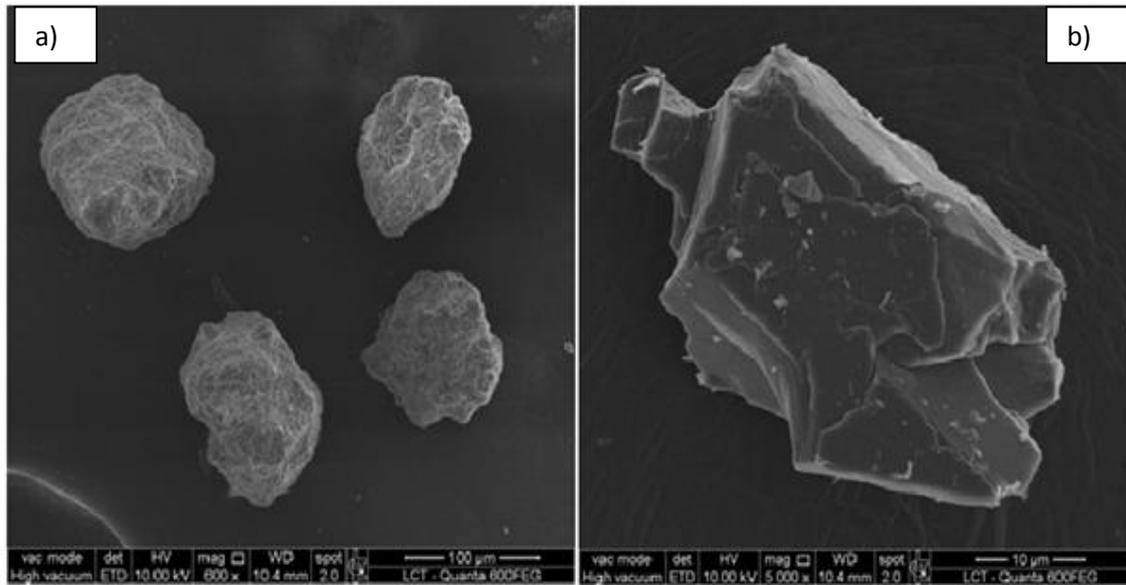


Figura 3: a) morfologia dos grãos; b) possível cristal de quartzo.

MICROSCOPIA ÓTICA

As imagens obtidas através da microscopia ótica mostram a existência de muito quartzo e outras impurezas. A figura 4 mostra algumas dessas impurezas indicadas por setas, o aumento utilizado é de 80X com escala de 100 µm.

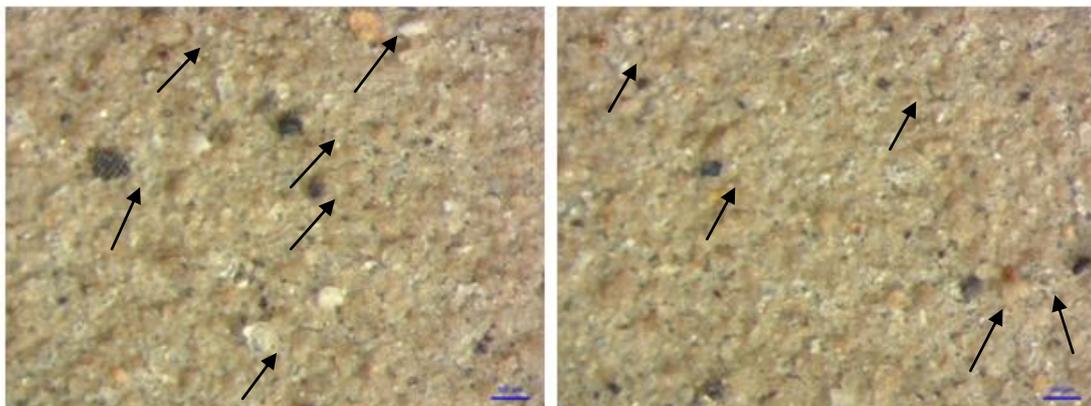


Figura 4: Microscopia ótica ACA – 80X.

CONCLUSÃO

A argila ACA de Caruaru apresentou uma CTC muito alta (303,335 mEq/100 g) porém o difratograma de raios-X mostra a existência de picos de caulinita, muitos picos de quartzo entre outras impurezas. Acredita-se que a elevada CTC seja decorrente da presença de matéria orgânica, esta pode atingir até 300meq/100g⁷. Também é possível observar através do DRX que a argila apresenta baixa cristalinidade e através do MEV pode ser observado que os grãos não apresentam uma estrutura bem definida. A microscopia ótica mostra a existência de diversas impurezas, porém essas estão contribuindo para a plasticidade da argila, pois por ser uma argila caulínica deveria apresentar baixa plasticidade. Esta argila apresenta um excelente desempenho na indústria e manufatura de cerâmica por ser uma argila caulínica. Pelos dados obtidos a argila apresenta-se adequada para outros métodos de conformação passíveis de serem aplicados pelos artesãos da região de Caruaru. E dependendo de ensaios mais completos, a provável utilização em cerâmica estrutural (tijolos de alvenaria e telhas).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AMARAL, D. M. Loiça de Barro do Agreste: um estudo etnoarqueológico de cerâmica histórica pernambucana. 2012. 309 p. Dissertação (Mestrado) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

[2] SIQUEIRA, L.M.P.; Considerações sobre as argilas e materiais argilosos do município de caruaru-pe e sua importância socioeconômica. *Estudos geológicos*, v. 16 (1), p. 16-29, 2007.

[3] CORDARO, R.A.; A importância do conhecimento da cerâmica popular brasileira na formação do profissional. 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica. 2007

[4] P. Souza Santos: Ciência e Tecnologia de Argilas, 2ª Ed. Com a colaboração de H. Souza Santos; Vol 3. Editora Edgar Blucher, São Paulo, (1989).

[5] VIEIRA, C. M. F. et al. Características e efeito da fração granulométrica < 2µm no comportamento de queima de uma argila. *Cerâmica*. v 53, p.249-253, 2007.

[6] GRIM, R. E. . Applied Clay Mineralogie. : New York : McGraw-Hill, 1962.

[7] NORTON, F. H. Introdução à tecnologia cerâmica. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.

STUDY OF A NEW APPLICATION OF A RED CLAY CARUARU

ABSTRACT

The clay provenance Caruaru is used in modeling ceramic artifacts. The interest of this study is the characterization of the clay used in Caruaru, for their possible application in different ceramic products. The tests were performed for characterization: Cation Exchange Capacity (CEC), X-ray diffraction (XRD), optical microscopy and scanning electron microscopy. Assays ceramic determining its technological application are: tensile strength flexural body-of-proof raw at 110 ° C and after thermal treatment at 850 ° C, 950 ° C and 1200 ° C, loss-to-fire, linear shrinkage, bulk density, porosity, water absorption, plasticity and granulometric analysis. Assays for mineralogical characterization and determination of ceramic properties were performed at the Laboratory of Materials Particulate Matter and Non-Metallic Solids (LMPSol) of the Polytechnic School, Department of Metallurgy and Materials, and Laboratory of Soil Mechanics Prof.. Milton Vargas Department of Civil Engineering of the Polytechnic School.

Key - words: red clay, characterization, ceramic properties.