

- OLIVEIRA, P. V.; RIBEIRO, A. M.; OLIVEIRA, E. V.; VIANA, M. S. S. The Dasypodidae (Mammalia, Xenarthra) from the Urso Fóssil Cave (Quaternary), Parque Nacional de Ubajara, state of Ceará, Brazil: paleoecological and taxonomic aspects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 1, p. 147 – 158, 2014.
- OLIVEIRA, P. V. Taxonomia, geocronologia e tafonomia de vertebrados da gruta do Urso Fóssil (Holoceno Inferior), Ubajara, Ceará, Brasil. 2014. Tese (Doutorado Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 143 p. 2014.
- POUGH, F. H. et al. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1993.
- PYRON, R. A.; BURBRINK, F. T.; COLLIS, G. R.; OC, A. N. M.; VITT, L. J.; KUCZYNSKI, C. A. WIENS, J. I. The phylogeny of advanced snakes (Colubroidea), with Discovery of a new subfamily and comparison of support methods for likelihood trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. v. 58. p. 329–342, 2011.
- RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. p. 181 – 236, 2003.
- ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. *Anatomia Comparada dos Vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1985.
- SANTOS, T. J. S. *Evolução Tectônica e Geocronológica do extremo noroeste da Província Borborema*. 1999. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 213 p. 1999.
- SILVA-SANTOS, R. *Fauna Cenozóica da região Nordeste do Brasil*. Coleção Mossoroense. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, v. 233, 141 p. 1982.
- TEIXEIRA, G. J. *Anatomia comparada dos Boinae (Serpentes, Boidae) sul – americanos: uma abordagem osteológica para fins aplicativos na paleontologia de vertebrados*. Monografia – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 88 p. 2013.
- TEIXEIRA, G. J. ; HSIU, A. S. *Osteologia vertebral comparada dos boinae (Serpentes, Boidae) sul – americanos com ênfase em Epicrates e Corallus*. In: *XXIII Congresso Brasileiro de Paleontologia*. Boletim de Resumos, Gramado, p. 288. 2013.
- TRAJANO, E.; FERRAREZZI, H. A fossil bear from northeastern Brazil, with a phylogenetic analysis of the South American extinct Tremarctinae 1994.
- VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, P. V.; CHAVES, A. P. P.; VASCONCELOS, V. A.; MELO, R. M.; OLIVEIRA, G. C.; SOUSA, M. J. G.; LIMA, T. A.; ROCHA, L. A. S.; BARROSO, F. R. G. 2010. Mamíferos fósseis Quaternário da região noroeste do Ceará. *Revista de Geologia, Fortaleza*, v. 23, n. 2, p. 171-181.



## Caracterização Tecnológica das Argilas Aluvionares de Aquiraz e Chorozinho, na Região Metropolitana de Fortaleza

Marcos Aurélio Marcelino MOREIRA<sup>1</sup>, Irani Cleazar MATTOS<sup>2</sup>, Joel Pedrosa SOUSA<sup>2</sup>,  
Cristiano Alves da SILVA<sup>1</sup>

**Resumo:** O município de Aquiraz possui a maior representatividade na extração de argila na Região Metropolitana de Fortaleza. Apesar disso, percebe-se em algumas indústrias cerâmicas desse município a existência de problemas relacionados à perda e retrabalho de processo, devido à má-formação das peças. Isso ocorre na maioria das vezes devido à proporção de mistura da matéria-prima introduzida no processo ser inadequada, e a falta de conhecimento de suas características. Desse modo, a caracterização tecnológica dessas argilas pode fornecer subsídios para melhoria do processo utilizado nessas indústrias, reduzindo os custos de produção dessas empresas. A metodologia utilizada envolveu a aplicação de testes de resistência à flexão e absorção d'água, nas misturas das argilas plásticas e não plásticas utilizadas para fabricação de tijolos, nas empresas ceramistas dos municípios de Aquiraz e Chorozinho, e adicionalmente, avaliar qualitativamente essas misturas na produção de telhas. Paralelamente foram realizadas análises de difração e fluorescência de raios X, e microscopia eletrônica de varredura, para identificação da mineralogia e fases presentes. Os resultados das análises químico-mineralógicas revelaram a predominância de caulinita e illita nas argilas aluvionares, incluindo associações interestratificadas de caulinita e esmectita. Além disso, os ensaios tecnológicos das misturas de argilas apresentaram resultados satisfatórios para fabricação de produtos voltados para a indústria de cerâmica vermelha.

**Palavras-chave:** Cerâmica, Argilominerais, Análises de Raios- X.

**Abstract:** *The county of Aquiraz is responsible for greater representation in clay extraction in the metropolitan area of Fortaleza. Nevertheless, it is perceived in some ceramic industries that county the existence of problems related to loss and process rework due to defects of the parts. This stems mostly due to the mixing ratio of the raw material introduced into the process is inadequate, due to the lack of knowledge of its features. Thus, the technological characterization of clays can provide input for improvement of the process used in these industries by reducing the production costs of these companies. The methodology involved the application of stress tests to bending strength and water absorption, mixtures of plastic and non-plastic clay used to make bricks, in the ceramist industries of Aquiraz and Chorozinho, and additionally qualitatively evaluate these*

<sup>1</sup> Departamento Nacional de Produção Mineral

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará - Departamento de Geologia

*mixtures in production of roof tiles. Parallel analyzes were performed diffraction and X ray fluorescence, and scanning electron microscopy to identify the mineralogical phases present. The results of the chemical and mineralogical analysis revealed the predominance of kaolinite and illite in alluvial clays including kaolinite and smectite interstratified of associations. Moreover, technological tests of clay mixtures showed good results for the manufacture of products for the clay industry.*

**Keywords:** *Ceramics, clay minerals, X ray analysis.*

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de argila na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) é direcionado para indústria de cerâmica vermelha, cujo principal produto fabricado é o tijolo 19x19 e, secundariamente, lajes H8. Segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro 2014, o município de Aquiraz é responsável por mais de 50% da extração de argila na RMF, com mais de 300.000 toneladas de matéria-prima consumidas em 2013, enquanto que no município de Chorozinho, a quantidade extraída foi de pouco mais de 20.000 toneladas no mesmo período.

Apesar da diferença de consumo, pode-se observar que em algumas cerâmicas nestes municípios, existe a necessidade de reaproveitamento do extrudado, devido às peças apresentarem alguma deformidade. Esse fato gera consumo adicional de energia, subutilização dos equipamentos e mão-de-obra e, conseqüentemente, aumento nos custos de produção e repasse aos clientes.

O objetivo principal desta pesquisa foi caracterizar tecnologicamente em ambiente controlado, o material argiloso utilizado em duas empresas cerâmicas, sendo uma no município de Aquiraz e a segunda em Chorozinho, com o intuito de fornecer subsídios para melhoria do processo produtivo nas indústrias ceramistas desses municípios.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

As rochas mais antigas na RMF são representadas pelo embasamento paleo-neoproterozóico do Complexo Ceará, nas Unidades Canindé e Independência.

A Unidade Canindé (Figura 1) apresenta componentes: i) paleoproterozoicos (PPcc), como paragneisses migmatizados, ortogneisses ácidos, metabásicas, quartzitos, metacalcários e calcissilicáticas e ii) neoproterozoicos (PP(NP)cc), com granitóides gnaisificados ou não. Já na Unidade Independência (PPci) são encontrados paragneisses e micaxistos aluminosos, quartzitos, metacalcários, calcissilicáticas e, raramente, anfibolitos (CAVALCANTE *et al.*, 2003).

No Terciário são encontradas: i) a Suíte Magmática Messejana, composta por tefritos, fonolitos, traquitos, tufos e vulcânicas alcalinas e essexitos porfiríticos e; ii) a Formação Barreiras, com arenitos argilosos finos a médios, matriz argilo-caulínica e cimento argiloso, ferruginoso ou silicoso (CAVALCANTE *et al.*, 2003).

O Quaternário, por sua vez, é dividido em: i) coberturas de espraiamento aluvial (NQc), com sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos, cimento argiloso e ferruginoso, e; ii) os depósitos eólicos litorâneos, formados pelas: a) dunas fixas e paleodunas (Qd) de areias finas a

médias, bem selecionadas e; b) praias atuais/dunas móveis (Q2e), com sedimentos flúvio-marinhos de granulometria variável e bem classificadas (CAVALCANTE *et al.*, 2003).

Os depósitos aluviais (Q2a), compostos por argilas e argilas arenosas, são objeto de extração da matéria-prima normalmente utilizada para fabricação de tijolos na RMF.

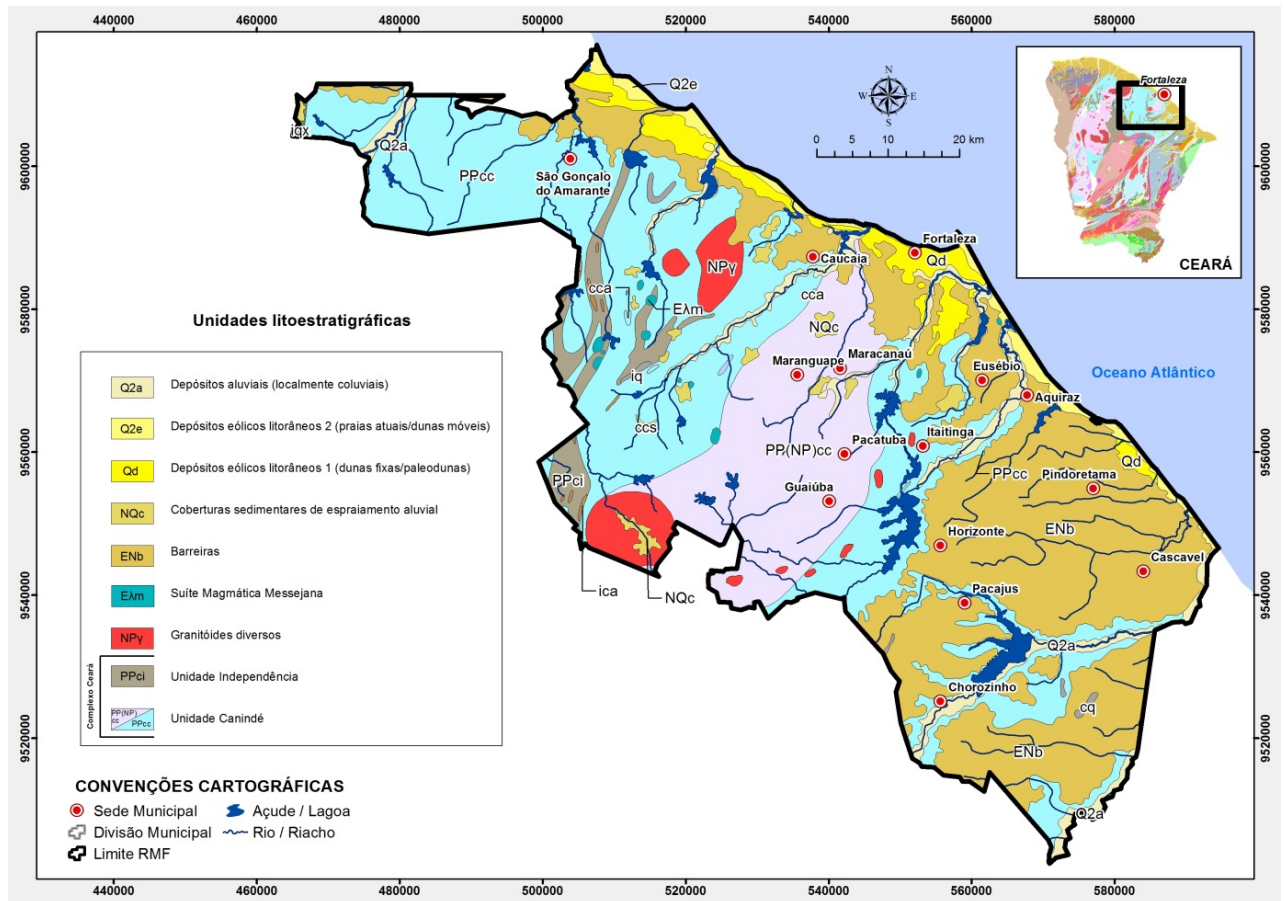


Figura 1: Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza. Fonte: Adaptado de Cavalcante et al. (2003).

### 3. MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico dos trabalhos realizados com análises física, química e tecnológica de argilas. Paralelamente, foram definidas áreas para coleta de amostras, avaliando as cerâmicas regularizadas junto aos órgãos competentes e com maior nível de produção. Foram coletadas amostras in situ das argilas plásticas e não plásticas de uma indústria ceramista em Aquiraz (amostras A e B, respectivamente) e uma segunda cerâmica em Chorozinho

(amostras C e D, respectivamente), cujas massas foram utilizadas na formação da mistura definida por cada empresa. O material foi obtido a partir de um perfil vertical realizado no interior da cava, com o uso de uma enxada.

#### 3.1 Identificação químico-mineralógica da argila

Para determinação das fases cristalinas presentes nas argilas, a difração de raios X é a técnica mais indicada, pela facilidade e rapidez do

método, além da possibilidade da análise de materiais compostos por mistura de fases. A interpretação dos resultados é realizada pela comparação dos picos de difração obtidos com os padrões para distância interplanar do sistema ICDD da International Union of Crystallography (ALBERS et al., 2002; PICOLLI et al., 2009; SCAPIN, 2003).

Os ensaios foram executados em difratômetro de raios X Rigaku DMAXB, equipado com tubo de cobre, potência de 2kW com passo de 1°/min com intervalo de 3° a 70°. Foram realizados tratamentos preliminares em quatro fases:

1° Fase – Eliminação da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (30%);

2° Fase – Desferrificação pelo método do Citrato-Bicarbonato-Ditionito de Sódio (CBD) da Embrapa (2009);

3° Fase – Aplicação do etileno-glicol, para identificação de prováveis expansões;

4° Fase – Análise após aquecimento da amostra a 350°C e 550°C em forno EDG,

modelo 3P-S, com taxa de aquecimento de 10°/min até temperatura desejada, permanecendo na mesma por meia hora. O aquecimento à temperatura de 350°C foi necessário para avaliar a variação nos picos de prováveis esmectitas ou interestratificados, enquanto que a queima à temperatura de 550°C é necessária para verificação de fase amorfa por comparação da caulinita a 350°C contra a de 550°C, caso presente.

Para identificação da associação mineralógica, os resultados de DRX foram comparados com os padrões do software X'Pert HighScore Plus da Panalitical B.V, e utilizados dados de reflexões diagnósticas (Tabela 1) de Gomes (2002) e Resende *et al.* (2011). Complementarmente, foi aplicado o conceito de Bortoluzzi *et al.* (2007) que propõe acerca das variações nas reflexões da caulinita, com  $d = 7,20$  e  $7,50 \text{ \AA}$ , como sugestivas da presença de interestratificados.

Tabela 1: Exemplos de reflexões diagnósticas utilizadas neste trabalho para caracterização dos minerais argilosos e não argilosos.

Minerais	$d_{(hkl)}$ característico (Å)	Outros $d_{(hkl)}$ (Å)
<b>Argilosos</b>		
Caulinita	7,13 (ordenada); 7,18 (desordenada)	Ordenada: 3,57; 2,49; 2,28 Desordenada: 3,58; 2,50 Ambas: 2,55; 2,37; 2,33
Esmectita	15,4 (Ca-Mg); 12,4 (Na)	2,56; 2,22; 1,69; 1,50
Illita	10,1 (1M); 9,99 (2M)	1M: 5,04; 3,87; 3,35; 2,58 2M: 4,98; 3,88; 3,34; 3,21
<b>Não Argilosos</b>		
Quartzo	3,34	4,26; 2,45; 2,28; 1,82
Microclínio	3,24	6,45; 4,21; 3,83; 3,37
Albita	3,18	6,38; 4,03; 3,66; 3,21

Fonte: Adaptado de Gomes (2002).

A composição química da fração argila foi obtida por análises de fluorescência de raios X (FRX) em espectrômetro WDS Bruker S8 Tiger, equipado com tubo de Rh. Segundo Grun (2007), essa é a técnica normalmente utilizada em materiais cerâmicos, por ser considerada rápida, precisa e não destrutiva.

Para identificação de texturas de prováveis argilominerais foi utilizado Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Hitachi TM 3000, e complementarmente, utilizado o *software* Swift ED 3000 para análise de EDS.

### **3.2 Caracterização tecnológica da argila**

Na etapa preliminar aos ensaios, foram realizadas duas composições para mistura das argilas plásticas (A e C) e não plásticas (B e D) de cada cerâmica para avaliar a variação nas características do produto com proporções diferentes de misturas. A primeira composição foi definida com a formação de um volume de argila plástica para cada volume de argila não plástica (1VA:1VB; 1VC:1VD) e a segunda mistura foi formada com dois volumes de argila plástica e uma não plástica (2VA:1VB; 2VC:1VD).

### **3.3 Confeção e secagem dos corpos de prova**

As misturas de argilas plásticas e não plásticas foram peneiradas em malha 48 mesh, utilizando-se aproximadamente 15 kg da massa passante para moldagem em extrusora WOTAN. A partir da massa extrudada foram confeccionados os corpos de prova (cp's) com dimensões aproximadas de 15 x 25 x 150 mm. Na etapa de secagem, os cp's permaneceram por 24 horas em temperatura ambiente, 24 h a 70° C e 24 horas à 110°C. A queima foi realizada à

950° C durante 24 horas.

### **3.4 Ensaio de retração linear (RL) e tensão de ruptura à flexão (TRF)**

No ensaio de retração linear, foram calculados os percentuais de redução em cada corpo de prova, antes e após secagem à 110° C, e também após queima a 950° C. Para o ensaio de TRF, os cp's foram posicionados sobre os apoios e realizada a leitura no Deflectômetro BP Engenharia, no momento da ruptura.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Caracterização mineralógica**

Os resultados de difração de raios X das amostras A (Aquiraz) e C (Chorozinho) apontam a presença de argilominerais (illitas e caulinitas) e partículas de quartzo, microclínio e albita. Embora o tratamento com glicol não tenha apresentado deslocamento nos picos que poderiam estar relacionados à presença de esmectitas, foi possível identificar picos da caulinita acima de  $d = 7,20 \text{ \AA}$  (Figura 2), sugestivos de camadas interestratificadas desses minerais com esmectitas, conforme descrito na metodologia.

A comprovação da presença da caulinita foi avaliada com o colapso dos respectivos picos, após o aquecimento das partículas a 550° C. Esse fato também é perceptível na estrutura do interestratificado da caulinita com a esmectita, o que pode representar uma menor participação do argilomineral 2:1 na interestratificação, considerando que também não foi possível observar a expansão nessa estrutura com a adição de glicol. Na figura 3 é possível perceber a permanência do pico da albita, após o colapso do pico da caulinita à temperatura de 550° C.

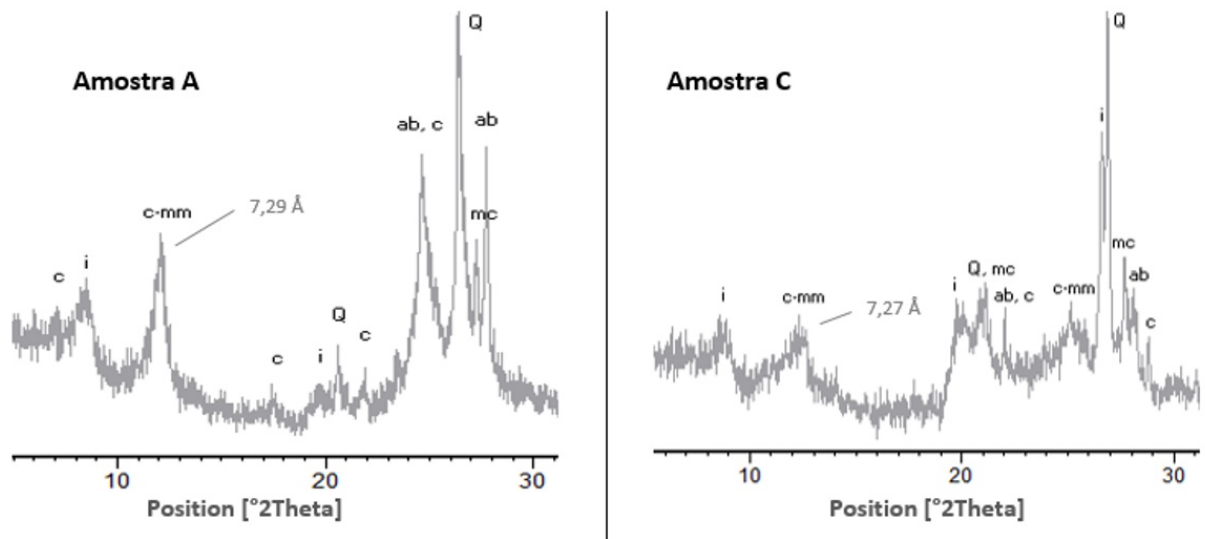


Figura 2: Resultados de análises de difração de raios X das amostras. Siglas: Q (quartzo), i (illita), c (caulinita), c-mm (caulinita-montmorillonita), ab (albita), mc (microclínio).

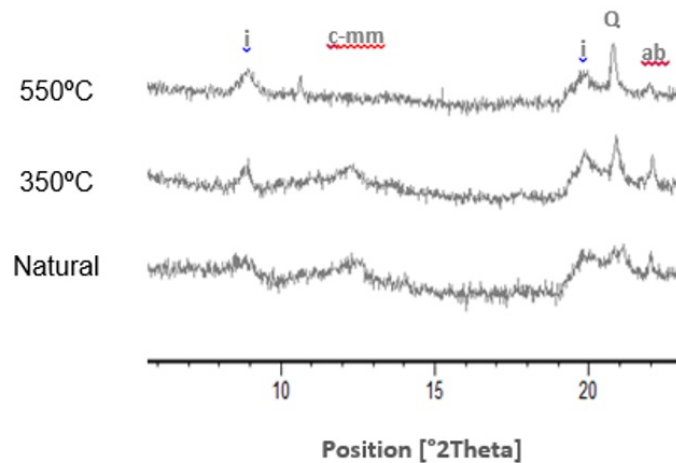


Figura 3: Permanência do pico da albita sobreposto ao da caulinita, após o colapso do argilomineral à temperatura de 550° C. Siglas: i = illita, c-mm = caulinita-montmorillonita, mc = microclínio, c = caulinita, ab = albita.

Os resultados de fluorescência de raios X (Tabela 2 e Figura 4) apresentaram valores aproximados para as duas amostras, com uma predominância dos óxidos de silício e alumínio, reflexo de argilominerais e  $\text{SiO}_2$  livre. Os teores desses componentes, juntamente com o sódio e potássio, corroboram com a identificação da albita e do feldspato potássico nas análises de difração. O ferro pode ser representado pela hematita, e/ou juntamente com o

titânio, na estrutura da ilmenita. Também pode estar presente na estrutura dos argilominerais.

A presença de sílica livre pode proporcionar a formação de trincas durante o resfriamento, com a contração na passagem do quartzo beta para o alfa. Esse fato interfere no aumento da absorção d'água e reduz a resistência à flexão, enquanto o óxido de ferro reflete na cor vermelha observada nos corpos de prova.

Tabela 2: Resultados de fluorescência de raios X.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI
<b>Amostra A</b>	51,21	22,9	8,65	0,93	0,99	2,77	0,05	1,39	2,19	0,16	8,24
<b>Amostra C</b>	54,9	20,77	8,38	1,29	1,4	2,79	0,1	1,11	2,3	0,19	6,85

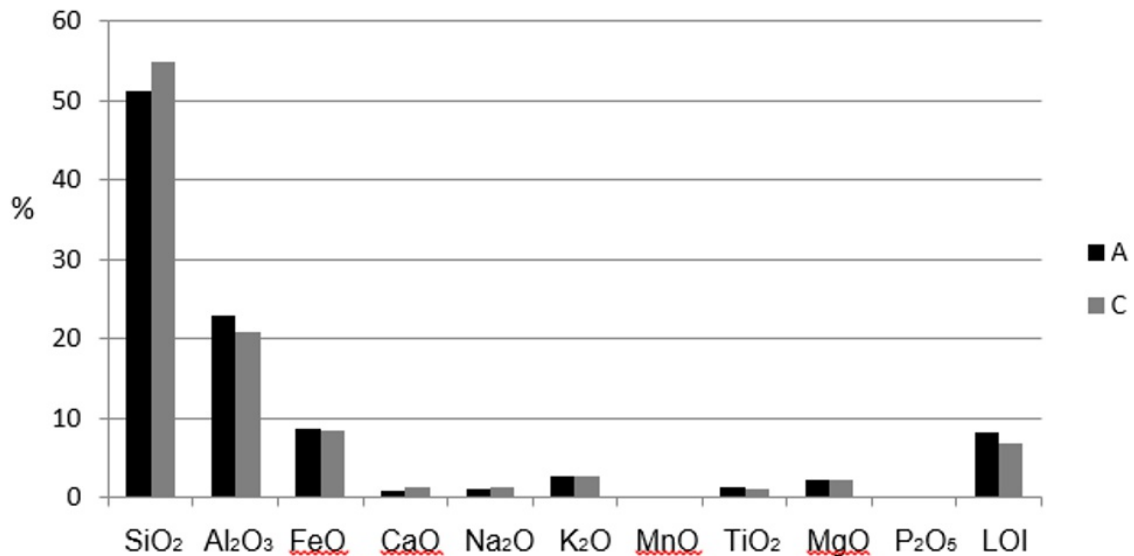


Figura 4: Gráfico comparativo das análises de fluorescência de raios X.

A presença de sílica livre pode proporcionar a formação de trincas durante o resfriamento, com a contração na passagem do quartzo beta para o alfa. Esse fato interfere no aumento da absorção d'água e reduz a resistência à flexão, enquanto o óxido de ferro reflete na cor vermelha observada nos corpos de prova.

Verifica-se uma maior perda ao fogo (PF) na amostra A, relacionada à maior quantidade de caulinitas em comparação à amostra C, com base na menor razão para SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,24 e 2,64, respectivamente) e em conformidade com o relatado por Vieira *et al.* (2011), que aponta a eliminação das hidroxilas de caulinita em temperaturas próximas a 490° C, conforme já abordado na Figura 3.

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura mostram a

existência de vários aglomerados de argilominerais (Figura 5a) em todas as amostras. A análise de EDS realizada em um grão na amostra A, com valores de aproximadamente 46,65% de SiO<sub>2</sub>, 23,85% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e 4,5% de K<sub>2</sub>O, reitera a presença de illitas, enquanto que na amostra C, a identificação de partículas com valores de 37% de titânio e 38% de ferro (Figura 5b), sugere a presença de ilmenitas, conforme apontado na análise de FRX.

#### 4.2 Caracterização tecnológica

O ensaio do resíduo retido na peneira de malha 325 mesh (0,044 mm) revelou a presença de grãos de quartzo, muscovita, óxido de ferro e matéria orgânica na composição de todas as amostras, enquanto os minerais magnéticos foram identificados somente nas amostras plásticas.



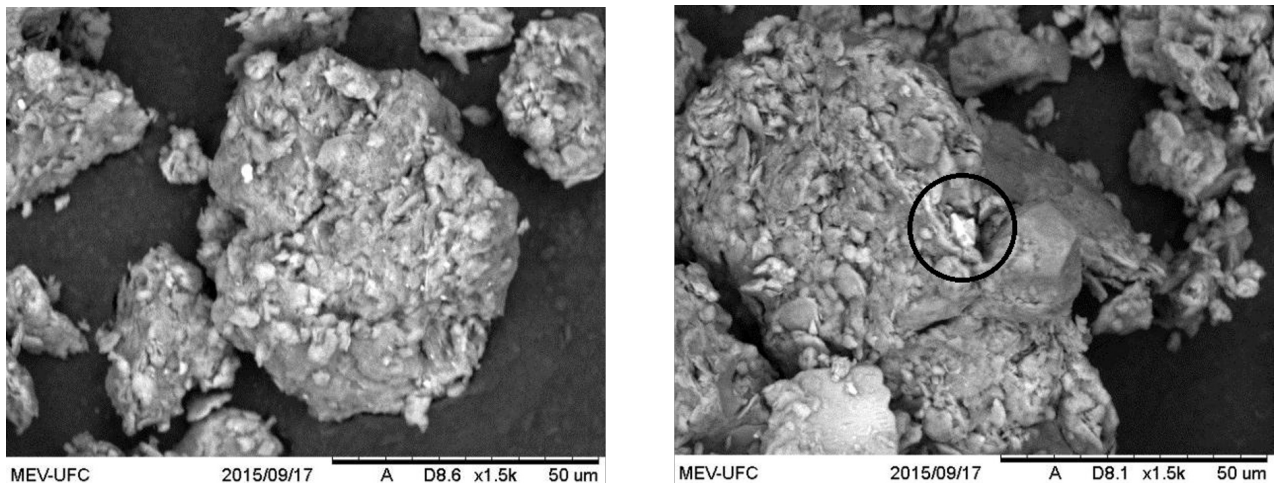


Figura 5: Imagens de MEV: a) aglomerado de argilominerais na amostra A; b) partícula com alto teor de ferro e titânio na amostra C.

Os resultados dos ensaios de Tensão de Ruptura à Flexão (TRF) após a secagem e após a queima a 950°C, bem como o teste de absorção d'água aplicados as proporções definidas para as misturas de argilas, apresentaram respostas dentro dos limites definidos por Santos (1989) para fabricação de telhas e tijolos (Tabela 3).

Observa-se que os resultados dos

testes de resistência apresentaram melhora com o aumento no volume de argila plástica. Comparativamente, no teste de TRF após a queima, os resultados chegam a apresentar diferença de até 73% na resistência do material com um maior percentual de argila plástica na composição da mistura 2V C + 1V D em relação à 1V C + 1V D.

Tabela 3: Comparação dos resultados dos ensaios físicos das misturas de argilas com os limites definidos por Santos (1989).

Ensaio/ Volumes	Tijolos Maciços	Tijolos Furados	Telhas	1V A : 1V B	2V A : 1V B	1V C : 1V D	2V C : 1V D
RL após secagem a 110° C (%)	NA	NA	NA	6,3	6,2	7,0	6,0
RL após queima a 950° C (%)	NA	NA	NA	1,0	1,4	1,6	0,9
TRF após secagem a 110° C (Kgf/cm <sup>2</sup> )	> 15	> 25	> 30	93,4	97,0	80,0	92,0
TRF após queima a 950° C (Kgf/cm <sup>2</sup> )	> 20	> 55	> 65	123,2	194,0	100,0	173,0
AA a 950° C (%)	-	< 25,0	< 20,0	6,5	5,3	7,8	6,6

Legenda: RL - Retração linear; TRF - Tensão de ruptura à flexão; AA - Absorção d'água; NA - Não se aplica.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os dados de difração de raios X e de microscopia eletrônica de varredura das argilas aluvionares da Região Metropolitana de Fortaleza corroboram com a predominância de argilominerais cauliníticos, de modo semelhante ao constatado por Oliveira e Medeiros (1975), nas argilas lacustres da RMF. O mesmo não foi evidenciado em relação às argilas montmorilloníticas relatadas por estes autores, exceto por alguns interestratificados de caulinitas-esmectitas, encontradas nesse novo estudo.

Os resultados de EDS revelam a relação sílica/alumínio em 2:1 para vários grãos que, devido à ausência de argilominerais expansivos de forma isolada, tais dados apontam para a presença de illitas, corroborando com os dados obtidos nas análises de DRX, embora não tenham sido identificadas suas imagens no MEV.

As proporções definidas para as misturas de argilas plásticas e não plásticas se mostraram satisfatórias à fabricação de produtos voltados para a indústria de cerâmica vermelha. Os resultados das análises tecnológicas demonstram que houve melhora nos valores obtidos com o aumento no volume de argila mais plástica na proporção da mistura, embora, para esse estudo, essa maior contribuição refletiu em resultados de resistência muito acima do necessário.

### Agradecimentos

Ao DNPM, pelos recursos disponibilizados para realização da pesquisa e aos responsáveis pelos Laboratórios: de Ensaio Tecnológico em Argila, do SENAI no Piauí; de Geotécnica e Microscopia Eletrônica, ambos no Departamento de Geologia da UFC; de Raios X, do Departamento de Física da

UFC; e do Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da UFC. Os autores agradecem pelo apoio na realização das análises químicas e tecnológicas.

## REFERÊNCIAS

- ALBERS, A.P.F.; MELCHIADES, F.G.; MACHADO, R.; BALDO, J.B. & BOSCHI, A.O. Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X. *Cerâmica*, 48: 34-37, 2002.
- BORTOLUZZI, E.C.; PERNES, M.; TESSIER, D. Interestratificado caulinita-esmectita em um Argissolo desenvolvido a partir de rocha sedimentar do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.31, p.1291-1300, 2007.
- BRAGA, A. de P. G; PASSOS, C. A. B; SOUZA, E. M. de. Projeto Fortaleza. Relatório Final. Recife. DNPM/CPRM. 1977. V 1.
- BRANDÃO, R. L. Sistema de Informação para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto Sinfor. Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - Texto Explicativo. Fortaleza: CPRM, 1995.
- CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, F.E.M. (2003). Mapa Geológico do Estado de Ceará. Escala 1:500.000. Fortaleza: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ CPRM.
- COUTINHO JR., T.; CARVALHO, S.; ZANARDO, A.A influência do teor e granulometria de carbonatos na produção de revestimentos cerâmicos no polo cerâmico de Santa Gertrudes. *Cerâmica Industrial*, 17(3), 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília,

- Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- GOMES, C. S. F. 2002. Argilas: Aplicações na Indústria. O Liberal, Empresa de Artes Gráficas. Aveiro. 337 p.
- GRUN, E. Caracterização de Argilas Provenientes de Canelinha/SC e Estudo de Formulações de Massas Cerâmicas. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville. 2007. 60p.
- MÁS, E. 2002. Qualidade e Tecnologia em Cerâmica Vermelha, Editora Pólo Produções Ltda, São Paulo in GRUN, E. Caracterização de Argilas Provenientes de Canelinha/SC e Estudo de Formulações de Massas Cerâmicas. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville. 2007. 60p.
- MONTEIRO, C. M. de O. L. Influência da gipsita no surgimento de eflorescência em telhas cerâmicas. Cerâmica. V14. 2009. p 35-40.
- PICOLLI, R.; NASCIMENTO, G. C.; PERDONA, C. R.; PERUCCHI, P.B.; VITORETTE, P. J. ; WERNCKE, A. S. W. A Importância da Utilização da Difração de raios x na Caracterização de Argilas. In: 53º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2009, Guarujá. 2009.
- PINATTI, A. A.; MONTEIRO, C. M. de O. L.; CARVALHO, F. C. de; BARBOSA, F. C.; FRANCO, M. N.; SOUSA, R. B. de. Apostila de Ensaio Cerâmicos. Centro de Tecnologia da Cerâmica Wildson Gonçalves. SENAI. Teresina. 2010. 112p.
- RESENDE, M; CURI, N; KER, J. C; REZENDE, S. B. de. Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2011. 201p.
- SANTOS, P. S. 1989. Ciência e Tecnologia de Argilas. 2. ed. São Paulo. Editora Edgar Blücher, v 1.
- SCAPIN, M. A. Aplicação da Difração e Fluorescência de Raios X (WDXRF): Ensaio em Argilominerais. 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. 2003.
- SOARES, R. A. L; CASTRO, R. J. S; NASCIMENTO, R. M. Estudo da potencialidade da aplicação de uma argila contaminada com calcário na produção de placas cerâmicas. Cerâmica. V 58. 2012. p 475-480.
- VIEIRA, C.M.F.; PINHEIRO, R.M. Avaliação de argilas caulínicas de Campos dos Goytacazes utilizadas para fabricação de cerâmica vermelha. Cerâmica. 2011, V 57. p 319-323.

#### **NORMAS**

\_\_\_\_\_. ABNT NBR MB 305: Argila, argamassas, concreto, e cimento refratário - Determinação da Retração Linear após secagem. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6220: Materiais refratários densos conformados. Determinação da densidade de massa aparente, porosidade aparente, absorção e densidade aparente da parte sólida. Rio de Janeiro, mai. 1997.

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6113: Materiais refratários densos conformados. Determinação da resistência à flexão à temperatura ambiente. Rio de Janeiro, jul. 1997.