

## CARACTERIZAÇÃO MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA EM ITAPECURÚ MIRIM-MA

**Correia, G. S.<sup>1,3</sup>; Prado A. D.<sup>1,3</sup>; Angélica, R. S.<sup>4</sup>.; J. M. Rivas Mercury<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais (PPGEM)-(IFMA)  
Av. Getúlio Vargas, n°4, Monte Castelo, São Luís - MA  
Instituto de Geociencias (IGC) – UFPA  
Campus Universitário do Guamá – Belém – Pará  
E-mail: rivascefetma@gmail.com*

### RESUMO

A indústria da Cerâmica Vermelha no Brasil, especificamente na região nordeste, é constituída em sua maioria por pequenas empresas com desenvolvimento organizacional rudimentar com produção de baixa qualidade e rentabilidade. No Maranhão também se observa que não houve evolução na qualidade dos produtos para acompanhar o desenvolvimento da construção civil, não somente por parte dos industriais, mas principalmente por falta de informação técnicas das matérias primas utilizadas na fabricação dos produtos da Cerâmica Vermelha (tijolos, telhas e blocos de vedação). Neste trabalho foram estudadas as características e propriedades das matérias primas usadas na formulação de massas para fabricação de blocos de vedação em algumas indústrias da Cerâmica Vermelha do município de Itapecuru Mirim-MA. As matérias primas foram coletadas no pátio das indústrias e submetidas aos ensaios de Difração de raios X (DRX), Análise composição química por Florescência de Raios X (FRX), Análise Termogravimétrica (TG), Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e Plasticidade (IP). Foram confeccionados corpos-de-prova prismáticos (8 x 2 x 0,7 cm<sup>3</sup>) por prensagem uniaxial a 25 MPa e tratados termicamente a 950 e 1050 °C a uma taxa de 5 °C/min e 4 h no patamar. As propriedades cerâmicas após queima avaliadas foram: Retração Linear (RL), Tensão de Ruptura à Flexão (TRF) a três pontos, Absorção de Água (AA), Porosidade Aparente (PA). Os resultados mostraram que algumas das matérias primas utilizadas na formulação das massas apresentam valores considerados indesejados para a fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

**Palavras-chave:** matéria prima, cerâmicas vermelha, caracterização, propriedades tecnológicas.

## **INTRODUÇÃO**

O Estado do Maranhão existem grandes reservas de matérias primas utilizadas em produtos de cerâmica vermelha localizados nos municípios de Rosário, Timon, Itapecuru-Mirim e Imperatriz. A importância econômica destas matérias prima para as indústrias que fabricam estes produtos é de grande interesse. Porém, um dos problemas enfrentado pelas indústrias locais é a grande perda dos produtos causado pela falta de conhecimento sobre a matéria prima utilizada<sup>(1)</sup>. Assim, para a utilização das argilas em processos industriais é importante e indispensável uma identificação completa do tipo de argila e suas propriedades, a fim de estabelecer quais as formulações e condições de processamento mais adequadas para obtenção de produtos com propriedades finais desejadas<sup>(2)</sup>.

Portanto, o grande desafio da fabricação de produtos cerâmicos vermelhos é produzir uma grande quantidade de peças (tijolos e/ou telhas) que tenham as mesmas características técnicas e estéticas, a partir de matérias-primas (argilas) com características variáveis<sup>(3)</sup>. Esta dificuldade ocorre porque as argilas são compostas de materiais plásticos (argilosos) e não-plásticos. O processamento cerâmico destas argilas isoladas torna-se inviável para a fabricação de vários produtos, devido à falta de características importantes para o processo de fabricação, como plasticidade, granulometria, coloração após queima, resíduo etc.<sup>(4)</sup>.

Assim, as diversas formas geométricas e a resistência mecânica a verde dos produtos cerâmicos devem-se ao nível de plasticidade das argilas que são denominadas industrialmente de argilas gordas (elevada plasticidade) e magras (baixa plasticidade)<sup>(5-6)</sup>.

Este trabalho, que tem como objetivo avaliar as características mineralógicas e tecnológicas das matérias primas retiradas do pátio de algumas indústrias do município de Itapecuru Mirim no Estado do Maranhão, como forma contribuir para a qualidade do produto e desenvolvimento do setor cerâmico na região.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram escolhidas aleatoriamente 05 indústrias do município de Itapecuru Mirim-MA nos quais foram coletadas amostras retiradas do pátio denominadas de AP-1A, AP-1B, AP-1C, AP-1D e AP-1E. As indústrias utilizam as argilas de jazidas localizadas no município. Todas as amostras foram processadas conforme o esquema da Figura 1.

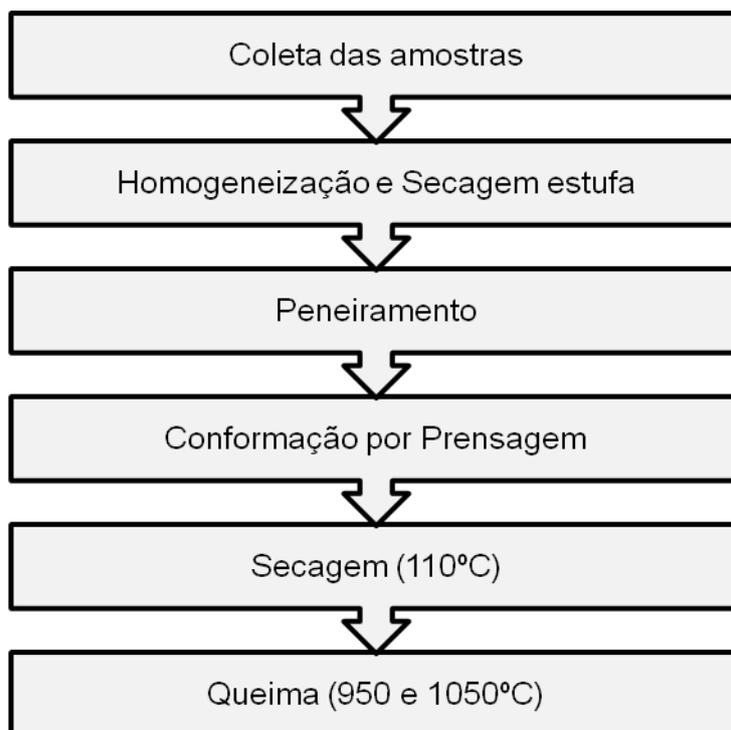


Figura 1 – Fluxograma de processamento das amostras coletadas no pátio.

A determinação da composição química das matérias-primas foi realizada por Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX), utilizando espectrômetros WDS sequencial, modelo *Axios Minerals* da marca PANalytical, com tubo de raios X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 kW. As fases minerais foram identificadas por difração de raio X (DRX), utilizando um difratômetro de raio X modelo X'PERT PRO (PW 3040/60), da PANalytical, com Goniômetro PW3050/60 (Theta/Theta), tubo de raios X cerâmico de anodo de Cu ( $\text{CuK}_{\alpha 1} = 1,5406 \text{ \AA}$ ), modelo PW3373/00, foco fino longo, 2200 W, 60 kV. O comportamento térmico das amostras foi estudado por meio análise termogravimétrica (TG) e por calorimetria diferencial de varredura (DSC), num equipamento modelo STA 449 C da NETZSCH.

A plasticidade das amostras coletadas no pátio foi determinada por meio dos limites de Atterberg, que são os limites de plasticidade (LP), liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP) de acordo com as normas ABNT NBR 7180 (LP) <sup>(7)</sup> e NBR 6459 (LL) <sup>(8)</sup>.

Para avaliar as propriedades tecnológicas foram conformados corpos de prova de perfil retangular de dimensões 80 x 20 x 7,0 mm por prensagem uniaxial a 25 MPa e posteriormente secos em estufa a 110°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) durante 24h. Após a

pesagem os corpos de prova foram submetidos à queima de 950 e 1050°C em um forno elétrico, em atmosfera oxidante com uma taxa de aquecimento de 5°C/min. Por fim foram realizados os ensaios de retração linear, absorção de água, tensão de ruptura à flexão e porosidade aparente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela I apresenta o resultado da análise química das amostras retiradas do pátio. As amostras AP-1B, AP-1C e AP-1D apresentaram teores de SiO<sub>2</sub> superior a 70%-p com teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre 3- 5 %-p. A relação SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em todas as amostras é superior a 2 indicando materiais caoliniticos com elevado conteúdo de sílica livre o também se infere pela baixa perda ao fogo de todas as amostras. As amostras AP-1B e AP-1C teores de óxidos alcalinos (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) acima de 2 % em peso, sendo o teor de alcalinos terrosos (CaO + MgO) baixo. Todas as amostras apresentaram perda ao fogo semelhante, variando entre 5,32 – 7,76%-p, o que indica a pouca matéria orgânica e a presença de quartzo livre.

Tabela I- Composição química das matérias-primas (% em peso) obtida por FRX.

Amostras	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
AP-1 <sup>a</sup>	65,17	17,59	5,01	0,63	<0,10	1,19	1,36	<0,10	0,47	<0,10	8,35
AP-1B	70,64	13,35	3,87	1,24	<0,10	0,79	2,76	0,41	0,90	<0,10	5,81
AP-1C	71,70	13,74	3,28	0,93	<0,10	0,74	2,79	0,26	1,11	<0,10	5,28
AP-1D	70,13	16,84	3,02	0,29	<0,10	0,93	0,80	<0,10	0,14	<0,10	7,64
AP-1E	66,20	16,84	4,52	0,76	<0,10	1,14	1,52	<0,10	0,27	<0,10	8,55

P.F.: Perda ao Fogo a 1100 °C

A Figura 2 mostra a caracterização mineralógica das matérias primas realizada por difração de raios X. Com base neste resultado observa-se que todas as amostras apresentam o mineral quartzo e o argilomineral caulinita como fases principais. Também foram identificados os minerais microclinio (Mi) e albita (Ab) em todas as amostras, com exceção da AP-1A. Picos de montmorilonita (Mt) mostraram-se visíveis somente nas amostras AP-1B e AP-1C.

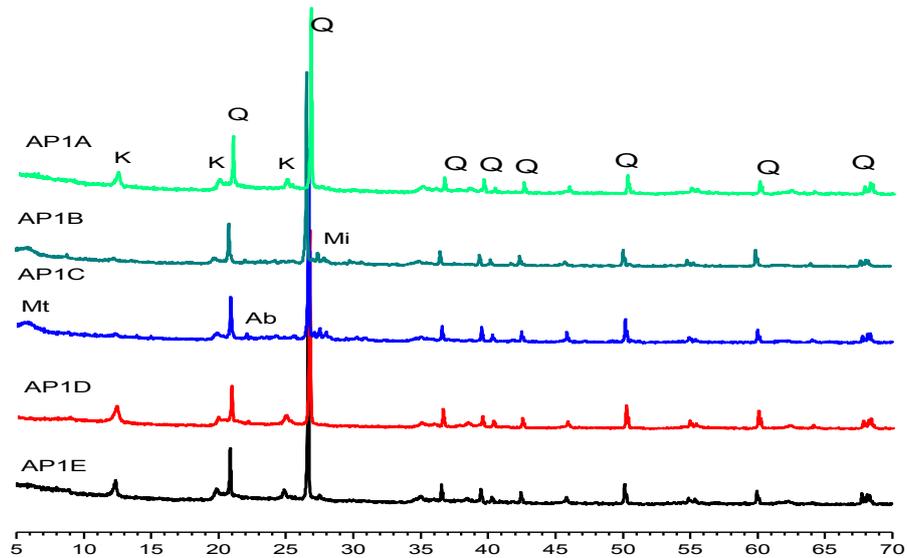


Figura 2 - Difratoogramas das amostras coletadas no pátio

A Figura 3 apresenta as curvas da análise térmica DSC e TG das amostras estudadas. Todas as amostras apresentam um pico endotérmico entre 60 – 150°C associado à perda de água adsorvida.

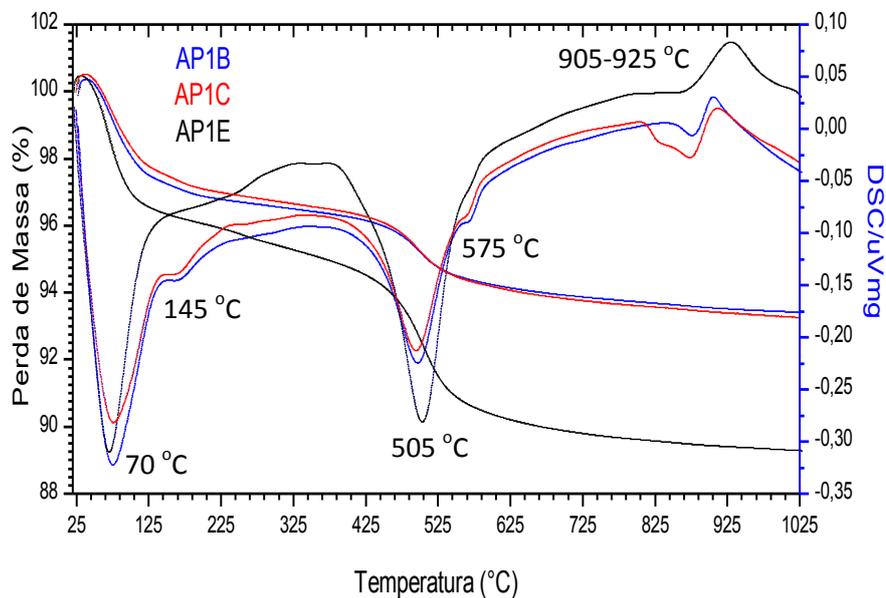


Figura 3 - Curvas simultâneas das amostras coletadas no pátio

Um segundo efeito endotérmico é observado entre 425 – 625°C decorrente da desidroxilação da caulinita seguida do colapso da estrutura cristalina deste mineral

com a formação da fase amorfa metacaulinita. O pico exotérmico próximo a 975°C representa à nucleação de cristais de um precursor de mulita ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ). A perda de massa das amostras AP-1B e AP-1C apresentaram valores entre 6 a 7%, enquanto a amostra AP-1E a perda de massa foi 10,7% que esta em concordância com os valores aproximado da perda ao fogo obtido nas análises químicas (Tabela I). Lembrando que todas as amostras apresentaram um comportamento térmico semelhante.

A Tabela II apresenta o índice de plasticidade das amostras retiradas do pátio obtido pelo método de Atterberg.

A Tabela II - Valores dos Limites de consistência das amostras estudadas.

<b>Amostras</b>	<b>LP(%)</b>	<b>LL(%)</b>	<b>IP(%)</b>
AP-1 <sup>a</sup>	75,00	45,01	29,99
AP-1B	73,30	41,26	32,04
AP-1C	60,00	48,88	11,12
AP-1D	58,70	44,64	14,06
AP-1E	74,70	43,17	31,53

LP = Limite de plasticidade, LL=Limite de liquidez e IP=Índice de plasticidade.

Observa-se que os valores dos limites plasticidade variam de 58,70 – 75%, os limites de liquidez estão na faixa de 41,26 – 48,88%, enquanto os índices de plasticidade situam-se entre 11,12 – 32,04%. As amostras AP-1B e AP-1E são consideradas altamente plásticas com base nos valores aceitáveis para uma extrusão com índice de plasticidade entre 10 – 30 (%) <sup>(9)</sup>.

Nas Figuras 4 – 7 mostram se os resultados dos ensaios tecnológicos das amostras coletadas no pátio das 05 indústrias visitadas em Itapecuru Mirim.

A Figura 4 (a) e (b) mostram os valores da retração linear e absorção de água após queima das amostras estudadas. Os valores da retração linear na temperatura de 950°C encontram-se entre os limites mínimo e máximo recomendado pela literatura (1,5 – 3,0%) <sup>(9)</sup>. As amostras AP-1B (5,26%) e AP-1E (4,68%) apresentaram valores acima do indicado para as temperaturas de 1050°C (Figura 4a). Os valores da absorção de água especificados pela literatura se encontram entre 10 – 30% o que esta de acordo com os resultados apresentados na Figura 4b.

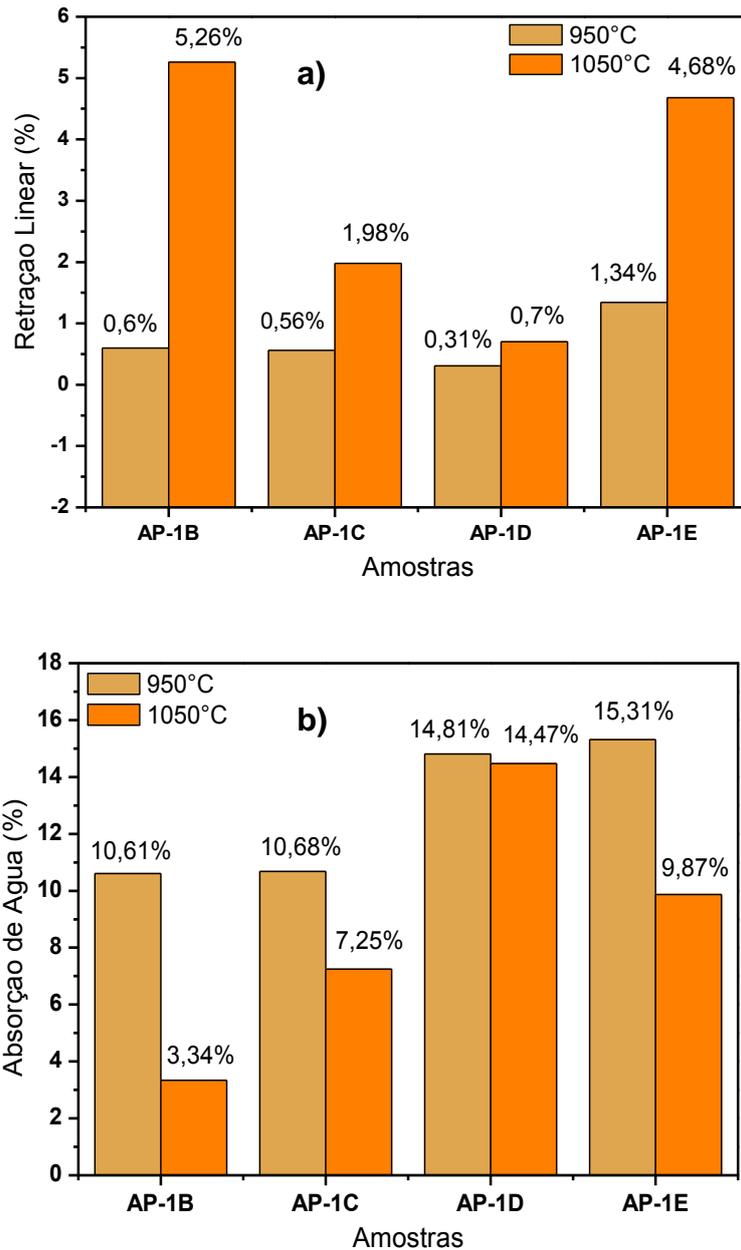


Figura 4 – Ensaio tecnológicos após queima a 950°C/4h e 1050°C/4h das massas estudadas: a) Retração linear após queima; b) Absorção de água.

A Figura 5(a) e (b) mostram os valores da tensão de ruptura à flexão em função da temperatura de queima. As amostras utilizadas atingiram valores especificados para o processamento cerâmico, que são de 4 – 30 MPa. As amostras AP-1B e AP-1E apresentaram maiores valores da tensão de ruptura à flexão o que está de acordo com os valores determinados na retração linear (Figura 4a).

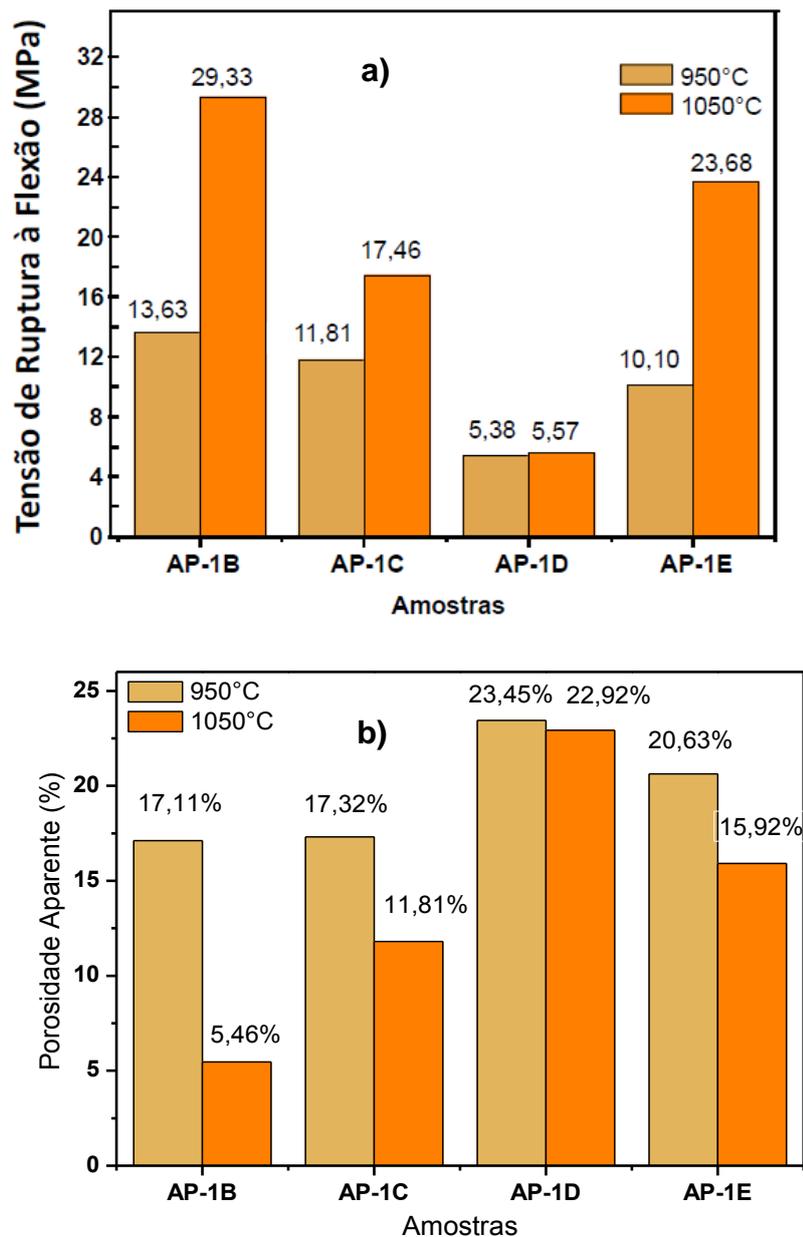


Figura 5 – Ensaio tecnológicos após queima a 950°C/4h e 1050°C/4h das massas estudadas: a) Porosidade Aparente; b) Tensão de Ruptura à Flexão em três pontos.

Os resultados dos ensaios tecnológicos das amostras sinterizadas a 950 e 1050°C mostraram-se satisfatórios com exceção da amostra AP-1A onde surgiram trincas, portanto tornou-se inviável para efetuar os ensaios.

A amostra AP-1B por apresentar maiores quantidades de minerais fundentes ( $K_2O+Na_2O$ ) (Tabela I) apresentou maior retração linear (Figura 4a) e tensão de ruptura (Figura 5a). A redução brusca da absorção de água (Figura 4b) e porosidade aparente (Figura 5b) de algumas amostras na temperatura de 950 para 1050°C pode

ser atribuída à presença de feldspatos (microclina e albita) que atuam como fundentes em elevadas temperaturas melhorando a cinética de sinterização através da formação de fase líquida e diminuição da porosidade tornando os produtos mais densos após queima <sup>(10)</sup>.

## 5. AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão – FAPEMA, CAPES PROCAD-Amazônia/2006 pelo apoio financeiro e bolsas.

## CONCLUSÕES

Os aspectos mais importantes para que se conhecer o processamento cerâmico são os ensaios mineralógicos e tecnológicos da matéria prima utilizada na fabricação dos produtos acabados. Então, pode-se concluir que: a) os resultados indicaram que as matérias primas estudadas possuem predominância dos minerais não argilosos (quartzo, microclina e albita) e argilosos (caulinita e montmorilonita); b) o comportamento térmico das amostras indica que todas as amostras apresentaram um comportamento semelhante típico de argilas cauliníticas; c) As amostras AP-1A, AP-1B e AP-1E se mostraram com elevado nível de plasticidade necessitando de um reajuste na composição da massa; d) os ensaios tecnológicos mostraram que as matérias-primas retiradas do pátio das indústrias de Itapecuru Mirim - MA apresentam boa qualidade para serem utilizadas no processamento cerâmico em temperatura acima de 1050°C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – CORREIA, S. G., **Caracterização de massa cerâmica e avaliação da conformidade dos blocos de vedação fabricados no município de Itapecuru Mirim – MA**. 2011. p.96, Dissertação de Mestrado em Engenharia dos Materiais, Programa de Pós Graduação de Engenharia dos Materiais (IFMA), São Luís, 2011.

2 – J. M. Rivas Mercury, G.F.G. Freitas, A. E. M. Paiva, N.S.L.S. Vasconcelos, E. Azevedo, A.A. Cabral Jr., **Estudo das Características Físicas e Mecânicas de**

**Blocos Cerâmicos Produzidos nos Municípios de São Luís e Rosário no estado do Maranhão.** 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 3 a 6 de junho de 2007.

3 – MACEDO, R. S. et al. **Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha.** Química Nova, v. 54, p. 411 – 417, 2008.

4 – TEIXEIRA, R. A.; MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. **A variação das características das argilas e o processo cerâmico.** Cerâmica Industrial, v. 7, n. 3, p. 29 – 32, maio/jun., 2002.

5 – PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F. G. **A importância da composição granulométrica de massas para cerâmica vermelha.** Cerâmica Industrial, v. 02, n.1/2, p. 31– 35, jan./abr., 1997.

6 – VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N.; DUAILIBI, J. F. **Considerações sobre o uso da granulometria como parâmetro de controle de uma argila sedimentar.** Cerâmica Industrial, v. 10, n. 1, p. 23 – 26, 2005.

7 – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 7180: **Solos – Determinação do limite de plasticidade: Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1984.

8 – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 6459: **Solos – Determinação do limite de liquidez: Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1984.

9 – DONDI, M.; **Caracterização tecnológica dos materiais argilosos: métodos experimentais e interpretação de dados.** Cerâmica Industrial, v.1, n. 3, p. 36 – 40, 2006.

10 – BORBA, C. D. G. de. **Estudo de materiais primas fundentes.** Cerâmica Industrial, v. 1, n.1, p. 34 – 39, mar./abr., 1996

## ABSTRACT

The heavy clay industry in Brazil, specifically in the northeast, consists mostly of small businesses with rudimentary organizational development with low quality production and profitability. In Maranhão state is also observed that there was no improvement in the quality of products to accompany the development of the civil construction, not only by the industrial sector, but mainly due to lack of technical information of the raw materials used in the manufacture of heavy clay ceramics (bricks, tiles, and others). In this research the characteristics and properties of the raw materials used in the formulation of red ceramics pastes for the manufacturing of bricks in some industries of the municipality of Itapecuru Mirim-MA were studied. The starting materials were collected in the courtyard of industries and subjected to the tests of Diffraction (XRD), chemical composition analysis by X-ray Fluorescence (XRF), Thermogravimetric Analysis (TGA), Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Plasticity Index (IP). Prismatic bodies proofs ( $8 \times 2 \times 0.7 \text{ cm}^3$ ) made by uniaxial to 25 MPa and heat treated at 950 and 1050 °C at 5 °C / min and 4 h dwell time were made. The ceramic properties after burning evaluated were: Linear Shrinkage (RL), Tensile Strength Flexural (TRF) to three points, Water Absorption (AA), Apparent Porosity (PA). The results showed that some of the raw materials used in the formulation of the masses have values considered undesirable for the manufacture of red ceramic.

Key words: Raw materials, Heavy Clay products, characterization, Technological properties.