

Caracterização de argilas usadas para cerâmica estrutural

S. O. Ramos^{1*}, R. S. Macedo¹, J. M. Cartaxo¹, R. R. Menezes², L. N. L. Navarro¹, G. A. Neves¹

¹Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande,
Av. Aprígio Veloso 882, 58 109 970, Campina Grande, PB

²Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal da Paraíba,
Cidade Universitária, 58 059 900, João Pessoa, PB

(Recebido em 23/08/2010; revisado em 23/12/2010; aceito em 23/12/2010)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo a caracterização física e mineralógica de argilas utilizadas industrialmente para a produção cerâmica estrutural. As argilas foram caracterizadas por meio da determinação de distribuição granulométrica, limites de Atterberg, composição química e difração de raios X. Pode-se observar que a maioria das amostras apresentou distribuição granulométrica adequada para a produção de cerâmicas estruturais e que as amostras apresentaram elevados limites de plasticidade. Os materiais analisados são constituídos basicamente por quartzo, argilomineral esmectítico, caulinita, mica, feldspatos e por um hidróxido sílico-aluminoso. Pode-se concluir que a caracterização física-mineralógica é muito importante para poder compreender o comportamento de processamento das argilas a avaliar sua adequabilidade para uso em cerâmica industrial.

Palavras-chave: Argila; caracterização; cerâmica estrutural; cerâmica vermelha.

Abstract:

The aim of this work was to characterize clays industrially used for the production of ceramic bricks. The clays were characterized by particle size distribution, Atterberg limits, chemical composition determination and X-ray diffraction. Results showed that clays presented particle size distribution in the range indicated for brick clay industry and high plasticity limits. Studied materials are composed by quartz, smectite clay mineral, kaolinite, mica, feldspars, and silicon-aluminous hydroxide. It can be concluded that processing behavior and suitability to produce ceramic bricks using the studied samples could be determined by the characterization process.

Keywords: Clay; characterization; structural ceramic; red ceramic.

1. Introdução

A indústria cerâmica de materiais de construção brasileira é constituída atualmente por aproximadamente 12 mil olarias, de pequeno e médio porte, que são responsáveis por 650 mil empregos diretos, 2 milhões de empregos indiretos e um faturamento anual em torno de R\$ 6 bilhões [1,2]. Apesar da grande importância econômica e social da cerâmica vermelha no país, a grande maioria dos jazimentos de argilas não é devidamente estudada, não havendo, em geral, dados técnico-científicos que orientem e facilitem sua aplicação industrial [3].

O Brasil é um grande produtor de argilas para a indústria de cerâmica estrutural (tijolos, blocos, telhas), em virtude do grande número de jazimentos e empresas espalhados por todo o país, consumindo cerca de 70 milhões de toneladas de matérias-primas por ano [4].

As argilas para serem adequadas a fabricação de produtos de cerâmica vermelha (estrutural) devem, de modo geral, serem de fácil desagregação, apresentarem distribuição granulométrica conveniente, adequada combinação entre materiais plásticos e não plásticos (adequada composição mineralógica) e conferir a peça resistência mecânica a verde suficiente para evitar deformações durante seu manuseio [5] e resistência após queima. No entanto, as argilas para cerâmica estrutural são materiais muito heterogêneos, com suas características dependendo da sua formação geológica e localização de extração [6].

Assim, para a utilização das argilas em processos industriais é importante e indispensável uma identificação completa das características físico-mineralógicas das argilas, uma vez que as propriedades do produto final são intimamente dependentes das características das matérias-primas.

*Email: sileide@yahoo.com.br (S. O. Ramos)

O Estado da Paraíba possui uma grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha com uma grande produção de blocos e telhas. Entretanto, o Estado não foge à regra do restante do país, não havendo o conhecimento adequado das características tecnológicas das argilas utilizadas por essa indústria, apesar dos esforços [3-5] que vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos visando suprir essa lacuna tecnológica do setor cerâmico paraibano.

Em vários países o entendimento das características físicas, químicas e mecânicas dos materiais argilosos já é considerado uma das etapas mais importantes do processamento, fundamental para se obter produtos de boa qualidade [6]. Essa preocupação com a adequada caracterização de argilas para aplicação em cerâmica estrutural e seu reflexo na produtividade e qualidade dos produtos finais se manifesta em todo o mundo [7-11], assim, esse trabalho tem por objetivo a caracterização físico-mineralógica de argilas utilizada para produção de cerâmica estrutural.

2. Materiais e Métodos

Nessa pesquisa foram estudadas argilas utilizadas industrialmente para a produção de blocos cerâmicos no Estado da Paraíba. As amostras foram identificadas por numeração de 1 a 6, sendo oriundas de jazidas distintas, localizadas nos municípios de Sumé, Massaranduba e Mulungu.

As amostras coletadas foram secas, passadas em peneira ABNT 200 (0,074 mm) e caracterizadas por meio da determinação da distribuição de tamanho de partículas, pela técnica de espalhamento laser (equipamento Cilas, modelo 1064 LD). Deve-se ressaltar que as argilas apresentam natureza arenosa com teor retido na peneira ABNT 200 de até 45%. A análise de determinação de tamanho de partícula foi executado após preparação de dispersões com concentração de 12% em sólidos, utilizando agitador a 17000 rpm e dispersante hexametáfosfato de sódio, na concentração de 0,5%. A agitação foi realizada por 20min e o material foi deixado em repouso por 24h e em seguida agitado por mais 5 minutos e efetuado o ensaio.

Foram determinados os limites de Atterberg, conforme normalização [10,13], e executada a análise química por fluorescência de raios X (equipamento Shimadzu, modelo EDX 720) e difração de raios X utilizando radiação $CuK\alpha$ (equipamento Shimadzu, modelo XRD 7000) e modo de operação de varredura por passo.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta as curvas de distribuição granulométrica das amostras estudadas. Pode-se observar que as amostras apresentam largas distribuições de tamanho de partícula, com característica multimodal. As amostras apresentam distribuições de tamanhos de partículas semelhantes, com concentrações de partículas em torno de 4-5mm, 10-20 mm e 40-50mm.

A Tabela 1 sumariza as distribuições de tamanho de partícula apresentadas na Figura 1. Com base na Tabela 1 pode-se observar que as amostras apresentam frações argila (fração de material com tamanho de partícula inferior a 2mm [14]) semelhantes, a exceção da amostra 5 que apresenta fração argila em torno de 13%, inferior às demais. Esse comportamento também foi observado no que se refere ao D_{10} , D_{50} , D_{90} e diâmetro médio das amostras, com todas apresentando valores semelhantes, a exceção da amostra 5 que apresenta distribuição mais grosseira e larga

Com base na Figura 1 e na Tabela 1 observa-se que as amostras apresentam fração argila próximo ao limite mínimo indicado pelo diagrama de Winkler [22, 23] para massas cerâmicas visando a produção de blocos (tijolos furados) (fração argila entre 20 e 30%), a exceção da amostra 5, que possui fração argila inferior ao indicado. Uma massa cerâmica por não poder ser constituída apenas por argila (em virtude de dificuldade que surgiriam no seu processamento) é formulada contendo materiais não plásticos, o que acarreta uma “mistura” de granulometrias, sendo a fração mais “fina” associada à argila e as demais (“mais grosseira”) relacionadas aos materiais friáveis. O diagrama de Winkler auxilia no estudo da composição granulométrica ótima, indicando a dosagem de partículas finas, médias e grossas, que possibilitariam obter as melhores propriedades no produto final, a Figura 2 apresenta o diagrama de Winkler. Assim, com base nas distribuições granulométricas há um indicativo que a amostra 5 pode não apresentar plasticidade adequada para o processamento de peças de cerâmica estrutural.

Comparando os valores de tamanho de partícula obtidos com os de outras argilas paraibanas (também utilizadas industrialmente para a produção de cerâmicas estruturais) [4], verifica-se que as distribuições são semelhantes, inclusive no que tange ao baixo teor de fração argila. Trabalhos anteriores [4] observaram que algumas argilas utilizadas comercialmente apresentavam frações argila inferiores ao limite mínimo indicado pelo diagrama de Winkler.

A Tabela 2 apresenta os valores de limite de plasticidade (LP), liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP) das amostras analisadas. Pode-se observar que os limites de plasticidade e liquidez variam de 30 a 35% e de 35 a 52% respectivamente, enquanto os índices de plasticidade situam-se entre 10 e 18%. Com base em dados da literatura [15-17], verifica-se que os valores obtidos estão dentro dos intervalos observados para o limite de liquidez (30 a 60%) e o índice de plasticidade (10 a 30%) de matérias-primas argilosas para cerâmica estrutural. Com base na literatura [15-17] verifica-se que o limite de plasticidade varia de 15 a 30% para as argilas indicadas para cerâmica estrutural, no entanto, observa-se que a maioria das amostras apresentam valores superiores a 30% indicando um elevado “grau” de plasticidade, o que indica que pode ser necessário a adição de material não-plástico para o seu processamento.

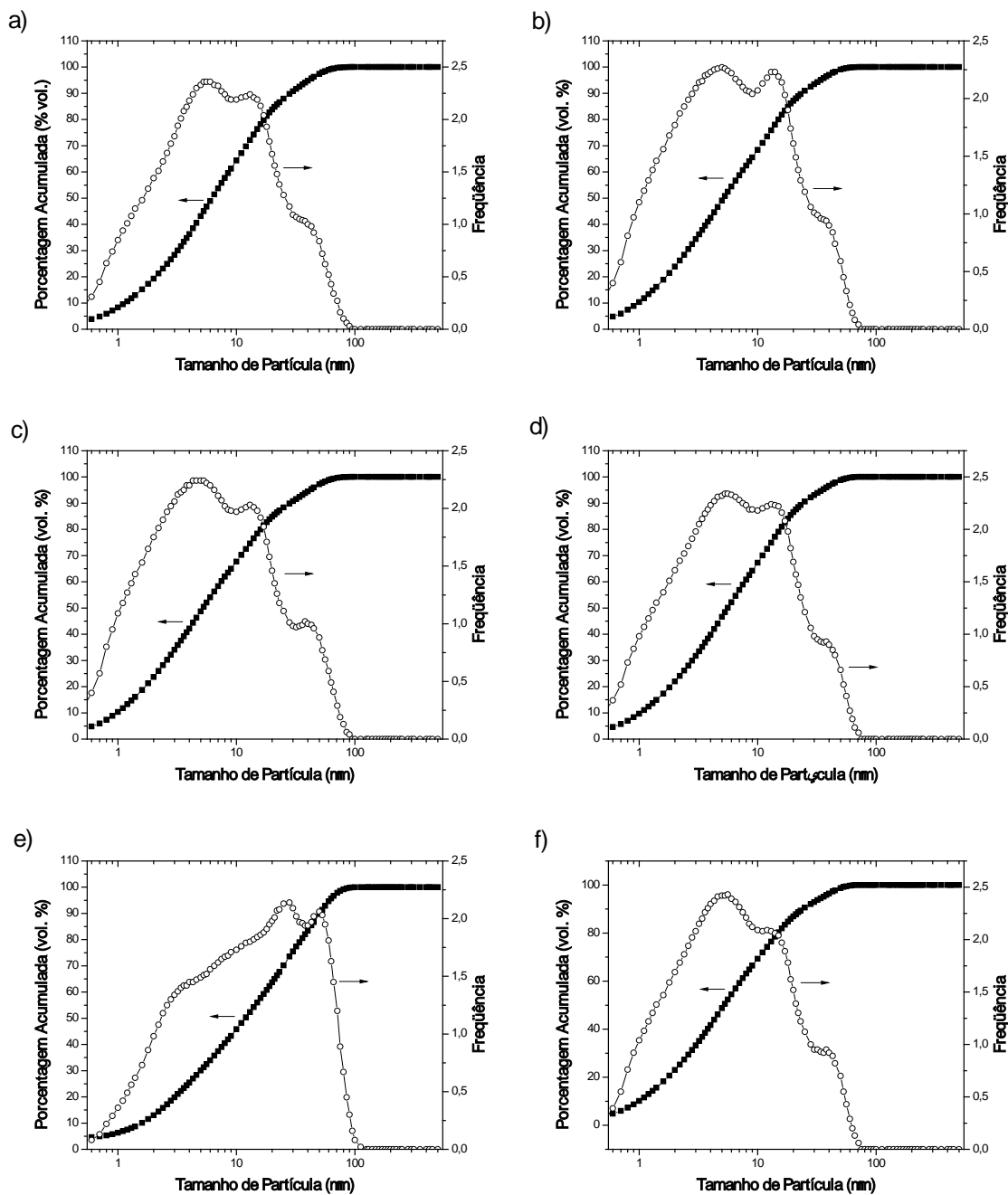


Figura 1: Distribuição do tamanho de partículas das amostras analisadas: a) amostra 1; b) amostra 2; c) amostra 3; d) amostra 4; e) amostra 5; f) amostra 6

Tabela 1: Resumo da distribuição granulométrica das amostras analisadas

Amostras	Fração Argila (< 2 mm) (vol. %)	Dimensões Características (mm)			
		D ₁₀ ^a	D ₅₀ ^a	D ₉₀ ^a	Diâmetro Médio
Amostra 1	19,31	1,14	6,21	28,48	11,12
Amostra 2	23,90	0,98	5,15	23,48	9,35
Amostra 3	23,70	0,98	5,22	28,31	10,52
Amostra 4	21,90	1,02	5,58	24,08	9,75
Amostra 5	12,95	1,58	11,84	50,48	19,43
Amostra 6	23,02	0,99	5,21	24,04	9,49

^a indica que a amostra apresenta 10, 50 e 90 % do seu volume, respectivamente, com tamanho de partícula inferior ao D₁₀, D₅₀ e D₉₀.

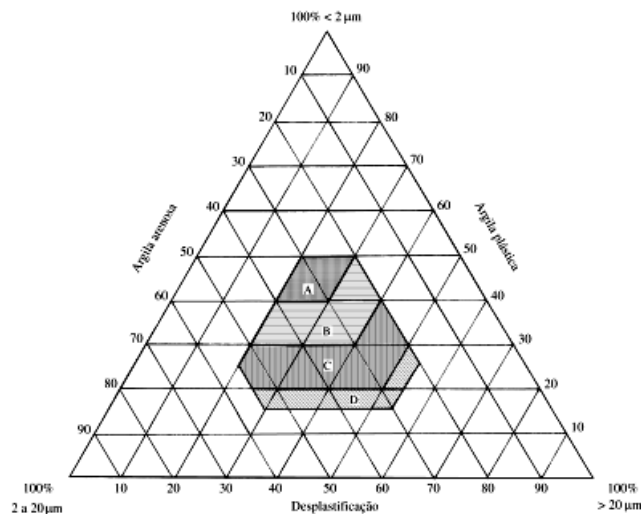


Figura 2: Diagrama granulométrico de Winkler a) matérias de qualidade com dificuldade de produção, b) telhas, capas, c) tijolos furados, d) tijolos maciços

A amostra 5 é a que apresenta o menor limite de plasticidade (no entanto dentro da faixa indicada na literatura

para argilas para cerâmica vermelha), o que vem ao encontro das observações anteriores que a argila 5 é a mais grosseira e com menor fração argila, evidenciando a importância da caracterização das matérias-primas para poder compreender o comportamento do material e processá-lo adequadamente.

A Tabela 3 apresenta a composição química dos materiais analisados. As amostras apresentam predominância de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃, o que é característico das argilas para cerâmica industrial. No entanto, verifica-se a presença de teores significativos de K₂O, MgO e CaO, o que não é comumente observado nas argilas paraibanas para cerâmica estrutural [4].

A Figura 3 apresenta os difratogramas de raios X das amostras analisadas. As amostras apresentam constituição mineralógica semelhantes, apresentando as seguintes fases cristalinas: quartzo (SiO₂), caulinita (Al₂Si₂O₅(OH)₄), mica/ilita (KMg₃(Si₃Al)O₁₀(OH)₂), feldspatos, esmectita (Ca_{0,2}(Al,Mg)₂Si₄O₁₀(OH)₂.4H₂O) e um hidróxido sílico-aluminoso, NaCa₂Fe₄AlSi₆Al₂O₂₂(OH)₂. Com base nos padrões de difração observa-se que as amostras apresentam caulinita mal cristalizada, em virtude da pequena intensidade dos picos de difração.

Tabela 2: Limite de plasticidade (LP), liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP) das amostras analisadas

Amostra	LP (%)	LL (%)	IP (%)
Amostra 1	32,6	50,8	18,2
Amostra 2	31,3	45,8	14,5
Amostra 3	30,0	40,1	10,1
Amostra 4	34,0	50,2	16,2
Amostra 5	23,6	35,1	11,5
Amostra 6	35,7	52,8	17,1

Tabela 3: Composição química das amostras analisadas

Amostras	Composição Química (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	Outros ^a	PF ^b
Amostra 1	44,51	22,87	12,01	2,11	2,78	1,74	0,94	0,91	12,10
Amostra 2	48,47	20,42	11,27	3,08	1,65	1,42	1,66	0,50	11,50
Amostra 3	49,78	20,26	10,20	3,20	1,65	1,51	1,34	1,05	10,98
Amostra 4	47,13	21,71	11,40	2,63	2,17	1,62	1,38	0,71	11,23
Amostra 5	51,75	20,42	9,04	3,27	1,69	1,24	1,19	1,40	9,98
Amostra 6	46,85	22,34	11,71	2,54	2,35	1,59	1,14	0,98	10,48

^aOutros óxidos, ^bPerda ao fogo

Os elevados teores de potássio, cálcio e magnésio (em se tratando de argilas de queima vermelha para cerâmica estrutural) podem estar relacionados a presença de mica, esmectita (policatiónica) e feldspatos nas amostras.

A presença de argilomineral esmectítico em argilas para cerâmica estrutural pode ter elevada influência sobre seu comportamento plástico e de queima, evidenciando novamente a importância da adequada caracterização das

matérias-primas de modo a se ter controle das propriedades da massa cerâmica e das características do produto após queima.

Os limites de plasticidade das amostras indicaram que se tratam de amostras muito plásticas. Por outro lado, os argilominerais esmectíticos apresentam elevada finura e presença de matéria orgânica na forma de colóides protetores, que favorecem o desenvolvimento de plasticidade. Estudos [18,19] destacam que os valores de plasticidade dos argilominerais decrescem na seguinte ordem: montmorilonita,

ilita, caulinita mal cristalizada e caulinita bem cristalizada. Assim, como as argilas possuem em sua constituição material esmectítico e caulinita mal cristalizada, acredita-se que sua elevada plasticidade está relacionada à presença desses constituintes mineralógicos.

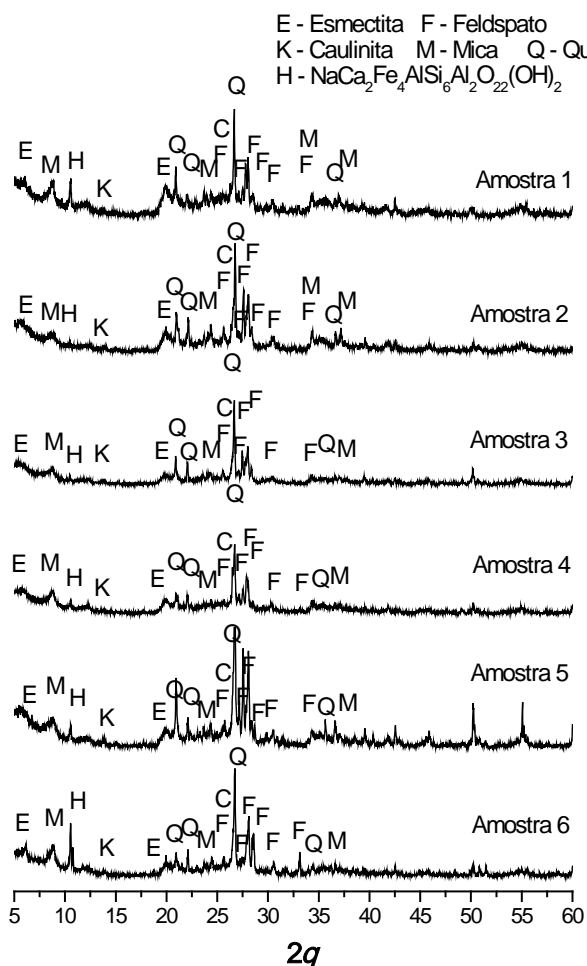


Figura 3: Padrão de difração de raios X das amostras analisadas

Mesmo argilas oriundas da mesma bacia hidrográfica apresentam constituição um pouco diferente, o que evidencia o caráter particular de cada amostra quando se trata de jazimentos de cerâmica vermelha e a necessidade da adequada caracterização físico-mineralógica para o perfeito conhecimento das matérias-primas e estimativa dos seus possíveis usos.

4. Conclusões

As amostras possuem granulometria com baixo teor de fração argila, mas apresentam limites de Atterberg dentro do intervalo indicado para utilização em cerâmica vermelha, apresentando elevada plasticidade; apresentam teores de CaO, MgO e K₂O acima do normalmente observado em argila paraibanas para cerâmica estrutural; são constituídas

basicamente por quartzo, argilomineral esmectítico, caulinita, feldspatos, mica e um hidróxido sílico-aluminoso.

Referências

- [1] ANICER - Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Disponível em <<http://www.anicer.com.br/dados.html>>. Acesso em 21 jun. 2004.
- [2] Oliveira, A. P. N.; Mortedo, O. R. K.; Pizeto, J.; Casagrande, M. Matérias-primas empregadas na fabricação de tijolos e blocos de construção: características e influência sobre as propriedades do produto final, secção cerâmica estrutural. Disponível em <<http://www.ctc.gov.br/publicações.html>>. Acesso em 21 set. 2004.
- [3] Menezes, R. R.; Neves, G. A.; Ferreira, H. C. Mapeamento de argilas do Estado da Paraíba. *Cerâmica*, v. 47, p. 77-81, 2001.
- [4] Macedo, R. S.; Menezes, R. R.; Neves, G. A.; Ferreira, H. C. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, v. 54, p. 411-417, 2008.
- [5] Macedo, R. S.; Menezes, R. R.; Neves, G. A.; Ferreira, H. C. Influência de aditivos na produção de blocos cerâmicos. *Cerâmica*, v. 54, p. 371-381, 2008.
- [6] Dutra, R. P. S.; Varela, M. L. V.; Nascimento, R. M.; Gomes, U. U.; Paskocimas, C. A.; Melo, P. T. Avaliação da Potencialidade de Argilas do Rio Grande do Norte – Brasil. *Cerâmica Industrial*, v. 11, p. 42-46, 2006.
- [7] Dondi, M. Clay materials for ceramic tiles from the Sassuolo District Northern Apennines, Italy. Geology, composition and technological properties. *Applied Clay Science*, v. 15, n. 3-4, p. 337-366, 1999.
- [8] Bianchini, G.; Laviano, R.; Lovo, S.; Vaccaro, C. Chemical–mineralogical characterization of clay sediments around Ferrara (Italy): a tool for an environmental analysis. *Applied Clay Science*, v. 21, n. 3-4, p. 165-176, 2002.
- [9] Hajjaji, M.; Kacim, S.; Boulmane, M. Mineralogy and firing characteristics of a clay from the valley of Ourika (Morocco). *Applied Clay Science*, v. 21, n. 3-4, p. 203-212, 2002.
- [10] Cultrone, G.; Sidraba, I.; Sebastián, E. Mineralogical and physical characterization of the bricks used in the construction of the “Triangul Bastion”, Riga (Latvia). *Applied Clay Science*, v. 28, n. 1-4, p. 297-308, 2005.
- [11] Ajam, L.; Ouezdou, M. B.; Felfoul, H. S.; Mensi, R. Characterization of the Tunisian phosphogypsum and its valorization in clay bricks. *Construction and Building Materials*, v. 23, n. 10, p. 3240-3247, 2009.
- [12] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459. *Determinação do limite de liquidez - método de ensaio*, Rio de Janeiro, RJ, 1984.

- [13] Associação Brasileira e Normas Técnicas. NBR 7180. *Determinação do limite de plasticidade - método de ensaio*, Rio de Janeiro, RJ, 1984.
- [14] Souza Santos, P. *Ciência e tecnologia de argilas*, vol. 1, 2a ed., Edgar Blücher, São Paulo, 1992.
- [15] Macedo, R. S. Estudo das matérias-primas e tijolos furados produzidos no Estado da Paraíba, Diss. Mestrado, DEQ-CCT-UFPB, p. 107, 1997.
- [16] Campos, L. F. A.; Macedo, R. S.; Kiyohara, P. K.; Ferreira, H. C. Características de plasticidade de argilas para uso em cerâmica vermelha ou estrutural. *Cerâmica*, v. 45, p. 295-302, 1999.
- [17] Vieira, C. M. F.; Soares, T. M.; Monteiro, S. N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima. *Cerâmica*, v. 49, p. 245-250, 2003.
- [18] Grim, R. E. *Clay mineralogy*, 2nd Ed., McGraw-Hill Book, New York, EUA, 1968.
- [19] Barba, A.; Beltrán, V.; Feliu, C.; García, J; Gínes, F.; Sánchez, E.; Sanz, V. *Materias primas para La fabricación de soportes de baldosas cerâmicas*. Instituto de Tecnologia Cerámica.Castellón, 2007.