

Estudos preliminares de caracterização de argila de uma cerâmica do município de Porciúncula - RJ

G. P. Gonçalves ^{1*}, J. Alexandre ², N. S. Dias Júnior ³, R. B. Anderson ⁴, G. C. Xavier ⁵

Laboratório de Engenharia Civil – LECIV

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Av. Alberto Lamego, 2000 -

Campos dos Goytacazes – RJ - CEP 28013-600

*gabrielkgbs@gmail.com

RESUMO

O município de Porciúncula localiza-se no Noroeste do estado do Rio de Janeiro a 348 quilômetros da capital e conta com uma população de 18.444 habitantes (IBGE, 2009) [1]. Visando conhecer melhor as propriedades e determinar os processos produtivos mais adequados para aplicação da argila extraída em uma cerâmica do município, foi realizada neste trabalho a caracterização tecnológica preliminar deste material. Sendo assim, foram feitos ensaios nos laboratórios da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), que resultaram na determinação das características físicas, químicas e mineralógicas. Para tal estudo, foram feitos ensaios de granulometria, limite de Atterberg, análise química por fluorescência de raios X, identificação mineralógica por difração de raios X, além de ensaios físicos em corpos de prova extrudados e queimados em diversas temperaturas. Os resultados obtidos mostraram a composição física e mineralógica da matéria-prima e algumas propriedades físicas como resistência e teor de umidade.

PALAVRAS-CHAVE: Porciúncula, caracterização da argila, cerâmica vermelha.

1 INTRODUÇÃO

O município de Porciúncula pertence à Região Noroeste Fluminense (figura 1), que também abrange os municípios de Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Santo Antônio de Pádua, São José do Ubá e Varre-Sai.



Figura 1: Regiões do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: TCE RJ (2004) [2] MODIFICADO

O município tem uma área total de 301,5 quilômetros quadrados, correspondentes a 5,6% da área da Região Noroeste Fluminense, e fica localizado a 348 km da capital estadual [2].

A principal rodovia que cruza o município é a RJ-220, onde se encontra uma fábrica de cerâmica vermelha, próxima a entrada da cidade.

A indústria de cerâmica vermelha em Porciúncula emprega 45 trabalhadores. Os produtos fabricados são tijolos cerâmicos de diversas dimensões, porém, não há relatos de estudos referentes à matéria prima que é utilizada na empresa. O conhecimento da matéria prima contribui diretamente para a melhoria das

propriedades do produto final, possibilitando ao fabricante flexibilidade, redução de custos na produção e aumento no valor do bem acabado [3], além de uma melhor qualidade do seu produto.

Este trabalho tem como objetivo a caracterização da argila extraída, usada como matéria prima na Olaria do município, visando conhecer melhor suas propriedades e determinar os processos produtivos mais adequados para sua aplicação. Por isso, foram realizados os ensaios de granulometria, limites de consistência, análise da composição química e ensaios tecnológicos nos laboratórios de Engenharia Civil (LECIV), e difração de raios-X no laboratório de Materiais Avançados (LAMAV) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), que resultaram na determinação das características físicas, químicas e mineralógicas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra utilizada neste trabalho foi coletada em jazida de argila para fins cerâmicos. A argila utilizada na Olaria para fabricação dos tijolos é extraída com auxílio de uma máquina retro escavadeira com uma profundidade máxima de escavação de 4,00 metros. Um dos locais da extração situa-se na região denominada Capivara, bem próximo ao primeiro distrito do município (Porciúncula).

O material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Engenharia Civil (LECIV), onde foram homogeneizadas e quarteadas, em seguida foram geradas alíquotas.

A análise granulométrica consiste em um processo que permite quantificar cada fração do solo compreendida entre diâmetros pré-fixados por norma e exprimi-las como porcentagem em relação à amostra total. O ensaio foi realizado através da combinação de peneiramento com sedimentação, de acordo com a ABNT NBR - 7181 - DEZ/1984 [4].

A etapa de sedimentação, empregada para partículas menores que 0,074 mm, baseia-se na lei de Stokes (1850) a qual estabelece uma relação entre o diâmetro da partícula e sua velocidade de sedimentação em um meio líquido de viscosidade e massa específica conhecidos. Foi utilizado como defloculante o hexametáfosfato de sódio, que mostrou eficiência na dispersão das partículas.

Foram calculados também os limites de consistência ou limites de Atterberg,

para permitir uma análise em relação à plasticidade, propriedade importante para a produção de cerâmica. Os procedimentos de ensaio foram feitos de acordo com a NBR 6459-84 (Determinação do Limite de Liquidez) [5] e NBR 7180/1984 (Determinação do Limite de Plasticidade) [6].

A composição química das amostras foi realizada através de Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX), analisada em um equipamento Shimadzu EDX-700 (figura 2), sob a condição de ajuste de “vácuo de dois canais”.

A composição mineralógica foi obtida por difração de raios X (DRX), utilizando o aparelho modelo URD-65, SEIFERT, anodo de Co, 40 kV / 30mA, com ângulo de varredura de 2θ (6,5 a 80°) e passo de 0,02 por 2s de tempo de acumulação.



Figura 2: Equipamento Shimadzu EDX-700
LECIV/CCT/UENF

Tanto na análise mineralógica quanto na química, as amostras foram analisadas na forma de pó, sendo passadas em peneira de numeração 325 da ABNT e armazenadas em estufa, em uma cápsula pequena, para posterior análise.

Para a execução dos ensaios físicos em corpos de prova extrudados, foi realizado um peneiramento com o restante da amostra, sendo esta passada em peneira de numeração 10 pela ABNT. A argila foi misturada com água para se obter o teor ideal de umidade para a extrusão.

Os corpos de prova assim obtidos foram colocados em estufa a 110 °C até massa constante e depois queimados em forno estático às temperaturas de 500 °C, 750 °C e 950 °C e 1050 °C.

Mediu-se absorção de água, massa específica aparente, peso imerso,

porosidade aparente e tensão de ruptura a flexão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e a Figura 2 indicam as características granulométricas do solo. A curva de distribuição granulométrica mostra o tamanho dos grãos, correspondente à fração granulométrica de areia, silte e argila, apresentados na Tabela 1. Percebe-se que a fração mais presente é a argila (diâmetro abaixo de 0,002mm), porém quase não há diferença em relação ao silte. Seus valores respectivamente são 45,5% e 43,9%.

Tabela 1 – Características granulométricas da matéria-prima

FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS E CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA								
Pedregulho			Areia			Silte	Argila	Classificação (USCS)
Grosso	Médio	Fino	Grossa	Média	Fina			
-	-	-	1,4	3,1	6,1	43,9	45,5	MH

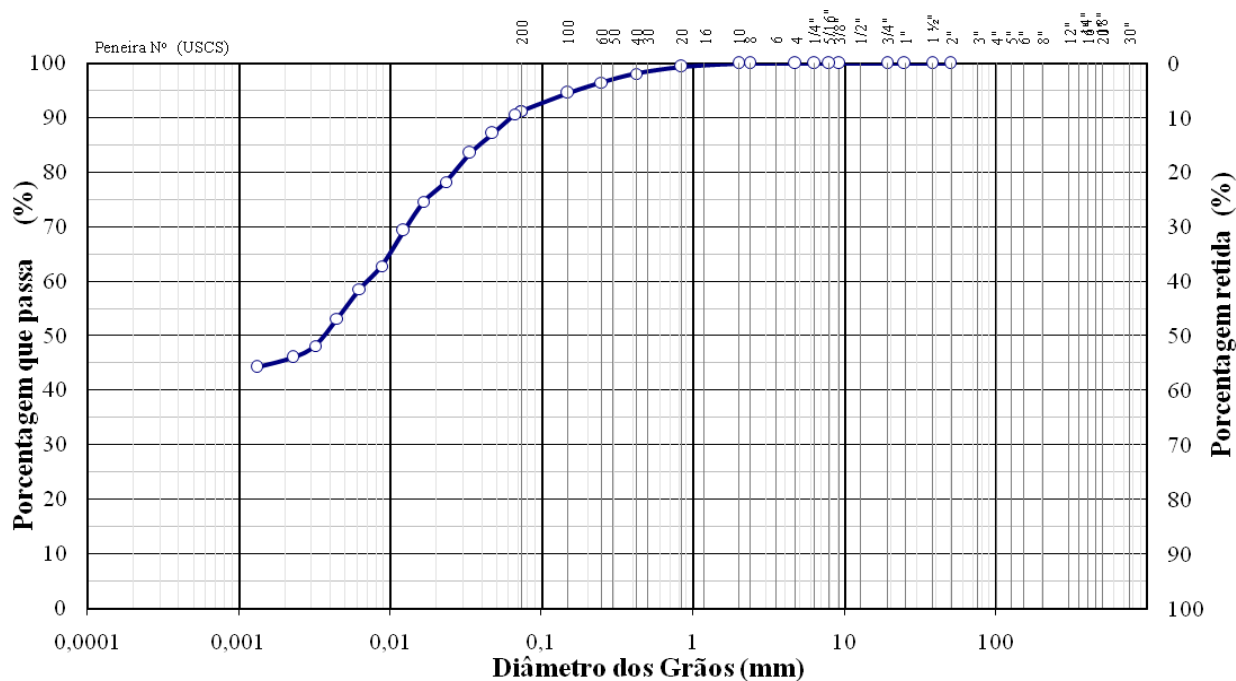


Figura 2: Curva granulométrica do solo

A tabela 2 corresponde ao Limite de Liquidez (LL); de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP). O índice IP é calculado pela diferença entre o LL e LP, dando uma indicação da variação do teor de água (%) dentro da qual a massa de argila permanece dentro do estado plástico. Tem-se ainda o índice de Atividade, Ac, proposto por Skempton [7], que é definido pela razão entre o IP e a porcentagem (%) da fração argila (tamanho de partículas de diâmetro equivalente menor do que $2\mu\text{m}$) do solo, obtida na curva de distribuição granulométrica.

Os resultados obtidos para os limites de consistência foram os seguintes: limite de liquidez igual a 74,6 %, limite de plasticidade de 36,8 % e índice de plasticidade igual a 37,7%. Pelos resultados nota-se que o solo é altamente plástico, segundo JENKINS [8], $IP > 15$.

A argila pode ser classificada como inativa ($Ac < 0,75$), ativa ($Ac > 1,25$) ou normal (entre 0,75 e 1,25). O material estudado é considerado, segundo essa classificação, como normal.

Segundo Grim [9], o índice de Atividade, Ac, deve ser entendido como o grau de plasticidade da fração argila e os seus valores podem ter alguma relação com os argilo minerais presentes e, em consequência, servir de indicação do grupo dos argilo minerais mais comuns. Quando esse índice, por exemplo, for menor que um ($Ac < 1,0$), indica que há caulinita bem cristalizada presente na massa da argila. Isto pode ser comprovado observando o difratograma gerado da matéria prima estudada na figura 3.

A distribuição granulométrica (tabela 1) junto com os resultados de limites de consistência de Atteberg (Tabela 2) permitem classificar os solos ensaiados, de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos e a Carta de Plasticidade que estabelece enquadrar o solo dentro de um grupo em função do IP, do LL e da fração argila) sugeridos por Casagrande [11]. A argila em estudo foi classificada como MH “Siltos inorgânicos (Solos finos siltosos ou arenosos, micáceos ou diatomáceos siltos elásticos).

Tabela 2: limites de consistência e densidades dos solos

Limites de atteberg			Ac
LL (%)	LP (%)	IP (%)	
74,6	36,8	37,7	0,83 (Normal)

A tabela 3 apresenta a composição química analisada. Observa-se uma composição típica de argila para cerâmica vermelha [11], com predominância de SiO_2 e Al_2O_3 e alto teores de Fe_2O_3 .

Tabela 3: Composição química da argila

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	TiO_2	K_2O	CaO	V_2O_5	MnO	CuO
45,896	41,194	9,077	1,564	1,087	0,875	0,144	0,078	0,045	0,033

Os padrões de difração de raios X do material analisado estão na figura 3. O difratograma apresentou basicamente as seguintes fases cristalinas: caulinita, quartzo e illita.

Com base nos padrões de difração e na composição química observa-se que a amostra apresentou caulinita bem cristalizada com uma grande intensidade nos picos de difração, e sua presença significativa é inferida a partir do elevado teor de óxido de alumínio presente na composição química. Observa-se que este alto teor de Al_2O_3 tende a aumentar a refratariedade da massa.

O SiO_2 encontrado na tabela 3 apresenta como mineral o quartzo (fig.3). Este mineral aumenta a refratariedade da argila e reduz a retração na queima, além de ser muito resistente aos ataques mecânicos e químicos [12]. O percentual ideal para uso deste mineral em fabricação de tijolos deve estar entre 45 e 55% [12] [13].

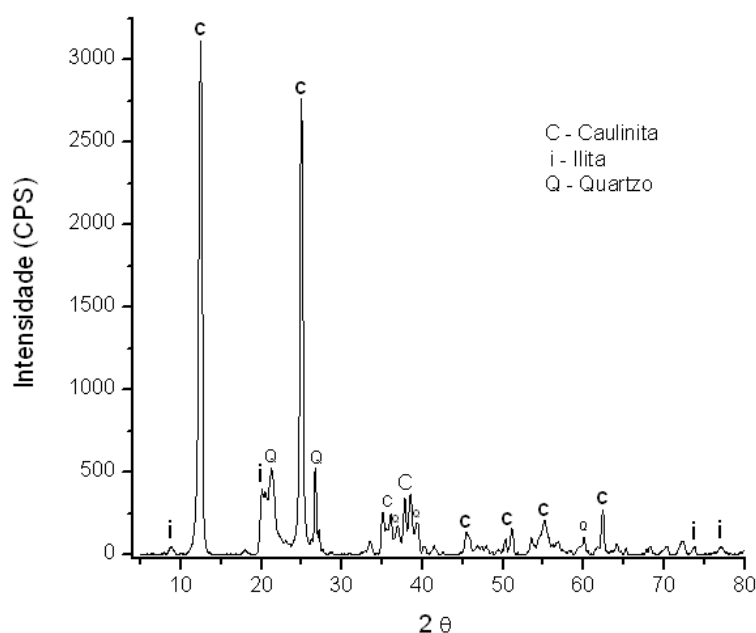


Figura 3 – Difração de raios-x da matéria-prima estudada

A tabela 4 apresenta, em resumo, a média dos valores dos ensaios, com os seus respectivos desvios padrão, em corpos de prova extrudados para determinação de absorção de água, resistência à flexão, porosidade aparente, variação linear e massa específica aparente.

Tabela 4: Ensaios Tecnológicos em corpos de prova extrudados, queimados em diversas temperaturas

Temperatura (°C)	Absorção de água (%)	Resistência à flexão (MPa)	Porosidade Aparente (%)	Variação linear (%)	Massa específica aparente (g/cm ³)
500	26,09 ± 0,71	2,06 ± 0,40	39,99 ± 0,75	0,12 ± 0,08	1,53 ± 0,02
750	29,92 ± 0,32	2,20 ± 0,31	43,97 ± 0,41	1,48 ± 0,32	1,47 ± 0,00
950	28,72 ± 0,53	2,53 ± 0,34	44,25 ± 0,67	2,68 ± 0,44	1,54 ± 0,01
1050	24,83 ± 1,11	3,76 ± 0,71	40,98 ± 1,15	4,55 ± 0,51	1,65 ± 0,03

A Figura 4 determina a absorção de água (a) e o módulo de ruptura à flexão (b) dos corpos de prova produzidos por extrusão após queima a 500, 750, 950 e 1050 °C. Os corpos de prova queimados a 750°C apresentam maior porcentagem de absorção de água. Segundo dados da literatura [3], que indicam absorção de água inferior a 25% para os corpos de prova de argilas para produção de blocos cerâmicos, verifica-se que os corpos de prova queimados a 1050 °C apresentaram valores satisfatórios.

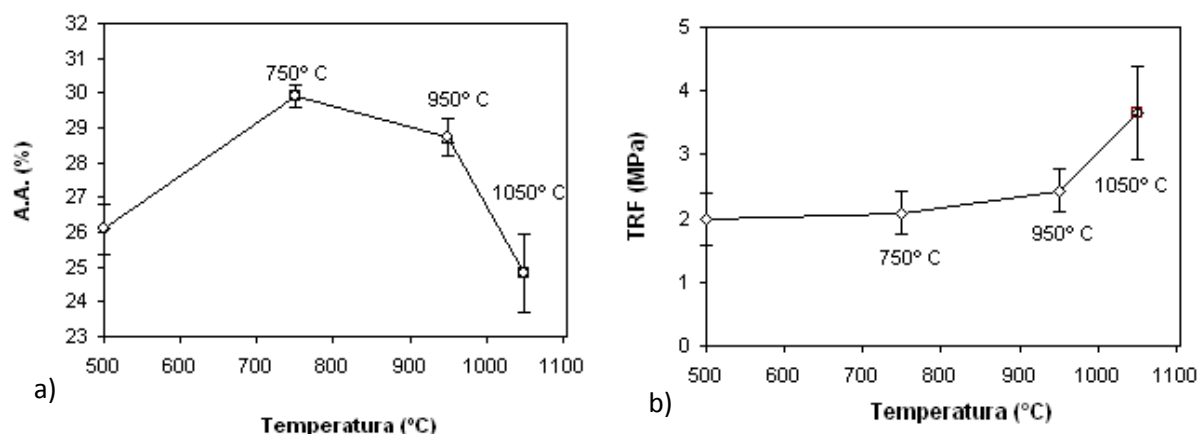


Figura 4: Absorção de água (a) e módulo de ruptura à flexão (b)

Souza Santos [11] indica os valores-limites recomendados, determinados em laboratório, para que uma massa cerâmica possa ser usada para fabricação de

tijolos, telhas e ladrilhos de piso. Os valores de resistência à flexão, σ (MPa) mostrados na Tabela 4 e na figura 4 (b), evidenciam que os corpos de prova, queimados à temperatura superior a 500°C, fornecem valores dentro da faixa, estabelecida pelo mesmo autor, para uso em tijolos de alvenaria ($\sigma > 2,0$ MPa). Os corpos de prova queimados a 1050°C foram os mais resistentes.

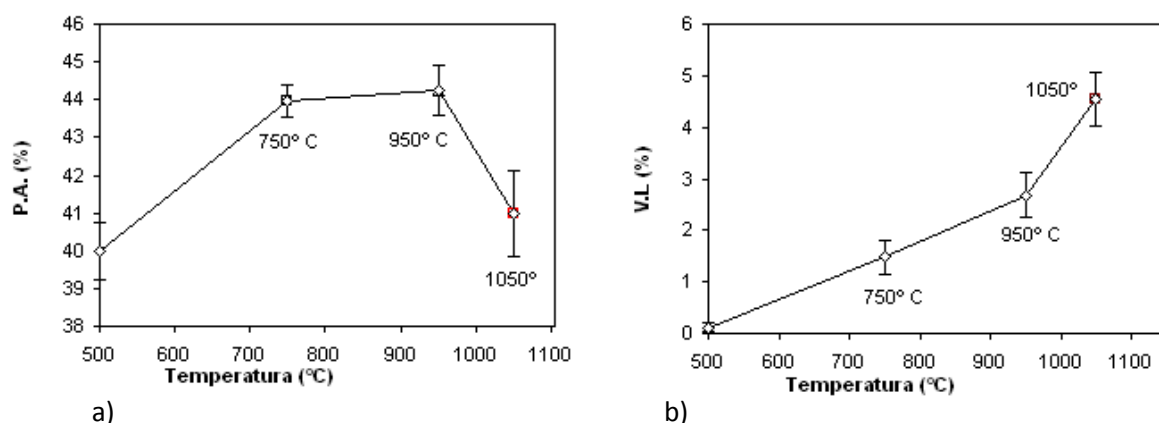


Figura 5: Porosidade aparente (a) e variação linear (b)

A porosidade aparente, figura 5 (a), comportou-se de forma semelhante ao gráfico da figura 4(a), observa-se que há pouca variação das porcentagens de 750 para 950°C se comparado com as outras 2 temperaturas (500°C e 1050°C). Segundo dados da literatura [12] a porcentagem máxima da porosidade aparente para as argilas brasileiras apresentam em média, resultados de 5 a 43%. Os corpos de prova queimados nas temperaturas de 750 e 950°C, respectivamente 43,97 e 44,25, ficaram um pouco acima da faixa apresentada por [12]. Nas temperaturas de 500 e 1050°C, esses valores foram satisfatórios (39,99 e 40,98).

Os valores de variação linear (VL), apresentados na figura 5 (b), mostram-se satisfatórios, variando de 0,12 a 4,55%, estando dentro dos padrões estabelecidos por Souza Santos para corpos de prova extrudados (limites inferiores a 14%, quando queimados a 950°C). O valor baixo apresentado nos corpos de prova queimados a 500°C (VL = 0,12) pode ser referente ao caráter refratário de material composto de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, obtendo um valor de 87,09%.

A massa específica aparente (figura 6) apresenta o menor valor para temperatura de queima a 750°C (1,47%), elevando para temperaturas maiores, 950°C (1,54%) e 1050°C (1,65%).

O aumento dessa massa específica no intervalo de 750 a 1050°C, demonstrado na figura 6, pode ser ratificada por uma maior sinterização que ocorre com o aumento da temperatura de queima. Segundo Borosch, sinterização é o processo no qual a temperatura de processamento é menor que a sua temperatura de fusão, na qual as pequenas partículas do material se ligam entre si por difusão no estado sólido, diminuindo a quantidade de poros, deixando o produto mais resistente e denso, conforme pode ser conferido nas figuras 4, 5 e 6.

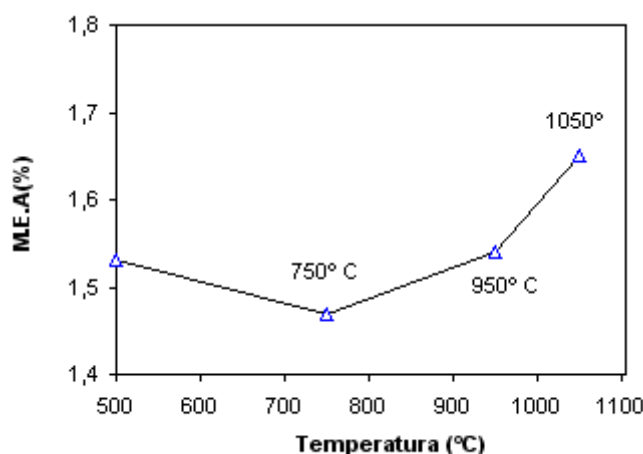


Figura 6: Massa específica aparente

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização tecnológica preliminar da argila de uma cerâmica do município de Porciúncula. Os resultados permitem as seguintes conclusões:

- A fração granulométrica encontrada em maior quantidade é a de argila com um teor de 45,5%.
- O material apresentou alta plasticidade, com um IP > 15%.
- O material possui composição mineralógica da fração argila constituída de caulinita, quartzo e ilita. Este resultado caracteriza esta fração argilosa como caulinítica, que possui em sua estrutura molecular alto teor de alumina e sílica, comprovado por meio do ensaio de análise química.

- Os ensaios tecnológicos mostraram melhores resultados para os corpos de prova extrudados e queimados nas temperaturas de 1050°C. Isso ocorre devido a uma maior sinterização nesta temperatura fazendo com que haja um aumento da resistência mecânica, maior densidade, ou seja, menor número de poros e conseqüentemente o aumento de sua resistência à ruptura.
- Os corpos de prova queimados a 500°C obtiveram uma variação linear muito baixa ($VL=0,12\%$), isso pode ocorrer devido ao caráter refratário do material composto de SiO_2 e Al_2O_3 (87,09%).

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil e ao Laboratório de Engenharia Civil (LECIV/CCT) e também ao Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV/CCT) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pelas condições para a realização deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>, acesso em 13 abril.
- [2] TCE RJ. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria-Geral de Planejamento. Estudo Socioeconômico, Porciúncula (2004). Disponível em: Prefeitura Municipal de Porciúncula. Acesso em: 20 maio 2006.
- [3] MACEDO, R. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. Cerâmica 54 (2008) 411-417.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 7181: Solos – Análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 6459: Determinação do limite de liquidez - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA E NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.
- [7] SKEMPTON, A. W. The colloidal activity of clays. 3rd. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Switzerland, 1953, Proceedings vol. 1, 57 pp.

- [8] CAPUTO, H. P. Mecânica dos Solos e suas aplicações, V. 1, Livros Técnicos e Científicos . Editora S. A. 1988.
- [9] GRIM, R. E. Applied clay mineralogy. McGraw Hill, Inc., New York, 1962.
- [10] CASAGRANDE, A. Classification and identification of soils. Transactions, American Society of Civil Engineers, vol. 113, 901:991 pp.
- [11] SOUZA SANTOS, P. Ciência e Tecnologia de Argilas, 3ª Ed., Vol. 1, Edgard Blücher, S. Paulo, SP (1992) 4.
- [12] ROCHA, C. A. E.; FERREIRA, J. R.; MAURI, J.; ALEXANDRE, J. Caracterização química e mineralógica de um solo analisando as frações areia, argila e silte. Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Salvador-BA, 2007.
- [13] VIEIRA, C. M. F.; DE HOLANDA, J. N. F.; PINATTI, D. G. Estudo de massa cerâmica vermelha; Anais do 42º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Poços de Caldas – MG. V.1. p. 275-278, 1998.

PRELIMINARY STUDIES OF CLAY'S CHARACTERIZATION OF A CERAMIC IN THE CITY OF PORCIUNCULA – RJ

ABSTRACT

The city of Porciuncula located in the northwest of the state of Rio de Janeiro, 348 km from the capital, and has a population of 18,444 inhabitants (IBGE, 2008). Aiming to better understand the properties and determine the most appropriate productive processes for use of a ceramic clay extracted in the county, was carried out in this work the preliminary technological characterization of this material. Thus, tests were made in the laboratories of the Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), which resulted in the determination of the physical, chemical and mineralogical properties. For this study, tests were made for grain size, Atterberg limits, chemical analysis by X-ray fluorescence, mineral identification by X-ray diffraction, and physical tests on specimens extruded and fired at various temperatures. The results showed the physical and mineralogical composition of raw material and some physical properties like strength and moisture content.

Key-words: Porciúncula, characterization of clay, red ceramic.