

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA MATERIA-PRIMA DE UMA INDÚSTRIA CERÂMICA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE UBÁ/ RJ

AZEVEDO, A. R. G.¹, ALEXANDRE, J.¹, OLIVEIRA, R. P.¹, SOUZA, R. C.¹,
ZANELATO, E. B.¹

1- Laboratório de Engenharia Civil – LECIV
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF
Av. Alberto Lamego, 2000. Parque Califórnia.
Campos dos Goytacazes, RJ. CEP 2013-600
e-mail: * afonso.garcez91@gmail.com

RESUMO

O Norte e Noroeste Fluminense tem significativa relevância no cenário nacional para fabricação de artefatos cerâmicos, tendo um parque produtivo bem diversificado e abundância de matéria-prima. Este trabalho tem como objetivo a caracterização física, química, mineralógica e determinação de parâmetros mecânicos de corpos de prova fabricados pelo processo de extrusão no Laboratório de Engenharia Civil da UENF avaliando assim a viabilidade do uso do solo proveniente do município de São José de Ubá, Noroeste Fluminense. Foram moldados corpos de prova prismáticos para posterior queima a temperaturas de 700°C, 850°C e 950°C e posterior realização de ensaios de absorção de água, umidade, retração linear e resistência à flexão a três pontos. Com os resultados obtidos verificou-se que o solo estudo neste trabalho tem potencialidade para aplicação na produção de artefatos cerâmicos.

Palavras-Chave: Caracterização de massa argilosa, Análise química, Análise mineralógica.

INTRODUÇÃO

O setor de cerâmica vermelha, no que se refere à composição, utiliza basicamente argila. As razões para isto são suas características, como plasticidade, resistência mecânica após queima adequada para uma série de aplicações, possibilitando a aplicação de técnicas de processamento simples, e também pela sua disponibilidade em grandes quantidades (VIEIRA *et al.*, 2000).

O estado do Rio de Janeiro é um importante polo de produção de artefatos cerâmicos, sua produção abastece mercados nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais. A grande qualidade das argilas do estado faz com que o mesmo tenha este elevado destaque no cenário nacional.

O norte e noroeste fluminense destacam-se de tal forma que atualmente existem centenas de cerâmicas em pleno funcionamento. O município de São José de Ubá, localizado no noroeste fluminense (Figura 1) conta com uma população de aproximadamente 7.000 habitantes sendo a atividade ceramista de grande importância para a economia local que também é sustentada pela agricultura.

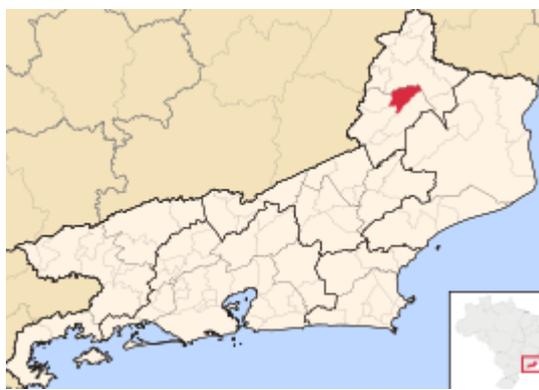


Figura 1 – Localização do município de São José de Ubá - RJ

Este trabalho tem como objetivo a caracterização física, química, mineralógica e determinação de parâmetros mecânicos de corpos de prova fabricados pelo processo de extrusão no Laboratório de Engenharia Civil da UENF avaliando assim a viabilidade do uso do solo proveniente do município de São José de Ubá, noroeste Fluminense. Foram moldados corpos de prova prismáticos para posterior queima a temperaturas de 700°C, 850°C e 950°C e posterior realização de ensaios de absorção de água, umidade, retração linear e resistência à flexão a três pontos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada para a confecção dos blocos estruturais cerâmicos, previamente misturada, foi retirada diretamente da esteira que a encaminha para a extrusora, onde os blocos tomam a conformação final, com a finalidade de se proceder à sua caracterização física (Granulometria, Limites de Atterberg, Massa Específica Real), química (EDX) e mineralógica (DRX).

As matérias-primas foram homogeneizadas, adicionou-se água às composições na quantidade suficiente para a obtenção de uma massa plástica que possibilitasse a conformação de corpos-de-prova por extrusão com 10 cm de comprimento e secção reta de 1,8 × 2,8 cm.

Para a determinação da umidade do solo utilizado na extrusão, foi comparado o peso do corpo de prova úmido (após a extrusão) e seco (após 24 horas em estufa), atentando que o mesmo deve secar ao ar livre antes de ser colado em estufa.

Após secagem em estufa a 110° C as peças foram medidas e pesadas, e em seguida queimadas a 700, 850 e 950°C, com uma taxa de aquecimento de 2°C/min e 180 min de tempo de patamar. Após a queima, as peças foram novamente medidas para cálculo de retração linear de queima. As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram à absorção de água e tensão de ruptura por flexão a três pontos (ASTM, 1972; ASTM, 1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a curva de distribuição de tamanho de partículas da argila. Nota-se que a argila apresenta uma curva granulométrica com teores de “fração argila”, “fração silte” e “fração areia” de 42,30, 20,50 e 34,90%, respectivamente. A “fração argila” está associada com tamanho de partícula inferior a 2 µm e confere à massa cerâmica plasticidade em mistura com água, possibilitando assim alcançar uma consistência plástica que possibilita conformar as peças por extrusão. Isto ocorre porque os argilominerais, responsáveis pelo aporte de plasticidade estão associados a este intervalo de tamanho de partícula (MÁS, 2002; ABAJO, 2000)

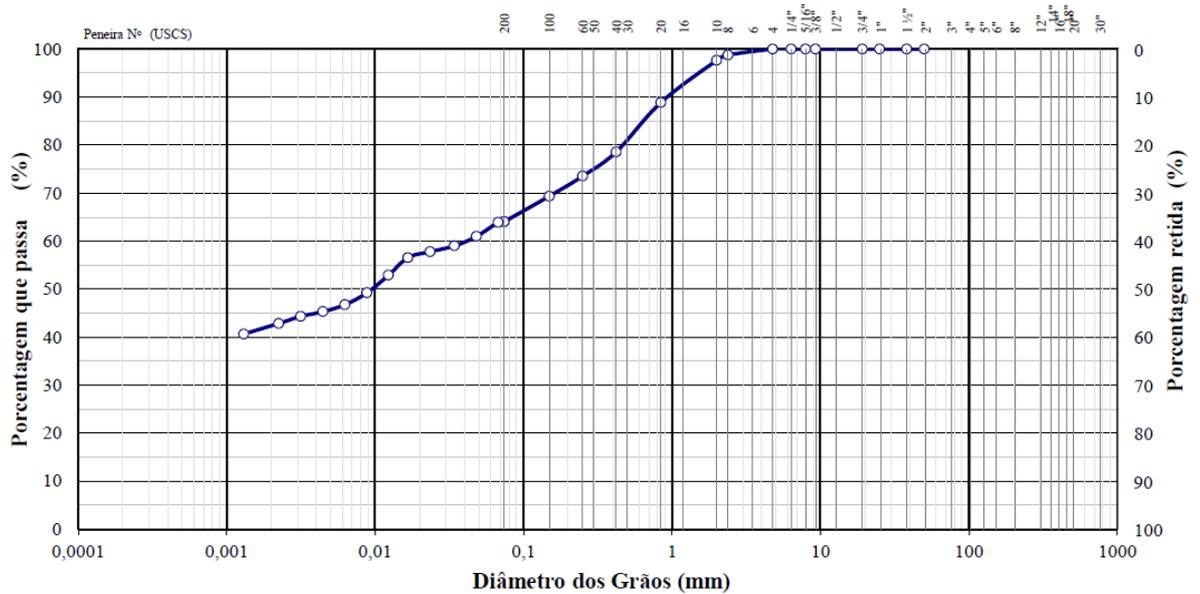


Figura 2 - Curva de distribuição de tamanho das partículas da massa cerâmica.

Assim para a moldagem dos corpos de prova por extrusão foi necessário o peneiramento do solo na peneira de número 20 (abertura 0,085 mm), devido grande teor da fração areia presente, conforme verificado na curva granulométrica.

A umidade média encontrada após a comparação dos pesos (úmido e seco) dos 20 corpos de prova analisados foi de 34,23 %.

A Figura 3 apresenta os resultados plotados em gráfico elaborado com os limites de Atterberg que delimita regiões de extrusão ótima bem próxima a aceitável. Devido a sua proximidade podemos inserir este solo na faixa aceitável, indicando que esta tem uma plasticidade aceitável para o processo de extrusão.

O limite de plasticidade (LP) indica a quantidade mínima de água necessária para que se atinja o estado de consistência plástica. O limite de liquidez (LL) está associado à quantidade de água em que o material apresenta consistência de lama, excedendo, deste modo, a faixa de consistência plástica (MÁS, 2002).

Já o índice de plasticidade (IP) é a diferença entre o limite de liquidez e limite de plasticidade, indicando a faixa de consistência plástica. Ou seja, representa a quantidade de água que ainda pode ser adicionada a partir do limite de plasticidade, sem alterar o estado plástico da argila ou massa cerâmica. Observa-se que a argila apresenta índice de plasticidade superior a 10%, que é o índice considerado mínimo. Abaixo deste valor torna-se muito perigosa a etapa de conformação, já que há um grande risco de mudança no comportamento plástico com pequena alteração na quantidade de água utilizada (ABAJO, 2000).

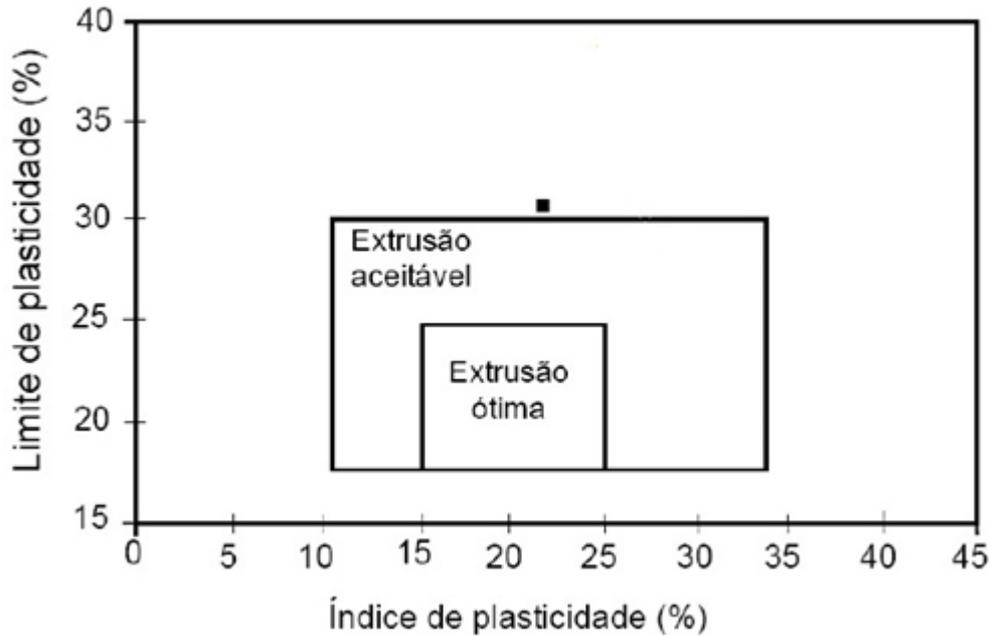


Figura 3 - Limites de Atterberg para a extrusão.

Observa-se na Tabela 1 que a massa argilosa tem uma quantidade de 45,36% de sílica (SiO_2), o que indica a provável presença de argilominerais tais como: caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e ilita, bem como a provável presença de quartzo livre na amostra total. A quantidade de 38,90% de alumina (Al_2O_3) sugere a formação de argilominerais e hidróxidos como gibsita $\text{Al}(\text{OH})_3$. A quantidade de sílica e alumina somadas totaliza 84,26% indicando a refratariedade da matéria-prima.

Tabela 1 - Composição química da massa argilosa natural (% em peso).

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	SO_3	TiO_2	CaO	MnO	V_2O_5	ZrO_2	CuO	SrO
45,36	38,90	9,10	2,03	2,20	1,40	0,70	0,05	0,20	0,01	-	0,007

A Tabela 2 apresenta os valores dos limites de Atterberg e Massa Específica Real que também é chamada densidade real dos grãos (g/cm^3).

Tabela 2 - Limites de Atterberg e Densidade Real dos Grãos

Limites de Atterberg			Densidade Real dos Grãos (g/cm^3)
Limite Liquidez (LL)	Limite Plasticidade (LP)	Índice Plasticidade (IP)	
51,70%	30,50%	21,20%	2,63

A amostra de argila em estado natural, seca em estufa a 110°C e passada na peneira nº 200 (0,074 mm), em forma de pó, foi submetida à difração de raios-X (DRX) para identificação dos argilominerais e minerais presentes na mesma em novembro de 2013. Para a realização desta análise, foi utilizado o difratômetro de raios-X do laboratório de Materiais do LAMAV/CCT/UENF, equipamento XRD700

modelo da SHIMADZU, com radiação Cu-K α , com 40 kV e 110 mA. A varredura foi efetuada com 2 θ variando entre os ângulos de 5° a 80° com velocidade de varredura de 2°/minuto, conforme resultado pode ser visto na Figura 4.

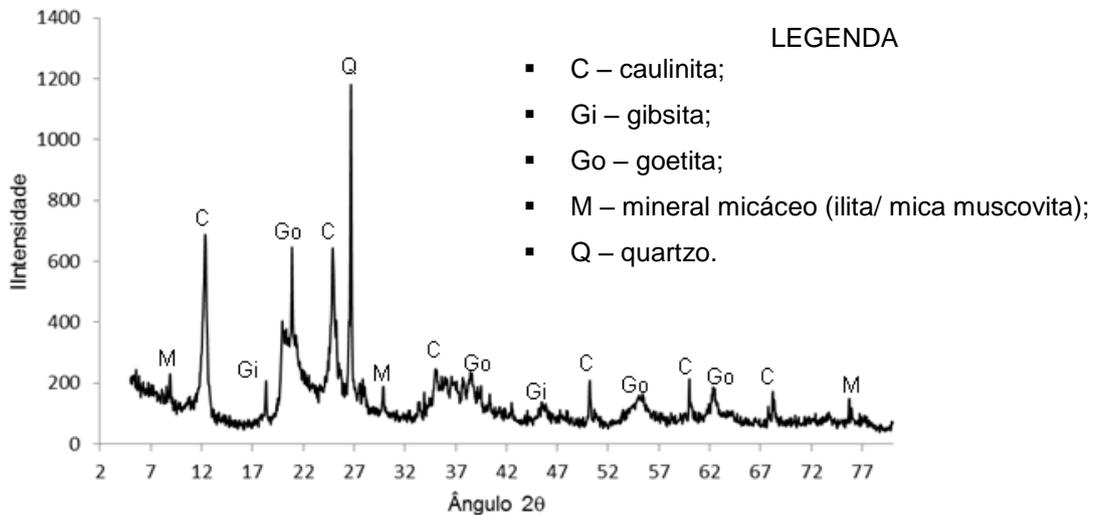


Figura 4 - Difratograma da massa argilosa estudada.

A Tabela 3 apresenta a retração linear nas diferentes temperaturas as quais os corpos de prova foram submetidos (700°C, 850°C e 950°C).

Tabela 3 – Retração Linear (%) em diferentes temperaturas.
Retração Linear (%)

700°C	850°C	950°C
0,41%	0,60 %	1,11%

A Tabela 4 apresenta a absorção de água nas diferentes temperaturas as quais os corpos de prova foram submetidos (700°C, 850°C e 950°C).

Tabela 4 – Absorção de Água (%) em diferentes temperaturas.
Absorção de Água (%).

700°C	850°C	950°C
22,70 %	22,55 %	20,87%

Pode-se observar que a absorção de água diminuiu conforme a variação das temperaturas analisadas, este comportamento é típico de artefatos cerâmicos quando queimados e todos os valores estão dentro dos limites da norma.

Já na Tabela 5 é apresentada à tensão de ruptura a flexão das misturas cerâmicas estudadas. Nota-se que a resistência aumenta com o aumento da temperatura.

Tabela 5 – Resistência à tensão de ruptura a flexão (Mpa) em diferentes temperaturas seus respectivos desvio padrão.

Tensão de ruptura a flexão (Mpa).		
700°C	850°C	950°C
1,31	1,27	1,47
(sd) = 0,31	(sd) = 0,76	(sd) = 0,61

Pode-se observar que a tensão de ruptura a flexão aumenta conforme o aumento da temperatura de queima dos corpos de prova entrudados. Entretanto quando avalia-se o desvio padrão das amostras estudadas observa-se que na temperatura de 850°C apresenta grande variabilidade dos valores, ocasionando a maior dispersão dos valores obtidos. Pode-se prever que com o aumento da temperatura de queima há uma tendência maior no aumento do desvio padrão estudado e analisado..

CONCLUSÕES

A caracterização da massa argilosa desse trabalho indica que ela é uma argila siltosa, pouco arenosa, classificada como CH pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS) com Limite de Liquidez de 51,70%. A densidade real dos grãos é de 2,63 g/cm³, o que demonstra estar dentro da faixa de valores das argilas encontradas na região e empregadas na fabricação de artefatos cerâmicos. As frações granulométricas encontram-se dentro dos limites recomendados para a conformação de peças em cerâmica vermelha.

A composição química da massa argilosa indica uma quantidade de sílica, alumina, óxido de ferro e outros óxidos numa proporção tal que permite a plasticidade necessária para a conformação dos blocos.

O índice da absorção (AA%) estimado neste trabalho indicam que o solo estudado pode ser utilizado para a fabricação de artefatos cerâmicos, esses resultados demonstram estarem no limite aceitável em se tratando das recomendações normativas, inclusive quanto ao seu comportamento com a variação da temperatura analisada.

Quanto ao ensaio de ruptura à flexão indicam valores admissíveis para a confecção e conformação de artefatos comercializados no mercado.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, J. *Análise de matéria-prima e composição de massa utilizada em cerâmicas vermelhas*. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF – Ciências de Engenharia – Geotecnia. Campos dos Goytacazes – RJ, 2000. 174p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1995). *Rochas e Solos*. Esta Norma define os termos relativos aos materiais da crosta terrestre, rochas e solos, para fins de engenharia geotécnica de fundações e obras de terra: NBR 6502. Rio de Janeiro, RJ, 1995.

_____ (1984). *Solo* - esta Norma prescreve o método para a determinação do limite de plasticidade e para cálculo do índice de plasticidade dos solos: NBR 7180:1984 Versão Corrigida:1988. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

_____ (1984). *Solo* - esta Norma prescreve o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por combinação de sedimentação e peneiramento: NBR 7181:1984. Versão Corrigida:1988. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

_____ (1984) *Solo* - esta Norma prescreve o método para a determinação do limites de liquidez dos solos: NBR 6.459. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

_____ (1984) *Solo* - esta Norma prescreve o método de determinação da massa específica dos grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: NBR 6.508. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

_____ (1986) *Solo* - NBR 6457. Rio de Janeiro, RJ, 1986.

_____ (2005). *Componentes cerâmicos*: NBR 15.270. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – CENSO 2010 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

MILLER, C. P. *Determinação de parâmetros mecânicos e modelagem numérica em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos da indústria de Campos dos Goytacazes*. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes- RJ, 2008. 161p.

VIEIRA, C. M. F.; HOLANDA, J. N. F. de; PINATTI, D. G.. Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes – RJ. *Cerâmica* 46 (2000)

PEDROTI, L. G. *Estudo de conformidades em relação à ABNT de blocos cerâmicos prensados e queimados*. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes – RJ. 2007.97 p.

XAVIER, G. C. *Resistência, alterabilidade e durabilidade de peças cerâmicas vermelhas incorporadas com resíduo de granito*. Tese (Doutorado) Engenharia Civil. Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF– Ciências de Engenharia – Campos dos Goytacazes– RJ, 2006. 202 p.

ABSTRACT

EVALUATION OF RAW MATERIAL OF A CERAMIC INDUSTRY LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF SAN JOSE UBA / RJ

The Northern and North Fluminense has significant relevance on the national scene for the manufacture of ceramic artifacts, having a well-diversified industrial park and plenty of raw material. This work aims the physical, chemical, mineralogical characterization and determination of mechanical parameters of specimens manufactured by the extrusion process at the Laboratory of Civil Engineering UENF thus evaluating the feasibility of using soil from the municipality of São José de Uba, northwest Fluminense. Prismatic test specimens were molded for subsequent firing at temperatures of 700°C, 850°C and 950°C and subsequent testing of water absorption, linear shrinkage and flexural strength at three points. With the results obtained it was found that the soil studied in this work have potential for use in the production of ceramic articles.

Key Words: clay characterization, chemical analysis, mineralogical analysis.