

**Avaliação de propriedades do solo proveniente do município de São João da Barra, RJ**  
**(Evaluation of soil properties from the municipality of São João da Barra, RJ)**

A.R.G. Azevedo<sup>1\*</sup>; J. Alexandre<sup>2</sup>; M.T. Marvila<sup>2</sup>; E.B. Zanelato<sup>2</sup>; G.C. Xavier<sup>2</sup>; T.L.E. Santo<sup>2</sup>; V. Pinheiro<sup>2</sup>; A.L.C. Paes<sup>2</sup>; A.A. Siqueira<sup>2</sup>; L.C.G. Botelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense – UFF - Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente

Rua Passo da Pátria, 156 – Bloco D (Escola de Engenharia), São Domingos, Niterói, RJ

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF – Laboratório de Engenharia Civil

Avenida Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes, RJ, Parque California, Campos dos Goytacazes, RJ

\*afonso.garcez91@gmail.com

**Resumo**

*O município de São João da Barra, localizado no norte do estado do Rio de Janeiro, encontra-se nas imediações do polo produtor de cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes, que é um dos maiores em produção de blocos de vedação do país, vem desenvolvendo seu parque de produção de peças cerâmicas visando à ampliação dos postos de trabalho, além do uso de matéria prima abundante da região e diversificação da atividade econômica do município. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar a caracterização física (granulometria, umidade, densidade de massa e limites de atterberg), química e mineralógica de uma jazida mineral de argila da região, visando à avaliação da potencialidade do sedimento para a produção de peças cerâmicas, como blocos de vedação. O limite de liquidez que foi encontrado, de 25%, e de plasticidade de 12% encontrando-se dentro do limite, que é de 30% para o limite de liquidez e 15% para o limite de plasticidade, indicando que o material apresenta rápida saturação com a água e, portanto, são de baixa plasticidade, favorecendo o processo de conformação das peças. Há ainda, na análise mineralógica a presença forte de caulinita, que fornece plasticidade necessária ao processo de extrusão das peças cerâmicas. Sendo assim, os resultados encontrados demonstraram que a argila avaliada apresenta potencialidade para uso em produção de peças de cerâmica vermelha, porém devido a parâmetros físicos, como a granulometria, algumas correções devem ser feitas para a confecção da mistura da massa argilosa, visando à produção de peças de melhor qualidade e menores custos.*

*Palavras chave: Caracterização, cerâmica vermelha, solo.*

**Abstract**

*The municipality of São João da Barra, located in the north of the state of Rio de Janeiro, is located in the vicinity of the Campos dos Goytacazes red clay producing pole, which is one of the largest in block production in Brazil. its park of production of ceramics pieces aiming at the expansion of the workstations, besides the use of abundant raw material of the region and diversification of the economic activity of the municipality. The objective of this work was to characterize the physical characteristics (granulometry, moisture, mass density and limits of atterberg), chemical and mineralogical characteristics of the clay mineral deposits of the region, aiming the evaluation of the potentiality of the sediment for the production of ceramic*

*pieces , as sealing blocks. The liquidity limit of 25% and plasticity of 12% were found within the limit, which is 30% for the liquidity limit and 15% for the plasticity limit, indicating that the material is fast saturation with water and, therefore, are of low plasticity, favoring the process of conformation of the pieces. There is also, in the mineralogical analysis, the strong presence of kaolinite, which provides plasticity necessary to the process of extrusion of the ceramic pieces. Thus, the results showed that the evaluated clay presents potential for use in the production of pieces of red ceramics, but due to physical parameters, such as grain size, some corrections must be made for the confection of the clay mixture, aiming at the production of better quality parts and lower costs.*

*Keywords: Characterization, red ceramics, soil.*

## **INTRODUÇÃO**

A indústria de peças de cerâmica vermelha é responsável pela geração de inúmeros empregos em todo o país, movimentando a economia de maneira direta e indireta. O Brasil tem uma enorme disponibilidade de matéria-prima natural para produção de artefatos cerâmicos, como telhas, blocos e manilhas que tem diversas aplicações na indústria da construção civil [1]. Entretanto questões de cunho ambiental vêm direcionando esforços para uma melhora significativa do controle dos processos produtivos destas peças, como o controle de emissão de gases, extração controlada de matéria-prima e consumo de combustível na etapa de queima [2].

Uma das possibilidades de mitigação dos impactos ambientais está relacionada ao correto conhecimento das propriedades das matérias-primas utilizadas na produção de cerâmicas vermelhas, com vistas a produzir peças com rigoroso controle de qualidade e adequadas ao mercado nacional [3]. Variadas pesquisas já foram desenvolvidas no campo da caracterização de varias jazidas minerais de argila, com vistas à aplicação na indústria de cerâmica vermelha, entretanto devido a sua grande heterogeneidade, por se tratar de um material natural, acaba gerando dificuldades de uma padronização [4-5].

Estudos já comprovaram que o uso de argilas com predominância de certo tipos de minerais favorecem as propriedades tecnológicas de peças cerâmicas com fins de produção de blocos de vedação [4]. Outras pesquisas já correlacionaram às transformações mineralógicas ocorridas ao longo do processo de queima das peças e sua influencia em propriedades como a absorção de água, o que favorece a produção de telhas, por exemplo [1].

O município de Campos dos Goytacazes é um dos maiores polos ceramistas do país, responsável pela produção de predominantemente blocos cerâmicos com fins de vedação, isso se deve ao fato da dificuldade do controle de qualidade quanto à temperatura e tempo de

queima dos produtos, além de propriedades químicas e de minerais das argilas da região. Atualmente devido à expansão da atividade ceramista, vem surgindo à necessidade de procura de novas jazidas para extração da matéria-prima, desde que cumpram os requisitos de qualidade necessária a possibilidade de uso no método da extrusão [6].

Uma das possibilidades é a extração de argila do município de São João da Barra, RJ que fica nas proximidades da região onde está instalado o polo produtor de cerâmica da região, abastecendo essas indústrias, entretanto estudos de caracterização destes sedimentos ainda são insipientes e necessitam de avanços.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar a caracterização física (granulometria, umidade, densidade de massa e limites de atterberg), química e mineralógica de uma jazida mineral de argila da região, visando à avaliação da potencialidade do sedimento para a produção de peças cerâmicas, como blocos de vedação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A matéria-prima utilizada para esta pesquisa foi um sedimento coletado do distrito de Água Preta, pertencente ao município de São João da Barra, a uma profundidade de cerca de 1 m, após a camada de material orgânico e apresenta coloração cinza.

Após a coleta da matéria-prima, foi realizado o seu beneficiamento visando às análises de caracterização, sendo o sedimento seco em estufa a 110°C por 24h ou até massa constante e posteriormente destorroada com auxílio de almofariz de porcelana e mão de gral para posterior peneiramento.

A curva de distribuição granulométrica do sedimento foi determinada via úmida, segundo a prescrição da ABNT NBR 7181:1984 [7], que consiste na combinação entre peneiramento e sedimentação do material. Parte da amostra foi recolhida para verificação da umidade higroscópica e densidade real dos grãos. Outra parte foi separada e pesada para o ensaio de sedimentação.

Para a definição dos limites de atterberg é calculado do limite de liquidez (LL) que foi obtido por meio de ensaio, cujos procedimentos são normalizados pela ABNT NBR 6459: 1984b [8]. Foi utilizado o aparelho de Casa Grande, sendo o LL conceituado como o teor de umidade do solo com o qual uma ranhura nele requer 25 golpes para fechar na concha do aparelho, o que corresponde à passagem do estado líquido para o plástico.

O limite de plasticidade (LP) é definido como o menor teor de umidade com o qual se consegue moldar um cilindro com 3 mm de diâmetro, correspondendo à passagem do estado plástico para o semissólido. Este ensaio foi feito de acordo com a NBR 7180:1984 (ABNT,

1984c) [9]. O índice de plasticidade (IP) é definido como a diferença do LL pelo LP. Já a determinação da massa específica real dos grãos da matéria-prima foi realizada segundo a prescrição da ABNT NBR 6508:1984 [10] e ABNT NBR 6457:1986 [11].

Para a determinação da composição química da matéria-prima utilizou-se a técnica de Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX) em um equipamento (Shimadzu, EDX700, Japão), sob condição de ajuste de vácuo de dois canais com o material em pó finíssimo colocado em um porta-amostra.

Para a determinação da configuração mineralógica através da difração de raios-X (DRX), utilizada para a identificação dos argilominerais e minerais presentes na mesma. Foi utilizado o equipamento Shimadzu, XRD700, Japão, com radiação Cu-K $\alpha$ , com 40 kV e 30 mA. A varredura foi efetuada com  $\theta$  variando entre os ângulos de 5° a 80° com velocidade de varredura de 2°/minuto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi verificada a curva de distribuição granulométrica referente ao sedimento estudado, coletado a uma profundidade média de 1 metro, conforme pode ser observado na Figura 1 a seguir.

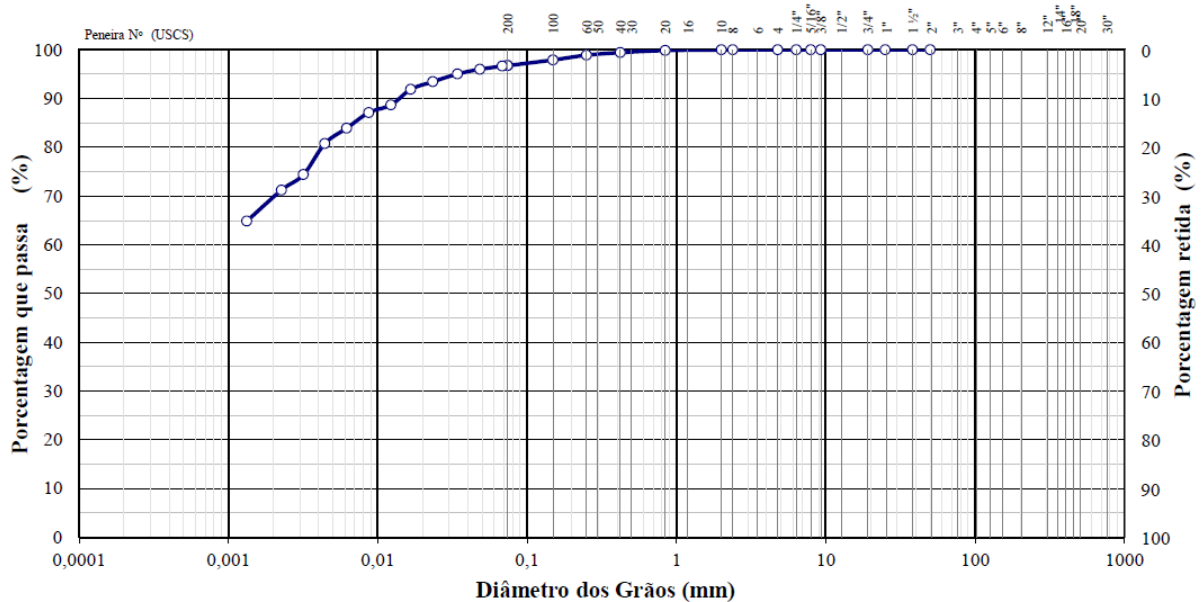


Figura 1 - Curva granulométrica da matéria-prima natural estudada.

A distribuição granulométrica dos materiais sedimentares, como o solo argiloso, é de fundamental importância para a qualidade das peças cerâmicas produzidas, contribuindo para

fatores como o empacotamento da massa argilosa. Além disso um solo que contenha grãos menores contribui no aumento da área superficial da massa [3].

Observando-se a Figura 1 nota-se que a matéria-prima natural apresenta uma curva granulométrica com teores de “fração argila”, “fração silte” e “fração areia” de 69,2, 25,8 e 3,3%, respectivamente. A “fração argila” está associada com tamanho de partícula inferior a 2  $\mu\text{m}$  e confere à massa cerâmica plasticidade em mistura com água, possibilitando assim alcançar uma consistência plástica que possibilita conformar as peças pelo processo de extrusão, que é o mais utilizado na região de Campos dos Goytacazes para produção de blocos cerâmicos. A porcentagem de argila está associada aos argilominerais, responsáveis pelo aporte de plasticidade e estão associados ao intervalo de tamanho de partícula [12].

O sedimento apresentou, após análises, uma umidade média de 37,80%, indicando valores próximos aqueles encontrados nos solos da região do estudo, e também do polo ceramista de Campos dos Goytacazes [2]. A Tabela 1 apresenta os resultados relativos aos limites de atterberg e a respectiva densidade real dos grãos, em  $\text{g/cm}^3$ .

Tabela 1 - Limites de Atterberg e Densidade Real dos Grãos

Limites de Atterberg			Densidade Real dos Grãos ( $\text{g/cm}^3$ )
Limite Liquidez (LL)	Limite Plasticidade (LP)	Índice Plasticidade (IP)	
58,20%	29,30%	28,90 %	2,31

O limite de plasticidade (LP) determina a quantidade mínima de água necessária para que a massa argilosa atinja um estado de consistência plástica, permitindo sua utilização, já o limite de liquidez (LL) está associado a uma quantidade de água em que a matéria-prima apresenta uma consistência similar a uma lama, ultrapassando a faixa de consistência plástica [1]

Já o índice de plasticidade (IP) é a diferença entre o limite de liquidez e limite de plasticidade, indicando a faixa de consistência plástica da massa cerâmica. Observa-se que a argila apresenta índice de plasticidade superior a 10%, que é o índice considerado mínimo para uma boa conformação de peças cerâmicas. Valores inferiores a 10% indicam que a conformação torna-se muito perigosa, já que há um grande risco de mudança no comportamento plástico com pequena alteração na quantidade de água utilizada [13]. A Figura 2 abaixo mostra um prognóstico do uso desta matéria-prima natural em um processo de extrusão de peças cerâmicas, baseado nos resultados da Tabela 1.

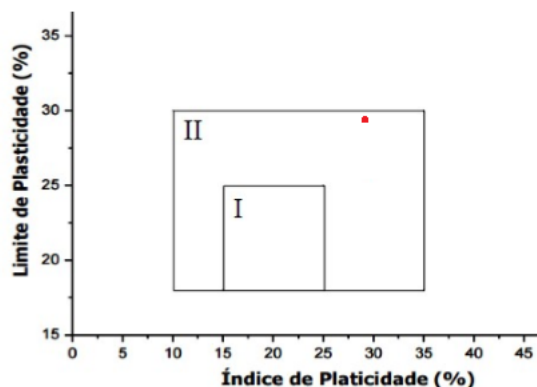


Figura 2 – Zonas de extrusão de peças cerâmicas.

Em relação a Figura 2 entende-se que a região I é de ótima extrusão enquanto a região II é de extrusão aceitável. O material analisado encontra-se na zona II, muito próximo da zona de transição para não aceitável, que é aquela onde o material não deve ser considerado para extrusão, pois os artefatos cerâmicos podem apresentar grande quantidade de defeitos [5]. O material analisado pode assim, se utilizado para produção de peças cerâmicas pelo processo de extrusão. A Tabela 2 apresenta os resultados da análise química do sedimento pesquisado.

Tabela 3 - Composição química da massa argilosa natural (% em peso).

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
52,43	37,55	3,78	3,65	1,4	0,61	0,35	0,016

Observa-se na Tabela 3 que a massa argilosa tem uma quantidade de 52,43% de sílica (SiO<sub>2</sub>), o que indica a provável presença de argilominerais tais como: caulinita (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2SiO<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O), típico das argilas da região da pesquisa, e ilita, bem como a provável presença de quartzo livre na amostra total [14]. A quantidade de 37,55% de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sugere a formação de argilominerais e hidróxidos como gibsita Al(OH)<sub>3</sub>. A quantidade de sílica e alumina somadas totaliza 89,98% indicando a refratariedade da matéria-prima. A Figura 3 mostra os resultados da análise mineralógica da matéria-prima estudada [15].

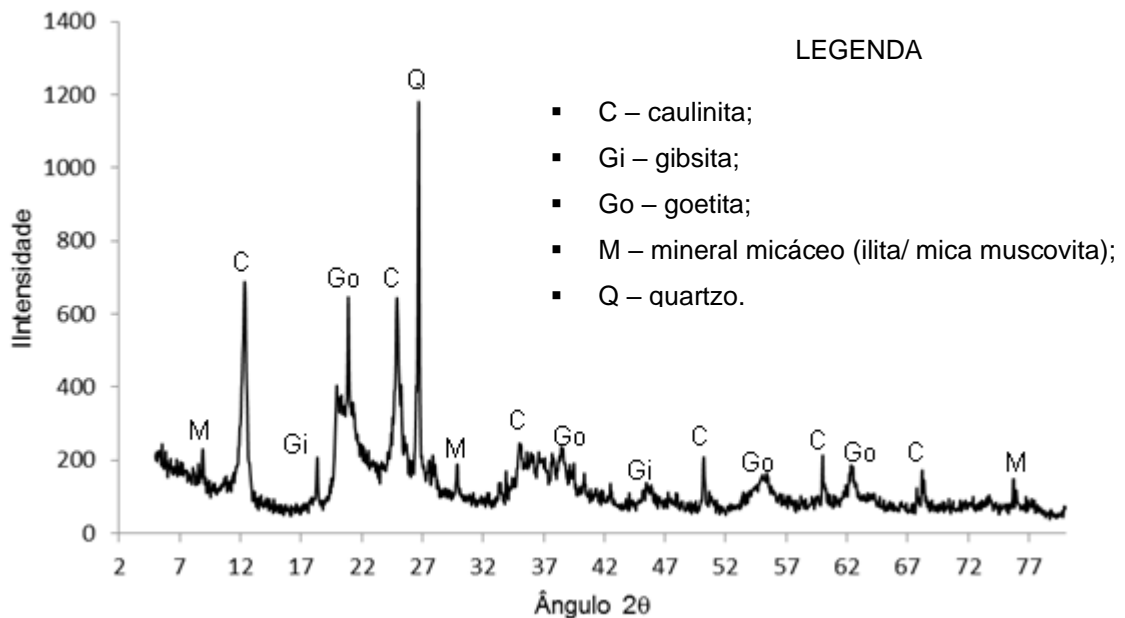


Figura 3 - Difratograma da massa argilosa estudada.

Observa-se na Figura 3 uma presença da caulinita, quartzo e gibbsite, que são argilominerais frequentes nas argilas já utilizadas no polo ceramista de Campos dos Goytacazes, logo a matéria-prima analisada apresenta uma proximidade do já utilizada comercialmente [5-6].

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir com esse trabalho que a matéria-prima proveniente do município de São João da Barra, RJ tem potencialidade de uso como material para produção de artefatos cerâmicos, como blocos de vedação, utilizando o processo de extrusão.

Pode-se aprimorar a massa argilosa com a mistura de outros solos, possibilitando uma correção que facilitará a moldagem de peças e sua conformação, tendo maior tendência ao processo de extrusão. O solo avaliado, tem grande similaridade com aquela já utilizado comercialmente nas cerâmicas da região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento, CNPQ, CAPES e FAPERJ pelo apoio financeiro a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] A.R.G. Azevedo, B.R. França, J. Alexandre, M.T. Marvila, E.B. Zanelato, G.C. Xavier. Influence of sintering temperature of a ceramic substrate in mortar adhesion for civil construction. *Journal of Building Engineering*, 19 (2018) 342-348.
- [2] A.C. Silva, M.P. Méxas, O.L.G. Quelhas. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. *Journal of Cleaner Production*, 168 (2017) 441-451.
- [3] S.N. Monteiro, C.M.F. Vieira. Influence of firing temperature on the ceramic properties of clays from Campos dos Goytacazes, Brazil. *Applied Clay Science*, 27 (2004) 229-234.
- [4] J. Alexandre. 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.
- [5] C.M.F. Vieira, J.N.F. Holanda, D.G. Pinatti. Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes – RJ. *Cerâmica* 46 (2000) 154 – 161.
- [6] M.T. Marvila, J. Alexandre, A.R.G. Azevedo, E.B. Zanelato, G.C. Xavier, S.N. Monteiro. Study on the replacement of the hydrated lime by kaolinitic clay in mortars. *Advances in Applied Ceramics*, 84 (2019) 1-8.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (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.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984) Solo - esta Norma prescreve o método para a determinação do limites de liquidez dos solos: NBR 6459. Rio de Janeiro, RJ, 1984.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (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.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (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 6508. Rio de Janeiro, RJ, 1984.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1986) Solo - NBR 6457. Rio de Janeiro, RJ, 1986.
- [12] G.R.P. Andrade, A.C. Azevedo, J.K. Lepchak, T.C. Assis. Weathering of Permian sedimentary rocks and soil clay minerals transformations under subtropical climate, southern Brazil (Paraná State). *Geoderma*, 336 (2019) 31 - 48.



[13] S.N. Monteiro, C.M.F. Vieira. Effect of oily waste addition to clay ceramic. *Ceramics International*. 31 (2005) 353 - 358.

[14] COCHRAN, W. G. *Sampling Techniques*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA (1977).

[15] J. Alexande, A.R.G. Azevedo, G.C. Xavier, L.G. Pedroti, C.M.F. Vieira, S.N. Monteiro, Study of a Clayey Soil Used in the Fabrication of Red Ceramics in Campos Dos Goytacazes, Brazil. *Materials Science Forum (Online)*, 798 (2014) 15-20.