

CARACTERIZAÇÃO DE SOLO ARGILOSO PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE SÃO FIDELIS - RJ *

*Afonso Rangel Garcez de Azevedo¹
Jonas Alexandre²
Markssuel Teixeira Marvila³
Euzébio Bernabé Zanelato⁴
Melissa de Almeida Goulart⁵
Gustavo de Castro Xavier⁶
Sergio Neves Monteiro⁷
Niander Cerqueira Aguiar⁸*

Resumo

O Norte Fluminense caracteriza-se por ser um importante produtor de artefatos cerâmicos que distribui para diferentes regiões do Sudeste, o município de São Fidelis devido à proximidade com o polo produtor potencialidade no que tange a produção destes artefatos. Assim, este trabalho tem como objetivo a caracterização, através de ensaios de granulometria, Limites de Atterberg e análise química do solo proveniente do município de São Fidelis além da avaliação do mesmo em corpos de prova prismáticos visando aferir a influência da temperatura de queima (700, 800 e 900 °C) na qualidade final dos produtos, avaliando resistência mecânica e absorção de água. Os resultados de caracterização mostraram que o solo apresenta potencialidade de uso para produção de artefatos cerâmicos, enquanto com o aumento da temperatura de queima a resistência mecânica e absorção de água melhoram substancialmente melhorando a qualidade do produto, enquanto a retração também aumenta, mas esta propriedade não é benéfica ao produto. Em baixas temperaturas (700 °C) o produto não apresentou características aceitáveis segundo a norma técnica brasileira.

Palavras-chave: Caracterização, artefatos cerâmicos, qualidade

CHARACTERIZATION OF ARGILLOUS SOIL FROM THE MUNICIPALITY OF SÃO FIDELIS - RJ.

Abstract

The Fluminense Norte is characterized by being an important producer of ceramic artifacts that distributes to the different regions of the Southeast, the municipality of São Fidelis due to the proximity with the pole producer potentiality regarding the production of these artifacts. The aim of this work is to characterize the soil parameters of the Festus municipality, as well as the evaluation of it in prismatic test specimens, in order to ascertain the influence of the burning temperature (700 , 800 and 900 oC) in the final quality of the products, evaluating mechanical resistance and water absorption. The characterization results showed that the soil presents potentiality of use for the production of ceramic artifacts, while with the increase of the burning temperature the mechanical resistance and water absorption improve substantially improving the quality of the product, while the retraction also increases, but this property is not beneficial to the product. At low temperatures (700 oC) the product did not present acceptable characteristics according to the Brazilian technical standard

Keywords: Characterization, ceramic artifacts, quality.

- ¹ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Estudante de engenharia civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro Civil, doutor em Geotecnia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁷ *Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*
- ⁸ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O polo de produção de artefatos cerâmicos do norte fluminense, localizado na cidade de Campos dos Goytacazes (Fig. 1), conta com aproximadamente 100 indústrias que produzem predominantemente blocos de vedação usados na construção civil brasileira [1]. A produção de telhas e revestimentos cerâmicos não tem significância dentro do quantitativo de produção devido a alta porosidade implicada na matéria prima utilizada nesta região [2].

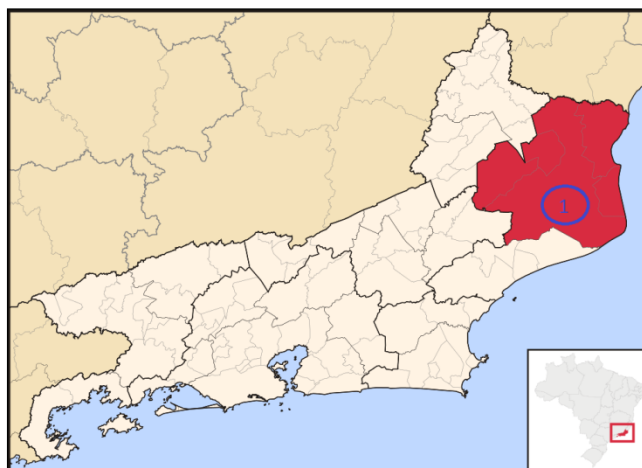


Figura 1: Mapa do município de Campos dos Goytacazes.

O processo de produção de materiais cerâmicos envolve diversas etapas, deste a coleta do material na jazida, conformação da massa, produção, queima, seca e transporte que tem influencia direta no custo final do produto a ser vendido. O processo de produção de blocos na região é através da extrusão [3], que consiste em uma máquina que através de um parafuso helicoidal extruda a massa cerâmica contra um molde, que determinará as dimensões e características de relevo do produto. Entretanto as características da matéria prima utilizada são de fundamental importância para a qualidade final dos produtos, podendo inviabilizar seu uso em muitas situações [4].

Existe hoje na literatura uma grande quantidade de técnicas de caracterização dos materiais, como as argilas, que nos permitem avaliar a potencialidade de uso da mesma em um produto cerâmico, que necessita de características e qualidade final que atendam aos anseios de seu uso [5].

Materiais cerâmicos necessitam de uma temperatura de queima regulada e alta para garantir sua qualidade e conformação dos produtos a serem vendidos, principalmente quanto a sua porosidade, que pode inviabilizar uma determinada aplicação, entretanto os custos atrelados ao aumento da temperatura de queima são altos (custo financeiro e energético) o que pode tornar os produtos inviáveis economicamente [6].

Os produtos oriundos de Campos dos Goytacazes e região apresentam uma grande variação da temperatura final de queima, seja a máxima atingida ou a de patamar no forno, e algumas ainda apresentam temperatura insuficiente para a garantia da qualidade do produto final ocasionando problemas do ponto de vista estruturas, como empenamento e variação de coloração do produto ou até mesmo em propriedades mecânicas atreladas a estes materiais [7]. O polo produtor de Campos dos Goytacazes começa a passar por grandes dificuldades de obtenção de

matéria prima (argila) devido à limitação da profundidade das cavas pelos órgãos de controle ambiental, sendo assim necessária a busca de novas jazidas, levando em conta a questão da viabilidade financeira. O município de São Fidelis devido a sua proximidade e pretensa qualidade do solo torna-se uma solução [8].

Assim este trabalho objetiva a caracterização da argila providente do município de São Fidelis, que devido a sua proximidade com Campos dos Goytacazes começa a se tornar uma alternativa para o uso em artefatos cerâmicos, além disso foi realizada um estudo visando a observação da variação que a temperatura de queima (700, 800 e 900°C), ocasiona em propriedades dos artefatos cerâmicos, como a resistência mecânica (compressão e flexão a 3 pontos), absorção de água e retração linear. Todas estas propriedades são importantes e tem valor normativo de aceitação para o produto cerâmico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada para este trabalho foi retirada de uma jazida localizada no município de São Fidelis e apresenta coloração cinza escura retirada de uma camada de aproximadamente um metro e trinta de profundidade após a retirada da camada vegetal superficial.

Após coleta da matéria prima, foi realizado o transporte e beneficiamento da mesma, para isso foi seca em estufa a 110°C por 24h, destorroada em almofariz de porcelana e peneirada de modo a obter a hogueinização. 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. Com o processo de beneficiamento o solo foi dividido em duas partes, uma será destinada aos ensaios de caracterização e outra a conformação dos corpos de prova por extrusão.

O solo foi homogeneizado adicionando-se água às composições na quantidade suficiente para a obtenção de uma massa plástica [8] que possibilitasse a conformação de corpos-de-prova por extrusão com 10 cm de comprimento e secção reta de 1,8 x 2,8 cm. Um importante indicativo da quantidade de água a ser adicionada na mistura é o limite de liquidez que deve ser dimensionado.

Em sequência, após secagem em estufa a 110° C as peças foram medidas e pesadas, e em seguida queimadas a 700, 800 e 900°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.

Para a caracterização do solo temo que no ensaio de granulometria, que é o processo que permite quantificar cada fração do solo compreendida entre diâmetros pré-estabelecidos e exprimi-las como porcentagem em relação à amostra total. Esse ensaio foi feito por meio de peneiramento via úmida e sedimentação seguindo os requisitos das normas brasileiras. A massa separa passou por um processo de destorroamento em um almofariz com mão de gral para se proceder ao peneiramento grosso e fino. Parte da amostra foi recolhida para verificação da umidade higroscópica e densidade real dos grãos. Outra parte foi colocada em um vidro com defloculante hexametastato de sódio para a dispersão das partículas possibilitando assim o ensaio de sedimentação[9].

A determinação da Massa Específica Real dos Grãos, também denominada Densidade Real dos Grãos, foi feita de acordo com os preceitos normativos utilizando-se picnômetros.

Para os Limites de Atterberg foram utilizados parte do material passado na peneira nº 40 (0,42 mm). Foram feitos os ensaios para determinação do Limite de Liquidez (LL) e do Limite de Plasticidade (LP), obtendo-se então o Índice de Plasticidade (IP). Esses índices definem as umidades da amostra e a necessária no processo de confecção dos corpos de prova[10].

Uma parte da amostra do solo natural foi seca em estufa a 110°C por um período de 24 horas e moída em um moinho de esferas planetário da marca Fritsh Pulverisette a 200 RPM por 2 ciclos de 20 minutos cada. O material natural foi então passado na peneira nº 200 (0,075 mm) para a determinação da sua composição química.

A técnica utilizada foi Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX) em um equipamento Shimatzu EDX-700 sob condição de ajuste de vácuo de dois canais com o material em pó finíssimo colocado em um porta-amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para a caracterização da granulometria da matéria-prima estudada são apresentados em porcentagem das frações de areia, silte e argila, conforme visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Características Granulométricas.

Diâmetro dos Grãos (mm) - ABNT NBR 6502:1995 – Rochas e Solos							
Argila	Silte	AREIA			PEDREGULHO		
		Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
< 0,002	0,002	0,06	0,2	0,6	2	6	20
	a	a	a	a	a	a	a
	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60
Características Granulométricas do solo analisado							
Pedregulho			Areia			Silte	Argila
Gross	Médio	Fino	Grossa	Média	Fina		
-	-	-	-	2,2%	5,3%	28,3%	45,6%

O solo é classificado como uma argila siltosa pouco arenosa. Observando-se os resultados obtidos da distribuição granulométrica da massa argilosa estudada e considerando os resultados obtidos na região de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, no estudo de argilas para aplicação em cerâmica vermelha ($30\% \leq \text{fração argila} \leq 70\%$) assim conclui-se que a massa argilosa possui faixa granulométrica recomendada para o uso em cerâmica vermelha em geral[3].

A Tabela 2 apresenta os valores da média de determinações dos Limites de Atterberg e a Massa Específica (Densidade) Real dos Grãos para a amteria prima estudada.

Tabela 2 - Limites de Atterberg e Densidade Real dos Grãos

Solo	Limites de Atterberg			Densidade Real dos Grãos (ρ/cm^3)
	Limite Liquidez (LL)	Limite Plasticidade (LP)	Índice Plasticidade (IP)	
A	67,0%	32,9%	34,1%	2,46

A classificação da massa argilosa pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS) é que se trata de uma argila siltosa, pouco arenosa, de alta plasticidade (CH), uma vez que o seu Limite de Liquidez em todos os casos é maior do que 50%.

A Massa Específica Real dos Grãos dos solos estudados encontra-se dentro da faixa de valores para a densidade real dos grãos das argilas da região em estudo atendendo aos principais critérios para a aplicação desejada[5]. A Tabela 3 apresenta a composição química do solo estudado.

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

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	CaO	MnO	V ₂ O ₅	ZrO ₂	CuO	SrO
47,30	37,78	8,09	2,08	2,16	1,50	0,64	0,05	0,17	0,07	-	0,009

Observa-se na Tabela 3 que todos os solos tem uma quantidade elevada de sílica (SiO₂), o que indica a provável presença de argilominerais tais como: caulinita (Al₂O₃. 2SiO₂. 2H₂O) e illita, bem como a provável presença de quartzo livre na amostra total. A quantidade de alumina (Al₂O₃) presente nos solos sugere a formação de argilominerais e hidróxidos como gibsita Al(OH)₃. A quantidade de sílica e alumina somadas indica uma potencialidade na refratariedade da matéria-prima.

A cor avermelhada presente nos artefatos cerâmicos produzidos é devido à quantidade de óxido férrico (Fe₂O₃), tratando-se de um agente fundente, baixando o ponto de fusão da argila, podendo também indicar a presença de goetita (FeO.OH).

O dióxido de titânio (Ti₂O) na quantidade presente nos solos é um óxido corante e comumente encontrado em massas argilosa empregadas no setor cerâmico da região em foco nesse trabalho[4].

Quanto aos resultados das propriedades em temperaturas de queima temos na Figura 2 o resultado da retração linear das peças cerâmicas extrudadas em função da temperatura de queima.

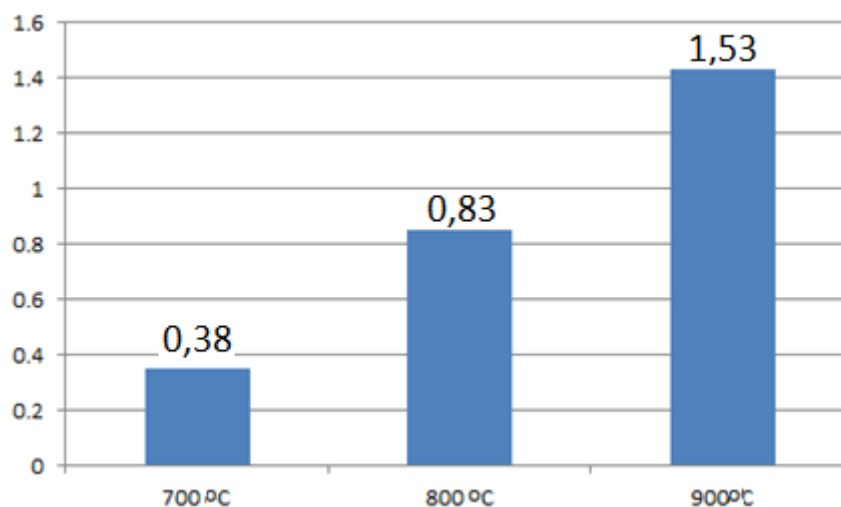


Figura 2: Avanço da retração linear em função da temperatura de queima.

Pode-se observar na Figura 2 que a retração linear das peças aumentou em função da sua temperatura de queima, isto deve-se ao fato da redução da porosidade das peças cerâmicas o que aumenta a retração das peças[6]. A Figura 3 mostra os resultados da absorção de água em função da temperatura de queima.

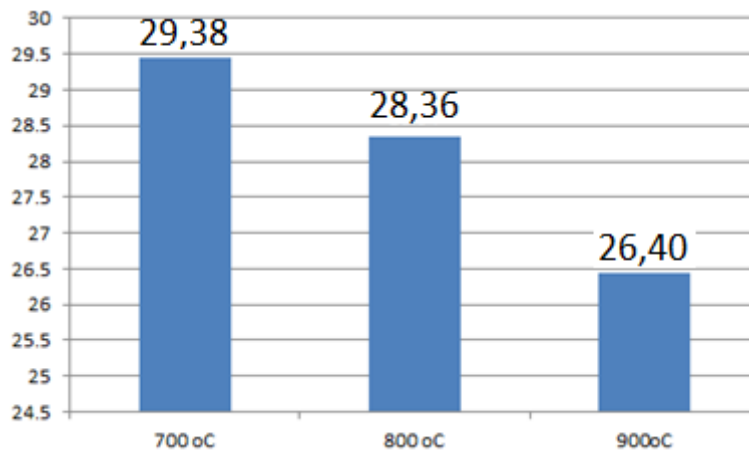


Figura 3: Avanço da absorção de água em função da temperatura de queima.

A Figura 3 mostra a absorção de água em função da temperatura de queima, como pode-se observar esta propriedade diminui em função da sua temperatura de queima, isto deve-se ao fechamento dos poros devido a retração dos artefatos cerâmicos. Já a Figura 4 mostra a resistência a flexão a 3 pontos na medida de avanço da temperatura.

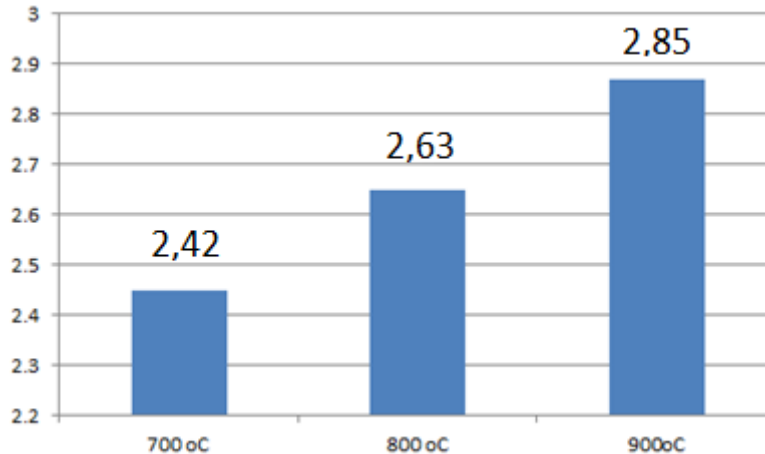


Figura 4: Avanço da resistência mecânica em função da temperatura de queima.

A Figura 4 mostra o avanço da resistência mecânica a flexão de 3 pontos com o aumento da temperatura, este fato deve-se ao maior empacotamento dos corpos de prova ocasionado pelo aumento de temperatura de queima, quanto maior a densidade do corpo de prova maior tende a ser sua resistência mecânica[6].

4 CONCLUSÃO

Quanto à caracterização do solo estudado podemos concluir que:

- Este trabalho mostra sua grande relevância para a região, pois o conhecimento das propriedades dos solos é de extrema importância para a qualidade dos artefatos cerâmicos produzidos no polo produtor de Campos dos Goytacazes.
- Os resultados mostram que o solo analisado é uma argila siltosa, pouco arenosa, classificada como CH pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS). A densidade real dos grãos encontrada demonstra-se 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, conforme já é praticado na região.

Já quanto aos resultados dos corpos de prova queimados em diferentes temperaturas podemos concluir que:

- A temperatura de queima exerce controle nas peças cerâmicas estudadas e conseqüentemente poderá afetar os artefatos produzidos no parque cerâmico da região, como blocos para vedação em edificações.
- Quanto maior a temperatura de queima maior será a tendência de retração linear das peças diminuição da porosidade, o que é importante para aplicação em telhas, por exemplo, entretanto acarretará em aumento do custo de produção com a queima dos produtos, causando impactos financeiros a empresa.
- Peças cerâmicas com maior grau de empacotamento de poros reduzem sua densidade aparente e conseqüentemente aumento de resistência.

REFERÊNCIAS

- 1 Azevedo, A.R.G., JONAS ; BARNABÉ ZANELATO, EUZÉBIO ; PICANÇO OLIVEIRA, RAFAEL ; DE SOUZA, RODOLFO CRETTON ; DE CASTRO XAVIER, GUSTAVO ; MONTEIRO, SERGIO NEVES . Characterization of a Clay Body Used for Red Ceramics in Sa-o Sebastia-o, District of Campos dos Goytacazes, State of Rio de Janeiro, Brazil. Materials Science Forum (Online), v. 820, p. 8-12, 2015.
- 2 AZEVEDO A.R.G., Zanelato E.B., ALEXANDRE J., SOUZA R.C., OLIVEIRA R.P., XAVIER G.C. Caracterização de Matéria-Prima proveniente do Distrito de São Sebastião situado no município de Campos/RJ, para produção de blocos cerâmicos. In: 58º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2014; 1: 540-548.
- 3 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).

- 4 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.
- 5 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.
- 6 Monteiro, S. N.; Vieira, C. M. F. Influence of firing temperature on the ceramic properties of clays from Campos dos Goytacazes, Brazil. *Applied Clay Science*, v. 27, p. 229 – 334, 2004.
- 7 DARWEECH, H. H. M. *Building Materials from Siliceous Clay and Low Grade Dolomite Rocks*. *Ceramics International*. (Elsevier Science). Cairo – Egito. 8p. 2000.
- 8 SOUZA SANTOS, P. *Ciência e Tecnologia das Argilas*. 3ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda. Vol. 1, 499p. 1992.
- 9 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.
- 10 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.