

DESENVOLVIMENTO DE MASSA CERÂMICA COM ARGILAS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES E ITABORAÍ

A. P. Ribeiro^{1,2*}; M.P.Babisk^{1,2}; S. N. Monteiro²; C. M. F. Vieira²

Av. Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ

CEP: 21941-908

*angelica_ribeiro17@yahoo.com.br

¹Centro de Tecnologia Mineral - CETEM/MCTI; ²Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro-UENF

RESUMO

O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro, atualmente é o principal polo cerâmico do Estado. Entretanto, as argilas da região são de predominância caulinítica, com baixo teor de óxidos fundentes e elevada perda ao fogo. Neste trabalho foram investigadas composições usando uma argila do município de Itaboraí, distante cerca de 200 km de Campos, visando corrigir as deficiências da argila de Campos e com isso, melhorar as propriedades tecnológicas da cerâmica. Foram preparados corpos de prova retangulares por prensagem uniaxial a 18 MPa e queimados a 800°C. As propriedades físicas e mecânicas determinadas de interesse para a cerâmica vermelha foram: plasticidade, absorção de água, retração linear e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicaram que a argila de Itaboraí melhora significativamente as propriedades avaliadas da cerâmica.

Palavras-chaves: Argilas; Cerâmica vermelha, Propriedades.

INTRODUÇÃO

A argila é a matéria-prima utilizada na fabricação de uma série de produtos cerâmicos, isto ocorre devido as suas diversas características como a plasticidade, a retração, a porosidade, e a resistência mecânica. É possível se fabricar produtos com propriedades bem diversificadas, dependentes da relação quantitativa entre materiais plásticos, principalmente argilominerais, e materiais não plásticos ⁽¹⁾.

O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro apresenta uma grande reserva de argilas, e atualmente é o principal polo cerâmico do Estado. É característico seus depósitos argilosos apresentarem dois tipos de argilas de forma estratificadas. Normalmente encontra-se uma argila "gorda" na camada inferior e uma argila "magra", porém de boa plasticidade, na camada superior ⁽²⁻⁴⁾.

Estas argilas são de predominância caulinítica, elevado teor de argilominerais, altamente plásticas, baixo teor de óxidos fundentes e elevada perda ao fogo. Estudos comprovam que sua plasticidade é considerada excessiva para os parâmetros de processamento atualmente empregados pelas indústrias de ponta. A produção de telhas cerâmicas ou outros produtos de elevado valor agregado e de menor porosidade só pode ser obtido com a incorporação de material não plástico que pode ainda fornecer óxidos alcalinos para facilitar a formação de fase líquida durante a etapa de queima ⁽²⁻⁵⁾.

A argila verde de Itaboraí, região metropolitana do Rio de Janeiro, é denominada localmente como argila "forte", ou seja, também de elevada plasticidade. Além disso, apresenta em sua composição química e mineralógica elementos e argilominerais fundentes ⁽²⁾.

Visando melhorar as propriedades tecnológicas e corrigir a plasticidade dessa argila, nesse trabalho foram investigadas composições feitas com incorporação da argila verde de Itaboraí, outro importante polo cerâmico do Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias primas utilizadas nesse trabalho foram às argilas: amarela de Campos dos Goytacazes (região Norte) e a verde de Itaboraí (região Metropolitana).

Depois de coletadas, as argilas foram secas em estufa a 110°C por 24h, destorroadas e peneiradas em 20 mesh. Posteriormente, foram preparadas as seguintes composições elaboradas a partir da mistura das duas argilas: A75 (75% argila amarela + 25% argila verde), A50 (50% argila amarela + 50% argila verde) e A25 (25% argila amarela + 75% argila verde).

A composição química das argilas foi obtida por fluorescência de raios-X utilizando um equipamento Philips, modelo PW 2400. Os limites de Atterberg foram determinados de acordo com as normas NBR 6459-84 e NBR 7180-84, determinando-se o limite de plasticidade, o limite de liquidez e o índice de plasticidade das composições ^(6,7).

As composições, com 8 % de umidade, foram conformadas por prensagem uniaxial a 18 MPa em matriz de dimensões 114 x 25 mm, após secagem em estufa a 110° C as peças foram medidas e pesadas, para o cálculo da densidade, e em seguida, queimadas a 800°C, com uma taxa de aquecimento de 2°C/min e 120 min de tempo de patamar. O resfriamento foi realizado por convecção natural desligando-se o forno.

Após a queima, as peças foram novamente medidas para cálculo de retração linear de queima. As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram a absorção de água e tensão de ruptura por flexão a três pontos ^(8,9).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Química

A Tabela 1 apresenta a composição química das argilas. Observa-se que a argilas de Campos apresentam uma elevada perda ao fogo (PF). Esta perda ao fogo está associada basicamente com a eliminação de água de constituição dos

argilominerais, água de hidróxidos e matéria orgânica em menor proporção. Uma excessiva perda ao fogo acarreta retração e porosidade após queima. O teor de óxidos fundentes alcalinos também é comparativamente baixo. Estes óxidos contribuem para a formação de fase líquida durante a queima possibilitando uma redução da porosidade. Nota-se ainda que a argila amarela de Campos apresenta um maior teor de óxido de ferro em comparação com a argila verde de Itaboraí. Os compostos de ferro são os principais responsáveis pela coloração das cerâmicas argilosas. Teores abaixo de 3% são indicados para a fabricação de produtos de coloração clara. Já a argila verde de Itaboraí destaca-se em virtude da menor perda ao fogo, maior teor de K_2O , maior relação SiO_2/Al_2O_3 , bem como menor teor de Fe_2O_3 que a argila amarela de Campos.

Tabela 1. Composição química das argilas (% em peso).

	Argila Amarela Campos	Argila Verde Itaboraí
SiO₂	43,59	60,15
Al₂O₃	25,64	22,57
Fe₂O₃	10,38	3,75
TiO₂	1,55	0,71
ZrO₂	-	0,04
MnO	0,11	-
K₂O	1,63	2,26
Na₂O	-	0,50
CaO	0,15	-
MgO	0,66	1,68
P₂O₅	0,25	-
PF	15,20	7,97

Plasticidade

A Tabela 2 apresenta a plasticidade das composições estudadas através dos limites de Atterberg. O limite de plasticidade (LP) indica a quantidade mínima de água necessária para que se atinja o estado de consistência plástica. Valores razoáveis para extrudar são considerados entre 22-24%. 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 ⁽¹⁰⁾.

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 todas as massas cerâmicas apresentam 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 ⁽¹¹⁾.

Tabela 2. Dados do ensaio de Atterberg para as composições estudadas (em %).

Massa Cerâmica	Limite de Liquidez (LL)	Limite de Plasticidade (LP)	Índice de Plasticidade (IP)
A75	45,6	24,9	20,6
A50	44,2	25,9	18,3
A25	49,5	28,4	21,1

A Figura 1 apresenta os resultados plotados em gráfico elaborado com os limites de plasticidade de Atterberg que delimita regiões de extrusão ótima e aceitável. Pode-se observar que todas as massas estão situadas na região de extrusão aceitável.

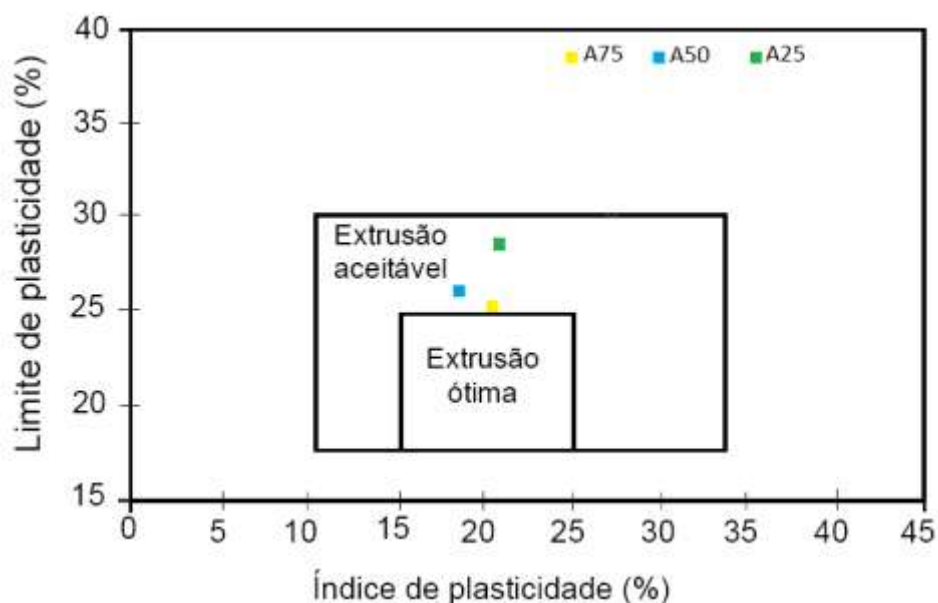


Figura 1. Limites de Atterberg para a extrusão.

Densidade

A Figura 2 apresenta a densidade aparente a seco das composições preparadas. Analisando o gráfico, pode-se observar que a densificação aumenta gradativamente com a quantidade de argila verde incorporada melhorando assim o empacotamento das partículas durante a etapa de conformação.

O aumento da densidade, devido a incorporação da argila verde, é benéfico no sentido de reduzir a retração e ainda favorecer a consolidação das partículas durante a queima.

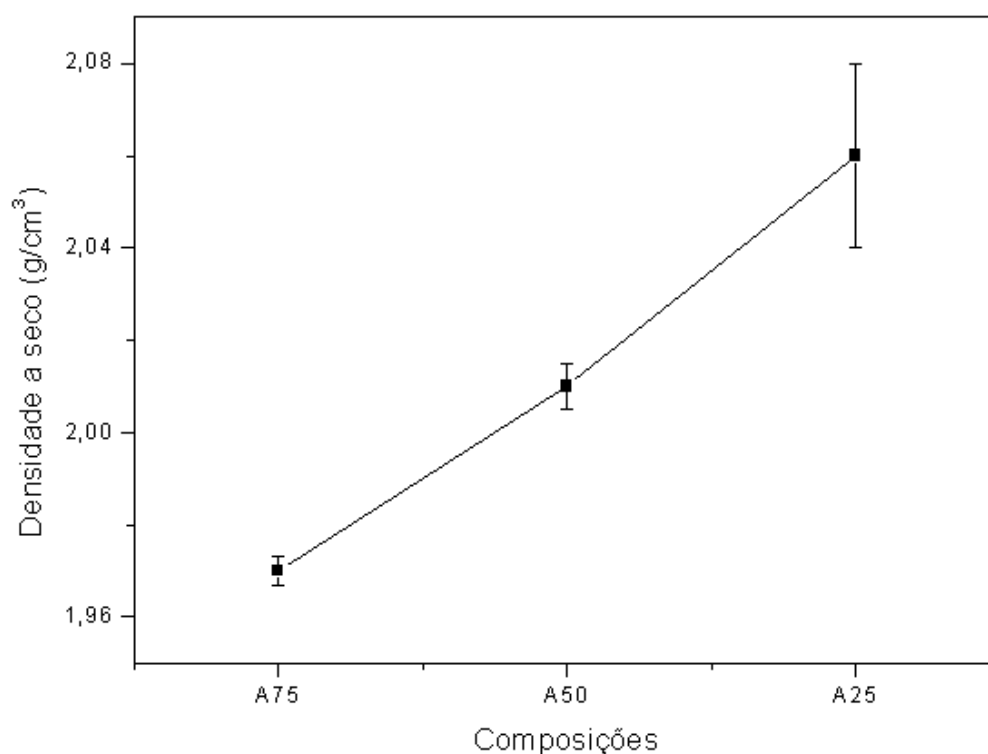


Figura 2. Densidade aparente a seco das composições.

Retração Linear

A retração linear de queima depende fundamentalmente da densidade aparente da peça prensada, da composição da massa e das condições de queima. Observa-se na Figura 3 que na composição A50 ocorreu um pequeno decréscimo na retração em relação a A75.

Com a fundência a retração aumenta, pois os poros se fecham e as partículas se aproximam. Uma outra característica da argila verde que favorece a redução da retração é a menor perda ao fogo.

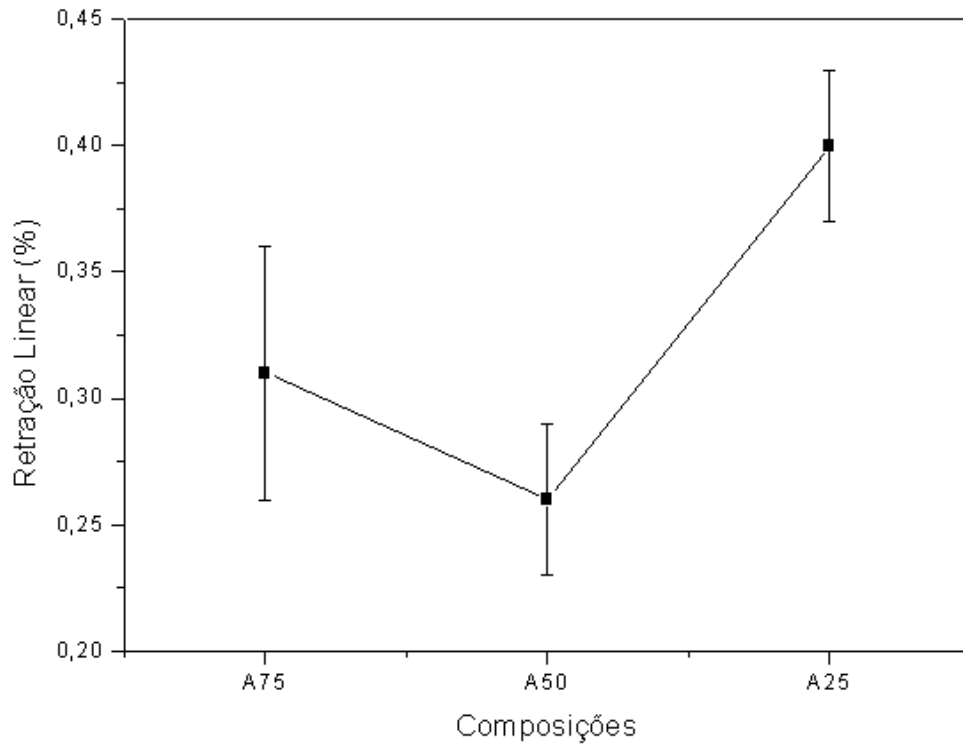


Figura 3. Retração linear das composições.

Absorção de Água:

De acordo com a Figura 4 pode-se observar que a absorção de água diminui em função do percentual de argila verde incorporada nas composições. A diminuição da absorção pode ser explicada pelo preenchimento dos poros durante a fusão dos óxidos fundentes presentes na argila verde, ocasionando assim uma redução na porosidade, bem como a menor perda ao fogo e maior empacotamento a seco.

O comportamento mais refratário da argila amarela pode ser atribuído ao menor teor de óxidos alcalinos e ao elevado percentual de Al_2O_3 que dificulta a formação de eutéticos. Além disso, a elevada perda ao fogo também contribui para aumentar a porosidade nas peças ⁽²⁾.

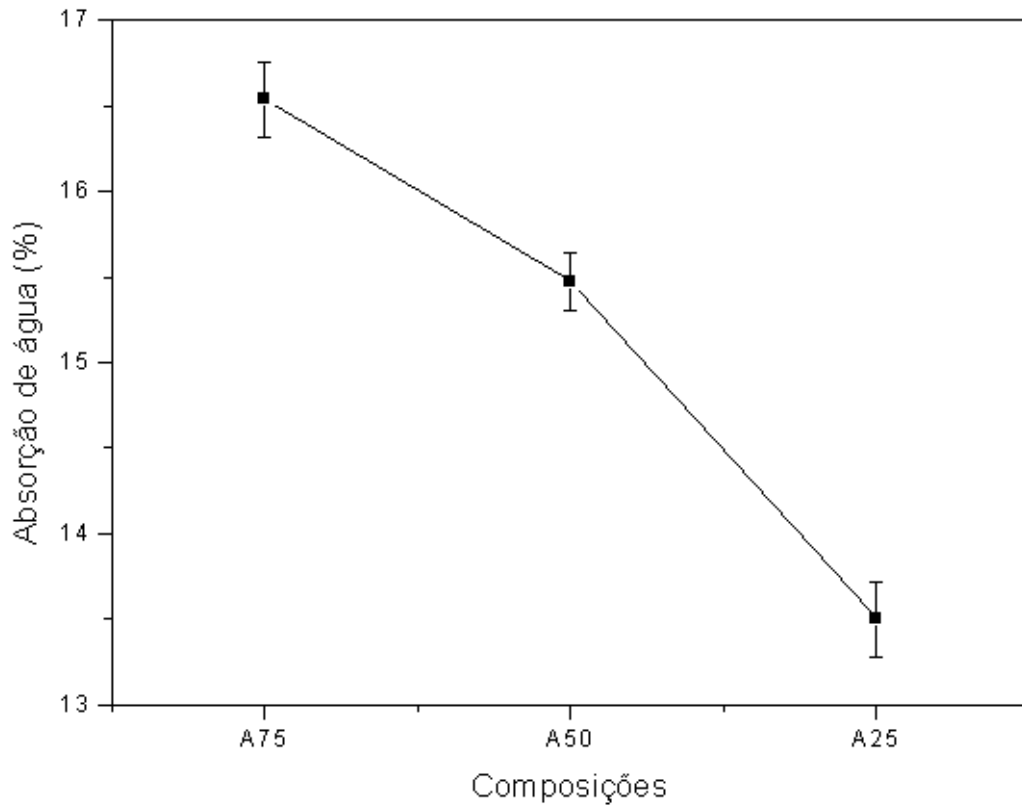


Figura 4. Absorção de água das composições.

Tensão de Ruptura à Flexão

A Figura 5 apresenta a tensão de ruptura à flexão das composições estudadas. Observa-se que as massas cerâmicas apresentam um aumento dos valores de tensão de ruptura à flexão em função da adição de argila verde na massa cerâmica. Este comportamento é atribuído à diminuição da porosidade devido à ação dos óxidos fundentes presentes na argila verde, que consequentemente possibilitou maior formação de fase líquida, preenchendo os poros e densificando assim o corpo cerâmico, bem como ao maior empacotamento a seco e menor perda de massa durante a queima, conforme já discutido anteriormente.

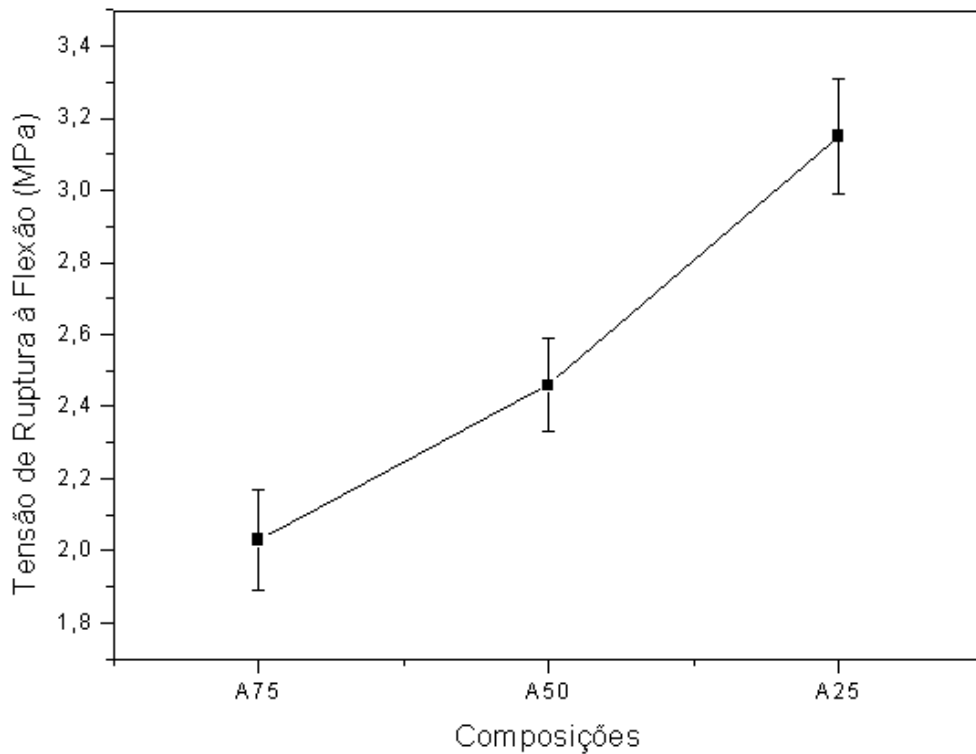


Figura 5. Tensão de ruptura à flexão das composições.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, o desenvolvimento de massa cerâmica com argila amarela de Campos dos Goytacazes e argila verde de Itaboraí visando melhorar as propriedades tecnológicas e corrigir a plasticidade da argila amarela, possibilitou concluir que:

- A argila verde possui características bastante favoráveis para a produção de cerâmica vermelha. Comparativamente com a argila amarela, a argila verde possui uma melhor relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, maior teor de óxidos fundentes e menor perda ao fogo.
- Todas as incorporações avaliadas apresentam plasticidade aceitável e portanto, conveniente para a fabricação de cerâmica vermelha.

- Com o aumento do teor da argila verde nas composições, houve aumento da densidade a seco, que favoreceu a consolidação das partículas durante a queima.

- O aumento do teor da argila verde melhorou significativamente a absorção de água e a resistência mecânicas das cerâmicas.

- Os resultados foram satisfatórios para o desenvolvimento de massa cerâmica com a argila verde de Itaboraí e a argila amarela de Campos dos Goytacazes.

REFERÊNCIAS

1. BARBA, A.; BELTRÁN, V.; FELIU, C.; GARCÍA, J.; GINÉS, F.; SÁNCHEZ, E.; SANZ, V. ***Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas***, 2ª ed. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 2002.
2. GAIDZINSKI, R. ***Estudo do Sazonamento de Argilas para a Utilização na Indústria Cerâmica***. 2006. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais), Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.
3. ALEXANDRE, J. ***Análise de Matérias-primas e Composições de Massa Utilizada em Cerâmicas Vermelhas***. 2000, 174p. Tese (Doutorado em Ciência de Engenharia), Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, Campos dos Goytacazes-RJ.
4. MONTEIRO, S. N., VIEIRA, C. M. F. ***“Characterization of Clays from Campos dos Goytacazes, North Rio de Janeiro State (Brazil)”***, *Tile & Brick Int.* v. 18, n. 3, p.152-157, 2002.
5. PEREIRA, P. S.; MORAIS, A. S. C.; CALDAS, T. C. C.; RIBEIRO, M. M.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. ***Caracterização de Argila Utilizada para Fabricação de Cerâmica Vermelha***. (2011)
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ***Determinação do Limite de Plasticidade***, NBR – 7180, Rio de Janeiro, 1984.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. ***Determinação do Limite de Liquidez***, NBR – 6459, Rio de Janeiro, 1984.
8. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ***Water Absorptin, Bulk Density, Apparent Porosity and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products***, C373-72 (reapproved 1977), USA, 1972.

9. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ***Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials***, C674-77, USA, 1977.

10. MÁ S E., ***Qualidade e Tecnologia em Cerâmica***, Editor J. L. Francisco, Santa Catarina, Brasil (2002) p. 27.

11. ABAJO M. F., ***Manual Sobre Fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos***, Ed. BERALMAR S.A., Terrassa, Espanha (2000).

DEVELOPMENT OF CERAMIC WITH CLAYS FROM CAMPOS DOS GOYTACAZES AND ITABORAÍ

ABSTRACT

The county of Campos dos Goytacazes, located in the north region of the State of Rio de Janeiro, currently is the leading red ceramic pole of the State. However, the clays are kaolinitic predominance with low amount of flux oxides as well as elevated loss on ignition. In this work compositions were investigated using of a clay from the county of Itaboraí, that is approximately 200 km away from Campos, to correct the deficiencies of the clay from Campos and so to improve the technological properties of the ceramic. Rectangular specimens were prepared by uniaxial mold-press at 18 MPa and then fired at 800°C. The evaluated physical and mechanical properties were: plasticity, linear shrinkage, water absorption and flexural rupture strength. The results indicated that the clay from Itaboraí significantly improves the evaluated properties of the ceramic.

Key-words: Clays, Red ceramic, Properties.