

## ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS COM A INCORPORAÇÃO DE REJEITOS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO.

D. M. Nociti<sup>1</sup>, E. Campos<sup>1</sup>, F. C. L. Melo<sup>2</sup>, M. P. Santos<sup>1</sup>, R. M. Bittencourt<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Materiais e Tecnologia DMT/FEG - UNESP

Campus de Guaratinguetá, SP, Brasil

<sup>2</sup>Divisão de Materiais – Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE/DCTA

São José dos Campos, SP, Brasil

[cci.d@uol.com.br](mailto:cci.d@uol.com.br)

### RESUMO

*O objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade de adicionar uma quantidade de rejeito proveniente da mineração de ferro na massa cerâmica. Na pesquisa foram usados argila e carvão provenientes da região do Vale do Paraíba, São Paulo, tais matérias-primas são utilizadas na fabricação de blocos cerâmicos. As caracterizações da matéria-prima foram realizadas por meio de análises de fluorescência e difração de raios-X, análise granulométrica, análise térmica diferencial e termogravimétrica. Para determinar a proporção de rejeito que deveria ser adicionada à massa foram realizados ensaios de limite de liquidez e de plasticidade. Após a determinação desta quantidade, todas as amostras foram prensadas uniaxialmente e sinterizadas à 900°C. Para a caracterização das cerâmicas utilizou-se técnicas de rugosimetria, determinação de porosidade e de densidade aparente e resistência à flexão por três pontos. Os resultados demonstraram que a agregação de rejeitos, na quantidade especificada, permite a fabricação de blocos cerâmicos para vedação.*

Palavras-chave: cerâmica vermelha, rejeito de mineração de ferro, argila, reciclagem, bloco cerâmico

### INTRODUÇÃO

Os problemas sociais e ecológicos necessitam de grande atenção e todos os países devem buscar soluções que impeçam que catástrofes ambientais atinjam as nações. A adição de rejeitos industriais em cerâmica vermelha ou em processos na construção civil vem sendo estudada há alguns anos, sendo exemplo destes

estudos: a utilização de escória de cobre na fabricação de tijolos maciços em solo-cimento<sup>(1)</sup>; a utilização de resíduos de granito em forma de pó<sup>(2)</sup>; a adição de cinza de casca de arroz<sup>(3)</sup>; o uso do lodo de curtume<sup>(4)</sup>; a utilização de vidro em pó<sup>(5)</sup>; a utilização de lama industrial proveniente do corte de mármore e granito<sup>(6)</sup>; a adição do resíduo proveniente da extração de minério de ferro<sup>(7)</sup>, o aproveitamento de resíduos industriais/artesanais de pedra sabão<sup>(8)</sup>; a incorporação de rejeitos de petróleo na produção da indústria cerâmica<sup>(9)</sup> e a adição de boro em tijolos vermelhos<sup>(10)</sup>; entre outros.

Segundo Basegio<sup>(4)</sup>, a indústria de materiais cerâmicos apresenta um grande potencial para absorver os rejeitos sólidos industriais. Isto ocorre, basicamente, em função da heterogeneidade das matérias-primas utilizadas, geralmente argilosas. Em condições favoráveis de temperatura e concentração de reagentes, a argila absorve e reage com os metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas, reduzindo a toxicidade do material.

O uso de novas técnicas construtivas vem ao encontro com a conscientização do ser humano da importância da preservação da natureza. Sabe-se que rejeitos industriais são problemas no mundo todo, e que a reutilização destes pode garantir um menor impacto ambiental<sup>(9)</sup>. Além disso, estes rejeitos podem ser agregados a cerâmica gerando produtos que podem ser destinados a comunidades carentes para serem utilizados em suas obras, reduzindo o custo.

O objetivo deste trabalho é a avaliação da viabilidade de adicionar uma quantidade específica de rejeito proveniente da mineração de ferro na massa cerâmica utilizada para fabricar blocos de cerâmica vermelha, visando proporcionar um destino ecologicamente correto aos rejeitos e reduzir a quantidade de matéria prima, argila, para a fabricação destes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Materiais

A massa cerâmica utilizada para fazer o bloco cerâmico foi fornecida por uma indústria cerâmica da cidade de Guaratinguetá, na região do Vale do Paraíba, em São Paulo. A massa foi mantida exatamente como utilizada na empresa, ou seja, a formulação consiste em 4% de carvão e 96% de argila. A argila utilizada é uma

argila ou sedimentos argilosos litificados – depósito de rochas sedimentares alterados. Essas argilas são popularmente denominadas de “taguá”, denominação típica do Estado de São Paulo e tem origem da língua Tupi-Guarani. Os ceramistas também denominam essas argilas de “barro fraco”<sup>(11)</sup>.

O rejeito da extração de minério de ferro foi fornecido por uma empresa Mineradora, este rejeito apresenta característica tipicamente arenosa.

Toda matéria-prima, exceção feita ao carvão, para caracterização foi seco em estufa (110°C), por 2 horas, depois passado na peneira 40 # (abertura de 0,42 mm).

A primeira caracterização da matéria-prima foi a busca da identificação dos componentes mineralógicos por meio da difração de raios-X de pó. Na Figura 1 mostra-se o difratograma, a temperatura ambiente, da argila, no qual a partir da identificação dos picos mais relevantes, observa-se a presença de caulinita, quartzo e moscovita, típicos da argila da região. Na Figura 2 apresenta-se o difratograma do rejeito arenoso, e como era previsto, observa-se claramente a presença de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) e também a presença de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

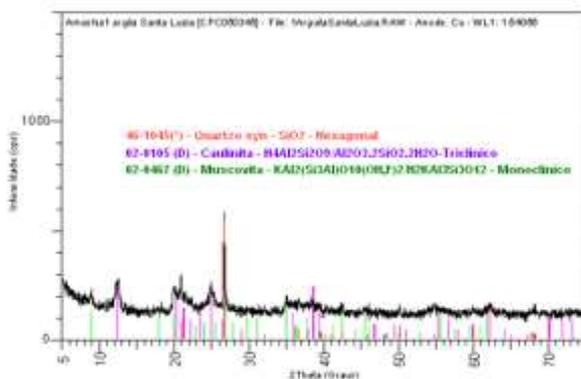


Figura 1 – Difratograma da argila.

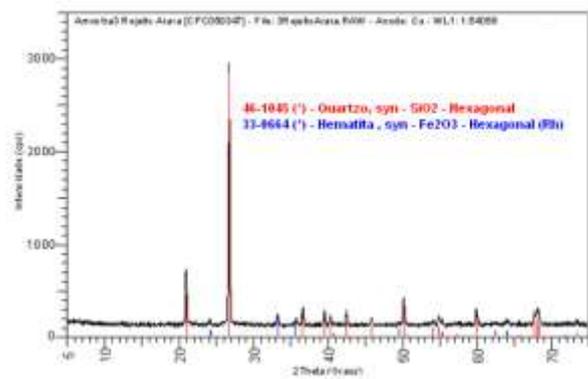


Figura 2 - Difratograma do rejeito arenoso.

O conhecimento da composição química e mineralógica das matérias-primas é fundamental para que seja feita uma caracterização criteriosa, de modo que venha contribuir com informações importantes para a interpretação dos resultados obtidos<sup>(7)</sup>. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química por fluorescência de raios – X que confirmam e quantificam o que foi observado na difração. Com relação à argila, observa-se a presença em grande quantidade: de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), que tende a aumentar a refratariedade da amostra<sup>(12)</sup>.

Tabela 1. Análise química do material particulado por fluorescência de Raios-X

Composição	Argila (%)	Rejeito (%)
SiO <sub>2</sub>	51,08	75,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,94	0,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,07	23,72
TiO <sub>2</sub>	1,36	0,02
CaO	0,05	0,05
MgO	0,44	0,10
Na <sub>2</sub> O	0,09	0,13
K <sub>2</sub> O	1,36	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,01
MnO	0,01	0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,01
Perda ao Fogo	9,51	0,29

Na argila observa-se ainda a presença de uma quantidade considerável de TiO<sub>2</sub>, que normalmente tende a gerar uma cor mais alaranjada<sup>(13)</sup>. Observa-se também os fundentes óxido de sódio (Na<sub>2</sub>O), óxido de potássio (K<sub>2</sub>O): óxido de cálcio (CaO) e óxido magnésio (MgO), com maior presença de K<sub>2</sub>O.

A composição do rejeito é “rico” em sílica e óxido de ferro, o rejeito possui cerca de 75% de SiO<sub>2</sub>. Portanto, a quantidade de rejeito a ser agregado ao material base não pode ser elevada, pois, uma quantidade elevada de sílica, além de ser danoso ao equipamento, reduz a plasticidade da amostra. Além disso, o excesso de óxido de ferro, além de alterar a coloração, pode reduzir a resistência mecânica da amostra. Na Tabela 2 pode-se observar o resultado do ensaio para a análise de distribuição granulométrica de partículas, este resultado mostra a distribuição granulométrica do material particulado e a seco. O método: peneiramento do material seco a 110°C em conjunto de peneiras vibratórias.

Os resultados demonstram que o rejeito apresenta partículas mais finas, praticamente o material só foi retido na peneira de 74 µm. A argila apresenta uma quantidade grande de material “não argiloso”, pois 87,45% ficaram retidas nas peneiras maiores ou igual a 74 µm, uma vez que as argilas tem granulometria próxima a 5 µm.

Tabela 2. Classificação granulométrica de partículas por peneiras

Abertura ( $\mu\text{m}$ )	Malha (#)	Retido (%)	
		argila	Rejeito
590	30	23,68	1,88
250	60	27,60	0,52
149	100	20,49	10,15
74	200	15,68	38,30
	<b>Fundo</b>	12,55	49,15
	<b>Total</b>	100,00	100,00

Como a maioria das cerâmicas vermelhas utilizadas na obtenção de telha, elementos vazados, tijolos, blocos, etc; são obtidos a partir de uma massa plástica (ou hidroplástica) e que esta massa não pode conter alto teor de sílica, pois prejudica a extrusão e danifica o maquinário, decidiu-se por começar a adição de rejeitos em pequenas porcentagens para que não reduzisse excessivamente o limite de liquidez e de plasticidade. O **limite de liquidez e índice de plasticidade**<sup>(14,15)</sup> são testes empíricos baseados nas normas NBR 6459/84 e NBR 7180/84, desenvolvidos com o propósito de obter o teor de umidade e classificação de tipos de argilas em solos coesivos.

Para definir a quantidade ideal de rejeito a ser adicionado a massa cerâmica partiu da noção de conformação, ou seja, as amostras produzidas com a adição do rejeito deveriam apresentar valores de limite de liquidez e índice de plasticidade similares ao material base (96% argila e 4% de carvão). Para isso utilizou-se o Critério do Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS).

Na Figura 3 apresenta-se o gráfico de índice de plasticidade<sup>(15)</sup> em função do limite de liquidez<sup>(14)</sup>. Os pontos discutidos neste gráfico referem-se a valores obtidos da adição de rejeito ao material base.

Para a confecção das amostras cerâmicas, levando em consideração o objetivo de se obter uma massa plástica, agregando a maior quantidade possível de rejeitos, mais próxima daquela que vem sendo utilizada na empresa cerâmica, o ideal seria adicionar 7,5% de rejeito.

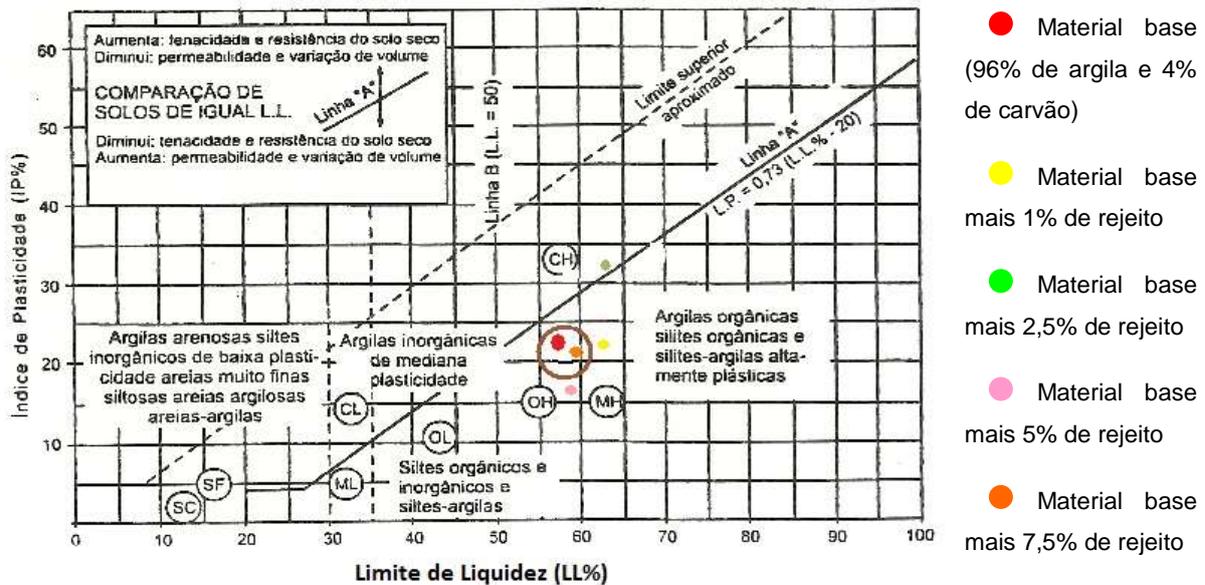


Figura 3. Gráfico do limite de liquidez e índice de plasticidade.

### Processamento

Após a definição da quantidade de rejeito a ser acrescentados à massa cerâmica determinada pelos parâmetros encontrados nos ensaios de Limite de Liquidez e de Índice de Plasticidade<sup>(14,15)</sup>, foram produzidos dois lotes de amostras: um com massa cerâmica pura e outro com massa mais a porcentagem ideal definida de rejeito. Para a realização dos ensaios, como determinação da densidade e porosidade aparente, rugosidade e da resistência mecânica, optou-se pela utilização da técnica de prensagem uniaxial como a de conformação dos corpos de prova.

As amostras foram prensadas uniaxialmente (30 MPa), utilizando uma prensa hidráulica, as amostras foram sinterizadas em forno elétrico tipo mufla, até a temperatura de 900°C, com taxa de 5°C/min e patamar de 1 h. Temperaturas na ordem de 900°C são as comumente utilizadas nas empresas cerâmicas.

### Caracterização das cerâmicas

Após a obtenção das cerâmicas, com o objetivo de verificar se teriam ocorrido alterações com relação à inclusão dos resíduos, fez-se uma série de análises comparando todas as cerâmicas obtidas. Durante as etapas de calcinação e sinterização foram realizadas as medidas de massa e de comprimento dos corpos de prova, permitindo obter as porcentagens para a perda de massa e retração.

A porosidade aparente foi determinada segundo norma ASTM C20-00, baseado no princípio de Arquimedes. Todas as medidas foram realizadas à temperatura ambiente, usando-se uma balança analítica e assumindo a densidade da água destilada  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . Para determinação da rugosidade, por meio de um rugosímetro, optou-se pelos parâmetros Ra (rugosidade média), Rt (profundidade total da rugosidade) e  $R_{3z}$  (rugosidade média do terceiro pico e vale). Para a determinação da resistência mecânica fez-se o uso do ensaio de flexão de 3 pontos, e para cada tipo de processamento ensaiou-se 30 corpos cerâmicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A adição de rejeito não alterou o comportamento das amostras com relação a perda de massa e retração linear. Na Tabela 3, são mostrados alguns valores de temperatura nos quais foram feitas as medidas. Pode-se observar que os valores se mantiveram praticamente iguais, portanto, o uso deste rejeito, na porcentagem especificada, não produzirá cerâmicas com dimensões finais diferentes.

Tabela 3. contração e perda de massa das cerâmicas

<b>Perda de massa (%)</b>				
<b>Amostra</b>	<b>200 °C</b>	<b>400 °C</b>	<b>600 °C</b>	<b>900 °C</b>
Base	$1,66 \pm 0,09$	$3,7 \pm 0,25$	$7,87 \pm 0,10$	$12,25 \pm 1,80$
c/ rejeito	$1,69 \pm 0,12$	$3,50 \pm 0,73$	$7,61 \pm 1,37$	$10,67 \pm 0,77$
<b>Retração linear</b>				
Base	$0,15 \pm 0,11$	$0,01 \pm 0,06$	$0,87 \pm 0,21$	$1,00 \pm 0,14$
c/ rejeito	$0,24 \pm 0,24$	$0,16 \pm 0,36$	$1,42 \pm 0,11$	$1,96 \pm 0,18$

Na Figura 4 são apresentadas as curvas da análise termogravimétrica. Observa-se que as curvas são similares, com perda de massa em torno dos mesmos valores de temperatura de  $140^\circ\text{C}$ ,  $300^\circ\text{C}$  e  $560^\circ\text{C}$ . A perda de massa entre  $220^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$  está relacionada à carbonização de matéria orgânica e perdas do grupo  $\text{OH}^-$  provenientes de hidróxidos. A perda de  $420$  a  $630^\circ\text{C}$  já está relacionada à dissociação da água de constituição dos argilominerais.

Nas curvas da análise térmica diferencial, Figura 5, observam-se dois picos endotérmicos em torno de  $150^\circ\text{C}$  e  $580^\circ\text{C}$ . Segundo Viera<sup>(12)</sup> a perda de água e a liberação coordenada aos cátions e/ou perda de hidroxilas, provenientes de

eventuais hidróxidos. Observa-se também um pico exotérmico 920 °C está relacionado à nucleação da mulita ortorrômbica e formação de espinélio silício-alumínio, com provável decomposição de pequena quantidade de carbonatos.

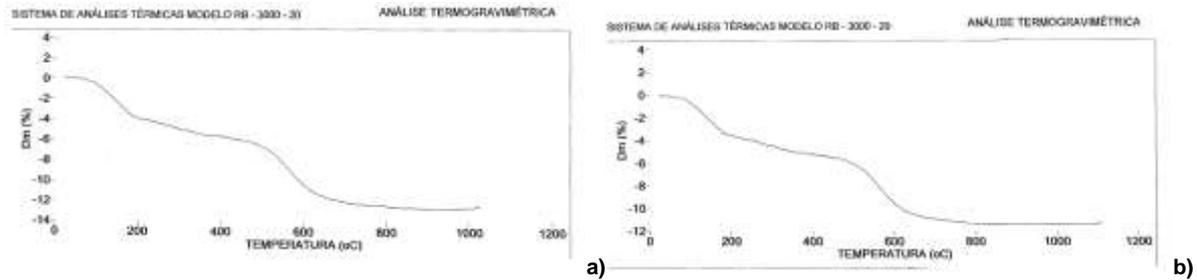


Figura 4. ATG: a) material base e b) material base acrescido de 7,5% de rejeito.

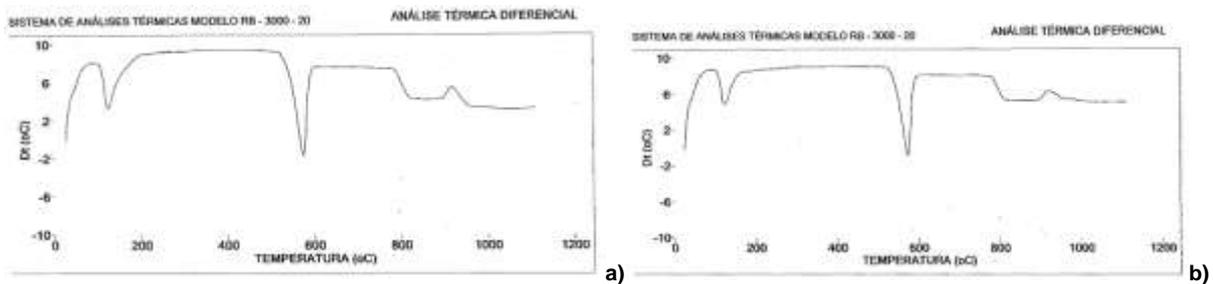


Figura 5. ATD: a) material base, b) material base acrescido de 7,5% de rejeito

Na Tabela 4 são apresentados os valores da densidade aparente e rugosidade, estes valores são importantes para utilização em cerâmica vermelha, sendo relevante a informação dos valores de absorção de água, que estão dentro dos valores da literatura<sup>(12,13,16)</sup>; os valores de rugosidade não apresentam alterações significativas com a adição dos rejeitos, ou seja, superficialmente, não tendem a diminuir a resistência mecânica das amostras, com relação à falha de Griffith.

Tabela 4. Valores da absorção de água, porosidade, densidade, e rugosidade

Densidade Aparente			
Amostra	Absorção de água (%)	Porosidade aparente (%)	Dens. aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Referência	20,76 ± 0,89	36,48 ± 0,94	1,76 ± 0,04
Ref. c/ rejeito	20,28 ± 0,70	35,90 ± 0,80	1,77 ± 0,02
Rugosidade			
Amostra	Ra (µm)	R <sub>3Z</sub> (µm)	Rt (µm)
Referência	3,10 ± 1,32	5,35 ± 3,33	26,80 ± 10,37
Ref. c/ rejeito	3,96 ± 1,90	4,66 ± 2,29	39,05 ± 21,29

Na Figura 6 é mostrado o diagramas de Weibull da amostra base e da amostras com adição de rejeito, apresentando a curva da Probabilidade (P) em função da tensão de ruptura ( $\sigma$ ), em MPa

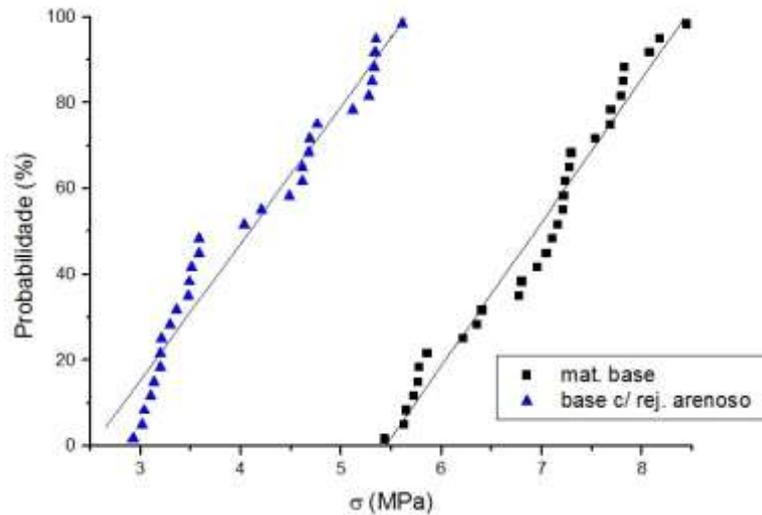


Figura 6. Diagrama de Weibull, probabilidade em função da tensão de ruptura

Na Tabela 5 observa-se que o acréscimo do rejeito reduziu os valores da resistência mecânica, mas não de maneira acentuada, o que impossibilitaria a sua utilização. Além disso, um ponto muito importante foi a verificação que as amostras obtidas utilizando os rejeitos se mostram mais confiáveis com relação à homogeneidade, apresentando os valores dos módulos de Weibull mais elevados.

Tabela 5. Valores do módulo de ruptura e do módulo de Weibull.

Amostra	$\sigma_{50}$ (MPa)	$\sigma_0$ (MPa)	m
Base	7,1	7,4	3,8
c/ rejeito	4,1	4,5	5,2

Vieira<sup>(12)</sup> em seu trabalho com cerâmica vermelha determinou o módulo de ruptura à flexão por 3 pontos, os valores especificados nas normas para a fabricação de tijolos maciços e blocos cerâmicos, são de 2,0 MPa e 5,5 MPa, respectivamente. Para a obtenção de telhas, o valor especificado de 6,5 MPa. Já para a obtenção de revestimento cerâmico de parede, a resistência mecânica mínima exigida é de 12 MPa para produtos com espessura menor que 7,5 mm. Para aplicação como pavimento, a resistência mecânica mínima é de 18 MPa.

Para Teloecken<sup>(16)</sup> o valor de resistência mecânica para utilização das amostras como bloco cerâmico está dividida em classes, sendo o valor mínimo de 1 MPa. Para telhas o valor varia de 6,8 a 9,8 MPa e, no máximo, 12,7 MPa dependendo do tipo de telha. Partindo destas condições, fica evidente que ao agregar o resíduo tem-

se certo a sua utilização como tijolo maciço e também a sua utilização como bloco cerâmico para vedação.

## CONCLUSÃO

O rejeito proveniente da mineradora basicamente é constituído de sílica e óxido de ferro. Para fabricação de cerâmica vermelha utilizando conformação por extrusão, tendo como referência o índice de plasticidade e o limite de liquidez, sugere-se que seja agregado a massa cerâmica 7,5% de rejeito.

Em termos de tempo de processamento e economia financeira o uso do rejeito é viável, pois esta quantidade de agregado não produz alterações na matéria prima no que diz respeito a análise térmica, todos os processos endotérmicos e exotérmicos são mantidos idênticos à amostra base.

A adição de rejeito não produz alterações relevantes na absorção, na porosidade e na densidade das amostras prontas. Também não existe modificação significativa na rugosidade, portanto, a agregação do rejeito se mostra viável no aspecto de absorção.

Para a fabricação de tijolos maciços as amostras atingem os valores do módulo de ruptura à flexão exigidos pelas normas. Por tanto, para a produção de blocos cerâmicos a sua utilização é viável, porém, deve-se especificar uma classe. Uma possibilidade importante é sua utilização em cerâmica de vedação na construção civil. Todas estas conclusões são válidas considerando o uso da argila da Região estudada. Porém, para a adição deste rejeito em outra argila, faz-se necessário um novo estudo partindo do gráfico de limite de liquidez e do índice de plasticidade.

### In Memoria

Da Profa. Dra. Rosa Maria Bittencourt, idealizadora deste trabalho, mas que por motivos de saúde nos deixou no ano de 2013. A nossa homenagem e saudade.

## REFERÊNCIAS

- (1) NEM, R. W. A. **Utilização da escória de cobre na fabricação de tijolos maciços em solo-cimento.** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense. 1995. 88p.

- (2) NEVES, G.A. FERREIRA, H.C.; SILVA, M.C. **Potencial de utilização de resíduos de serragem de granito na fabricação de revestimento cerâmicos.** 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica 2000. São Pedro. S.P.
- (3) BRETANHA, A. M. **Resistência a Sulfatos de Concretos Contendo diferentes Tipos de Cimento e Adições de Cinza de Casca de Arroz.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.2000. 146p.
- (4) BASEGIO, T. M.; BERUTTI, F. A. BERGMANN, C.P.; **Aspectos Ambientais no uso de lodo de curtume como matéria-prima para cerâmica vermelha.** 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica Florianópolis S.C. – Anais. 2001
- (5) PEREIRA FILHO, L. I.; COSIN, S.; VALERA, T. S. ; TOFFOLI, S. M. **Utilização de vidro em pó em cerâmica vermelha.** 46º Cong. Bras. de Cerâmica. São Paulo S.P. 2002.
- (6) SEGADÃES, A.M.; SILVA,J.B.; ACCHAR,W.; HORTZA, D. **Reaproveitamento da lama industrial de mármore e granito em massas argilosas** 47º Cong. Bras. de Cerâmica João Pessoa, 2003
- (7) CHAVES, L. F. M. **Estudo da Adição do Resíduo Proveniente da Extração de Minério de Ferro em Argilas do Rio Grande do Norte.** 2009. (Tese de doutorado Eng. de Materiais). Univers. Federal do Rio Gr. Norte. UFRGN. 2009.
- (8) RANIERI, M. G. A. **Aproveitamento dos Resíduos Industrial/Artesanal de Pedra-Sabão da Região de Ouro Preto.** (Tese de doutorado Eng. de Materiais). Guaratinguetá. UNESP. 2011
- (9) ACCHAR, W.; RULFF, B.; SEDAGADAES, A. **Effect of the incorporation of a spent catalyst reject from the petroleum industry in clay products.** Applied Clay Science, V. 42, p. 657 – 660, 2009.
- (10) USLU, T.; AROL, A. I. **Use of boron waste as an additive in red bricks.** Waste Manegement. V. 24, I.2, 2004, p 217 – 220.
- (11) RUIZ, M. S. **O conflito entre urbanização e mineração de argilas no município de Campinas.** Dissertação de mestrado, Univers. Estadual de Campinas – Instituto de Geociências. Campinas, 1989.
- (12) VIEIRA, C. M. F., HOLANDA J. N. F., PINATTI, E D. G. **Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes** – RJ. Cerâmica v. 46 n. 297. São Paulo. 2000

- (13) GRUN, E. **Caracterização de Argilas Provenientes de Canelinha/SC e Estudo de Formulações de Massas Cerâmicas..** Dissertação Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) UDESC. Univer. Est. de Santa Catarina 2007
- (14) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6459: **Solo - Determinação do limite de liquidez.** Rio de Janeiro, 1984
- (15) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7180: **Solo - Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro, 1984
- (16) TELOEKEN, A. C., VILLANOVA, D. L., BASEGIO, T. M., BERGMANN, C. P. **Utilização de lodo galvânico como matéria-prima em cerâmica vermelha e caracterização dos corpos cerâmicos obtidos quanto a propriedades tecnológicas e a imobilização de metais.** Revista Cerâmica Industrial. V. 16, n. 2. 2011. p.14 – 19

## **STUDY OF CERAMIC BLOCK MANUFACTURE WITH THE ADDITION OF WASTE FROM THE EXTRACTION OF IRON ORE**

### **ABSTRACT**

This work is intended to study the possibility of adding an amount of waste from iron mining in the ceramic mass. Clay and coal, from Vale do Paraiba, Sao Paulo, were used in this research. These raw materials are used in the manufacture of ceramic blocks. The raw materials were analyzed by fluorescence and X-ray diffraction, particle size, differential thermal and thermogravimetry. Waste amount, which was used in the ceramic mass, was determined by liquid limit and plasticity tests. After such tests, performed to determine waste amount, all samples were uniaxially pressed and sintered at 900°C. Ceramics were characterized as for roughness, density and mechanical resistance. The results showed that the waste addition, in the specific quantity, guarantees sealing ceramic block manufacturing.

Keywords: red ceramic, residue from the mining of iron, clay, recycling, ceramic block