

EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE FILITO E ESCÓRIA DE ACIARIA NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE CERÂMICAS ESTRUTURAIS

B. S. Moreira¹, M. C. Freitas¹, A. A. Rabelo¹, W. Acchar², R. M. P. B. Oliveira¹

Fl. 17, Qd. 04, Lt. Especial, Marabá, PA, 68505-080, Brazil. bruna_kissoares@hotmail.com

¹ Universidade Federal do Pará ² Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

Neste trabalho, foram caracterizadas a argila, o filito e a escória de aciaria através das técnicas de Fluorescência de Raios X (FRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As formulações foram preparadas com objetivo de avaliar a microestrutura, propriedades físicas e mecânicas obtidas após a incorporação de filito como substituto parcial da argila e também a introdução de escória de aciaria em formulações de cerâmica estrutural. Utilizaram-se porcentagens de no máximo 50% de filito, 35% de escória e 35% de argila. Os corpos de prova foram prensados e sinterizados nas temperaturas de 900, 1000 e 1100 °C/2h. Foram realizados ensaios de Retração Linear (RL), Absorção de Água (AA), Massa Específica Aparente (MEA), Porosidade Aparente (PA) e Módulo de Ruptura à Flexão (MRF) para avaliar as características dos materiais produzidos.

Palavras-chave: cerâmica estrutural; filito; escória; propriedades tecnológicas.

INTRODUÇÃO

A aplicação de resíduos industriais como a escória de aciaria e materiais alternativos se mostra como uma forma de reduzir o custo e o impacto ambiental causado pela produção ⁽¹⁾. A escória de aciaria constitui depois da escória de alto forno, o principal resíduo produzido no processo siderúrgico, formado durante o refino do aço pelo conversor LD e que ainda não possui uma metodologia para seu descarte adequado ⁽²⁾.

A utilização de escória de aciaria nesse segmento tem se tornado constante, e o estudo da aplicação de Filito, um componente ainda não amplamente estudado, podem ser explorados para aplicação nestes materiais. O filito é uma rocha

metamórfica constituída basicamente de quartzo, caulinita e sericita, o qual é originário de materiais argilosos pelos processos de dinamometamorfismo e recristalização. Sua utilização nas massas cerâmicas se deve ao fato deste possuir a função de fundente, conferindo um aumento na resistência mecânica dos materiais cerâmicos e cor de queima ^{(3) (4)}.

Neste trabalho utilizou-se o Filito e Escória de aciaria para desenvolver formulações cerâmicas com a substituição parcial da argila nas massas cerâmicas visando estudar o efeito da incorporação desses componentes nas propriedades tecnológicas de cerâmica estrutural.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram o Filito oriundo da formação Couto Magalhães, que aflora na faixa de dobramento Araguaia, argila (Cerâmica Minas Gerais) e a escória de aciaria fornecida pela Sinobras. Para análise e melhor definição das formulações foram obtidas as composições de todos os materiais a serem utilizados ao decorrer do trabalho. A composição química dos componentes foi determinada através da Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (FRX), (utilizando espectrômetro WDS sequencial, modelo Axios Minerals da marca PANalytical, com tubo de raios-X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 KW).

Para a confecção dos corpos de prova foram definidas quatro formulações, a formulação 0 (F0) utilizada como padrão para a comparação de resultados e outras três formulações usadas para análise das características com diferentes adições de filito, argila e escória. Antes da confecção dos corpos de prova a argila, o filito e a escória foram cominuídas e peneiradas (peneira de 100 Mesh) e em seguida os corpos de prova foram prensados uniaxialmente a 4 Mpa em moldes de 2 x 6 cm. Foram confeccionados 120 corpos de prova, sendo 30 para cada formulação, as temperaturas de sinterização utilizadas foram de 900, 1000 e 1100 °C. A Tab. 1 apresenta as quantidades de material definidas para cada formulação.

Tabela 1 – Formulações definidas.

Formulação	Argila (%)	Filito (%)	Escória (%)
1	45	35	20
2	45	20	35
3	20	50	30

Após a sinterização os corpos de prova foram submetidos a ensaios para a avaliação das propriedades tecnológicas das amostras, os ensaios realizados foram de absorção de água, densidade aparente, porosidade aparente, retração linear de queima e o ensaio de flexão em três pontos realizado na máquina de ensaios universal Zwick/Roell modelo 25S1S.

Para a análise microestrutural, após a sinterização, as amostras foram lixadas, polidas em politriz com pasta de diamante de 1 µm e analisadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) acoplado com espectrômetro de energia dispersiva de raios-X (EDS) , da marca Hitachi e modelo TM-3000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab. 2 apresenta a composição química de cada componente utilizado no trabalho, determinadas pela espectrometria de fluorescência de raios X.

Tabela 2 – Composição das Materias Primas.

Matéria prima	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₃ O ₂	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Na ₂ O	ZrO ₂	CaO	SO ₃	TiO	SiO	PF
Argila	60,08	20,78	5,47	0,73	2,10	0,05	0,96	0,271	0,03	-	-	-	-	9,49
Escória	26,98	2,59	0,20	6,87	-	-	-	-	-	62,86	0,09	0,23	0,17	0
Filito	59,75	20,32	7,71	1,09	4,89	<0,1	1,11	-	-	-	-	-	-	5,07

A Fig. 1 apresenta os resultados da absorção de água para cada formulação e temperatura de sinterização. Na F1 ocorre uma diminuição pela maior presença de argila em sua formulação, a F2 obteve uma pequena diminuição de AA devido a presença de carbonatos que contribuem para formação de fase líquida em temperaturas elevadas, já a F3 apresenta uma maior quantidade de filito o qual possui como característica baixa permeabilidade que se potencializa com o aumento da temperatura de sinterização ⁽²⁾ .

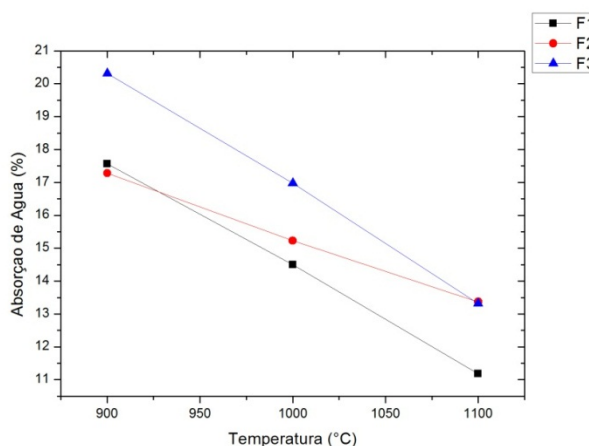


Figura 1 – Gráfico de absorção de água em função da temperatura.

A Fig. 2 apresenta os resultados obtidos para a porosidade aparente, nas F1 e F3 a porosidade diminuiu devido a formação de fase líquidas nessas formulações que tendem a fechar os poros dos corpos de prova, sendo menos evidente na F2. Esta formulação possui maior quantidade escória, que possui a fase calcita que a 950°C se decompõe provocando a formação de porosidade, a partir de 1000°C há uma diminuição da PA e a 1050°C há um novo aumento, pois a esta temperatura a escória se torna inerte ⁽⁵⁾.

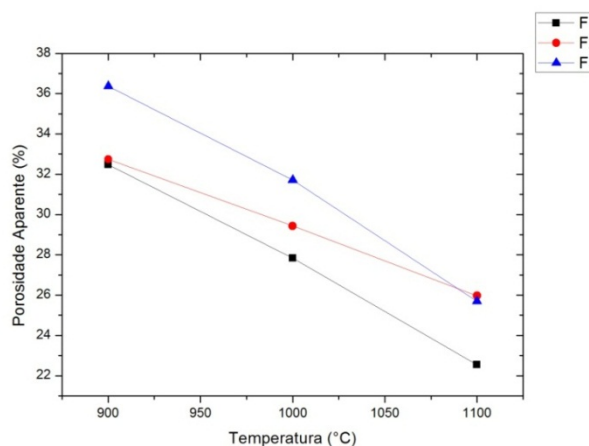


Figura 2 – Porosidade Aparente em função da temperatura.

Observa-se na Fig. 3 que para a F1 a retração se manteve constante com o aumento da temperatura, a F2 os valores de retração aumentaram a partir de 1000°C, devido a presença de óxidos CaO e MgO na escória que através de reações químicas provocam sua expansibilidade e saturação do resíduo na massa, já F3 obteve baixos valores até 1000°C, a partir desta temperatura houve um aumento devido ao maior teor de filito que provoca uma densificação no material ⁽²⁾.

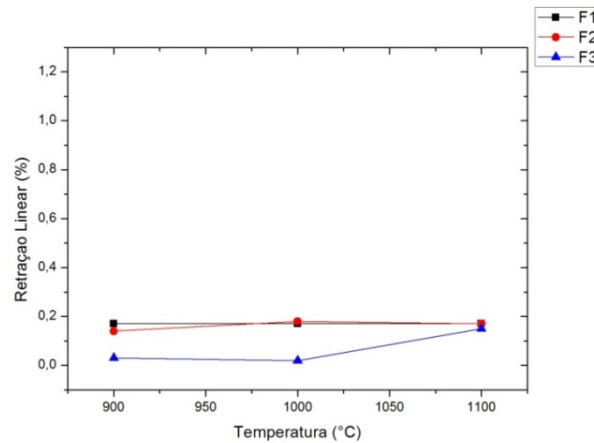


Figura 3 – Retração Linear em função da temperatura.

Na Fig. 4 apresenta o gráfico para a densidade aparente, na F1 a reta da densidade aparente é crescente com o aumento da temperatura devido a uma maior compactação dos grãos da argila mesmo a F1 possua certa quantidade de escória de aciaria. A F2 possui entre 900 e 1000°C um decréscimo de DA devido a formação da fase calcita presente na escória, para a F3 esses valores se tornam crescentes devido ao filito formar fases vítreas ⁽³⁾ ⁽⁵⁾.

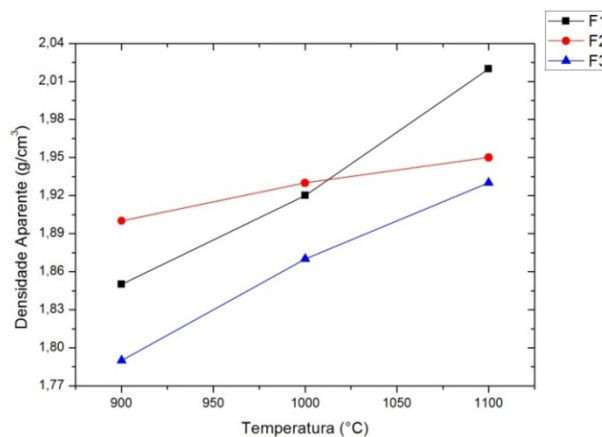


Figura 4 – Densidade aparente em relação a temperatura de sinterização.

A Fig. 5 apresenta os resultados do módulo de ruptura para as três formulações, na F2 há uma redução no módulo de ruptura a partir de 1050°C, devido a decomposição da calcita presente na escória, provocando assim a formação de porosidade, entre as temperaturas de 925 e 1050°C, o módulo aumenta em decorrência da vitrificação causada pela escória nesta faixa de temperatura ⁽⁵⁾. Na F3 o aumento foi gradativo devido ao Filito formar uma fase vítrea mais viscosa que aumenta a resistência do material ⁽³⁾.

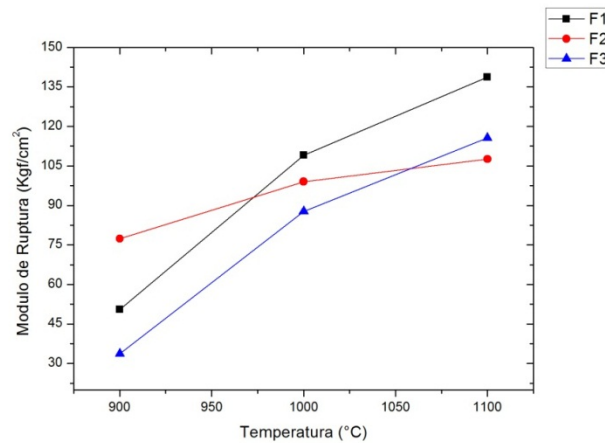


Figura 5 – Gráfico do Modulo de Ruptura em função da temperatura.

Para a análise microestrutural as formulações sinterizadas a 1100°C foram escolhidas para análise dos corpos de prova quando submetidos a temperatura mais alta e sua influencia sobre os mesmos. A Figs. 6a e 6b apresentam o MEV da F1, observa-se que mesmo em altas temperaturas a porosidade é acentuada, a presença de quartzo e de vazios originados da ocorrência de desprendimento de partículas durante a sollicitação mecânica.

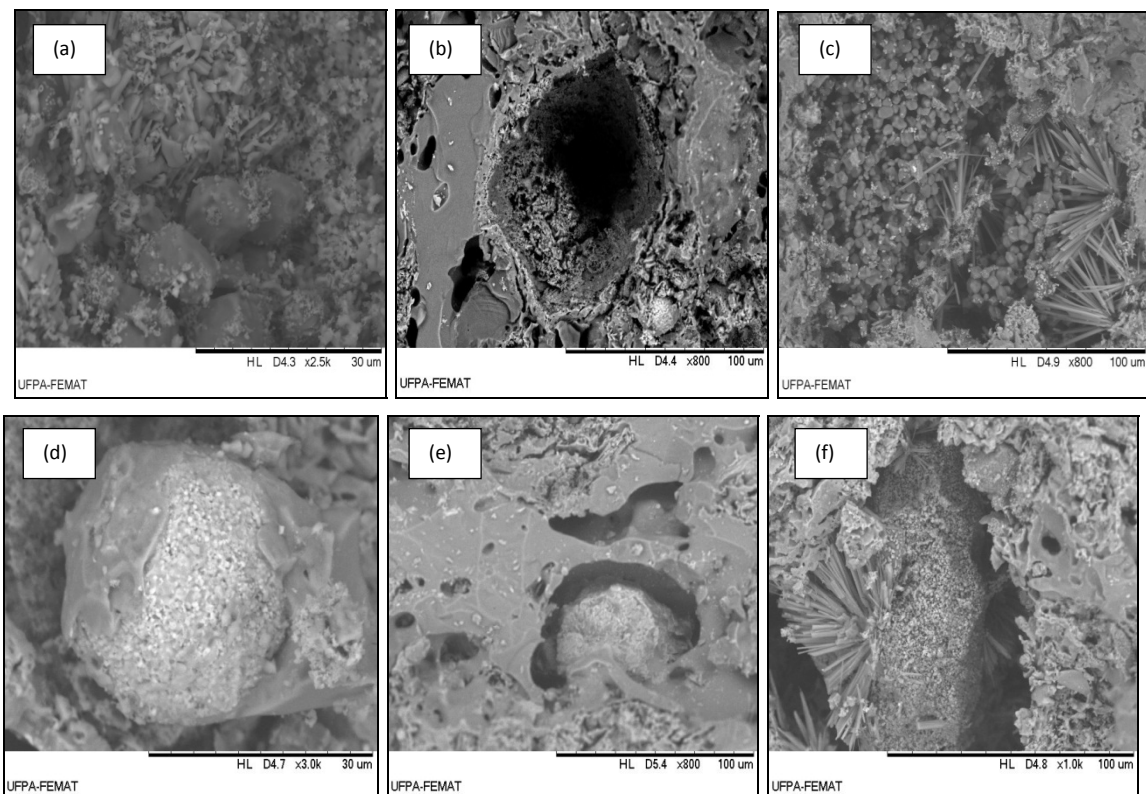


Figura 6 – Micrografia das formulações sinterizadas a 1100°C: (a) e (b) F1 (c) e (d) F2 (e) e (f) F3.

Na Figs. 6b e 6c mostram que a superfície da F2 apresenta fase cristalina formadas pelo filito que se assemelha a agulhas e um aglomerado de escória envolto pelo filito fundido desmontram que este pode contribuir para melhor compactação da escória na massa cerâmica. A F3 apresentada na Fig.6e e 6f mostra uma microesrutura com poros isolados e superfície mais compactada devido ao efeito fundente do filito com formação de algumas fases vítreas presentes na escória.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados acima descritos, podemos afirmar que a substituição parcial de argila por escória de aciaria e filito, quando misturada nas proporções estudadas neste trabalho, não influencia de maneira significativa nas propriedades tecnológicas do material após a queima, sobretudo em temperaturas superiores a 1000 °C, isto se deve provavelmente ao fato do filito atuar como fundente na formulação final da massa cerâmica. Observamos ainda que a formulação F3 possui características adequadas para ser empregada na produção de cerâmicas estruturais, uma vez que apresenta boa resistência mecânica mesmo com a incorporação de 30 % de escória de aciaria.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FADESP, ao laboratório de Propriedades físicas dos Materiais Cerâmicos da UFRN, ao laboratório de Caracterização Mineral do Instituto de Geociências da UFPA e a Sinobras pelo fornecimento de escória.

REFERÊNCIAS

- [1] Maciel, G.S. ; etal . **Alterações microestruturais e inertização de lama fina de aciaria em cerâmica argilosa**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais,17., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...**Foz do Iguaçu: Metallum, 2006. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17cbecimat-112-054.pdf>>. Acesso: 08 Abr. 2012.
- [2] Regô, V. R. **Efeito da adição de escória de aciaria em formulações de massa cerâmica para telhas**. Natal: UFRN, 2010.

- [3] Fonseca, M. G; et al. **Estudo de matérias primas fundentes**. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 43., 1999, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSCar, 199. Disponível: <<http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/cd/cbc/1999/Artigos/443.doc>>. Acesso em: 20 set. 2012.
- [4] Melo, L.G.A. **Síntese e caracterização de geopolímeros**. Rio de Janeiro: IME, 2011.
- [5] Junior, E. L. S. et al. **Incorporação de escória de aciaria em cerâmica vermelha**. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 49., 2005, São Pedro. **Anais eletrônicos...**São Pedro: UENF, 2005. Disponível em: <<http://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbc/2005/artigos/49cbc-5-36.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- [6] SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de argilas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

EFFECT OF INCORPORATION OF PHYLLITE AND STEEL SLAG IN THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL CERAMICS

ABSTRACT

In this work, where characterized the clay, phyllite and steel slag through the techniques of X-Ray Fluorescence (XRF) and Scanning Electronic Microscopy (SEM). The formulations were prepared in order to evaluate the microstructure, physical and mechanical properties obtained after the incorporation of phyllite as partial substitute of clay and also the steel slag introduction in formulations of structural ceramics. Were used percentages up to 50% of phyllite, 35% steel slag and 35% clay. The test pieces were pressed and sintered in the temperatures of 900, 1000 e 1100 °C/2h. Tests of Linear Retraction (LR), Water Absorption, Apparent Specific Mass (MEA), Apparent Porosity (AP) and Flexural Modulus of Rupture (MRF) to evaluate the characteristics of the materials produced.

Keywords: structural ceramic; phyllite; steel slag; technological properties.