

INCORPORAÇÃO DA ESCÓRIA DO FORNO PANELA EM FORMULAÇÃO CERÂMICA: ESTUDO DAS ZONAS DE EXTRUSÃO

E. F. Feitosa; C. M. Santana; D. S. Luna; D. M. S. Santos; G. S. Silva; L. T. Noleto; N. C. Almeida; A. A. Rabelo; E. Fagury Neto

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Geociências e Engenharias, Faculdade de Engenharia de Materiais

Nova Marabá, Fl 17, Qd. 04, Lt Especial, CEP 68505-080, Marabá, Pará, Brasil

edna.fernandes48@gmail.com; fagury@unifesspa.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da incorporação da escória do forno panela (EFP) em argilas (gorda e magra) usadas para a fabricação de cerâmica estrutural. A EFP proveniente de uma usina siderúrgica local, foi adicionada às formulações cerâmicas nas proporções de 8%, 14% e 16%. As formulações foram ensaiadas em equipamentos apropriados que medem o limite de liquidez e limite de plasticidade. A propriedade analisada foi o índice de plasticidade, com o intuito de se fazer um estudo das zonas de extrusão. Resultados mostraram que a incorporação de escória em argilas altera a plasticidade, porém sem inviabilizar seu uso no processo de extrusão.

Palavras-chave: *Escória, argila, zonas de extrusão, plasticidade.*

1. INTRODUÇÃO

A escória é um dos inúmeros resíduos gerados nos processos siderúrgicos de fabricação de aço e tem como composição básica óxidos metálicos e não-metálicos. Dependendo do processo de geração, pode ser escória de alto forno (fusão redutora de minérios) ou de aciaria elétrica (produção de aço). A escória do forno panela de aciaria elétrica é gerada na etapa do refino secundário no forno panela, sendo este o processo de refino secundário mais utilizado no Brasil. ⁽¹⁾

A reciclagem de resíduos é uma prática que deve ser incorporada como uma alternativa quando não existe a chance de minimização. Nos últimos anos, as pesquisas sobre reciclagem externa das escórias voltaram-se principalmente para a incorporação em cimento e concreto (como agregado graúdo ou miúdo) e mais recentemente no material cerâmico, com poucos estudos ainda com escória do forno

panela. Nota-se também que existe uma tendência mundial nas últimas décadas de reciclagem de resíduos em associação (mais de um resíduo na formação de um material) e normalmente isto ocorre em materiais cerâmicos devido a sua alta capacidade de incorporação de outros materiais. ⁽¹⁾

Neste trabalho, propôs-se a incorporação da escória gerada na etapa do refino secundário no forno panela oriundo de uma usina siderúrgica local, em formulações de cerâmica vermelha, para se avaliar o comportamento da plasticidade das argilas perante a incorporação do rejeito supracitado, e determinar em qual faixa as formulações propostas estão localizadas no gráfico de zonas de extrusão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

Foram utilizados dois tipos de argilas: uma de maior plasticidade, denominada de argila gorda (AG) e a outra de menor plasticidade, denominada de argila magra (AM). As mesmas foram fornecidas pela Cerâmica Castanheira Ltda., localizada no município de Marabá, Pará. As argilas foram secas em estufa, desaglomeradas com almofariz e pistilo e, em seguida peneiradas de forma a apresentarem a granulometria de 100 mesh Tyler.

O rejeito utilizado nas formulações cerâmicas foi a escória do forno panela (EFP), fornecida pela Siderúrgica Norte Brasil S.A., localizada no Distrito Industrial da cidade de Marabá, Pará, sendo a escória seca e peneirada até granulometria de 100 mesh Tyler.

2.2. MÉTODOS

As matérias primas foram submetidas aos ensaios de liquidez, no equipamento Casagrande, e de plasticidade. A Tabela 1 mostra as formulações cerâmicas desenvolvidas neste trabalho.

Tabela 1 - Formulações desenvolvidas no trabalho

Amostra	AM(%)	AG(%)	EFP(%)	IDENTIFICAÇÃO
1	0	100	0	F0G
2	100	0	0	F0M
3	50	50	0	F1
4	46	46	8	F2
5	43	43	14	F3
6	42	42	16	F4

Fonte: AUTOR (2016)

Foram determinados os índices de plasticidade das formulações desenvolvidas, bem como a determinação do gráfico de zonas de extrusão.

A caracterização química das matérias primas foi realizada através de espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX), utilizando-se um espectrômetro Shimadzu EDX-720.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados os resultados do índice de plasticidade de todas as formulações usadas no desenvolvimento deste trabalho, tendo como base as diferentes proporções de escória adicionadas, pois as quantidades de argila magra e gorda foram as mesmas em cada formulação. Comparou-se ainda as propriedades plásticas das formulações com e sem o rejeito a fim de observar se obtiveram melhorias nessas propriedades. Portanto, a variação nos resultados se deu pelas quantidades diferenciadas da EFP. Foram determinadas também as composições químicas das matérias primas empregadas, para se fazer um paralelo entre os resultados da plasticidade e a composição dos insumos.

3.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS MATÉRIAS PRIMAS

A seguir são mostrados os resultados da análise de composição química das matérias primas empregadas neste trabalho.

Tabela 2 – Composição química das matérias primas.

Comp/%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	MnO ₂
AM	59,48	29,98	5,54	2,57	1,30	0,43	0,69	0,00
AG	59,24	30,43	6,46	1,45	1,18	0,05	1,02	0,00
EFP	28,85	4,57	12,01	0,10	11,85	38,63	0,39	2,32

As argilas empregadas neste trabalho mostraram composição química semelhante, mesmo sendo previamente classificadas pelo fornecedor com diferentes níveis de plasticidade. Neste caso, era esperado um menor teor de SiO₂ por parte da argila gorda, fato que não foi observado. Talvez o processo de sazonalidade aplicado pelo fornecedor deva ser melhorado para que ocorra uma maior lixiviação da sílica livre da argila. Este fato influenciou diretamente os resultados de plasticidade determinados.

A escória de forno panela apresentou composição rica em óxidos de cálcio e magnésio, além de Fe₂O₃ e SiO₂. Todos estes componentes comprometem a plasticidade da argila, como também observado a seguir.

3.2. ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP)

A Tabela 3 apresenta os valores de índice de plasticidade de todas as formulações usadas no desenvolvimento deste trabalho e a Figura 1 representa graficamente os mesmos valores.

Tabela 3 – Índice de plasticidade de todas as formulações

AMOSTRAS	IP(%)
1	14,21
2	10,75
3	11,02
4	17,13
5	13,83
6	15,57

Fonte: AUTOR (2016)

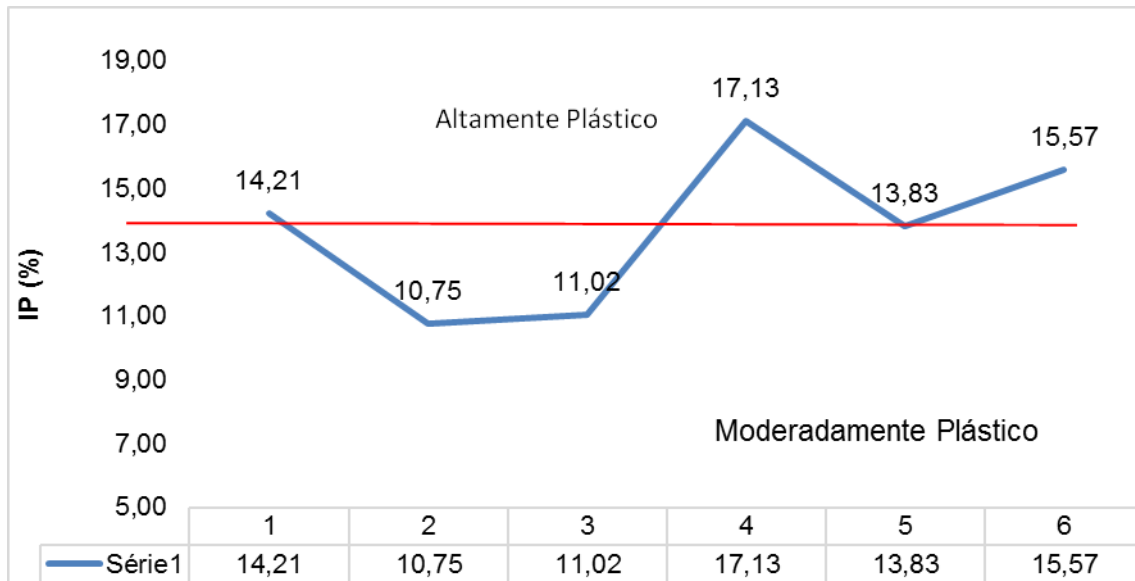


Figura 1 – Índice de plasticidade das formulações usadas neste trabalho. Fonte: AUTOR (2016)

As argilas são classificadas em fracamente plástica ($IP < 7\%$), medianamente plásticas (IP entre 7 e 15%) e altamente plásticas ($IP > 15\%$), essa classificação é segundo Papini (2013). Os resultados da Tabela 2 mostram que todas as amostras são medianamente plásticas, com os valores de IP entre 7% e 15%.

3.3. ZONAS DE EXTRUSÃO

Para uma extrusão aceitável a amostra deve apresentar IP entre 10 e 34% e LP entre 18 e 31%. No entanto, para uma extrusão ótima os valores para IP devem estar entre 15 e 25% e os de LP entre 18 e 25%.

A Figura 2 apresenta as zonas de extrusão em que ficaram localizadas as amostras⁽³⁾.

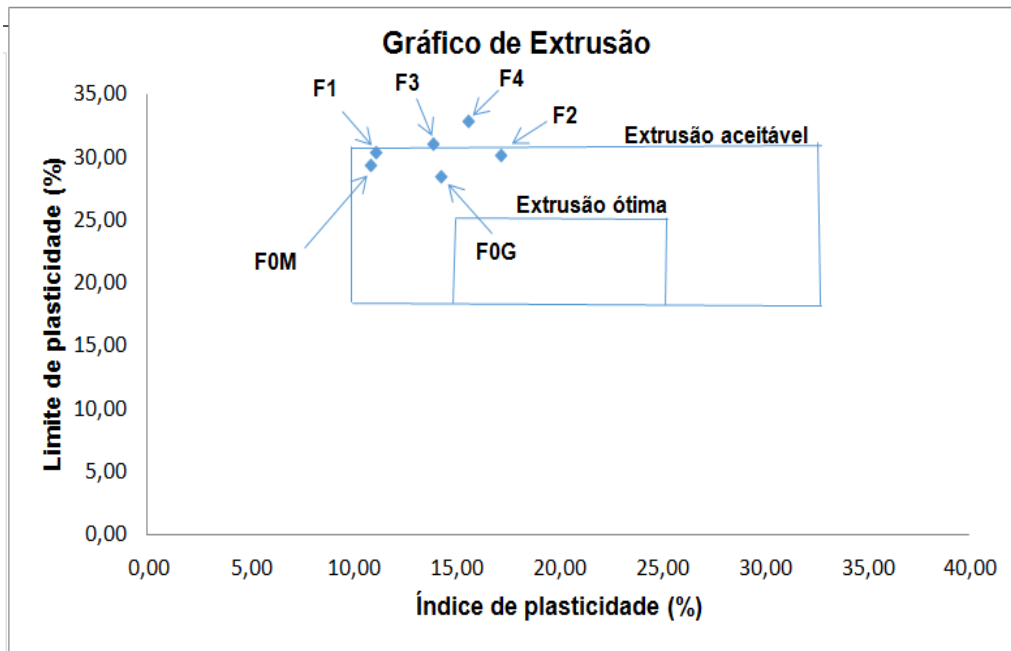


Figura 2 – Zonas de extrusão mostrando a localização de todas as formulações. Fonte: AUTOR (2016)

De acordo com o gráfico da Figura 2, quatro das amostras analisadas (M0M, M0G, F1 e F2) ficaram localizadas dentro da zona de extrusão aceitável, ou seja, o IP das mesmas está dentro dos limites que a norma exige; porém as formulações M0M, M0G e F1 tratam somente de argilas, e como esperado as formulações com adição de EFP apresentaram menor plasticidade. Das seis formulações analisadas, a que obteve o melhor resultado foi a F2 (com 8% de rejeito), ficando assim dentro da área de extrusão aceitável, o que significa que massa argilosa produzida a partir desta composição pode ser utilizada industrialmente.

4. CONCLUSÕES

Os resultados da composição química das matérias primas ajudaram a mostrar o motivo dos baixos níveis de plasticidade obtidos neste trabalho. Argilas ricas em SiO₂ apresentaram plasticidade dentro da zona aceitável, porém com a incorporação da EFP a plasticidade diminuiu e apenas F2 ficou dentro da área de extrusão aceitável. Conclui-se, portanto, que a EFP pode ser utilizada para preparação de massas para cerâmica vermelha, em teores menores que 10%. Entretanto, resultados a serem divulgados oportunamente, sobre a caracterização

tecnológica das cerâmicas produzidas, confirmarão a viabilidade do uso de EFP em cerâmica vermelha.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Siderúrgica Norte Brasil S.A, à Cerâmica Castanheira Ltda. e ao Prof. Gelmires Neves (UAEMa-UFMG) pelas análises de FRX.

REFERÊNCIAS

- (1) Cardoso, M. A. **Reciclagem de escória de forno panela de aciaria elétrica em material cerâmico.** Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USIN_c8ab05e56713eb14800a68fac2888a06> Acesso em 13, set. 2016.
- (2) Souza Santos, P. **Ciência e tecnologia de argilas.** Vol. 1. 2ª ed. 408 p. Edgard Blücher: São Paulo, 1989.
- (3) Paes Santos, C. V.; Silva, A. R.; Guimarães Filho, M. A. S.; Fagury Neto, E.; Rabelo, A. A. **Índice de Plasticidade e Análise Racional de Argilas de Marabá (PA) para Avaliação das Zonas de Extrusão.** Cerâmica Industrial, 17, 2, pg 25 – 27, Mar/Abr, 2012.
- (4) Papini, C. A. **Materiais de construção civil: materiais cerâmicos.** Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/AquilesCampagnaro/cermicas-26467332>> Acesso em 14, out. 2015.

INCORPORATION OF LADLE FURNACE SLAG IN CERAMIC FORMULATIONS: STUDY OF EXTRUSION ZONES

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of incorporation of ladle furnace slag (LFS) in two clays with higher and lower plasticity, used for the manufacture of structural ceramics. The LFS from a local steel making plant was added to ceramic compositions in proportions of 8 %, 14 % and 16 %. The formulations were tested in

appropriate equipment that measures the liquid limit and plastic limit. The property examined was the plasticity index, in order to make a study of the extrusion zones. Results showed that the addition of slag into clay mixtures alters the plasticity; however, the extrusion process was not hampered.

Keywords: *Ladle furnace slag, clay, plasticity, extrusion.*