

Cal de Filtro: Resíduo e Matéria-prima

Laura B. Bernardes^a, Laudo J. L. Bernardes^a

^aGranTec Tecnologias de Materiais, Piracicaba - SP, Brasil
*e-mail: granula@uol.com.br

Resumo: A instalação de filtros nas indústrias cerâmicas de revestimentos, situadas no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, para o controle da emissão de gases de flúor, acarreta a geração de um resíduo sólido denominado por “cal de filtro”. Estima-se que a geração mensal atinja entre 8 a 20 g de resíduo por m² de revestimento cerâmico produzido. Em média, 600 t de cal de filtro podem ser geradas, por mês, nessa região. A transformação desse resíduo em matéria prima, para a indústria do aço, com o devido acompanhamento da Cetesb - Piracicaba - SP, pode ocasionar ganhos econômicos e ambientais, tanto para a empresa cerâmica como à indústria siderúrgica.

Palavras-chave: flúor, cal de filtro, fluorita cerâmica, resíduo, revestimentos cerâmicos.

1. Introdução

Desde o início da Revolução Industrial, meados do século XIX, o planeta Terra começou a ser “presenteado” com inúmeros tipos e classes de resíduos.

Despejados no ar, no solo, nos rios e nos mares, essa “bomba” vai se acumulando e, em muitos casos, danificando, rapidamente, alguns ecossistemas.

Segundo Ignacy Sachs, professor honorário da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais de Paris (França):

Resíduo é recurso que pode ser valorizado. Se o que antes se jogava fora passa a ser utilizado, aumenta-se o faturamento a partir da mesma produção. Portanto, gera-se um recurso adicional para o desenvolvimento sem a necessidade de um novo ciclo de investimento-produção. (SACHS, 1993, p. 104).

2. Histórico

A fabricação de revestimentos cerâmicos, em muitos locais do mundo, utiliza algumas argilas (matérias primas) que contêm, em sua composição, uma variável quantidade de flúor.

Durante a queima ocorre a liberação do flúor, sob a forma de íon fluoreto (F⁻). Este reage com o vapor de água da atmosfera do forno, formando ácido fluorídrico (HF), que é conduzido pelo fluxo gasoso à chaminé. Quando liberado no meio ambiente, pode causar sérios danos à saúde humana, às plantas e aos animais.

Para diminuir, drasticamente, a liberação desses gases na atmosfera, evitando autuações de órgãos ambientais, as indústrias

são obrigadas a instalarem filtros específicos. A emissão de fluoretos, no Estado de São Paulo, através da Portaria nº 11, da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo)⁵, ano 2003, possui um limite de 5 g.Nm⁻³.

3. Geração do Resíduo

Os gases, ao passarem pelo sistema de filtragem, composto de cal hidratada, reagem e formam o elemento CaF₂, designado como “Fluorita Cerâmica”, também denominada como “cal de filtro”, conforme a Figura 1.

Em uma palestra na ASPACER, Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (agosto 2006), o Eng. Bernardes apresentou o levantamento dos dados da Tabela 1.

Hoje, devido à modernização dos filtros e, principalmente, um maior conhecimento da operação dos mesmos, estima-se uma geração de cal de filtro entre 8 a 20 g.m⁻² de revestimento.

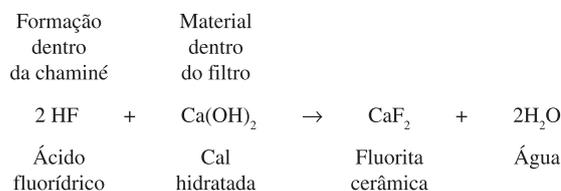


Figura 1. Formação esquemática da fluorita cerâmica.

Tabela 1. Geração de cal de filtro (BERNARDES, 2006)⁴.

Geração mensal via seca	Revestimentos cerâmicos (m ²)	Gramas de cal de filtro por m ² de revestimento (g.m ⁻²)	Toneladas de cal de filtro (t)
Cerâmica 1	1.400.000	42,1	59
Cerâmica 2	850.000	6,8	6
Cerâmica 3	850.000	5,3	5
Cerâmica 4	570.000	17,5	10
Cerâmica 5	550.000	20,5	11
Cerâmica 6	510.000	20,6	11
Cerâmica 7	510.000	38,2	19
Média	5.240.000	21,6	113
Projeção	35.000.000	21,6	755

Tabela 2. Características da cal de filtro ou fluorita cerâmica.

Cal de filtro ou fluorita cerâmica		Filtro A		Filtro B		Filtro C	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
DA	t.m ⁻³	0,55	0,02	0,53	0,03	0,52	0,02
Umidade	%	1,78	0,26	1,77	0,29	1,82	0,25
F	%	22,16	5,97	22,39	5,19	27,08	5,32
CaO	%	70,30	6,59	69,61	5,87	66,43	4,87
MgO	%	2,90	1,59	2,07	0,86	2,55	0,98
Al ₂ O ₃	%	0,25	0,10	0,26	0,11	0,19	0,04
SiO ₂	%	3,07	0,93	3,29	1,83	2,55	0,84
Outros	%	1,32	0,50	2,38	0,45	1,20	0,51

4. Características Físicas e Químicas do Resíduo

As características da “cal de filtro”, ou fluorita cerâmica, são estabelecidas conforme o tipo de argila utilizado, a temperatura de sinterização, o ciclo de queima e, de extrema importância, o tipo ou qualidade da cal hidratada empregada na depuração dos gases, além do projeto e das condições operacionais do filtro instalado.

Os resultados dos ensaios de amostras coletadas, durante um período de 30 dias, em três filtros distintos, utilizando-se o mesmo tipo de cal hidratada, estão dispostos na Tabela 2.

Importante ressaltar que cada filtro é responsável pelo tratamento dos gases de dois fornos de revestimentos cerâmicos classe BIIb, cada forno com produção mensal de 350 mil m².

5. Viabilidade Técnica

Esse resíduo, da indústria de revestimentos cerâmicos, quando corretamente granulado, pode substituir a fluorita metalúrgica, que é um insumo utilizado como fluidificante, na formação da escória, em processos siderúrgicos.

Na fabricação do aço, a partir de sucatas ferrosas, em uma aciaria convencional, é consumido, em média, um (1) quilo de fluorita mineral para a obtenção de uma (1) tonelada de aço.

O procedimento de granulação é necessário, pois a cal de filtro é um pó muito fino e pode ser sugada pelo sistema de captação de pós (despoeiramento) dos fornos siderúrgicos.

Por outro lado, um adequado ensacamento da cal de filtro, em sacos de papel ou de rafia, com conteúdo de 15 a 20 kg, pode, em determinadas circunstâncias, substituir a granulação.

6. Viabilidade Econômica

O preço da fluorita metalúrgica (mineral) está cotado pelo valor de 300 a 400 dólares, e com tendência de alta, pois esse mineral está se tornando escasso; enquanto a cal de filtro ou “fluorita cerâmica” deve alcançar, para a sua transformação (aquisição, manipulação e preparação), um preço estimado entre 50 a 100 dólares.

7. Viabilidade de Aplicação

Entre os anos de 2009 e 2010 foram utilizadas, em substituição à fluorita metalúrgica, perto de 200 t de cal de filtro no processo siderúrgico; comprovando-se que esse resíduo, oriundo da fabricação, por via seca, de revestimentos cerâmicos (região de Santa Gertrudes, SP), pode, quando devidamente processada, se tornar uma matéria prima para a fabricação do aço (Figura 2).

A principal preocupação era quanto a presença de fluoretos nos gases liberados pelas chaminés do forno siderúrgico; ensaios realizados mostraram que as emissões são inferiores a 5 mg.Nm⁻³, conforme Tabelas 3 e 4.

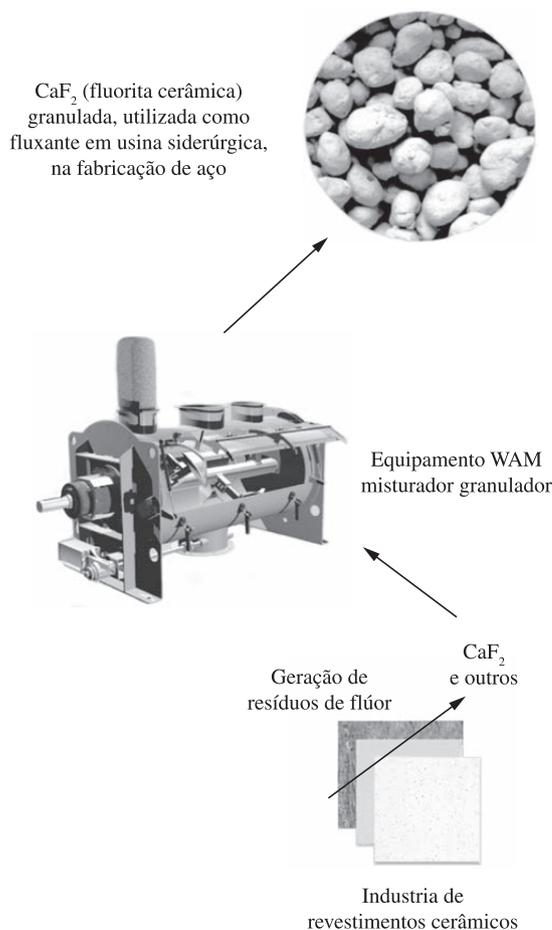


Figura 2. Obtenção de fluorita cerâmica granulada.

Tabela 3. Emissão de fluoretos a partir de fluorita metalúrgica.

Fluorita metalúrgica	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Fluoreto sólido	0,20	0,32	0,16
Fluoreto gasoso mg.Nm ⁻³	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoreto total	0,30	0,42	0,26

Tabela 4. Emissão de fluoretos a partir de fluorita cerâmica.

Fluorita cerâmica	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Fluoreto sólido	0,13	0,27	0,13
Fluoreto gasoso mg.Nm ⁻³	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoreto total	0,23	0,37	0,23

8. Conclusões

A utilização desse resíduo da indústria cerâmica, como matéria prima na indústria do aço, é benéfica por três fatores:

1. Técnico, pois a aplicação é comparativamente semelhante à fluorita metalúrgica;
2. Econômico, uma vez que o preço da fluorita metalúrgica, cada vez mais escassa no mundo, tem um preço médio de 350 dólares e a fluorita cerâmica (após processada) pode atingir um preço médio de 75 dólares;
3. Ambiental, pois acarreta o destino correto de um resíduo, além da não exploração de jazidas de fluorita metalúrgica.

Referências

1. ARAÚJO, J. A. **Manual de sistema de gestão ambiental**. 6. ed. Piracicaba: Idéia Dois, 2009. 216 p.
2. BERNARDES, L. B. **Processamento de resíduo da indústria cerâmico denominado como “Fluorita Cerâmica”**. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso). Escola de Engenharia de Piracicaba, Piracicaba, São Paulo. 2009. 68p.
3. BERNARDES, J. L.; BERNARDES, L. B. **Granulação da cal de filtro da indústria cerâmica**. GranTec Tecnologia. Disponível em: <www.granula.com.br>.
4. BERNARDES, L. J. L. **Aproveitamento da “cal de filtro” como matéria-prima na fabricação do aço**. Santa Gertrudes, SP, 2006. Palestra na sede da ASPACER.
5. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Portaria CETESB nº 11, de 10 de julho de 2003. Dispõe sobre a aprovação do limite de emissão para fluoretos provenientes da operação de fornos tipo monoqueima das indústrias cerâmicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 2003.
6. SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel; Fundap, 1993. 104 p.