

Poluição atmosférica decorrente das emissões de material particulado na atividade de coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento.

Benedito Costa Santos Neto <benedito.santos@vcimentos.com.br>

Angela Maria Abreu de Barros <angelbbarros@gmail.com>

Resumo: O presente artigo surge da crescente preocupação em relação às práticas de disposição de resíduos industriais, de modo a contribuir na oferta de subsídios técnicos que busquem o desenvolvimento sustentável. A impossibilidade ou falta de opção de tratamento de um determinado resíduo e o desejo de eliminação de um passivo ambiental conduz à escolha de diversas técnicas. Entre elas, o coprocessamento em fornos de cimento se destaca como um importante recurso a ser utilizado pelas empresas geradoras de resíduos. O objetivo desse trabalho é demonstrar que há a possibilidade de não se ter emissões acrescidas do poluente material particulado - MP decorrentes da inclusão de resíduos industriais no processo de fabricação de cimento. No sistema forno, da fábrica de cimento em estudo, foram realizados testes com injeção de resíduos, com o intuito de se observar o comportamento nas emissões do poluente. A análise dos resultados obtidos nos testes associada às demais informações disponíveis, não evidenciou alterações significativas nos níveis de emissões atmosféricas do poluente citado.

Palavras-chave: Resíduos industriais; Coprocessamento de resíduos; Emissões atmosféricas.

1. Introdução

A partir de meados do século XIX o desenvolvimento industrial evoluiu de forma acelerada favorecendo a produção de bens materiais e de consumo que rapidamente eram, e ainda são incorporados à vida cotidiana. Como resultado, foi verificado um considerável aumento da poluição ambiental, provocado pelas atividades produtivas, refletindo nos meios físico (água, ar e solo) e biológico e traduzindo-se, ao longo do tempo, num potencial crescente e capaz de provocar profundas alterações nas relações do homem com o meio ambiente. (GALVÊAS, 2003).

A aceleração do processo econômico amplia o uso de produtos químicos nas indústrias o que, por conseguinte, proporciona a geração crescente de resíduos industriais, classificados como perigosos pelos impactos que causam à saúde humana e ao meio ambiente.

A disposição dos resíduos industriais não passíveis de reutilização e reciclagem constitui-se em um problema legal e ambiental, que vem preocupando cada vez mais as empresas geradoras, em função da pressão exercida pela comunidade e pelos órgãos de controle, no sentido de dispor estes resíduos de forma ambientalmente adequada.

Frente a esse quadro, as indústrias de cimento têm sido uma das alternativas com significativo potencial para colaborar na minimização de dois relevantes problemas atuais: a destinação inadequada de resíduos e a exaustão de recursos naturais não renováveis, sendo que, nos últimos anos, as indústrias têm solicitado às fábricas de cimento uma disposição ambientalmente correta para seus resíduos.

Kihara (1999) refere que os primeiros experimentos bem sucedidos na área do coprocessamento de resíduos em fornos de produção de cimento foram realizados na década de 70 no Canadá e, posteriormente, na Europa e Estados Unidos. Dados atuais disponíveis na literatura especializada e Internet indicam que quantidades significativas de resíduos industriais têm sido utilizadas em fábricas de cimento do Japão, Estados Unidos e da União Européia, em substituição parcial à energia consumida no sistema-forno, demonstrando a viabilidade operacional e econômica da tecnologia.

Oppelt (1986) já atestava que sistemas de destruição térmica, devidamente projetados, ofereciam a possibilidade de destruição dos componentes orgânicos perigosos de correntes de resíduos, sendo os mesmos reconhecidos, no decorrer da década de 70, como alternativa progressivamente mais desejável que os métodos tradicionais de disposição em aterros, lagoas ou injeção em poços profundos de mineração.

As indústrias de cimento que coprocessam resíduos podem gerar emissões acima dos limites estabelecidos pela legislação, que além de poluir o meio ambiente, e conseqüentemente a saúde humana, podem proporcionar passivos ambientais para seu negócio, com possibilidade de multas e ferindo a imagem da empresa diante da comunidade local, empregados, governos e acionistas. (SANTOS NETO, 2008)

Portanto, consideramos oportuno neste cenário, a proposta de se estudar as emissões atmosféricas do poluente material particulado liberado pelas chaminés dos fornos de cimento que coprocessam resíduos industriais.

2. Objetivo

O objetivo deste estudo é demonstrar a possibilidade de não se ter emissões acrescidas do poluente material particulado – MP, decorrente da inclusão da atividade de coprocessamento de resíduos industriais no processo de fabricação de cimento.

3. Aspectos Metodológicos da Pesquisa

Um estudo de caso foi realizado em uma indústria cimenteira que coprocessa resíduos industriais. Foram coletados dados dos parâmetros correspondentes às emissões atmosféricas MP, na condição de operação do forno com combustível acrescido de resíduos industriais.

Experimentos foram realizados para verificar o comportamento das concentrações do poluente em estudo quando o volume de resíduos foi variado.

Os resultados foram obtidos a partir de testes com o propósito de atender ao objetivo proposto. Tais testes foram efetuados em uma fábrica de cimento localizada no Estado do Rio de Janeiro, que será denominada no decorrer deste artigo de Fábrica de Cimento – RJ.

3.1 Legislação Federal para limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas

Considerando a crescente industrialização de várias regiões do país com o conseqüente aumento do nível de emissões atmosféricas e da degradação da qualidade do ar, a legislação ambiental federal, estabelece limites máximos de emissão do poluente atmosférico MP como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Limites de emissões atmosféricas para o coprocessamento de resíduos em fornos de cimento

Poluente	Legislação Federal		Norma Técnica Federal
	CONAMA N.º 264/99	CONAMA N.º 316/02	NBR 11175/90
Material Particulado(MP)	70 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	70 mg/Nm ³

Fonte: SANTOS NETO (2008)

4. Estudo em uma Fábrica de Cimento do Estado do Rio de Janeiro

Foram realizados três testes para verificar a influência do volume de resíduo coprocessado em ton/h com as emissões do poluente MP.

O objetivo dos testes foi observar qual seria o comportamento das variáveis de processo: quantidade de resíduos coprocessados e o poluente MP, ambos em ton/h, quando aumentasse a temperatura de entrada do eletrofiltro em valores superiores ao normal de operação do filtro, ou seja, acima de 125°C, mantendo constante a produção do forno.

Importante destacar que no momento do teste, os resíduos coprocessados foram injetados no forno pelo maçarico e no 4º estágio da torre de ciclone, início da zona de calcinação. A Figura 1 a seguir ilustra esses dois pontos de injeção de resíduos.

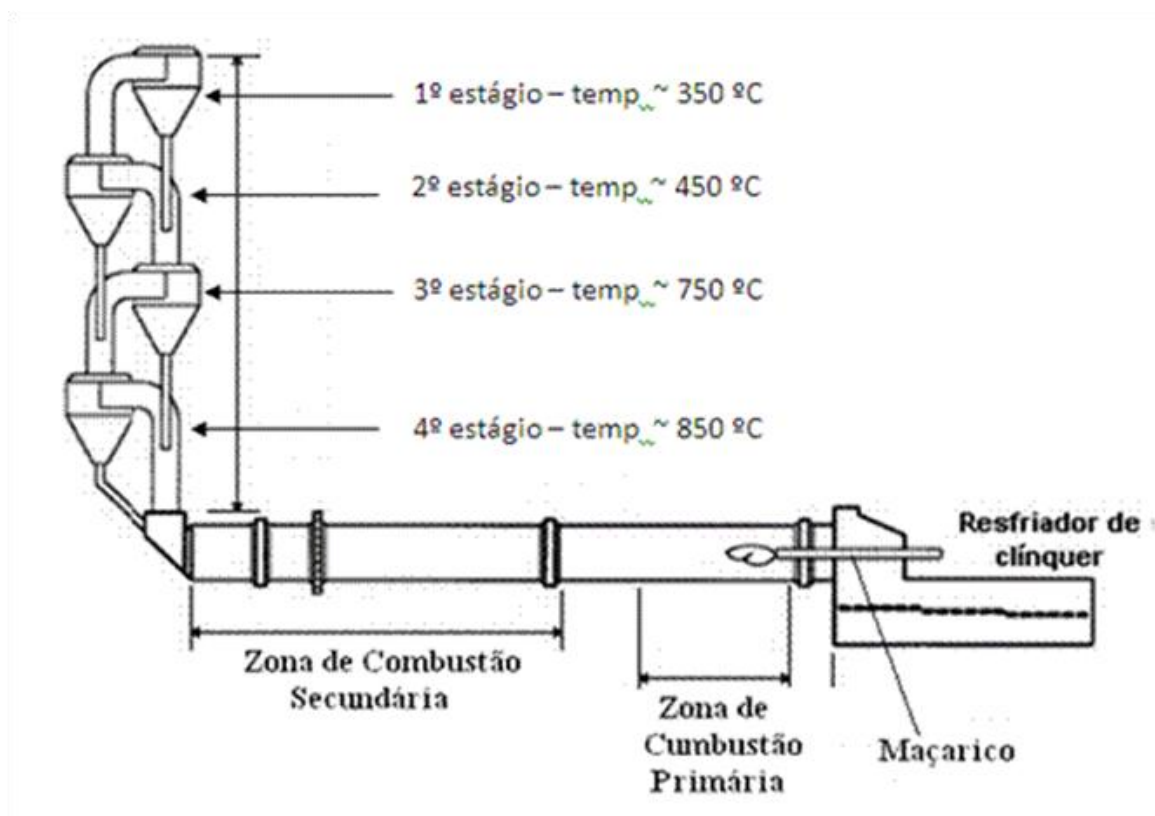


FIGURA 1 - Forno de clínquer com pré-aquecedor, tipo torre de ciclone. Fonte : Santos Neto (2008)

No forno da fábrica de cimento RJ a temperatura dos gases de combustão na entrada do filtro elétrico teve que permanecer na faixa entre 100 a 125°C para que as emissões do poluente material particulado-MP fique abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação: 70 mg/Nm³.

A Figura 2 mostra a tela do computador do painel central utilizada durante o teste com destaque para filtro elétrico e a temperatura de entrada do filtro.

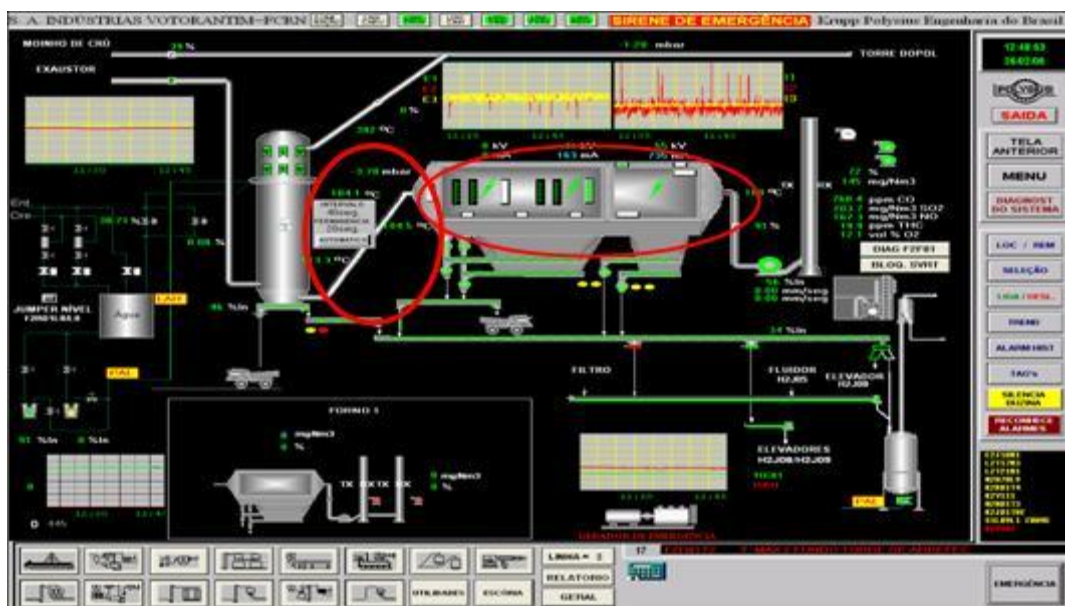


FIGURA 2 – Tela do computador central da fábrica de cimento RJ. Fonte : Santos Neto (2008)

Antes de iniciar os testes foram registrados valores de quatro variáveis de processo com o forno e filtro funcionando nas condições normais de operação e coprocessando resíduos:

TABELA 2 – Variáveis de processo e respectivos valores com o forno em operação normal

	Variáveis de processo	Valor
1ª	Quantidade de resíduos coprocessados	2,8 ton/h
2ª	Temperatura de entrada do filtro eletrostatico	106 °C
3ª	Quantidade de clínquer produzido no forno	101 ton/h
4ª	Emissões de material particulado(MP) pela chaminé do forno	25 mg/Nm ³

Fonte: SANTOS NETO (2008)

Para aumentar a temperatura de entrada do filtro e permitir que os testes fossem realizados, foi necessário reduzir a vazão de água de refrigeração dos gases de combustão do forno fazendo com que a temperatura dos gases na entrada do filtro se elevasse em decorrência da redução da troca de calor com menor volume de água injetado na torre de arrefecimento.

Os três testes foram realizados com duração de três horas cada um e demonstrados na Tabela 3 abaixo:

TABELA 3 – Variação das emissões de MP com aumento da temperatura de entrada do filtro eletrostático

Teste n.º	Quantidade de resíduos coprocessados-ton/h	Quantidade de clínquer produzido no forno - ton/h	Temperatura de entrada do filtro eletrostático - °C	Emissões de material particulado(MP) pela chaminé do forno - mg/Nm ³
1	2,80	101	106 para 135	75
			135 para 160	118
			160 para 185	156
2	1,00	101	106 para 135	75
			135 para 160	118
			160 para 185	156
3	0,00	101	106 para 135	75
			135 para 160	118
			160 para 185	156

Fonte: SANTOS NETO (2008)

5. Resultados e Discussão

Da análise dos resultados das emissões atmosféricas encontradas durante os testes no forno da fábrica de cimento RJ, dois pontos se destacaram:

- a) O aumento nas emissões de MP em forno de cimento tem uma relação direta com a temperatura dos gases de entrada no filtro elétrico, podendo ser uma das principais variáveis do processo de fabricação de cimento que contribui para emissões acrescidas desse poluente. Na Tabela 3 é possível evidenciar essa relação, pois nos três testes, as emissões de MP tiveram seus valores de concentração acrescidos quando as temperaturas de entrada dos gases foram também aumentadas.
- b) Na Tabela 3 é possível evidenciar que o coprocessamento de resíduo não influencia nas emissões acrescidas de material particulado – MP quando o resíduo é injetado no forno pelo maçarico e na torre de ciclone. Nos três testes, o volume de resíduo em ton/h teve seus valores reduzidos chegando até a zerar e as emissões de MP não tiveram alterações em decorrência das variações dos volumes de resíduo coprocessado.

6. Conclusões

Com base nos aspectos aqui abordados, verifica-se que a contribuição tecnológica e ambiental da indústria de cimento, através do coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento, pode viabilizar o desenvolvimento industrial sustentável do país, sendo uma boa opção para o tratamento de alguns tipos de resíduos. Portanto, isto posto, pode-se formular as seguintes conclusões:

Não há emissões acrescidas do poluente material particulado – MP em um forno de cimento coprocessando resíduos industriais, quando o filtro eletrostático estiver trabalhando em condições normais de operação e a temperatura dos gases de combustão na entrada do filtro não estiver acima do limite estabelecido pelo processo.

Referências

ABNT. NBR 10004: *Resíduos sólidos – classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 11175: *Incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho – procedimento*. Rio de Janeiro, 1990.

GALVÊAS, E. C. *A revolução industrial e suas conseqüências: da corporação de artesãos e manufaturas locais à produção em escala internacional*. Disponível em: http://www.maxpages.com/elias/A_Revolucao_Industrial. 2003. Acesso em: abril 2009.

KIHARA, Y. *Coprocessamento de resíduos em fornos de cimento: tendências*. In: *Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil*, 2 ed, São Paulo. Anais: São Paulo: IBRACON, 1999..

MARINGOLO, V., *Clinker co-processado: Produto de Tecnologia Integrada para Sustentabilidade e Competitividade da Indústria de Cimento*, USP, págs. 174, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre os procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos*. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 nov. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>. Acesso em: 20 out nov. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.264, de 26 de agosto de 1999. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos*. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, 20 março 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.Cfm>>. Acesso em 20 outubro 2009.

OPPELT, E.T. *Hazardous waste destruction*. *Environmental Science Technology*, Easton, v.20, n.4, págs.312-318, 1986.

SANTOS NETO, B.C., *Proposição de um Sistema de Gestão na Atividade de coprocessamento de resíduos Industriais em fornos de cimento*, Dissertação de Mestrado, Latec -UFF, págs. 195, 2008.