

AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PROVOCADA PELA QUEIMA DE BLOCOS CERÂMICOS INCORPORADOS COM RESÍDUO INDUSTRIAL

Paulo Henrique Souza Almeida*, Ana Cláudia Franca Gomes, Célia Regina Granhen Tavares

* Faculdade de Engenharia (FAENG) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) E-mail: phsoal@yahoo.com.br

RESUMO

As lavanderias industriais têxteis, durante o tratamento de seus efluentes, geram quantidades consideráveis de lodo. Outro grave problema ambiental está relacionado com as emissões gasosas durante a fabricação do produto cerâmico, especialmente durante a etapa de queima. O objetivo deste trabalho é avaliar os gases liberados na queima de blocos cerâmicos incorporados com lodo de lavanderias industriais têxteis. Foram produzidas amostras de blocos cerâmicos, em escala real, utilizando formulação com 20% de lodo, na massa de argila cerâmica. Os impactos ambientais gerados pela emissão de gases foram avaliados por meio da Resolução N° 054:2006 - SEMA/PR e pela Resolução No 436:2011 - CONAMA. Verificou-se que os valores obtidos atenderam aos padrões de emissões atmosféricas estabelecidas pelas resoluções brasileiras.

PALAVRAS-CHAVE: Queima de bloco cerâmico, Lodo têxtil, Emissões atmosféricas, Resíduo de lavanderia.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a carência de informação sobre a emissão de poluentes atmosféricos é um dos principais problemas enfrentados no desenvolvimento de estudos sobre poluição ambiental. O monitoramento das emissões atmosféricas, que poderia minimizar esse problema, tem limitações como: alto custo na medição das emissões diretamente na fonte, grande diversidade de poluentes a serem medidos e complexidade de algumas medições (IBGE, 2008).

As lavanderias industriais geram efluentes líquidos que, após tratamento primário por decantação da matéria em suspensão, geram um resíduo sólido conhecido como “lodo”. Este resíduo, de um modo geral, contém uma diversidade de compostos, entre os quais se podem mencionar: tensoativos, amaciantes, alvejantes, tinturas, fibras de tecidos, enzimas, gomas e contaminantes diversos (MENEZES, 2005).

O ramo de lavagem de roupas é um importante setor de serviços na sociedade moderna e responsável por uma parcela significativa no consumo de água no meio urbano. O crescimento da demanda por produtos têxteis impulsiona a expansão das lavanderias industriais e, conseqüentemente, aumenta-se a geração de efluentes e resíduos. Portanto, é necessário que sejam pesquisadas tecnologias de tratamento que garantam o reaproveitamento desses resíduos (LIU et al, 2007).

A incorporação de resíduos industriais em matrizes sólidas, tais como argila cerâmica e argamassas de cimento, produzindo-se amostras de materiais aplicáveis na construção civil, vem sendo amplamente estudada como alternativa para minimizar o custo do descarte. A argila pode ser moldada facilmente, pela sua alta plasticidade, fornecendo resistência estrutural e estabilidade aos constituintes da massa, após a queima em alta temperatura.

As massas cerâmicas com incorporação de resíduo poluente obrigatoriamente estão sujeitas à legislação ambiental. Uma grande preocupação é com relação às emissões gasosas durante a fabricação do produto cerâmico, especialmente durante a etapa de queima. As emissões gasosas podem causar impacto ambiental com o aumento significativo da poluição do ar.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais gerados pela emissão de gases, decorrentes do processo de queima de blocos cerâmicos com incorporação do lodo de lavanderias industriais têxteis.

METODOLOGIA

A análise ambiental consistiu na avaliação da poluição atmosférica provocada pela etapa de queima dos blocos cerâmicos com incorporação de 20% de lodo têxtil em escala real, a fim de identificar se as concentrações das emissões gasosas estavam acima dos limites estabelecidos pela Resolução N° 054:2006 - SEMA/PR e pela Resolução No 436:2011 - CONAMA.

A indústria cerâmica Ki-Lajes, localizada no município de Japurá-PR, possui 5 fornos cerâmicos do tipo Hoffmann, com formato cilíndrico, medindo seis metros de diâmetro interno e cobertura em forma de abóbada, com paredes de um metro de espessura, com três metros de altura e duas portas para abastecimento ou retirada de blocos cerâmicos. O forno tem capacidade para queimar 30.000 blocos por carregamento.

Todos os fornos operam em condições semelhantes de funcionamento e utilizam o mesmo tipo de combustível (cavaco de madeira) para a queima dos blocos cerâmicos. Assim sendo, para o presente trabalho, foi selecionado apenas um forno da cerâmica para a análise das emissões gasosas pela chaminé.

O forno selecionado para realizar as medições possui 3 fornalhas para queima do combustível, cada uma equipada com um dosador mecânico e automatizado para alimentação dos cavacos de madeira, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1: Dosador mecânico de cavaco de madeira do forno. Fonte: Autor do trabalho.

Durante a queima dos blocos cerâmicos incorporados com 20% de lodo de lavanderia industrial, foi realizada a medição das emissões gasosas, utilizando um analisador portátil de gás de combustão modelo 940 da marca KANE, com sensores de leitura simultânea de 5 parâmetros de qualidade do ar: O₂, CO, CO₂, NO/NOX e SO₂.

No presente trabalho foram analisadas as concentrações de CO, NO e SO₂. O monóxido de carbono e o monóxido de nitrogênio são altamente tóxicos, causam poluição do ar e efeitos severos à saúde humana. O dióxido de enxofre constitui-se em uma grande preocupação da sociedade moderna, pois além de contribuir para a degradação da qualidade do ar contribui, também, fortemente para a chuva ácida.

Também foram selecionados os parâmetros de leitura: a temperatura, em graus Celsius (°C), a unidade de medição dos gases, em partes por milhão (ppm), e a pressão dentro do forno, em milibar (mbar).

As leituras dos gases emitidos durante a etapa de queima dos blocos acústicos ocorreram por meio de um orifício de aproximadamente 6 mm, localizado no duto subterrâneo que conecta o forno à chaminé da cerâmica. Vale ressaltar que não foi possível realizar as medições dos gases diretamente na parede da chaminé devido à espessura da mesma ser maior que o comprimento da sonda do analisador de gás de combustão (Figura 2).



Figura 2. Medição dos gases emitidos na queima dos blocos cerâmicos. Fonte: Autor do trabalho.

A determinação das emissões gasosas dos blocos cerâmicos com incorporação de 20% de lodo têxtil em escala real foi realizada por meio de 540 medições, distribuídas em 30 medições realizadas no intervalo de 4 horas durante 4 dias de queima dos blocos, totalizando 72 horas, garantindo as condições de queima de um processo industrial.

RESULTADOS

Os resultados das emissões gasosas expressos na forma de concentrações dos poluentes foram comparados com os limites de emissões atmosféricas permissíveis, constantes no item IV - Geração de Calor ou Energia utilizando derivados de madeira como combustível, do Artigo 21, da Resolução Nº 054:2006 - SEMA/PR (PARANÁ, 2006), para verificação do atendimento aos padrões estabelecidos pela mesma.

Os valores máximos de emissões gasosas permissíveis de serem lançados na atmosfera foram expressos em forma de concentração gravimétrica (mg Nm⁻³) e se referem às condições de base seca com pressão de 1013 mbar e temperatura de 0°C. A potência nominal do forno selecionado para as medidas foi de 0,65 MW.

De acordo com a Resolução, após definida a condição referencial de Oxigênio (adotou-se no presente trabalho a concentração de 17 mg Nm⁻³, referente à concentração de oxigênio na saída da chaminé), fez-se necessário a conversão da concentração medida para a condição referencial de Oxigênio a ser utilizada. Utilizou-se a Equação (A) para realização da conversão:

$$CR = \frac{21 - OR}{21 - OM} \times CM \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

CR é a concentração corrigida para condições referenciais (em mg Nm⁻³);

OR é a concentração referencial de Oxigênio (em %);

OM é a concentração medida de Oxigênio (em %);

CM é a concentração medida (em mg Nm⁻³).

100 ppm de CO = 125 mg Nm⁻³ de CO

Assim como para a comparação com os limites estabelecidos na Resolução No 054:2006 - SEMA/PR (PARANÁ, 2006), para comparação com os limites estabelecidos na Resolução No 436:2011 - CONAMA (BRASIL, 2011), também se faz necessário a conversão das concentrações medidas para a condição referencial de Oxigênio a ser utilizada. A Equação (A), descrita anteriormente, foi utilizada para realizar a conversão.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias das concentrações corrigidas dos gases emitidos pela queima dos blocos incorporados com 20% de lodo têxtil, em mg Nm⁻³, para condições referenciais em todas as etapas do processo de queima industrial. O forno foi aceso às 12:00 horas do dia 29 de abril de 2019, sendo a primeira medição realizada às 16:00 do mesmo dia. A última medição ocorreu às 12:00 horas do dia 02 de maio de 2019.

Na Figura 3, tem-se uma melhor visualização das emissões gasosas da queima dos blocos incorporados com o lodo de lavanderia industrial avaliadas pela Resolução No 054:2006 - SEMA/PR (PARANÁ, 2006) e pela Resolução No 436:2011 - CONAMA (BRASIL, 2011).

Observou-se que em todas as etapas do processo de queima dos blocos acústicos, os valores mensurados de monóxido de carbono (CO) apresentaram concentrações bem abaixo do limite máximo de 3000 mg Nm⁻³ estabelecido pela Resolução Nº 054:2006 - SEMA/PR e de 3900 mg Nm⁻³ estabelecido pela Resolução Nº 436:2011 - CONAMA. As concentrações de óxido de nitrogênio (NO) e do dióxido de enxofre (SO₂) emitidos pela chaminé da cerâmica também foram determinadas apesar não possuírem limites aplicáveis para a potência térmica nominal, de 0,65 MW, do forno selecionado.

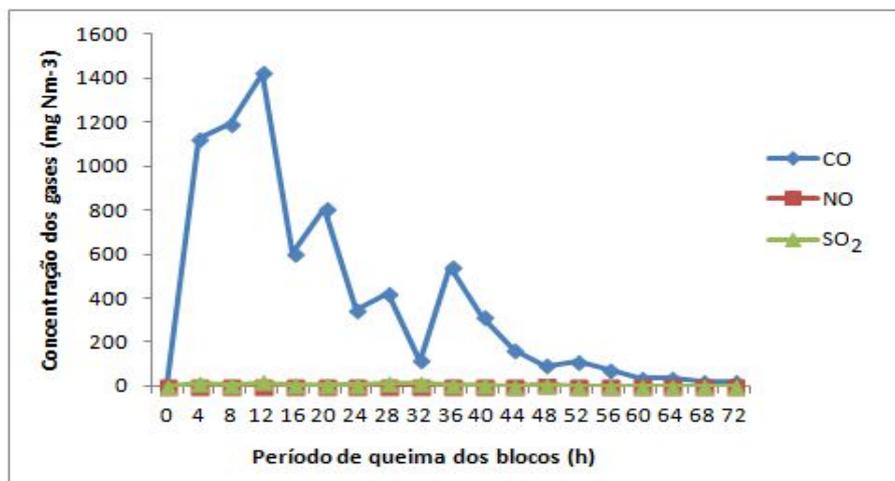


Figura 3. Emissões gasosas dos blocos incorporados com 20% de lodo têxtil. Fonte: Autor do trabalho.

Tabela 1. Emissões gasosas da queima dos blocos cerâmicos incorporados como lodo.
 Fonte: Autor do texto.

Data das medições	Horário das medições	Período de queima dos blocos (h)	CO Corrigido (mg Nm ⁻³)	NO Corrigido (mg Nm ⁻³)	SO ₂ Corrigido (mg Nm ⁻³)
29/04/2019	16:00	4	1124	0	16
29/04/2019	20:00	8	1192	0	9,09
29/04/2019	24:00	12	1424	0	16,66
30/04/2019	04:00	16	603,13	0	3,125
30/04/2019	08:00	20	806,83	0	3,25
30/04/2019	12:00	24	349,20	0	4,54
30/04/2019	16:00	28	425	0	12,5
30/04/2019	20:00	32	115,77	0	11,36
30/04/2019	24:00	36	543,15	0	3,65
01/05/2019	04:00	40	319,10	0	2,50
01/05/2019	08:00	44	167,84	2,21	1,33
01/05/2019	12:00	48	93	4,46	4,46
01/05/2019	16:00	52	109,27	0	0
01/05/2019	20:00	56	77,27	0	0
01/05/2019	24:00	60	39,06	0	0
02/05/2019	04:00	64	39,26	1,84	0
02/05/2019	08:00	68	24,50	0	0
02/05/2019	12:00	72	18,18	0	0

CONCLUSÕES

Todos os valores mensurados das emissões gasosas do processo de queima dos blocos acústicos incorporados com lodo em escala real apresentaram concentrações abaixo do limite permitido pelas normas citadas, sem apresentar riscos de degradação da qualidade do ar durante o período de queima dos blocos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Resolução no. 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. Brasília, DF, 2011.
2. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro - Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar. Rio de Janeiro, RJ, 2008.
3. LIU, R.; CHIU, H. M.; SHIAU, C.; YEH, R.Y.; HUNG, Y. Degradation and sludge production of textile dyes by Fenton and photo-Fenton processes. *Dyes Pigments*, London, v. 73, p. 1-6, 2007.
4. MENEZES, J. C. S. dos S. Tratamento e Reciclagem do Efluente de uma Lavanderia Industrial. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
5. PARANÁ. Resolução no. 054, de 22 de dezembro de 2006. Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida. Curitiba, PR, 2006.