

X-047 - ESTUDO DE POTENCIAIS E IMPACTOS DAS EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS PELA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA DO MUNICÍPIO DE JATAIZINHO

Rubiéli Saretto

Graduada em Engenharia Ambiental na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestranda Em Engenharia De Edificações E Saneamento na UEL.

Joseane Debora Peruço Theodoro⁽¹⁾

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Ambiental, Professor do Magistério Superior, Doutorado em Engenharia Química –UEM.

Jorge Alberto Martins

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação do Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental (PPGEA-LD, Professor de Ensino Básico Técnico e Tecnológico. Doutorado Em Meteorologia Pela Universidade De São Paulo.

Leila Droprinchiski Martins

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Química, Professor do Magistério Superior. Doutora em Ciências (área de Meteorologia) pela Universidade de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: UTFPR- CÂMPUS LONDRINA, Avenida dos Pioneiros, 3131, bloco S, CEP 86036-370 - Londrina - PR – Brasil Telefone Geral +55 (43) 3315-6100, Telefone: (43) 3376-9307 e-mail: joseanepth@hotmail.com

RESUMO

As emissões atmosféricas liberadas pelas fontes fixas geradoras pelas chaminés das empresas (Cerâmica 1, Cerâmicas 2 e Cerâmica 3) do setor de cerâmica vermelha, localizadas no município de Jataizinho – Paraná e no entorno, causam alterações significativas na qualidade do ar local, dados observados pelo Mapeamento da região de maior impacto ambiental causado pela extração de matéria-prima e pela derrubada da madeira, mas ao analisar os dados dos cálculos estimados das alturas da pluma através da equação proposta pela Resolução SEMA 016/2014 (Secretaria de Estado do Meio Ambiente) observou-se que atendem a Resolução. Para o monitoramento das emissões atmosféricas das chaminés dos sistemas de exaustões dos processos de fabricações dos tijolos, observou que também atendem aos padrões estabelecidos pela Resolução SEMA 16/2014.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica Vermelha, Poluição Atmosférica, Altura da Pluma.

INTRODUÇÃO

Segundo CASTRO et al. (2003) a poluição atmosférica já ocupa lugar entre os principais problemas de saúde pública, interferindo tanto na vida humana quanto na fauna e flora. E o setor cerâmico pela sua diversidade de processos produtivos gera impactos não só atmosféricos como também, desmatamento, assoreamento e erosão das margens dos rios, pela extração de argila e retirada de madeira (HOLANDA E SILVA, 2011).

O município de Jataizinho localizado no Estado do Paraná, ponto de estudo deste projeto, já foi considerado capital nacional das cerâmicas nos anos 70, com cerca de 30 empresas. Essa abrangência no número de olarias e seu ganho de espaço no mercado se deu pelo crescimento acelerado das construções da recém nascida cidade de Londrina (FETRACONSPAR, 2012).

A matéria prima utilizada na fabricação dos tijolos é a argila, esta pode possuir impurezas como fragmentos de rochas de origem mineral ou de outras origens. Por este motivo existem diversos tipos de argila, com as mais variadas colorações, plasticidades e composições químicas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA, 2014). Abaixo estão os principais processos de produção da cerâmica vermelha, para o caso do tijolo, conforme mostra a Figura 1.

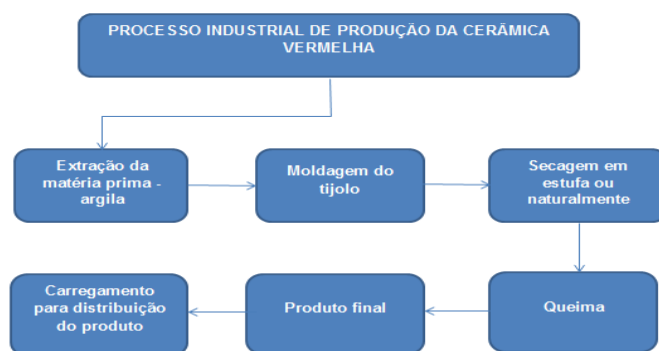


Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação de tijolos na cerâmica vermelha.

Fonte: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2008).

Segundo o SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (2008) a produção da cerâmica vermelha (Figura 1), acontece pelos seguintes processos: preparação da massa, a fim de dividir os diferentes tipos de argilas; caixão alimentador para fazer a separação do montante de argila que será usado na produção; desintegradores para realizar a quebra dos blocos maiores de argila; misturador, onde faz a homogeneização da mistura; laminador, onde amassa a mistura; extrusora, a fim de compactar a massa no formato desejado; cortador para cortar a peça na dimensão esperada; secagem, onde reduz a umidade do produto de 30% para 5%.

Seguinte ao processo de secagem os tijolos são submetidos à queima em fornos a temperaturas em torno de 750°C. Com transferência de calor para as peças por meio de convecção e radiação de fontes externas (SANTOS, 2001).

Em maior escala durante a secagem e queima dos produtos cerâmicos têm-se utilizado a lenha e seus componentes como materiais combustíveis. Já, em quantidades inferiores têm-se feito uso de óleo combustível e carvão mineral (KAWAGUTI, 2004).

O uso da lenha leva ao desmatamento, o que facilita a erosão, aumenta as temperaturas pela irradiação do calor para a atmosfera promovida pela falta de proteção do solo e diminui a pluviosidade (VERAS et al., 2013).

A altura efetiva da chaminé se dá pela soma da altura da pluma com a altura física do duto. Sendo que a altura da pluma tem dependência da velocidade vertical do fluxo descarregado, da tendência dessa massa gasosa em manter suspensão no ar e da temperatura do gás lançado (TESSAROLO, 2012).

Ainda de acordo com TESSAROLO (2012) as emissões dos poluentes ocorrem inicialmente na forma vertical por meio das chaminés, porém o movimento horizontal do vento ao redor da fonte faz a pluma mover-se em sua direção, o que auxilia na diluição e dispersão desses contaminantes.

A não dispersão desses poluentes causa malefícios à saúde como: alta afinidade do CO com a hemoglobina, o que diminui o transporte de oxigênio pelo sangue; baixa solubilidade do NO₂, causando problemas de respiração; alta solubilidade do SO₂ elevando a produção de muco; dificuldade de remoção dos MPs pelo sistema respiratório; e os problemas de pulmão ocasionados pelo O₃ (DERISIO, 2012).

O presente trabalho visa estimar as emissões atmosféricas dadas pelas chaminés das empresas do setor de cerâmica vermelha, localizadas no município de Jataizinho – Paraná e no entorno. Onde para isso busca-se levantar o número de empresas representantes do setor de cerâmica vermelha no município de estudo; obter dados de todas as cerâmicas e olarias levantadas que possam ser utilizados na estimativa das emissões atmosféricas; e realizar o cálculo estimado da altura da pluma através da equação proposta por SEMA (16/2014) – Secretaria de estado do meio ambiente e recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, primeiramente foram buscadas referências bibliográficas a respeito da indústria cerâmica brasileira, como seus processos, a matéria prima utilizada, os aspectos e impactos das atividades e produtos, dentre outros. Além das informações levantadas à campo através das visitas às cerâmicas e fornecimentos de relatórios das cerâmicas.

Foram realizadas buscas na listagem telefônica do município de Jataizinho e pesquisas na internet, a fim de levantar quais são as empresas instaladas e atuantes na cidade e no seu arredor. Para tornar o trabalho mais confiável foram obtidas informações junto aos empresários ceramistas e seus funcionários sobre quantas cerâmicas eram existentes nas proximidades, com o propósito de conferência do número levantado e possível descoberta de empresas não constantes no levantamento inicial.

Foi feita uma primeira visita a todas as cerâmicas do município de Jataizinho e do seu entorno. Nessa visita aplicou-se um questionário para levantar dados de: CNAE/Atividade, produção anual, matéria prima, combustível queimado, enquadramento na Legislação da SEMA 16/2014, padrões de emissão da Sema 16/2014, potencia térmica nominal, porte do empreendimento, N° funcionários, N° fornos, N° chaminés, tipo de fonte, controle de emissão, processo forno de queima de tijolo, temperatura de saída do poluente da chaminé, velocidade de saída, temperatura de queima do forno, altura da chaminé e diâmetro da chaminé.

Foram analisados os relatórios de emissão de poluentes de duas empresas de porte industrial (Cerâmicas 1 e Cerâmicas 2) e uma empresa de porte pequeno (Cerâmica 3) com o intuito de coletar dados específicos sobre altura e diâmetro da chaminé, emissão de calor da queima, velocidade de saída dos poluentes e temperatura do poluente na saída da chaminé, a fim de estimar a altura efetiva da pluma dessas cerâmicas. Para esse cálculo será usado como apoio a resolução SEMA 16/2014. Onde diz que o lançamento de efluentes à atmosfera, através de dutos ou chaminés, deve ocorrer numa altura mínima de 10 metros acima do solo ou em altura superior, conforme os critérios abaixo, desde que resulte na maior altura calculada:

- a) 3 metros acima da edificação onde a fonte potencialmente poluidora será instalada;
- b) Altura física da chaminé calculada de acordo com a Equação 1 abaixo:

$$Af = At - E \quad (1)$$

Onde:

Af: Altura física da chaminé calculada para todos os poluentes limitados por esta Resolução para a fonte emissora a ser instalada (m);

At: Altura teórica da chaminé (m) dada pela Equação 2 abaixo:

$$At = 3,5 (T \cdot fp)^{0,52} \quad (2)$$

Onde:

T: taxa de emissão prevista para os poluentes limitados (kg/h);

fp: fator de periculosidade do poluente;

E: elevação da pluma (m), calculada de acordo com a Equação 3 abaixo:

$$E = \frac{vc \cdot dc}{v} \cdot \left(1,5 + \left(0,00268 \cdot P \cdot \frac{\Delta t \cdot dc}{tc} \right) \right) \quad (3)$$

Onde:

vc: velocidade prevista dos gases na extremidade superior da chaminé (m/s);

dc: diâmetro previsto da extremidade superior da chaminé (m);

v: velocidade média do vento na extremidade superior da chaminé (m/s);

P: pressão atmosférica média (mbar);

Δt : diferença entre a temperatura prevista dos gases na chaminé e a temperatura média ambiente (Kelvin);

tc: temperatura prevista dos gases na chaminé (Kelvin).

c) 5 metros acima da altura da residência mais alta num raio de 300 m ou num raio de 30 vezes a altura da chaminé, calculada a partir do maior valor encontrado de acordo com os itens a e b, caso este raio seja maior;

RESULTADOS

Localizado no estado do Paraná, região sul do Brasil, o município de Jataizinho se encontra a 399,69 km da capital do estado, Curitiba, na latitude 23 ° 15 ' 15 " S e longitude 50 ° 58 ' 48 " W (INSTITUTO..., 2013). A Figura 2 abaixo demonstra sua localização geográfica.

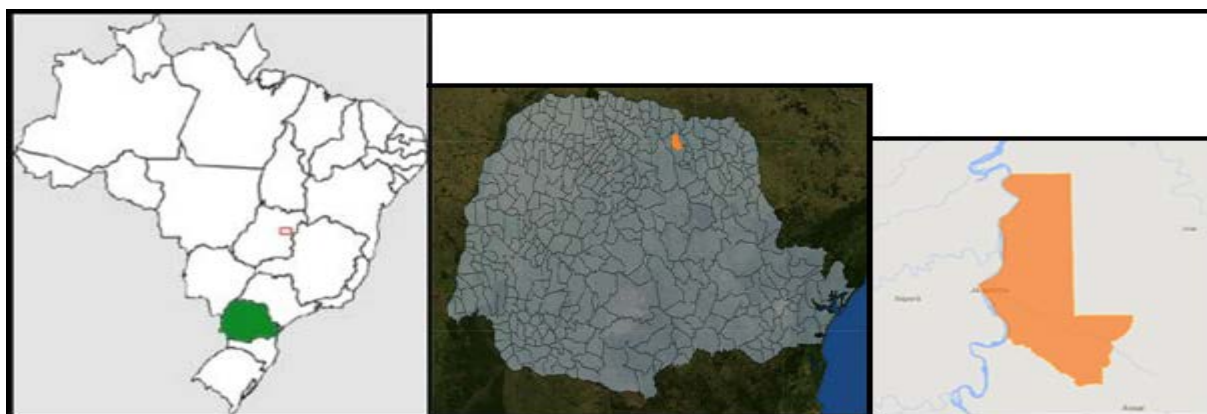


Figura 2 - Localização geográfica do município de Jataizinho – Paraná – Brasil

Fonte: IBGE (2013).

Segundo dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2010 o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Jataizinho é 0,687 para 11.875 habitantes, sendo 11.053 habitantes residentes na área urbana e 822 na área rural, onde para 2013 foi estimada uma população de 12.387 habitantes. O município possui uma área territorial de 159,178 km², com densidade demográfica de 74,60 hab/km², cujo bioma representativo é de Mata Atlântica (IBGE, 2013). Através do levantamento de dados as empresas instaladas e atuantes na cidade e no seu arredor são 11 na atividade das cerâmicas, mas apenas 3 cerâmicas denominadas de Cerâmica 1, Cerâmica 2 e Cerâmica 3 que passaram informações importantes para a realização do trabalho.

Depois de realizadas as visitas nas Cerâmica 1, Cerâmica 2 e Cerâmica 3 do município de Jataizinho-PR e do seu entorno. Nessas visitas obteve-se os dados elementares das cerâmicas, representados no Quadro 1.

Quadro 1 - Questionário de levantamento de dados das cerâmicas 1, 2 e 3 de Jataizinho- PR.

Nome da empresa:	Cerâmica 1	Cerâmica 2	Cerâmica 3
CNAE/Atividade	23.42-7-02- Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos.	23.42-7-02- Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos.	23.42-7-02- Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos.
Produção anual	Não informado	300.000 peças anuais	Tijolos- 48.000 mensais – 580.000 anual
Matéria prima	Argila -150 Tonelada dia	Argila – 500m ³ /mês	Argila – 48m ³ /mês – 580m ³ /ano
Combustível queimado	Cavaco- 80m ³ /dia	Lenha - 10m ³ /dia – 3600m ³ /ano	Lenha - 48m ³ /mês – 580m ³ /ano
Enquadramento na Legislação da SEMA 54/06.	Extração e beneficiamento de minerais – Produção de tijolos e telhas	Extração e beneficiamento de minerais – Produção de tijolos e telhas	Extração e beneficiamento de minerais – Produção de tijolos e telhas
Potencia térmica nominal	0,73MW	1,02MW	0,73MW
Porte do empreendimento	Empresa de médio porte	Empresa de médio porte	Empresa de pequeno porte
Nº funcionários:	20	13	10
Nº fornos:	6 abóbora e 2 móveis	Não informou	2
Nº chaminés:	5	3	2
Tipo de fonte:	Pontual	Pontual	Pontual
Controle de emissão	Sim – filtro	Não	Não
Processo forno de queima de tijolo	O equipamento estava funcionando em plena capacidade de produção	O equipamento estava funcionando em plena capacidade de produção	O equipamento estava funcionando em plena capacidade de produção
Temperatura de saída do poluente da chaminé:	186 ⁰ C	68 ⁰ C	62 ⁰ C
Velocidade média dos gases= Velocidade de saída	6,40 m/s	0,07 m/s	0,16 m/s
Temperatura de queima do forno:	800 ⁰ C	Não informou	850 ⁰ C
Altura da chaminé:	11m	22m	18 m
Diâmetro da chaminé:	1m	1,80m	2 m

Os processos que apresentaram emissões atmosféricas são aos fornos (Quadro 1) para as queimas dos tijolos, em que as cerâmicas 1, 2 e 3 trabalham com fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para o uso na construção civil. A matéria-prima usada para a queima nos fornos é a madeira. A madeira ao ser usada para a geração de calor passa por processo de combustão, onde durante sua queima são gerados calor, produtos químicos e gases. No caso da combustão completa ocorre a produção de vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), calor e cinzas (geralmente menos que 1% em peso) não combustíveis, enquanto que na combustão incompleta formam-se monóxidos de carbono (CO), hidrocarbonetos e outros gases (BRITO; BARRICHELO, 1979, p. 2).

Após o monitoramento das emissões atmosféricas das chaminés dos sistemas de exaustões dos processos de fabricações dos tijolos, sendo, o monitoramento realizado através de consultoria para as três cerâmicas (Cerâmica 1, Cerâmica 2 e Cerâmica 3) obteve-se os seguintes resultados: - Para a Cerâmica 1, as concentrações das emissões de monóxido de carbono do forno analisado, estiveram em 40,20mg/Nm³, ou seja, abaixo do limite de 3000mg/Nm³ no processo monitorado; - Para a Cerâmica 2, as concentrações das emissões

de monóxido de carbono do forno analisado, estiveram em $528,12\text{mg/Nm}^3$, ou seja, abaixo do limite de 3000mg/Nm^3 no processo monitorado; e para a Cerâmica 1, as concentrações das emissões de monóxido de carbono do forno analisado, estiveram em $51,28\text{mg/Nm}^3$, ou seja, abaixo do limite de 3000mg/Nm^3 no processo monitorado. Sendo assim, as Cerâmicas 1, Cerâmicas 2 e Cerâmicas 3, atendem aos padrões estabelecidos pela Resolução SEMA 16/2014.

Os dados para o cálculo da altura efetiva das plumas geradas pelas cerâmicas 1, 2 e 3, estão representado na Tabela 1.

Tabela 1: Altura efetiva das plumas geradas das Cerâmicas 1, Cerâmicas 2 e Cerâmicas 3.

	T (kg/h)	P (mbar)	dc (m)	v= vc (m/s)	tc (k)	Δtc (k)	E (m)	A_t (m)	$A_f = A_t - E$
Cerâmica 1	0,66	1010	1	6,4	459	159	2,43	11	13,43
Cerâmica 2	0,32	1010	1,8	0,07	341	41	3,75	22	25,75
Cerâmica 3	0,091	1010	2	0,16	335	35	4,13	18	22,13

Comparando as alturas efetiva das plumas apresentadas pela Tabela 1, as Cerâmicas 1, Cerâmicas 2 e Cerâmicas 3, estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução SEMA 16/2015.

Os lançamentos dos efluentes atmosféricos gerados estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução SEMA 16/2014, mas não pode-se deixar de observar que a argila é um grupo de minerais formados em grande parte por silicatos de alumínio hidratados, ferro e alumínio, onde em contato com água formam uma pasta plástica capaz de manter-se na forma moldada, secar e endurecer com o efeito do calor, e devido à extração muitas vezes incorreta da argila dá-se a ocorrência de impactos ambientais como a degradação das áreas de extração, o possível esgotamento desse recurso natural e a geração de rejeitos lançados ao solo ou corpos d' água (GRIGOLETTI *et al.*, 2003, p. 22).

CONCLUSÃO

Conforme os dados analisados e comparados com limites de lançamento de efluentes atmosféricos estabelecidos pela Resolução SEMA 54/06, notou-se as cerâmicas em estudo (Cerâmicas 1, Cerâmica 2 e Cerâmica 3) todas localizadas no município de Jataizinho – Paraná e no entorno, estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI. MDIC e ABDI preparam diagnóstico da cerâmica vermelha. 2013.
2. Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER. Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha no estado do Rio de Janeiro. p. 9 – 27, 2013.
3. BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. IPEF – instituto de pesquisas e estudos florestais. Revista Circular Técnica, n. 52, p. 2 - 4, 1979. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr052.pdf>>. Acesso em: 10. jan. 2014.
4. BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. Revista cerâmica industrial, São Paulo, v.5, n.3, Mai/Jun. 2000.
5. CASTRO, H. A. et al. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 6, n. 2, 2003
6. DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. 4. ed. São Paulo: Editora de Textos, 2012.
7. Federação dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário do Estado do Paraná – FETRACONSPAR. Museu histórico de Jataizinho. 2012.
8. GRIGOLETTI, G. de C.; SATTTLER, M. A. Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, Jul./Set. 2003.

9. HOLANDA, R. M. de; SILVA, B. B. da. Cerâmica Vermelha – Desperdício na Construção Versus Recurso Natural Não Renovável: Estudo de Caso nos Municípios de Paudalho/PE e Recife/PE. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 04, fev. 2011.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2013.
11. KAWAGUTI, W.. M. Estudo do comportamento térmico de fornos intermitentes tipo “paulistinha” utilizados na indústria de cerâmica vermelha. Florianópolis, novembro, 2004.
12. SANTOS, G. M. dos. Estudo do comportamento térmico de um forno túnel aplicado à indústria de cerâmica vermelha. Florianópolis, p. 2, 2001.
13. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. Resolução número 016/2014 – Dispõe sobre emissões atmosféricas.
14. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. Estudos de mercado - Cerâmica Vermelha para construção: telhas, tijolos e tubos. p. 11 - 34, 2008.
15. TESSAROLO, L. de F. Análise da qualidade do ar em três locais no estado de São Paulo com características distintas de desenvolvimento econômico. São José dos Campos, Maio, 2012.
16. VERAS, R. P. et al. Impactos ambientais provocados pela queima de lenha nas cerâmicas do município de Parelhas / RN. Revista Litteris, n. 12, set. 2013.