

O POTENCIAL POLUIDOR DA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

Flavia Tardelli Campo Lopes ¹

Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos ²

Química Ambiental

RESUMO

Com a evolução econômica mundial, a necessidade por tecnologias que melhorem nossa qualidade de vida tem se intensificado. Assim, o cimento tornou-se um grande aliado das construtoras e indústrias, como material base para essas inovações. No entanto, tal aperfeiçoamento tem acarretado um grande problema: a poluição atmosférica. As indústrias cimenteiras têm sido responsáveis pela emissão de grande quantidade de poluentes atmosféricos, como CO, CO₂, SO_x entre outros, além de causar graves problemas sociais. Desde então, há uma busca incansável pelo equilíbrio entre a conservação do meio ambiente e a produção industrial, com grande incentivo aos métodos que diminuam a interferência do homem sobre a natureza e que propiciam uma melhor qualidade de vida para a população.

Palavras-chave: poluição ambiental; poluição atmosférica; legislação ambiental; produção de cimento.

INTRODUÇÃO

Desde o início do século XX, o cimento tem sido uma solução econômica para o problema de moradia e assentamentos humanos, bem como para a construção de grandes obras da engenharia moderna. Entretanto, sua produção gera impactos no meio ambiente e na saúde humana, em quase todas as suas fases de produção (MAURY & BLUMENSCHNEIN, 2012).

Em 1824, Joseph Aspdin, um construtor inglês, queimou conjuntamente pedras calcárias e argila, transformando-as num pó fino que depois de seco tornava-se tão duro quanto as pedras empregadas nas construções, além de não se dissolver em água. Tal mistura foi patenteada com o nome de cimento Portland, que recebeu esse nome por apresentar cor e propriedades de durabilidade e solidez semelhantes às rochas da ilha britânica de Portland (BEUER, 1986).

O cimento Portland é um material utilizado, principalmente, como aglomerante e tem sua maior aplicação na construção civil. É um produto com vasto campo de aplicação, resultando no surgimento de cimentos de classes diferentes (LIMA, 2011).

Um volume imenso de dióxido de carbono (CO₂) é gerado durante a produção de cimento Portland devido à grande quantidade de energia necessária para elevar a temperatura dentro dos fornos rotativos durante as etapas de calcinação e clínquerização da matéria prima.

São gerados ainda monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio

¹Bacharel em Química Tecnológica – Universidade Federal Fluminense (UFF) – Campus Volta Redonda, flavia_tardelli@id.uff.br

²Profa. Dra. em Química Orgânica – Universidade Federal Fluminense (UFF) – Campus Volta Redonda, Departamento de Química, daniellerubim@id.uff.

(NO_x), metais pesados e particulados, oriundos da utilização de combustíveis fósseis durante todo o processo produtivo (CAMÕES, 2005).

Diante deste cenário, a indústria cimenteira torna-se conhecida pelo seu elevado potencial poluidor. Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas e implementadas visando economia de energia, redução das emissões de poluentes, melhoria na qualidade do produto e redução dos custos de produção, visando a implementação de processos ecologicamente sustentáveis.

Objetiva-se assim com o presente trabalho apresentar os poluentes atmosféricos oriundos da fabricação de cimento e retratar o impacto da produção de cimento no meio ambiente.

METODOLOGIA

A partir da análise de literatura publicada, foi realizado um levantamento bibliográfico, documental e eletrônico relacionado à problemática ambiental dos poluentes advindos da indústria cimenteira, especificando seus maiores poluidores.

POLUENTES ATMOSFÉRICOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

A indústria de cimento é caracterizada pelo seu elevado potencial poluidor. Durante seu processo de fabricação, não são produzidos resíduos sólidos, pois as cinzas formadas durante a queima dos combustíveis no forno rotativo são incorporadas ao clínquer. Porém, ocorre uma elevada emissão de poluentes gasosos e de material particulado (WBCSD, 2009).

Grande parte do processo de produção do cimento consome uma quantidade significativa de combustíveis fósseis como fonte de energia térmica, bem como para o funcionamento de equipamentos auxiliares, como veículos de transporte e esteiras transportadoras. As características operacionais, composição química das matérias primas e combustíveis utilizados podem variar de acordo com o objetivo da empresa e irão determinar os tipos de poluentes emitidos, bem como suas taxas de emissões. A etapa de clínquerização é considerada uma das mais poluentes (RENÓ, 2007).

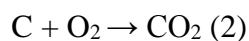
O consumo energético promove o lançamento de gases na atmosfera, os quais podem ser: CO₂, NO_x, dióxido de enxofre (SO₂), material particulado (pó), alguns metais pesados, compostos orgânicos voláteis e pequenas quantidades de CO, além de outros poluentes (SCHUHMACHER et al, 2004).

O CO é o principal produto da queima incompleta de combustíveis e pode gerar uma perda de energia durante o processo (CARVALHO & LACAVA, 2003). As fontes do CO emitido durante a produção de cimento Portland são o carbono orgânico presente na matéria-prima e na combustão incompleta no pré-calcinador ou no forno rotativo de clínquer. Ter excesso de ar durante a queima dos combustíveis no forno de clínquer é uma forma de reduzir a emissão de CO (BELATO, 2013).

Já a formação de CO₂ pode ocorrer através da calcinação, da queima de combustível e/ou uso de eletricidade. A calcinação ocorre durante a queima do clínquer, a uma temperatura entre 700 e 900°C, conforme a reação (1):



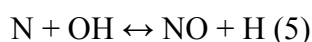
Por sua vez, a queima de combustível no forno de clínquer é responsável por aproximadamente 40% das emissões de CO₂ durante o processo e ocorre conforme a reação (2) (BOSOAGA et al, 2009):



Na indústria do cimento há uma grande emissão de material particulado, principalmente com a manipulação, moagem, mistura e transporte das matérias-primas, estocagem e moagem do clínquer, bem como no empacotamento do cimento Portland. O material particulado é o conjunto de partículas sólidas ou líquidas presentes em suspensão na atmosfera, com tamanho entre de 0,001 e 500 µm. As partículas que apresentam tamanho menor que 10 µm causam um grande dano à saúde humana, pois ficam retidas no trato respiratório superior; as partículas menores do que 2,5 µm têm um alto potencial de atingir os pulmões e se depositarem (CARVALHO & LACAVA, 2003; GUPTA et al, 2012).

Os metais pesados são derivados da utilização de combustíveis fósseis ou outros tipos de combustíveis alternativos. Os metais não voláteis arsênio (As), berílio (Be), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo), antimônio (Sb), selênio (Se), telúrio (Te), vanádio (Vn) e zinco (Zn), quando presentes na matéria prima ou nos combustíveis, incorporam integralmente ao clínquer e praticamente não são emitidos nos gases de exaustão. Os metais semi-voláteis cádmio (Cd) e chumbo (Pb) se volatilizam devido à alta temperatura na zona de clínquerização no forno de cimento e depois condensam na zona de entrada do forno (zona mais fria), reingressando novamente junto com a matéria-prima. Os metais voláteis tálio (Tl) e mercúrio (Hg) são os metais com maior facilidade de volatilização e condensação, e se condensam nas partículas da matéria-prima a baixas temperaturas (CEMBUREAU, 2000).

Durante o processo de produção do cimento, as condições no interior do forno rotativo favorecem a formação de óxidos de nitrogênio, especialmente em altas temperaturas (RENÓ, 2007). O NO_x térmico é formado pela reação do nitrogênio gasoso (N₂) com o oxigênio em altas temperaturas segundo as reações (3) a (5) (HILL & SMOOT, 2000):



Outra maneira de formar NO_x é baseada na oxidação dos compostos de nitrogênio presentes no combustível, onde esses compostos volatizam-se, sendo uma parte desse nitrogênio convertida em HCN e o restante em NH₃, que são oxidados a NO e posteriormente reduzidos a N₂ (HILL & SMOOT, 2000).

A classe dos óxidos de enxofre (SO_x) engloba uma série de óxidos, porém, somente o dióxido de enxofre (SO₂) e o trióxido de enxofre (SO₃) são considerados importantes como gases poluentes, por serem os principais responsáveis pela ocorrência da chuva ácida, uma vez que, no meio ambiente, ambos reagem com a água, formando, respectivamente ácido sulfuroso (H₂SO₃) e ácido sulfúrico (H₂SO₄). A formação de tais óxidos irá variar de acordo com a temperatura, o nível de excesso de oxigênio, o nível de álcalis, o nível de cloro e a presença de monóxido de carbono e de outros elementos menores durante a combustão (BELATO, 2013).

Na indústria cimenteira, as principais fontes de enxofre são os sulfatos e sulfetos, que estão presentes na composição da farinha e, do enxofre presente nos combustíveis. No processo de clínquerização, cerca de 50 a 90% do enxofre é absorvido, e é então incorporado ao clínquer ou emitido na forma de material particulado. Uma parte do enxofre é retido no sistema na forma de incrustações ou como parte do ciclo volátil. Durante a combustão, praticamente todo o enxofre proveniente dos combustíveis será oxidado em SO₂ (CARVALHO & LACAVA, 2003).

CONCLUSÕES

A indústria do cimento tem um grande potencial poluidor. Considerando toda a planta de fabricação do cimento, a contaminação pode atingir o ar, o solo e os rios. Além disso, há um grande impacto nas mudanças climáticas. Assim, há um grande incentivo à substituição das matérias primas, com o intuito de minimizar os gases emitidos.

Apesar dos grandes e graves os problemas associados a este setor, há uma busca e incentivo pela sustentabilidade. Os países têm procurado operar visando uma “química verde”, buscando novas metodologias, equipamentos mais eficientes, a substituição de matérias primas e o co-

processamento de resíduos. Resíduos de outros processos podem ser reciclados e reintegrados ao processo produtivo, o que irá diminuir a emissão de gases poluentes, extração de matérias primas e a deposição de resíduos no meio ambiente, resultando em um produto de menor impacto ambiental e por sua vez à saúde humana.

REFERÊNCIAS

- BELATO, Mariana Natale. **Análise da geração de poluentes na produção de Cimento Portland com o Coprocessamento de Resíduos Industriais**. 2013. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0043750.PDF>>. Acesso em: 03 jun. 2017.
- BEUER, M.B. **Encyclopedia of Material Science and Engineering**. Pergamon Press. Vol.I Great Britain, 1986.
- BOSOAGA, Adina; MASEK, Ondrej; OAKLEY, John E. CO₂ Capture Technologies for Cement Industry. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.133-140, fev. 2009.
- CAMÕES, Aires. Betões de Elevado Desempenho com Incorporação de Cinzas Volantes. **Revista de Engenharia Cívil**, Azurém, Portugal, v. 23, p.55-64, 2005.
- CARVALHO JR., João Andrade; LACAVA, Pedro Teixeira. **Emissões em Processos de Combustão**. São Paulo: ed. UNESP, 135 p., 2003.
- CEMBUREAU. The European Cement Association. **Best Available Techniques for the Cement Industry** (2000). Disponível em: <<http://www.cembureau.be>>. Acesso em: 30 de agosto de 2017.
- GUPTA, R.K. et al. Particulate matter and elemental emissions from a cement kiln. **Fuel Processing Technology**, [s.l.], v. 104, p.343-351, dez. 2012.
- HILL, S.C; SMOOT, L. Douglas. Modeling of nitrogen oxides formation and destruction in combustion systems. **Progress In Energy And Combustion Science**, [s.l.], v. 26, n. 4-6, p.417-458, ago. 2000.
- LIMA, André Barbosa de. **O processo produtivo do cimento Portland**. 2011. 38 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Engenharia de Recursos Minerais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.ceermin.demin.ufmg.br/monografias/34.PDF>>. Acesso em: 04 abr. 2017.
- MAURY, Maria Beatriz; BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 3, n. 1, p.75-96, jun. 2012.
- RENÓ, Maria Luiza Grillo. **Uso de Técnicas de Otimização Robusta Multi-Objetivos na Produção de Cimento.Itajubá**.2007. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
- SCHUHMACHER, Marta; DOMINGO, Jose L.; GARRETA, Josepa. Pollutants emitted by a cement plant: health risks for the population living in the neighborhood. **Environmental Research**, [s.l.], v. 95, n. 2, p.198-206, jun. 2004.
- WBCSD. World Business Council for Sustainable Development. **Cement Technology Roadmap 2009: Carbon emissions reductions up to 2050**. 36 p., 2009. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement.pdf>>. Acesso em: 5 de out. de 2017.