

III-076 - AVALIAÇÃO DA EMISSÃO DE BTEX ATRAVÉS DA CAMADA DE COBERTURA DO ATERRO DE SEROPÉDICA - RJ

Priscila Falcão de Sá Borba⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Consultora da FRALConsultoria. Concursada da Prefeitura Municipal de Japeri – RJ. Mestranda em Engenharia Ambiental no PEAMB/UERJ.

Elisabeth Ritter⁽¹⁾

D.Sc. em Engenharia Civil – PEC/COPPE/UFRJ e M.Sc. em Engenharia Civil – PUC/Rio. Professor Associado do Depto. de Eng. Sanitária e do Meio Ambiente – Faculdade de Engenharia – UERJ

Eduardo Monteiro Martins⁽¹⁾

D.Sc. em Físico Química pela UFRJ. Professor Adjunto do Depto. de Eng. Sanitária e do Meio Ambiente – Faculdade de Engenharia – UERJ

Sergio Machado Corrêa⁽²⁾

D.Sc. em Físico Química pela UFRJ. Professor Associado do Departamento de Química e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier – 524 - Maracanã – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20550-900 - Brasil - Tel: (21) 2334-0512.

Endereço⁽²⁾: Rodovia Presidente Dutra - km 298 - Polo Industrial – Resende – RJ - 27537-000 – Brasil.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo quantificar a emissão de gases compostos orgânicos voláteis monoaromáticos (BTEX) pela camada de cobertura do aterro sanitário de Seropédica no Rio de Janeiro, assim como mensurar a concentração destes gases na atmosfera acima das células do aterro. Para realização deste estudo foi utilizada uma câmara de fluxo de 1 m² de área e 50 L de volume, a qual foi acoplada uma bomba com 0,7 Lmin⁻¹ de vazão, para a realização da coleta de BTEX através de cartucho de carvão ativo de leito duplo. Amostras de BTEX também foram coletadas diretamente da atmosfera. A análise das amostras foi realizada por cromatografia de fase gasosa com espectrometria de massas. As médias das taxas de emissão dos BTEX verificadas foram de 0,0; 0,032; 0,012; 0,023; 0,011 e 0,0 µg m⁻² min⁻¹, respectivamente de Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, m+p-Xileno, o-Xileno e Cumeno. Para as amostras coletadas na atmosfera, não foram observadas concentrações de Benzeno, acima do limite de detecção do método. As concentrações médias para o Tolueno, Etilbenzeno, o-Xileno, m+p-Xileno e Cumeno foram de 2,03; 1,06; 0,096; 0,49 e 0,84 µg m⁻³, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Gás de aterro, BTEX, emissão, aterro sanitário.

INTRODUÇÃO

Com a publicação da lei 12.305, que instituiu a política nacional de resíduos sólidos, tem surgido diversos novos aterros sanitários de resíduos no Brasil, em detrimento do fechamento dos antigos lixões.

Os aterros sanitários podem ser considerados grandes reatores bioquímicos, tendo como principais matérias prima os resíduos sólidos e a água e como produtos o lixiviado e os gases.

Por isso, dentre as principais características dos aterros sanitários no Brasil, esta a utilização de argila monolítica como camada de cobertura dos resíduos sólidos, a fim de estanca-los, permitindo que o mínimo possível de água da chuva penetre na massa de resíduos, assim como a menor quantidade de gases emitida para a atmosfera sem tratamento.

Sabe-se que há da uma infinidade de compostos gasosos gerados em aterros sanitários, visto que estes são influenciados pelo tipo de resíduo que o aterro sanitário recebe para disposição, dentre eles pode se citar os álcoois, hidrocarbonetos aromáticos, compostos halogenados e de enxofre.

Dentre estes compostos orgânicos voláteis (COV) os mais comumente encontrados em aterros são o benzeno, tolueno, etilbenzeno e os isômeros do xileno (BTEX). Dentre os COV emitidos pela degradação de resíduos em aterros comuns, 1,58 % do percentual volumétrico é caracterizados por BTEX.

Os BTEX são de extrema importância, visto o grande potencial deletério para a troposfera e a saúde humana, devido as suas propriedades neurotóxicas, carcinogênicas e teratogênicas.

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a existência emissões de BTEX pela camada de cobertura do aterro sanitário de Seropédica, no Rio de Janeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTR) da empresa Ciclus está situada na Estrada Santa Rosa, no município de Seropédica, Rio de Janeiro. Segundo a empresa responsável pela operação do aterro, este recebe resíduos provenientes dos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Seropédica, totalizando uma quantidade de cerca de 10 mil toneladas recebidas diariamente e entrou em operação em julho de 2011. Na Figura 1 pode ser visualizada a imagem atualizada desta CTR.

O local em estudo, chamado de célula 1, possui uma área superficial de aproximadamente 250 mil m² e altura de cerca de 50 metros, contando ainda com 108 poços verticais, que realizam a drenagem de gases que até o presente momento não se encontram em captação ativa.



Figura 01: Imagem atualizada da CTR de Seropédica.

Os resíduos foram dispostos na célula de estudo há cerca de dois a três anos, sendo esta área a primeira a receber os resíduos sólidos destinados ao aterro e a operação neste local está paralisada desde o início de 2014.

COLETA E ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DAS AMOSTRAS

Para a avaliação da emissão dos BTEX pela camada de cobertura do aterro foi utilizada a técnica de câmara de fluxo, com dimensões de 1 m² de área e 50 L de volume. Esta câmara foi conectada ao solo da camada de cobertura e suas extremidades protegidas com argila e água, de forma que não houvesse escape dos gases. As etapas de cravação da placa estão apresentadas na Figura 3.

Os pontos os quais foram cravadas as placas de fluxo foram decididos com base na distância a partir dos poços de drenagem de gases, assim como em prováveis fissuras que podem ser encontradas nas camadas do solo de cobertura, provocada por fenômenos de intemperismo, visto que estas fissuras podem funcionar como um caminho preferencial de emissão de gases.

As amostras de gases confinados nas câmaras de fluxo foram coletadas empregando-se uma bomba de ar, operada a bateria e que foi calibrada com uma vazão de 700 mL min^{-1} por um período de uma hora. Além disso, para a coleta da amostra foi conectado à bomba um cartucho de carvão ativado de leito duplo, com 100 mg de leito principal e 50 mg de leito de segurança, da marca SKC, referencia 226-01. As amostras coletadas nos diferentes pontos foram levadas ao laboratório e analisadas por cromatografia de fase gasosa, a fim de se obter as concentrações de BTEX e com estas concentrações foram calculadas as taxas de emissão.



Figura 3: Etapas de cravação das câmaras de fluxo.

Amostras dos dos BTEX foram coletadas também diretamente do ar atmosférico, utilizando uma bomba operada com uma vazão de 1000 mL min^{-1} por um período entre quatro a cinco horas, utilizando cartuchos de carvão ativo para adsorção dos gases. Estas amostras foram analisadas por cromatografia de fase gasosa e a detecção com detector de espectrometria de massas. Na Figura 4 é apresentado o conjunto para coleta das amostras dos BTEX no ar na altura da respiração.

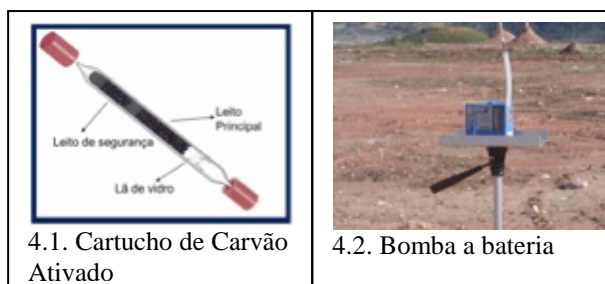


Figura 4: Imagem do cartucho de carvão ativado e da bomba utilizados.

Para a análise dos BTEX foi utilizado um cromatógrafo a gás Varian 450GC acoplado a um espectrômetro de massas Varian MS220, com uma coluna capilar HP-1, de 30 m de comprimento, 0,32 mm de espessura e 0,25 μm de filme. Na fase móvel foi utilizado o hélio a $1,2 \text{ mL min}^{-1}$, volume de injeção de $1,0 \mu\text{L}$ sem divisão de amostra e injetor a 200°C . A programação de temperatura da coluna foi de 40°C por 4 min, seguido de rampa de aquecimento de $10^\circ\text{C min}^{-1}$ até 220°C .

RESULTADOS

Na figura 5 pode ser visualizada a localização de cada um dos pontos amostrados sobre a célula 1 do aterro sanitário de Seropédica. Os pontos de cor azul representam aqueles que foram coletados no ar atmosférico, já os de cor verde representam os pontos de coleta de amostra na camada de cobertura.

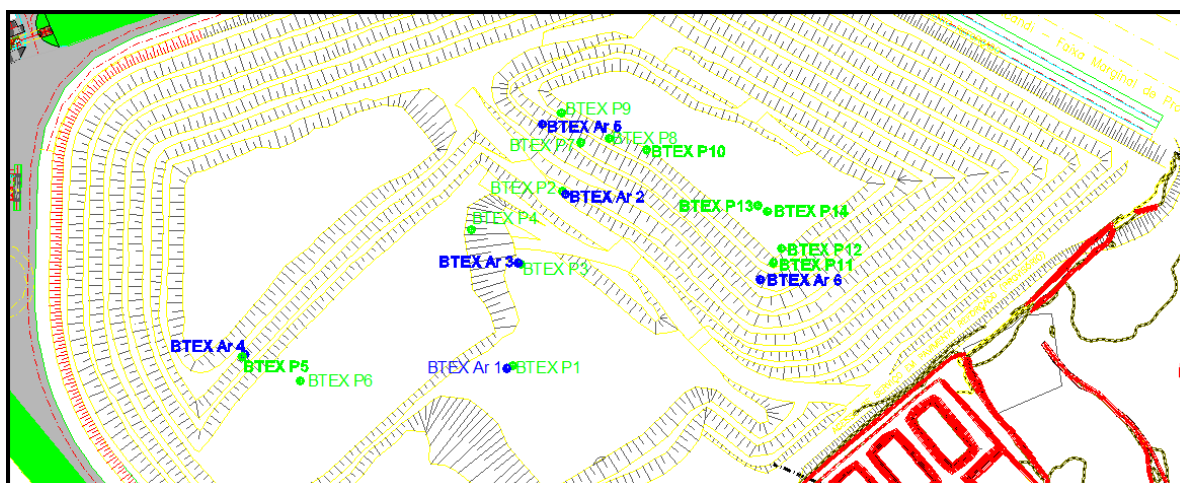


Figura 5: Localização dos pontos amostrados.

Na figura 6 podem ser observados os valores das taxas de emissão dos BTEX encontradas para cada um dos pontos mensurados sobre a camada de cobertura da célula 1. Dentre estes valores, se pode ressaltar a existência de fluxo de benzeno apenas no ponto 7, com $0,074 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$.

Ponto o qual se caracterizou por uma grande fissura sobre a camada de cobertura, no momento da coleta. Além disso, neste mesmo ponto foram encontradas as maiores emissões de tolueno ($3,34 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$), etilbenzeno ($0,67 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$), m+p-xileno ($0,23 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$) o-xileno ($0,073 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$) e cumeno ($0,036 \mu\text{g m}^{-2} \text{ min}^{-1}$).

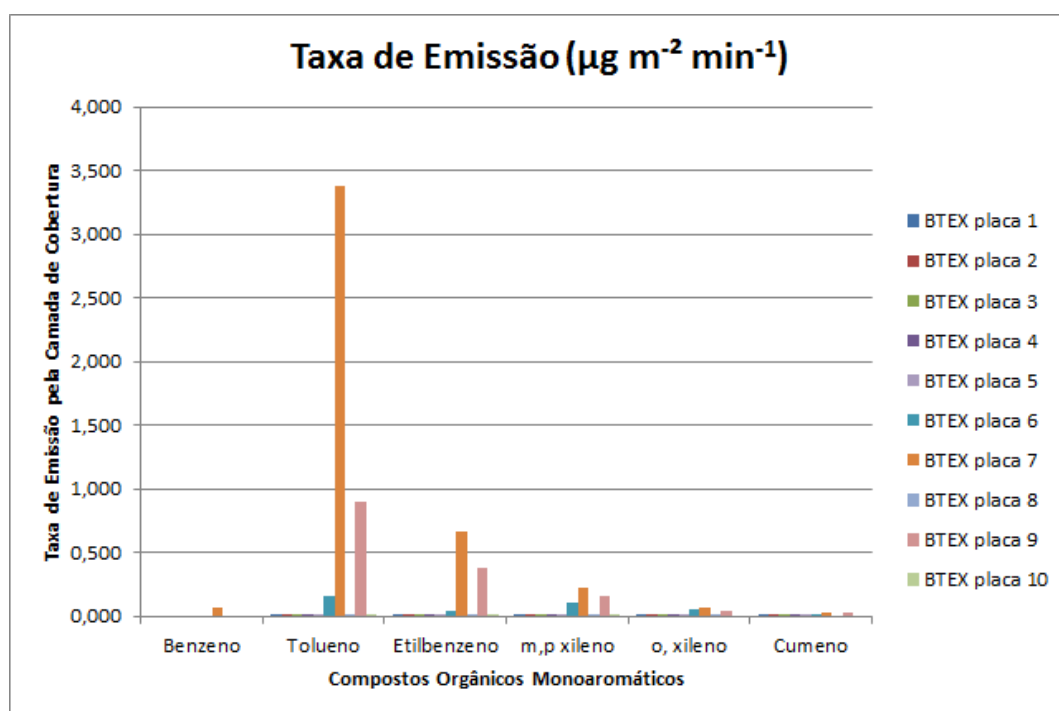


Figura 6: Emissão de BTEX pela camada de cobertura.

Na Figura 7 são apresentadas as concentrações dos BTEX obtidas na atmosfera logo acima da célula 1. Nota-se que em nenhuma delas foi observada a presença do benzeno. Já o tolueno ($4,83 \mu\text{g m}^{-3}$), etilbenzeno ($2,93 \mu\text{g m}^{-3}$), o-xileno ($0,48 \mu\text{g m}^{-3}$) e m+p-xileno ($1,23 \mu\text{g m}^{-3}$) apresentaram maiores concentrações na amostra 3.

Salienta-se que o dia em que a amostra 3 de ar foi coletada, se caracterizou como ensolarado e com poucos ventos. Contudo, a coleta da amostra de numero 4 se caracterizou pela ocorrência de fortes ventos, o que acabou por refletir na ausência dos BTEX.

O cumeno apresentou maior concentração na amostra 5, com valor de 4,21 $\mu\text{g m}^{-3}$, sendo que este foi o único dia em que a amostra foi coletada em meio a pancadas de chuva.

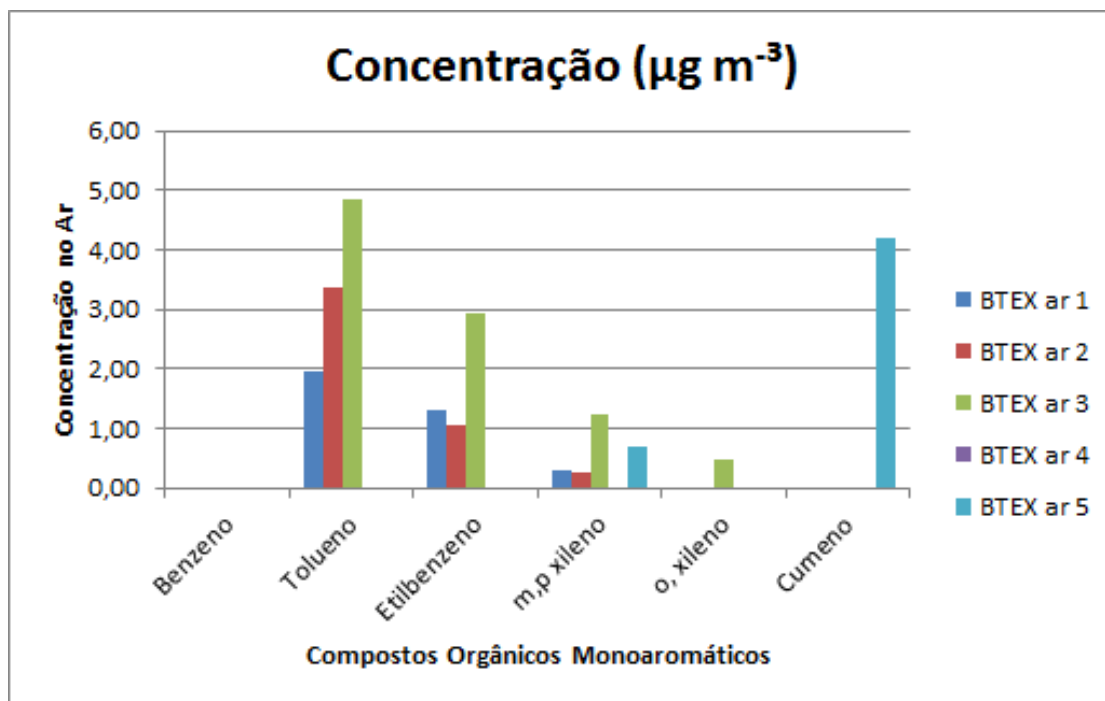


Figura 7: Concentração de BTEX no ar atmosférico.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As maiores taxas de emissão de BTEX foram constatadas em pontos onde havia grandes fissuras na camada de cobertura do aterro, no momento da coleta de amostras. Porém, mesmo em locais em que não havia fissuras, ainda que em menor quantidade, também foram detectadas emissões de tais gases.

O benzeno não foi encontrado em nenhuma das amostras de ar analisadas. Já dentre as coletas realizadas em solo, este gás só foi observado no ponto que apresentou uma grande fissura.

A partir da coleta de amostras de BTEX no ar acima do aterro, pode ser verificada a existência dos gases tolueno, etilbenzeno, m+p-xileno, o-xileno e cumeno, sendo este último detectado apenas em dia chuvoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOGNER, J. E.; BURTON, E. A. Kinetics of Methane Oxidation in a Landfill Cover Soil: Temporal Variations, a Whole-Landfill Oxidation Experiment, and Modeling of Net CH₄ Emissions. v. 31, n. 9, p. 2504–2514, 1997.
2. CHIRIAC, R., CARRÉ, J., PERRODIN, Y., VAILLANT, H., GASSO, S., & MIELE, P. Study of the dispersion of VOCs emitted by a municipal solid waste landfill. *Atmospheric Environment*, 43(11), 1926–1931. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.

3. CHRYSIKOU, L., GEMENETZIS, P., KOURAS, A., MANOLI, E., TERZI, E., & SAMARA, C. Distribution of persistent organic pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons and trace elements in soil and vegetation following a large scale landfill fire in northern Greece. *Environment International*, 34(2), 210–25. doi:10.1016/j.envint.2008.
4. DURMUSOGLU, E.; TASPINAR, F.; KARADEMIR, A. Health risk assessment of BTEX emissions in the landfill environment. *Journal of hazardous materials*, v. 176, n. 1-3, p. 870–7, 15 abr. 2010.
5. GALLEG0, E., PERALES, J. F., ROCA, F. J., & GUARDINO, X. Surface emission determination of volatile organic compounds (VOC) from a closed industrial waste landfill using a self-designed static flux chamber. *The Science of the Total Environment*, 470-471, 587–99. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.
6. LAKHOUIT, A., SCHIRMER, W. N., JOHNSON, T. R., CABANA, H., & CABRAL, A. R. Evaluation of the efficiency of an experimental biocover to reduce BTEX emissions from landfill biogas. *Chemosphere*, 97, 98–101. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.
7. Lei n° 12.305, de 02 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasil: 2010.
8. MARTÍ, V., JUBANY, I., PÉREZ, C., RUBIO, X., DE PABLO, J., & GIMÉNEZ, J. Human Health Risk Assessment of a landfill based on volatile organic compounds emission, immission and soil gas concentration measurements. *Applied Geochemistry*. doi:10.1016/j.apgeochem.2014.
9. MORENO, A. I., ARNÁIZ, N., FONT, R., & CARRATALÁ, A. Chemical characterization of emissions from a municipal solid waste treatment plant. *Waste Management*. doi:10.1016/j.wasman.2014.
10. OLIVEIRA, A. C. E., RITTER, E., MANNARINO, C., & CONSTANTINO, P. Evaluation Of Biogas Emission Through The Final Cover Layer Of The Waste Treatment Center Of Nova Iguaçu And Dump Of Seropédica , Rio De Janeiro Analyses. In S. M. di Pula (Ed.), *Proceedings Sardinia 2013* (pp. 1–10). Cagliari, Italy: Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium.
11. PALMIOTTO, M., FATTORE, E., PAIANO, V., CELESTE, G., COLOMBO, A., & DAVOLI, E. Influence of a municipal solid waste landfill in the surrounding environment: toxicological risk and odor nuisance effects. *Environment International*, 68, 16–24. doi:10.1016/j.envint.2014.
12. STAUB, M. J., MARCOLINA, G., GOURC, J.-P., & SIMONIN, R. An incremental model to assess the environmental impact of cap cover systems on MSW landfill emissions. *Geotextiles and Geomembranes*, 29(3), 298–312. doi:10.1016/j.geotexmem.2011.
13. ZOU, S. C., LEE, S. C., CHAN, C. Y., HO, K. F., WANG, X. M., CHAN, L. Y., & ZHANG, Z. X. Characterization of ambient volatile organic compounds at a landfill site in Guangzhou, South China. *Chemosphere*, 51(9), 1015–22. doi:10.1016/S0045-6535(03)00004-3. 2003.