

AVALIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS AMBIENTAIS DO CHORUME PROVENIENTE DE GUARATINGUETÁ-SP

André Luís de Castro Peixoto¹, Rodrigo Fernando dos Santos Salazar², Oswaldo Luiz Guimarães Cobra³, Helcio José Izário Filho⁴

¹Escola de Engenharia de Lorena/Departamento de Engenharia Química, Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho, Lorena-SP, alcpeixoto@dequi.eel.usp.br

²Escola de Engenharia de Lorena/Departamento de Engenharia Química, Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho, Lorena-SP, r.f.s.salazar@gmail.com

³Escola de Engenharia de Lorena/Departamento Básico, Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho, Lorena-SP, oswaldocobra@debas.eel.usp.br

⁴Escola de Engenharia de Lorena/Departamento de Engenharia Química, Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho, Lorena-SP, helcio@dequi.eel.usp.br

Resumo- O antigo lixão da cidade de Guaratinguetá, no interior de São Paulo, região do Vale do Paraíba, funcionou como depósito de lixo durante 30 anos, tendo sido desativado no ano de 2006. Os lixões e os aterros sanitários são uma das principais fontes, a nível mundial, de geração de poluentes, podendo conter centenas de compostos orgânicos, ânions e cátions metálicos. O presente trabalho mostra a caracterização analítico-ambiental do chorume proveniente do antigo lixão da cidade de Guaratinguetá-SP, tendo como base o Artigo 18 da CETESB e a Resolução CONAMA 357 de 2005. Os resultados indicam grandes concentrações de alumínio, bário, níquel e prata, além de indício de alta toxicidade do chorume devido à impossibilidade de detectar o valor da DBO.

Palavras-chave: Chorume, lixão de Guaratinguetá, compostos orgânicos, compostos inorgânicos, toxicidade.

Área do Conhecimento: III-Engenharias

Introdução

O antigo lixão da cidade de Guaratinguetá, no interior de São Paulo, região do Vale do Paraíba, funcionou como depósito de lixo durante 30 anos, tendo sido desativado no ano de 2006. O antigo lixão, com área total de 30.000 m², se situa na Estrada Américo Ranieri, bairro Santa Luzia. Durante muitos anos, o local teve como características importantes o mau cheiro intenso, centro de ploriferação de moscas e insetos e uma quantidade grande de catadores de lixo com ampla faixa etária (MENDES, 2007).

Atualmente, o local é um Parque Ecológico de iniciativa do Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Guaratinguetá (SAAEG), tendo como infraestrutura quiosques, anfiteatro, estacionamento, casa de brinquedos, pista de caminhada, área verde e uma galeria (com parede de vidro) que se constitui de um corte vertical em uma rampa, com profundidade de 4 metros, onde é possível visualizar o material depositado no local ao longo dos anos, podendo os visitantes acompanhar o processo de decomposição do lixo (MENDES, 2007).

A principal fonte de poluição causada por lixões e aterros controlados é o chorume. O chorume é principalmente gerado pelo excesso de chuva que percola pelas camadas de lixo depositadas no

local. Nessas camadas de lixo, a combinação dos processos físicos, químicos e biológicos provoca a transferência dos poluentes orgânicos e inorgânicos da fase sólida para a fase líquida percolada (Ponthieu et al., 2007).

Apesar de o lixão ter sido desativado, ele se constituirá por longos anos como fonte poluidora de águas subterrâneas e de toda a região ao redor, devido ao caráter tóxico do chorume liberado gradualmente com a decomposição da matéria orgânica-inorgânica, sem o recolhimento correto do efluente por meio de manta e dutos laterais. Assim, esse trabalho tem por objetivo reportar o grau de periculosidade do chorume proveniente do antigo lixão de Guaratinguetá-SP por meio da caracterização de alguns parâmetros analítico-ambientais segundo CONAMA 357 e Artigo 18 da CETESB.

Materiais e Métodos

O chorume proveniente do antigo lixão da cidade de Guaratinguetá (Vale do Paraíba, SP) foi coletado na região mais baixa do local. Após a coleta, o efluente foi equalizado e armazenado a 4 °C (APHA, 1999).

Os parâmetros físicos e físico-químicos analisados no chorume tiveram por base alguns elementos listados pela resolução CONAMA 357

(2005) e Artigo 18 da CETESB. Todas as determinações analíticas foram executadas conforme procedimento padrão internacional (APHA, 1999).

Para as determinações espectrométricas de metais foi feito tratamento prévio da amostra por digestão ácida, garantindo a eliminação da interferência de matéria orgânica. O procedimento consistiu em digestão do chorume em sistema aberto com adição, sobre 5,0 mL de chorume *in natura*, de 1,0 mL de HNO₃ e 1,0 mL de HCl concentrados e de pureza analítica. As determinações de metais foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica Perkin Elmer Analyst 800 utilizando atomização por chama e por forno de grafite, conforme concentração dos elementos no efluente.

Resultados

A Tabela 1 mostra os resultados das determinações espectrométricas por atomização em chama.

Tabela 1 – Resultados de determinação espectrométrica de metais por chama e comparação dos resultados com Artigo 18 da CETESB.

Elementos	Concentração média (mg L ⁻¹)	Limite máximo permitido (mg L ⁻¹)
Al	8,12	0,2
Ba	6,68	5,0
Cu	0,14	1,0
Fe	6,84	15,0
Mn	0,42	1,0
Ni	4,03	2,0
Sn	<3,2	4,0
Zn	0,45	5,0

CONAMA 357 – Classe 3 para água doce

A Tabela 2 mostra os resultados das determinações espectrométricas por atomização em forno de grafite.

Tabela 2 – Resultados de determinação espectrométrica de metais por forno de grafite e comparação dos resultados com Artigo 18 da CETESB.

Elementos	Concentração média (µg L ⁻¹)	Limite máximo permitido (mg L ⁻¹)
Cd	6,26	0,2
Pb	9,51	0,5
Cr	93,46	5,0
Ag	68,22	0,02

A Tabela 3 mostra os resultados dos parâmetros DQO, DBO, COT da fração solúvel, solúveis em hexano, nitrogênio amoniacal,

nitrogênio orgânico, sólidos totais fixos (STF) e voláteis (STV), sólidos em suspensão fixos (SSF), sólidos em suspensão voláteis (SSV) e condutividade.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros DQO, DBO, COT da fração solúvel, solúveis em hexano, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, sólidos totais fixos (STF) e voláteis (STV), sólidos em suspensão fixos (SSF), sólidos em suspensão voláteis (SSV) e condutividade.

Parâmetros	Resultados médios (mg L ⁻¹)
DQO	920,0
DBO	não quantificável
COT	368,4
Solúveis em hexano	85,2
N-NH ₃	398,0
N-Orgânico	28,8
STF	3669,5
STV	1032,5
SSF	22,33
SSV	13,17
condutividade	7,5 mS cm ⁻¹

Discussão

Conforme análises espectrométricas por chama, mostradas na Tabela 1, verifica-se que os elementos Ba possui concentração 1,34 vezes superior ao permitido pelo Artigo 18 da CETESB, enquanto que o elemento Ni possui valor 2 vezes maior que a permitida. A toxicidade relacionada ao bário é relacionada à inibição competitiva de íons K⁺ e remoção de íons sulfato no organismo humano. Sintomas relacionados são vômitos, diarreias, cólicas, pulsação lenta e irregular, convulsão e paralisia muscular. A contaminação por Ba pode levar à morte. A maior parte da ingestão oral de sais de níquel solúveis, tanto em humanos quanto em animais, não é biologicamente absorvida e é excretada nas fezes. Porém, um fração mínima (1-5 %) é absorvida pelo intestino, entrando no plasma e sendo posteriormente excretado pela urina e bile. Os sintomas e manifestações tóxicas por níquel podem ser classificados em quatro grupos: alergia, câncer, desordens não-malignas do trato respiratório e toxicidade iatrogênica (Seiler e Sigel, 1988).

Segundo a Tabela 1, o elemento alumínio possui concentração 40,6 vezes superior ao recomendado pela Resolução CONAMA 357 de 2005, para água doce Classe 3. Segundo Seiler e Sigel (1988), o Al é um elemento não essencial a humanos e é considerado responsável por problemas no tecido ósseo (acumulação), doenças neurológicas e doença de Alzheimer.

Conforme resultados da Tabela 2, verifica-se grande concentração de prata, com valor 3,41 superior ao permitido pela legislação paulista (Artigo 18 da CETESB). Em seres humanos, a maior parte da prata absorvida é encontrada no fígado podendo se estender para os músculos, pele e o cérebro. Intoxicações com Ag podem provocar edema pulmonar, hemorragia, necrose de ossos e fígado até mesmo a morte (Seiler e Sigel, 1988).

Como a região do Vale do Paraíba é rica de lençóis freáticos e águas superficiais, o lixão da cidade de Guaratinguetá se constitui em fonte de poluição para o meio aquático e, conseqüentemente, para flora, fauna e o ser humano da região circundante.

Verifica-se pela Tabela 3 que o chorume em estudo apresenta valores de DQO (menor que $1000 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$), DBO (não quantificável), razão DBO/DQO e condutividade condizentes com a literatura. Segundo Deng (2007), chorume de aterros sanitários ou lixões com mais de 5 anos possui baixa razão DBO/DQO com valores menores que 0,3, indicando incapacidade do tratamento desse efluente por via biológica. Nesse trabalho, o autor obteve os seguintes resultados experimentais na caracterização do chorume maduro: DQO entre 1100 e 1300 mg L^{-1} , DBO/DQO $< 0,05$, condutividade igual $8,3 \text{ mS cm}^{-1}$, N-NH_3 igual a 300 mg L^{-1} .

No presente trabalho, não foi possível quantificar o valor de DBO, uma vez que a população de microorganismo utilizado na incubação da amostra foi morta devido à toxicidade do chorume. Assim, o parâmetro DBO/DQO do efluente em estudo indica inviabilidade do uso de tratamento biológico como, por exemplo, lodo ativado e lagoa de estabilização.

Outro dado importante é a alta razão entre STF e STV (igual a 3,55), indicando que o material sólido presente no chorume é constituído em sua maioria por compostos inorgânicos, que têm grande estabilidade térmica. Comparando os dados da Tabela 3, verifica-se que quase todo sólido se encontra dissolvido no efluente, uma vez que a razão STF/SSF = 164,33. O alto valor de condutividade apresentado pelo chorume ($7,5 \text{ mS cm}^{-1}$) também reforça a conclusão da maior parte dos sólidos se encontrarem na forma solúvel e serem constituídos por compostos inorgânicos.

Lo (1996) verificou alguns parâmetros ambientais de 10 aterros sanitários diferentes que atendem Hong Kong, dentre os quais aterros ativos e inativos. Os valores de DBO variaram de 81 a $22000 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$. A variação de DQO reportada foi de 750 a 5000 mg L^{-1} . As concentrações máximas de níquel, manganês e chumbo foram de 0,45, 3,0 e 1 mg L^{-1} , respectivamente. Dentre os sólidos em suspensão,

a maior concentração reportada foi de 5000 mg L^{-1} .

Silva et al. (2004) estudaram o tratamento do chorume proveniente do aterro sanitário de Gramacho, Rio de Janeiro. Na etapa de caracterização do efluente, foram verificados 23 parâmetros químicos e físico-químicos. Os valores de DQO, DBO e razão DBO/DQO foram de 3460 mg L^{-1} , 150 mg L^{-1} e 0,04, respectivamente. As concentrações máximas de metais reportadas foram: $[\text{Cr}] = 0,2 \text{ mg L}^{-1}$, $[\text{Pb}] < 0,1 \text{ mg L}^{-1}$, $[\text{Hg}] = 2 \mu\text{g L}^{-1}$, $[\text{Mn}] = 0,20 \text{ mg L}^{-1}$, $[\text{Zn}] = 0,35 \text{ mg L}^{-1}$, $[\text{Ni}] = 0,25 \text{ mg L}^{-1}$, $[\text{Fé}] = 8,0 \text{ mg L}^{-1}$ e $[\text{Al}] < 1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Conclusão

O chorume maduro proveniente do lixão de Guaratinguetá-SP possui como características essenciais altas concentrações dos metais alumínio, bário e níquel, superando os limites máximos permitidos pela legislação vigente, acarretando em poluição de corpos d'água circundantes. Além disso, o chorume em estudo apresentou como característica essencial a não detecção da DBO por matar a população de microrganismos utilizados na incubação da amostra, sendo indício de inviabilidade do uso de técnicas microbiológicas no tratamento desse rejeito. Assim, verifica-se com esse trabalho, a problemática ambiental apresentada pelo chorume maduro do antigo lixão de Guaratinguetá.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de mestrado Demanda Social concedida ao aluno André L. C. Peixoto.

Referências

- APHA, AWWA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20ª edição, WPCF, New York, 1999.
- DENG, Y. Physical and oxidative removal of organics during Fenton treatment of mature municipal landfill leachate. **Journal of Hazardous Materials**. V.146, p.334-340, 2007.
- LO, I. M. C. Characteristics and treatment of leachates from domestic landfills. **Environment International**. V.22, n.4, p.433-442, 1996.
- MENDES, L. Parque ecológico construído em antigo lixão faz sucesso em Guará, Jornal Vale Paraibano, São José dos Campos, 3 de jan. 2007. Cidades, Primeiro Caderno, p. 5.
- PONTHEIU, M.; PINEL-RAFFAITIN, P.; HECHO, I.; MAZEAS, L.; AMOUROUX, D.; DONARD, O. F. X.; POTIN-GAUTIER, M. Speciation analysis of

arsenic in landfill leachate. **Water Research**. V.41, p.3177-3185, 2007.

- SILVA, A. C.; DEZOTTI, M.; SANT'ANNA JR., G. L. Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. **Chemosphere**. V.55, p.207-214, 2004.