

III-168 - AVALIAÇÃO DO LIXIVIADO (CHORUME) DO ATERRO SANITÁRIO DE FOZ DO IGUAÇU E A VIABILIDADE DO USO DE MACRÓFITAS COMO TRATAMENTO PRIMÁRIO

Edneia Santos de Oliveira Lourenço ⁽¹⁾

Bacharel em Química, Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Oeste e Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professora titular do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas Foz do Iguaçu-PR, Brasil.

Jaqueline Teixeira Possato ⁽²⁾

Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu- Brasil

Adeliane Hosana de Freitas ⁽³⁾

Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu- Brasil

Rosane dos Santos Grignet ⁽⁴⁾

Especialização em Microbiologia Aplicada pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas. Coordenação/Analista de Laboratório/RT do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu- PR, Brasil

Gabriela Patricia Giacomini ⁽⁵⁾

Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu- PR, Brasil

Endereço ⁽¹⁾: Rua Baleia 188, Vila Residencial A Itaipu – Foz do Iguaçu, PR - CEP: 85860360-Brasil - Tel: (45) 991418891 - e-mail: edneiasol@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar o chorume gerado no aterro sanitário de Foz do Iguaçu – PR, por meio dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e demonstrar a viabilidade do uso de macrófitas para o tratamento preliminar do chorume. Inicialmente caracterizou-se o chorume bruto. Para tratamento do lixiviado por macrófitas, foram montadas estruturas semelhantes a tanques de tratamento, utilizando 6 caixas de PVC, de 20 litros cada, com diferentes diluições, 9% de chorume 91% água da torneira (T1), 3% de chorume 97% água da torneira (T2), 1% de chorume 99% água da torneira (T3). Devido a taxa alta dos parâmetros físico-químico, utilizou-se um biofiltro, com os materiais areia, pedra brita e carvão ativado. Em duplicatas e neste tratamento utilizou-se a macrófita da espécie *Eichhornia azurea*, que após ficarem em contato com a solução de chorume diluída nos tanques por 35 dias, foram realizados testes físico-químicos, microbiológicos. Os parâmetros físico-químicos (DBO, DQO, Condutividade e Turbidez) tiveram resultados acima do esperado para a diluição de 9% de chorume. O nitrogênio total, houve uma eficiência de 99,7%. Os resultados encontrados para coliformes termotolerantes não tiveram redução significativa; enquanto coliformes totais, houve uma redução significativa sugerem-se para trabalhos prospectivos que sejam realizadas análises com diferentes diluições do lixiviado bruto e após pré- tratamento do chorume por lagoas de estabilização e, que seja analisado o nível dos tratamentos e as temperaturas no decorrer de todo o experimento

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas, parâmetros físico-químicos, eficiência.

INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica as características físicas e químicas dos resíduos sólidos passaram por um processo de alteração que lhes tornou mais poluentes, contaminando o ar, solo e recursos hídricos com maior facilidade. Para resolver tal problemática ou minimizar os impactos gerados sobre o meio ambiente, tem-se a necessidade de desenvolvimento contínuo de pesquisas e de novas tecnologias (Abramovay, 2013).

No Brasil ainda procura-se uma forma de segregação eficaz de todo lixo gerado, com o objetivo de reduzir o volume, por meio da separação e destinação adequada, porque consumo de produtos industrializados vem provocando no país um grande problema ambiental e social (Kurscheidt, 2011).

As disposições destes resíduos têm como consequências, além dos impactos ambientais, dois subprodutos que derivam da decomposição dos resíduos: o gás metano e o lixiviado. Pelo tratamento ser complexo, o lixiviado

recebe uma especial atenção dentro de aterros sanitários, porque os tratamentos convencionais não proporcionam eficiência na depuração, retenção e remoção dos poluentes (Morais et al, 2006).

Por esta razão, é de vital importância a realização de estudos voltados ao tratamento de lixiviado, uma vez que o desenvolvimento das cidades e a geração de resíduos passaram a ser um problema ambiental sem soluções a curto e médio prazo.

O aterro sanitário do Município de Foz do Iguaçu, localizado no bairro Porto Belo, conta com uma área de dois hectares e meio de terra, recebendo Resíduos Domiciliares, comerciais, inertes, orgânicos, recicláveis e resíduos do serviço de saúde. Atualmente o chorume gerado no aterro sanitário de Foz do Iguaçu não apresenta nenhum tipo de tratamento, está apenas recirculando pelas células.

Diante deste relato este estudo objetivou caracterizar o chorume gerado no aterro de Foz do Iguaçu – PR, por meio dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Aterro sanitário de Foz do Iguaçu, está localizado entre os bairros Porto Belo e Jardim Califórnia, ao Sul com Latitude 25°27'46", e a Oeste com Longitude 54°36'22", ocupa uma área total de 389.737,44 m (Domingues et al., 2012). Atualmente o aterro está finalizando sua terceira célula, mas segue com uma ampliação. O chorume foi coletado em uma das três células do aterro, destinadas à disposição de resíduos domiciliares, integram uma área total de 184.751,79 m², e recebe em média 250 t dia⁻¹ de resíduos orgânicos (Figura 1).



Figura 1: Lagoa 1- chegada do chorume

Para a coleta utilizou-se galões de PVC com capacidade para 50 litros cada um, totalizando um montante de 200 litros para todo o estudo, enviadas ao Laboratório de Química e Saneamento Ambiental do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas de Foz do Iguaçu e mantido sob refrigeração para posterior análise do lixiviado bruto. As macrófitas, *Eichhornia azurea* (aguapé), foram coletadas, nas margens de um dos braços do Lago de Itaipu na cidade de Santa Terezinha do Itaipu, totalizando 60 plantas da espécie.

O sistema de tratamento realizado teve como base a metodologia de Kurscheidt³, onde foram montadas estruturas semelhantes a tanques de tratamento, utilizando 6 bacias de PVC, de 20 litros cada. Devido a taxa alta dos parâmetros físico-químico, utilizou-se um biofiltro, confeccionado com um tubo de um tubo PVC de 100 mm, onde os materiais foram dispostos na ordem: 5cm de areia, 5 cm pedra brita e 5 cm de carvão ativado separado por uma manta de bidim para evitar contato entre as barreiras (Figura 2).



Figura 2: Filtro de areia, pedra brita e carvão ativado.

Foram realizados três tipos de tratamentos com diluições diferentes: T1 - 9% de chorume e 91% de água; T2 - 3% de chorume e 97% de água; T3 - 1% de chorume e 99% de água. Em cada tanque foram colocadas dez mudas de macrófitas da espécie *Eichhornia azurea*, deixando as macrófitas no tanque em contato com o chorume por 35 dias. Após este período realizou-se a caracterização físico-química do chorume bruto, tais como: Turbidez, Condutividade elétrica, pH, Demanda química de oxigênio - DQO, Demanda bioquímica de oxigênio - DBO, Nitrogênio Total, todas as análises foram realizadas em triplicata segundo o Standard Methods for Examination of Water & Wastewater (APHA, 2005). Para as análises microbiológicas, contagem de bactérias heterotróficas; coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a metodologia descrita por Santos⁹, onde todas as amostras foram analisadas em triplicata e a contagem geral expressa em UFC/mL. Na Figura 3 é apresentado o sistema de tratamento completo.



Figura 3: Tanques de tratamento com exemplares de macrófitas da espécie *Eichhornia azurea* (Aguapé).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas do chorume em estado bruto encontrados pelo presente estudo e comparados à legislação vigente^{9, 10}.

Tabela 1: Determinações analíticas do chorume bruto coletado no aterro sanitário de Foz do Iguaçu-PR

Parâmetro	Unidade	Valores	Legislação ^{9,10}
pH	-	8,23	5 - 9
Turbidez	NTU	34,6	100
Condutividade	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	11.114,0	-
DQO	$\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$	2.220,0	-
DBO	$\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$	420,0	120 $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$
Nitrogênio Total	$\text{mg.L}^{-1} \text{Nkt}$	883,53	20,0 $\text{mg L}^{-1} \text{Nkt}$

O valor pH encontrado no lixiviado bruto foi de 8,23, que é esperado devido à alta taxa de matéria orgânica presente no chorume. O mesmo corrobora com os resultados encontrados na pesquisa de kurscheidt (2011), onde os valores de pH variaram entre 8,0 a 8,8.

Os valores de DBO e DQO ficaram dentro da faixa de 420,0 $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$ e 2.220,0 $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$ respectivamente, que corroboram com os valores encontrados por Cavalcanti (2013), onde os valores apresentados foram 409,7 $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$ e 4345,88 $\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$ respectivamente. O elevado pH e a baixa DBO é um indicativo que o Aterro Sanitário se encontra na fase metanogênica de decomposição. Já o elevado valor de DQO é um indicativo da presença de grande quantidade de ácidos graxos voláteis, pois os mesmos são uma fração considerável do lixiviado (PROSAB, 2007).

O valor encontrado para Nitrogênio Total foi de 883,53 mgL^{-1} este valor pode ser devido à fase metanogênica em que o Aterro Sanitário se encontra, colaborando assim para a formação de nitritos e nitratos.

Tabela 2: Determinações analíticas do chorume tratado, diluído para 9% de chorume e 91% de água

Parâmetro	Unidade	Valores
pH	-	6,62
Turbidez	NTU	0,3
Condutividade	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	1871
DQO	$\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$	276,00
DBO	$\text{mg O}_2 \text{L}^{-1}$	47,12
Nitrogênio Total	$\text{mgL}^{-1} \text{Nkt}$	<2,80

Os resultados obtidos do lixiviado (chorume) no tanque diluído de 9% de chorume e 91% de água (Tabela 2), mostraram que apesar da grande quantidade de água, os parâmetros avaliados se apresentaram acima do que proporcionalmente seria para 9% de chorume presente na solução.

Esta pesquisa teve como enfoque principal a caracterização do lixiviado bruto, e o processo de tratamento com as macrófitas foi somente uma proposta, para conhecer o comportamento do chorume frente ao processo de fitorremediação.

No entanto, os resultados obtidos (Tabela 2), o que apesar da diluição, todos os parâmetros ficaram acima do que seria para 9% de chorume, com exceção do de nitrogênio total, em que obteve uma eficiência de 99,7%, onde o valor para o lixiviado bruto foi de 883,53 $\text{mg.L}^{-1} \text{Nkt}$, e para o tratado foi menor que 2,80 $\text{mg.L}^{-1} \text{Nkt}$. Considerando a proporcionalidade ficaria em 79,51 $\text{mg.L}^{-1} \text{Nkt}$.

O que pode ter contribuído para este resultado é a presença de plantas que favorecem o processo de nitrificação realizada por bactérias nitrificantes (PLENTZ, 2014). Com relação à legislação (CONAMA 430/11), o valor do nitrogênio total encontrado no presente estudo, ficou acima do valor máximo de 20 mg.L^{-1} , que é permitido pela legislação.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das análises microbiológicas realizadas no efluente tratado: coliformes totais; termotolerantes e bactérias heterotróficas.

Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas do chorume tratado por fitorremediação com o uso de macrófitas

Tratamento	Heterotróficas	Coliformes Totais	Termotolerantes
Bruto	$8,1 \times 10^{13}$	$1,9 \times 10^{10}$	$3,1 \times 10^7$
T1	$1,6 \times 10^8$	$2,1 \times 10^9$	$3,6 \times 10^7$
T2	$1,9 \times 10^7$	$1,3 \times 10^8$	$2,3 \times 10^7$
T3	$1,2 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$
T1	$4,1 \times 10^8$	$3,2 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
T2	$3,2 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$	$1,3 \times 10^6$
T3	$2,1 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$

T1: Tratamento 1; T2: Tratamento 2; T3: Tratamento 3; D: Direita; E: Esquerda

Os dados obtidos para coliformes termotolerantes após tratamento, não apresentaram redução significativa na carga microbiológica se comparado com o valor do lixiviado bruto. Para coliformes totais houve redução mais significativa nos tratamentos T2-E, T3-D, e T3-E onde os valores encontrados são $2,1 \times 10^7$, $2,1 \times 10^7$ e $2,7 \times 10^6$ respectivamente. Estes resultados corroboram com estudos de Lins (2005), onde encontrou valores de entrada e saída do lixiviado na estação de tratamento, de 10^6 e 10^5 , respectivamente. Para as bactérias heterotróficas houve uma diminuição significativa com relação ao valor do chorume bruto em todos os tratamentos. Isto ocorre devido à presença de oxigênio dissolvido no efluente, injetado pelas macrófitas, o qual inibe o processo enzimático necessário à desnitrificação (Eduardo, 2007).

As bactérias heterotróficas do lixiviado bruto variaram entre 10^3 - 10^6 e para o lixiviado tratado variaram entre 10^3 - 10^5 , com redução da densidade de bactérias de 90%. Estes resultados indicam o potencial contaminador das bactérias heterotróficas, mas ao mesmo tempo indicam a viabilidade de tratamento primário por fitorremediação.

CONSIDERAÇÃO FINAL

Os resultados mostraram a necessidade de tratamento primário do lixiviado do Aterro Sanitário de Foz do Iguaçu. Os parâmetros físico-químicos (DBO, DQO, Condutividade e Turbidez) tiveram resultados acima do esperado para a diluição de 9% de chorume. Porém destaca-se o Nitrogênio Total, que obteve uma eficiência de 99,7%, onde o valor para o lixiviado bruto foi de $883,53 \text{ mg.L}^{-1}$ Nkt, e para o tratado foi de $<2,80 \text{ mg.L}^{-1}$ Nkt. Considerando a proporcionalidade, para a diluição de 9%, o valor de Nitrogênio Total seria $79,51 \text{ mg.L}^{-1}$ Nkt.

Os resultados encontrados para coliformes termotolerantes não tiveram redução significativa; já para coliformes totais, houve uma redução com valores de $2,1 \times 10^7$, $2,1 \times 10^7$ e $2,7 \times 10^6$ respectivamente. Para as bactérias heterotróficas houve uma diminuição significativa com relação ao valor do chorume bruto devido a presença de oxigênio dissolvido no efluente, indicando assim a viabilidade de tratamento por fitorremediação. Sugerem-se para trabalhos prospectivos que sejam realizadas análises com diferentes diluições do lixiviado bruto e após pré- tratamento do chorume por lagoas de estabilização e, que seja analisado o nível dos tratamentos e as temperaturas no decorrer de todo o experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAMOVAY, Ricardo. **Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera**. São Paulo: Planeta sustentável, Instituto Ethos, 2013. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/residuos-lixo-zero.pdf> Acesso: 10 maio, 2017.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, 2005.
3. CAVALCANTI, A.S. **Estudo da aplicação de foto-fenton solar como tratamento de chorume proveniente do aterro sanitário de Cachoeira Paulista-SP**. 2013. 167p. Dissertação (Mestre em Ciências – Programa de Pós - Graduação em Engenharia Química na Área de Processos Catalíticos e Biocatalíticos) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2013.
4. CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 430 de 13 de maio de 2011**. Diário Oficial da República Federal do Brasil, Brasília DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 14/11/2017.
5. _____ **Resolução 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 14/11/2017.
6. DOMINGUES, R. S. *et al.* **Plano municipal de saneamento básico município de Foz do Iguaçu / PR**. Foz do Iguaçu, 2012.
7. EDUARDO, J. **Avaliação das características microbiológicas de físico-químicas do lixiviado (chorume) no processo de tratamento do Aterro Metropolitano de Garmacho (RJ – Brasil)**. 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2007.
8. KURSCHIEDT, E. C. S. **Avaliação da fitorremediação como alternativa de pós-tratamento de lixiviado de aterro sanitário utilizando macrófitas**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.
9. LINS, Manuela C. M. **Avaliação microbiológica e fitotóxica do chorume da estação de tratamento do aterro da Muribeca – PE**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Pernambuco, Biotecnologia de Produtos Bioativos: Pernambuco, 2005.
10. LUCAS, J. F. R.; MARAN, M. A.; FRARE, L. M. **Proposta de aproveitamento do biogás gerado no aterro sanitário de Foz do Iguaçu – PR**. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA. Foz do Iguaçu, 2010.
11. MORAIS, J. L.; SIRTORI, C. PERALTA-ZAMORA, P. G. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional**. Revista Química Nova, v. 29, n. 1, p. 20 – 23, 2006.
12. PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU – PR. **Dados gerais do município, bem como legislação existente e demais informações pertinentes ao PMGRS**. Foz do Iguaçu, 2012.
13. PROSAB, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras**. Luciana Paulo Gomes (coordenadora). Rio de Janeiro: ABES, 2009.
14. SEZERINO, P. H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (constructed wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical**. Florianópolis: Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, 2006.