Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Adriana Brasil Vargas

Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

Rio de Janeiro

2013

Adriana Brasil Vargas

Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof.ª Dr.ª Daniele Maia Bila

Coorientador: Prof. Dr. João Alberto Ferreira

Rio de Janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

V297 Vargas, Adriana Brasil.
Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina. /Adriana Brasil Vargas - 2013.
132 f.

Orientadora:. Daniele Maia Bila.
Coorientador: João Alberto Ferreira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Aterro sanitário - Dissertações. I. Bila, Daniele Maia. II. Ferreira, João Alberto. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 628.472.3

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Adriana Brasil Vargas

Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 09 de Abril de 2013.

Banca Examinadora:

_____

Prof.ª Dr.ª Daniele Maia Bila (Orientadora)
Faculdade de Engenharia, UERJ

_____

Prof. Dr. João Alberto Ferreira (Coorientador)
Faculdade de Engenharia, UERJ

_____

Prof.ª Dr.ª Elisabeth Ritter
Faculdade de Engenharia, UERJ

_____

Prof.ª Dr.ª Juacyara Carbonelli Campos
Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ

Rio de Janeiro

2013

DEDICATÓRIA

A Deus e à minha mãe que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir mais esta oportunidade de aprendizado.

A minha mãe Lenir (*in memorian*) e a minha avó Rosa pelo apoio incondicional.

Aos amigos e orientadores Professores João Alberto Ferreira, Daniele Maia Bila, Elisabeth Ritter, Juacyara Carbonelli Campos, e Camille Mannarino, pelo apoio, compreensão e acima de tudo por não perderem a fé em mim.

Aos amigos Rafael Gatto e Leonardo Rheingantz (*in memorian*) pelas conversas e planos divididos sobre o mestrado.

À equipe de técnicos do Laboratório de Engenharia Sanitária, companheiros desde a graduação, pela paciência e ajuda com as análises laboratoriais.

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária pelo acesso a biblioteca.

RESUMO

VARGAS, Adriana Brasil. **Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina**. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Avaliação de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos situados nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina. Brasil, 2013, 137f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2013. Os lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos possuem grande potencial poluidor em face de características tóxicas devido a altas concentrações de nitrogênio amoniacal, substâncias recalcitrantes, além de elevadas concentrações de matéria orgânica. Seu aporte em corpos hídricos, pode causar eutrofização e ser tóxica aos peixes. O alto índice de pluviosidade de nosso país intensifica o problema, pois acarreta em grandes quantidades de lixiviado uma vez que essa produção está diretamente relacionada com a quantidade de água que percola no aterro. Encontrar solução de tratamento para este efluente, que atenda a grande variedade de lixiviados, com características distintas de região para região, e que consigam atender os padrões brasileiros de lançamento de efluentes se constitui em um grande desafio para a Engenharia Nacional. Este trabalho se propôs a contribuir para o melhor conhecimento das características dos lixiviados tendo em vista o seu tratamento.

Palavras-chave: Lixiviado; Chorume; Aterro sanitário; Operação de aterros sanitários.

ABSTRACT

The leachate from municipal solid waste landfills have great potential polluter because of its toxic characteristics due to high concentrations of ammonia nitrogen, recalcitrant substances, and high concentrations of organic matter. Their contribution in water manancial can cause eutrophication and be toxic to fish. The high rate of rainfall in our country intensifies the problem since it involves large quantities of leachate, since this production is directly related to the amount of water that percolates into the landfill. Find solution for this effluent treatment considering the wide variety of types leachate with different characteristics from region to region, and find a treatment that meets the standards of Brazilian effluent discharge, constitutes a major challenge for the National Engineering. This study aimed to contribute to a better understanding of leachate characteristics aiming its treatment.

Keywords: Leachate; Nitrogen ammoniacal; Ammonia; Sanitary landfill.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Destino final dos resíduos sólidos no Brasil segundo as formas de disposição em porcentagem de massa total. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 2: Municípios, segundo a destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil - 2008. ..**Erro! Indicador não definido.**

Figura 3: Entidades prestadores de serviços de manejo de resíduos sólidos,por natureza jurídica da entidade, segundo as Grandes Regiões - 2008 .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 4: Esquema típico de funcionamento de um aterro sanitário. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 6: Método de Trincheira. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 7: Método de Rampa. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 8: Capacidade de Campo. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 9: Balanço hídrico esquemático de um aterro. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 10: Características do gás e do lixiviado de acordo com as fases de degradação de resíduos sólidos em aterro sanitário.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 11: Estágios teóricos da decomposição de resíduos em um aterro.**Erro! Indicador não definido.**

Figura 12: Avaliação integrada do destino e efeitos de substâncias tóxicas. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 13: Esquema básico de um teste de toxicidade. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 19: Localização do Aterro Sanitário de Piraí. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 20: Vista do filtro biológico do Aterro Sanitário de Piraí. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 21: Localização do Aterro Sanitário de Rio das Ostras.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 22:Sistema de bombeamento de lixiviado bruto do aterro de Rio das Ostras.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 23: Geobags para tratamento do lixiviado bruto do aterro de Rio das Ostras.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 24: Vista aérea do aterro de Itajaí. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 25: Frente de operação. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 26: Dreno de gases. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 27: Drenagem de águas pluviais. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 28: Tratamento de Lixiviado .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 29: Etapa de lodos ativados. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 30: Aterro Sanitário de Biguaçu .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 31: Frente de Operação do aterro. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 32: Outra vista da frente de operação.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 33: Vista geral do aterro. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 34: Vista dos taludes. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 35: Tratamento Físico-químico do lixiviado. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 36: Tratamento biológico do lixiviado. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 37: Aterro Sanitário de Içará. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 38: Acesso .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 39: Vista geral do aterro. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 40: Frente de serviço. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 41: Aterro Sanitário de Joinville .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 42: Vista parcial dos taludes e frente de serviço. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 43: Frente de serviço. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 44: Drenagem de águas pluviais. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 45 :Etapa Físico-química de tratamento do lixiviado. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 46: Tratamento biológico do lixiviado. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 47: Localização das estações pluviométricas no Rio de Janeiro.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 49: localização das estações meteorológicas do estado de Santa Catarina. .**Erro! Indicador não definido.**

Figura 50: Localização dos aterros estudados no estado de Santa Catarina. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 51: Mapa de isoietas totais anuais do estado de Santa Catarina. ....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 52: Diagrama de caixa de dados de Condutividade dos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados. .....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 53: Diagrama de caixa de dados de concentração de Cloretos nos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados. .....**Erro! Indicador não definido.**

Fonte: MINITAB 16, 2013. ..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 54: Diagrama de caixa de dados de concentração de Alcalinidade nos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados. ..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 55: Diagrama de caixa de dados de concentração de Nitrogênio Amoniacal nos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados.. ..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 56: Diagrama de caixa de dados de pH nos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados. ..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 57: Diagrama de caixa de dados de concentração de Demanda Química de Oxigênio nos lixiviados brutos gerados nos aterros estudados. ..... **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos no Brasil - 1989/2008. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2: Principais fatores que influenciam a composição do lixiviado de aterros sanitários. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4 - Concentração dos constituintes do lixiviado de acordo com o grau de estabilização do aterro. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5. Características mais prováveis do lixiviado de aterros brasileiros. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Efeitos induzidos por algumas substâncias químicas à biota. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7: Processos Combinados de Tratamento de Lixiviados. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 8: Vantagens e desvantagens da recirculação. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 9: Métodos padronizados usados para a determinação de cada parâmetro físico-químico (APHA, 2005). .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 11: Análise comparativa dos lixiviados. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 12: Resultados da análise estatística aplicadas aos dados de caracterização físico-química das amostras de lixiviados brutos produzidos nos aterros estudados.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 13: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro Controlado de Gramacho. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 14: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro Sanitário de Piraí. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 15: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro Sanitário de Rio das Ostras. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 16: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Itajaí. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 17: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Biguaçu. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 18: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Içara. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 19: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Joinville.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 20: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Biguaçu. DADOS SECUNDÁRIOS. .....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 21: Caracterização Físico-Química do Lixiviado Bruto do Aterro de Rio das Ostras.DADOS SECUNDÁRIOS. .....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CENO – Concentração de efeito não observado

CEO – Concentração de efeito observado

Cd – Cádmio

CH_4 – Metano

Cl^- - íon cloro

CO_2 – Dióxido de Carbono

$C_5H_7O_2N$ – Nitrogênio incorporado às células bacterianas

CH_3COOH – Ácido acético

DBO_5 – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

FEEMA – Fundação Estadual do Meio Ambiente

Fe – Ferro

H – Constante de Henry

h% – Teor de umidade

H^+ – Íon Hidrogênio

H_2 – Gás hidrogênio

H_2O – Água

HCl – Ácido clorídrico

HCO_3^- - Ácido carbônico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

K_a – constante de dissociação do íon amônio

K_b – constante de dissociação da amônia

Mg – Magnésio

Mg^+ – Íon magnésio

MgO – Óxido de Magnésio

Na^+ – Íon sódio

NH_2O – Hidroxilamina

NH_3^+ – Amônia

NO_2^- – Nitrato

NO_3^- – Nitrito

O_2 – Oxigênio

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

pH – Potencial Hidrogeniônico

SST - Sólidos Suspensos Totais (mg/L)

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)

SSV - Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)

ST - Sólidos Totais (mg/L)

UC – Unidade de cor

UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez

VC – Valor crônico

mS/cm -

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO E OBJETIVOS** ..... **Erro! Indicador não definido.**

2. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.1. Disposição de Resíduos Sólidos no Brasil ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.2. Classificação de Resíduos Sólidos ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.3. Características dos Resíduos Sólidos ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.3.1. Características Físicas ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.3.2. Características químicas ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.3.3. Características biológicas ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.4. Aterros Sanitários ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5. Operação de Aterros Sanitários ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5.1. Metodologia de execução de aterros sanitários ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5.1.1. *Método de Área* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5.1.2. *Método de Trincheira* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5.1.3. *Método da Rampa* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.5.2. **Considerações sobre a operação e a produção de lixiviados**. **Erro! Indicador não definido.**

2.6. Lixiviado de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.1. Definição ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.2. Caracterização físico-química ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.3. Produção de Lixiviados em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos ... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.4. Características Gerais do Lixiviado de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos ... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.5. Lixiviados Brasileiros x Lixiviados no mundo ..... **Erro! Indicador não definido.**

Fases de Aterro ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6. Influência das fases de decomposição de resíduos sólidos em um aterro sanitário nas características do lixiviado gerado ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6.1. *Fase I – Fase Inicial*..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6.2. *Fase II – Fase de Transição*..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6.3. *Fase III – Fase Ácida* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6.4. *Fase IV – Fase de Fermentação (Metanogênica)*... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.6.5. *Fase V – Fase de Maturação* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.7. Interações físicas, químicas e biológicas durante a produção do lixiviado no aterro **Erro! Indicador não definido.**

2.6.8. Impactos Ambientais provocados pelo lixiviado..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.9. Toxicidade do Lixiviado ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.9.1. *Ensaios de Toxicidade*..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.9.1.1. *Ensaios de toxicidade aguda* ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.9.1.2. *Ensaios de toxicidade crônica*..... **Erro! Indicador não definido.**

2.6.9.1.3. *Estudos de Toxicidade de lixiviados brasileiros* . **Erro! Indicador não definido.**

2.6.10. Tipos de Tratamento de Lixiviado ..... **Erro! Indicador não definido.**

2.7. Legislação aplicada ao lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos **Erro! Indicador não definido.**

3. **MATERIAIS E MÉTODOS**..... **Erro! Indicador não definido.**

3.1. Procedimentos de Coleta e Preservação das Amostras de Lixiviado **Erro! Indicador não definido.**

3.2. Caracterização do Lixiviado..... **Erro! Indicador não definido.**

3.3. Metodologia Analítica aplicada ao Lixiviado ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.4. Análise estatística dos dados ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5. Descrição dos Aterros..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5.1. Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu.. **Erro! Indicador não definido.**

3.5.2. Aterro Metropolitanos de Gramacho ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5.3. Aterro Sanitário de Piraí ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5.4. Central e Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras . **Erro! Indicador não definido.**

3.5.5. Aterro Sanitário de Canhanduba (Itajaí)..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5.6. Central de Gerenciamento de Resíduos de Tijuquinhas (Aterro Sanitário de Biguaçu) **Erro! Indicador não definido.**

3.5.7. Centro de Tratamento de Resíduos de Içara ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.5.8. Aterro de Joinville ..... **Erro! Indicador não definido.**

3.6. Pluviometrias..... **Erro! Indicador não definido.**

4. **RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... **Erro! Indicador não definido.**

4.1. Caracterização dos Lixiviados..... **Erro! Indicador não definido.**

5. **CONCLUSÕES**..... **Erro! Indicador não definido.**

6. **CRÍTICAS E SUGESTÕES** ..... **Erro! Indicador não definido.**

REFERÊNCIAS ..... **Erro! Indicador não definido.**