



II-081 – ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO EM UM ATERRO SANITÁRIO EM MINAS GERAIS

Tainara Leal Silveira⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR).

Fernando Neris Rodrigues⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR), mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Christiane Pereira Rocha⁽³⁾

Engenheira Química pelo Centro Universitário do Sul de Minas. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora e coordenadora de cursos no Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

Endereço⁽³⁾: Rua Marechal Deodoro, 362 – Formiga - MG - CEP: 35570-000 - Brasil - Tel: (37) 3321-3661-
e-mail: chrispereirarocho@gmail.com

RESUMO

A disposição de resíduos sólidos deve ser preferencialmente, em aterros sanitários. Um dos principais problemas com projetos e a manutenção de aterros sanitários é a gestão adequada do chorume, ou lixiviado, resultante do processo de apodrecimento das matérias orgânicas ali depositadas. O presente trabalho teve por objetivo analisar a eficiência do sistema de tratamento de chorume implantado no aterro sanitário de Formiga-MG. Esse sistema é composto por uma caixa de tratamento preliminar, duas lagoas anaeróbias, dois leitos de secagem e uma lagoa facultativa funcionando em série. Para a avaliação dessa eficiência foram utilizados dados de análises realizadas em 2012 e 2013 fornecidas pela Secretaria do Meio Ambiente. Os resultados apontam para uma remoção de poluentes, porém a não eficiência de alguns parâmetros neste sistema de tratamento de chorume, quando se compararam as análises com os padrões permitidos pelas normas, os coliformes e os metais pesados estão fora dos limites impostos pela legislação de Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Lixiviados, Aterro Sanitário, Processo Biológico, Eficiência.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, a industrialização e a elevação de consumos vêm provocando o aumento da geração de resíduos sólidos. A disposição final dos resíduos varia conforme a região onde são coletados, existindo várias formas de disposição, como lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

O aterro sanitário é a opção correta sob vários aspectos (ambiental, sanitário, social, entre outros) para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Contudo, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve ser perguntado se seria possível reciclá-los, tratá-los, reutilizá-los ou minimizar sua geração, visando prolongar a vida útil dos aterros e torná-los empreendimentos sustentáveis ao longo dos anos. Além disso, quando as etapas de um aterro não são bem planejadas e executadas, ele pode vir a causar vários problemas ao meio ambiente, à sociedade e à saúde coletiva.

Quando as etapas de um aterro não são bem planejadas e executadas, ele pode vir a causar vários problemas ao meio ambiente, à sociedade e à saúde coletiva. Um dos problemas mais importantes no projeto e operação dos aterros sanitários é o manejo do chorume gerado a partir de restos de carne, legumes, frutas, casca (até as de ovos), óleo, bactérias e fungos. Insetos são atraídos e podem trazer doenças, além da contaminação do solo e da água.

O chorume destrói a vegetação se jogado no solo, além de contaminá-lo, e tirar a oxigenação da água, matando espécies, devido a sua alta concentração de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO).

As soluções relativas ao tratamento de chorume de aterros sanitários são ainda incipientes em países em desenvolvimento. As sistemáticas já conhecidas de tratamento de esgoto vêm sendo testadas para a finalidade de tratamento desses líquidos, porém, têm encontrado dificuldades provenientes, principalmente, da baixa biodegradabilidade e das elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal.

Os valores dessas concentrações e seus patamares dependem, basicamente, do grau de decomposição dos resíduos sólidos e dos fatores hidrológicos intrínsecos aos locais onde se localizam os sítios de disposição.

O objetivo geral do trabalho é analisar a eficiência do sistema de tratamento de chorume implantado no aterro sanitário de Formiga MG, a partir de análises físico-químicas e biológicas. Para tanto, os objetivos específicos consistem em: Analisar os parâmetros físicos (condutividade e sólidos sedimentáveis); os químicos (DBO_{5,20}, DQO, o pH e os metais pesados); e os biológicos (coliformes termotolerantes do chorume bruto e tratado) e posteriormente comparar os resultados obtidos com os parâmetros impostos pela legislação relativa ao lançamento de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de percolados de aterros sanitários.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Aterro Sanitário Areias Brancas, (FIG. 1) situado na fazenda Olaria, localizado na zona rural do município de Formiga – MG, com área total de 44,68 hectares.

Figura 1: Sede do Aterro Sanitário Areias Brancas (a) e Usina de Triagem (b)



Fonte: Autor, 2013.

O Aterro Sanitário Areias Brancas, administrado pela Secretaria de Gestão Ambiental, possui uma balança, uma usina de triagem e uma unidade administrativa.

As 7 plataformas para disposição de resíduos que tem uma vida útil estimada para 3 anos cada, com módulos de tratamento de chorume e valas para resíduos sépticos e animais mortos.

O sistema de tratamento dos lixiviados é composto por uma caixa de tratamento preliminar, duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa funcionando em série (FIG. 2) e dois leitos de secagem.

Figura 2: Lagoas de tratamento de lixiviados.



Fonte: Autor, 2013.

Parâmetros Analisados

Os dados bimestral, trimestral, semestrais e anuais referentes aos anos de 2012 e 2013 que foram utilizados no trabalho, foram concedidos pelos responsáveis pelo aterro sanitário. As análises foram feitas pelo Laboratório de Análises Ambientais JRW Consultoria Ambiental e Serviços Ltda.

As amostras do efluente líquido foram coletadas na entrada e na saída do sistema de tratamento de chorume, sendo amostras do tipo simples e cada parâmetro apresenta uma metodologia.

Além dos compostos orgânicos e inorgânicos comumente analisados nas amostras de efluentes domésticos, no lixiviado também podem ser encontradas outras substâncias tóxicas provenientes do recebimento de resíduos industriais ou do recebimento dessas substâncias perigosas de maneira inadvertida.

Os metais pesados são outros parâmetros que são analisados semestralmente. O Cádmio Total (Cd), Chumbo Total (Pb), Cobre Dissolvido (Cu), Fósforo Total (P), Níquel Total (Ni), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Nitrato (N), Zinco Total (Zn) e o Cromo Total (Cr).

O chorume é um líquido escuro de composição físico-química e microbiológica variada. De forma geral, apresenta compostos orgânicos polares, apolares, além de metais pesados que podem contaminar o meio ambiente, principalmente se resíduos industriais fazem parte do lixo depositado em um aterro sanitário.

No quadro 1 são apresentados os parâmetros e as metodologias utilizadas para efetuar as análises que foram feitas pelo Laboratório de Análises Ambientais JRW Consultoria Ambiental e Serviços Ltda. cedido pela Secretaria do Meio Ambiente

Quadro 1: Parâmetros e metodologias usadas pelo laboratório.

PARÂMETROS	METODOLOGIAS
Condutividade	SMEWW 2510 – B
DBO _{5,20}	NBR 12614
DQO	NBR10357
pH	NBR 14339
Sólidos Sedimentáveis	NBR 10561
<i>E.Coli/Termotolerantes</i>	SMEWW 9223 B
Metais	POP PA 035/ SMWW 3120 B, USEPA 6010

Os resultados das análises foram comparados com as legislações vigentes, a fim de verificar se os sistemas de tratamento do chorume esta de acordo com as mesmas.

RESULTADOS

Na TAB. 1 mostra os resultados das análises das amostras coletadas na entrada e na saída do sistema de tratamento de chorume do aterro sanitário.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros físicos e químicos e biológicos.

Data da coleta	Condutividade mS/cm			pH			DBO _{5,20} mg/L		
	Entrada	Saída	VMP	Entrada	Saída	VMP*	Entrada	Saída	VMP*
25/01/2012	10,9	1	-	7,14	7,2	5 – 9	2106,7	191,6	Redução de 60%
20/03/2012	6,1	1,9	-	6,76	7,54	5 – 9	2515,1	124,6	Redução de 60%
03/05/2012	8,3	1,5	-	7,27	7,85	5 – 9	5660,5	61,5	Redução de 60%
05/07/2012	4,5	1,5	-	7,53	8,3	5 – 9	242,4	25,1	Redução de 60%
29/08/2012	7,9	1,8	-	8,3	8,45	5 – 9	79,4	19	Redução de 60%
29/11/2012	6,3	1,7	-	7,92	7,76	5 – 9	80,7	49	Redução de 60%
23/01/2013	4,8	1,8	-	7,94	7,37	5 – 9	91,7	365,9	Redução de 60%
18/03/2013	0,4	1,9	-	7,98	6,97	5 – 9	28,7	25,6	Redução de 60%

*Valor Máximo Permitido, COMANA 430/2011.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2013.

Os valores de condutividade variam de 0,4 a 10,9 mS/cm no lixiviado bruto e de 1,0 a 1,9 mS/cm no lixiviado tratado. Em média o lixiviado bruto apresentou valores 70% superiores aos do lixiviado tratado, ocorrendo redução na condutividade, podendo ser prejudicial ao processo biológico, precisando assim da introdução de sais coagulantes e carbonatos.

De acordo com Eduardo (2007), que obteve análises para avaliações das características microbiológicas e físico-químicas do tratamento de chorume em Gramacho/RJ, encontrou os valores de condutividade variando de 19 a 29 mS/cm no lixiviado bruto e 4 a 9 mS/cm no lixiviado tratado. Em média o lixiviado bruto apresentou valores 74% superiores aos do lixiviado tratado

Normalmente a condutividade aumenta ao longo dos processos de tratamento (introdução de sais coagulantes e carbonatos/bicarbonatos gerados pela biodegradação da matéria orgânica). No caso em estudo ocorrem às precipitações químicas de sais orgânicos e inorgânicos e com isto há redução da condutividade.

Verificando-se as análises tem-se uma média de pH 7,65, que de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, para estar dentro do padrão permitido tem que ter como condições para lançamento no efluente um pH com a mínima de 5 e a máxima de 9.

Segundo FERREIRA (2010), avaliando a eficiência do tratamento de chorume, composto de gradeamento, caixa de areia, uma lagoa anaeróbia, um reator anaeróbio de fluxo ascendente e uma lagoa facultativa, em Campo Belo/MG, encontrou valores médios de pH variando de 7,71 – 8,54, confirmando que o chorume é proveniente de uma massa de resíduos antiga onde o processo de decomposição do lixo já se encontra em fase avançada, ou seja, metanogênica. É uma faixa muito boa de crescimento para as bactérias, o que contribui para a aceleração da decomposição da matéria orgânica.

O resultado do dia 23/01/2013 obteve um aumento na saída do efluente tratado para a DBO_{5,20} ocasionando assim a não eficiência do tratamento de chorume. De acordo com a Resolução CONAMA 430 de 2011 a DBO

necessita ter uma remoção mínima de 60%. Porém, os outros resultados têm-se uma eficiência na remoção da DBO em torno de 71%.

Segundo Ferreira (2010), obteve uma eficiência de remoção de DBO_{5,20} acima de 88%. Já Naval et al. (2003), ao estudar lagoas de tratamento para lixiviados, constataram uma redução de DBO_{5,20} em torno de 87,8%. Pode-se então afirmar que o sistema estudado apresentou uma remoção de DBO_{5,20} bastante eficiente, visto que Sousa (2002), que utilizou o processo físico-químico de adsorção para remoção de matéria orgânica em termos de DBO_{5,20} no aterro do Aura/PA, obteve 56,67% de eficiência, valor abaixo do encontrado nesse trabalho.

Na TAB. 2 mostra a continuação dos resultados das análises das amostras coletadas na entrada e na saída do sistema de tratamento de chorume do aterro sanitário.

Tabela 2: Continuação dos resultados dos físicos e químicos e biológicos.

Data da coleta	DQO mg/L			Sólidos Sedimentáveis mL/L			E.Coli NMP/100 mL		
	Entrada	Saída	VMP	Entrada	Saída	VMP*	Entrada	Saída	VMP**
25/01/2012	4832,7	696,4	-	0,1	0,1	< 1	49,7	2.419,6	1.000
20/03/2012	5354,5	471,1	-	0,1	0,1	< 1	75.000	495.000	1.000
03/05/2012	12501,9	310,6	-	< 0,1	< 0,1	< 1	72.700	< 0,1	1.000
05/07/2012	426,4	420,4	-	0,5	< 0,1	< 1	1.090	970	1.000
29/08/2012	572,1	161,1	-	< 0,1	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,1	1.000
29/11/2012	512,9	228,4	-	< 0,1	< 0,1	< 1	1.190	930	1.000
23/01/2013	304,2	979,6	-	< 0,1	0,5	< 1	850	19.560	1.000
18/03/2013	313,4	228,3	-	< 0,1	< 0,1	< 1	950	< 0,1	1.000

*Valor Máximo Permitido, CONAMA 430/2011. **CONAMA 274/2000.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2013.

Na mesma data de 23/01/2013 também obteve um aumento da concentração de DQO na amostra de saída de chorume, ocasionando assim a não eficiência do tratamento de chorume. O aumento da concentração de DQO indica possível aumento da porcentagem de despejos de resíduos de origem industrial no aterro. Porém os resultados de DQO do chorume tratado das outras análises observam-se ser eficientes. A DQO é um parâmetro que a legislação não regulamenta.

Segundo FERREIRA (2010), obteve uma remoção de DQO realizada durante o tratamento dos lixiviados que também foi eficiente estando acima de 70%, chegando a 92,23% no ano de 2009, já Naval et al (2003), obteve uma eficiência de 85,5% de remoção de DQO. Provavelmente, a diminuição da eficiência no ano de 2009 para 2010 pode ter ocorrido pelo aumento de mortes de algas e bactérias causadas, contribuindo para o aumento da concentração de DQO, dificultando assim sua remoção.

A Resolução CONAMA 430 de 2011 dispõe que materiais sedimentáveis para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes e seu padrão limite pode está até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff.

Todos os resultados das análises de sólidos sedimentáveis estão abaixo de 1 mL/L estando assim de acordo com os padrões exigidos pela legislação federal.

Os resultados de E.Coli/Termotolerantes indicam uma não eficiência no processo de tratamento, pois mais de 80% de suas amostras coletadas durante o período de um ano, pois se obteve valores maiores que os permitidos na resolução, indicando contaminação fecal e risco para os organismos patogênicos.

Segundo Eduardo (2007), isso pode ser explicado pelo aumento da presença de animais no aterro, como por exemplo, cães e urubus.

Os metais pesados podem ser percolados por meio do chorume, pois o chorume mistura-se com a água da chuva infiltrando-se no solo e quando alcança o lençol freático pode contaminar a água subterrânea. A possível contaminação dos corpos d'água tem consequências que perduram por tempo indeterminado e são de difícil controle (FRANÇA, 2007).

Na TAB. 3 mostra-se os resultados dos metais pesados que foram apresentados nas análises. Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os valores estabelecidos com Valor Máximo Permitido pela na Resolução CONAMA 430 de 2011, com padrão para lançamento de efluentes.

Tabela 3: Resultados das análises dos Metais Pesados.

Parâmetros	Data 20/03/2012		Data 28/08/2012		Data 18/03/2013		VMP*
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	
Cádmio Total (Cd) mg/L	< 1	< 0,001	< 1	< 0,001	< 1	< 1	0,2
Chumbo Total (Pb) mg/L	< 10	< 0,01	< 10	< 0,01	< 10	< 10	0,5
Cobre Dissolvido (Cu) mg/L	0,034	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2594	< 4	1
Fósforo Total (P) mg/L	7646	358	1267	52,9	345	693	-
Níquel Total (Ni) mg/L	34,2	< 0,01	31,6	< 0,01	< 10	< 10	2
Nitrogênio Amoniacal (NH ₃) mg/L	260	31	580	40	30	205	20
Nitrato (como N) mg/L	< 2	< 5	< 20	< 1	< 0,03	0,08	-
Zinco Total (Zn) mg/L	2639	0,062	65,6	0,021	80	91	5
Cromo Total (Cr) mg/L	< 0,005	< 0,005	34,6	< 0,01	-	-	-

*Valor Máximo Permitido, COMANA 430/2011.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2013.

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os valores estabelecidos com Valor Máximo Permitido pela na Resolução CONAMA 430 de 2011, com padrão para lançamento de efluentes pode-se observar que o parâmetro:

- Cobre Dissolvido (Cu) no dia 18/03/2013 tanto na entrada quanto na saída do efluente está fora do limite permitido que é 1mg/L.
- O Níquel total (Ni) na entrada do efluente nos dias 20/03/2012 e 28/08/2012 também está fora do limite permitido que é de 2mg/L.
- O Nitrogênio Amoniacal (NH₃) não satisfazem os limites permitidos, em todas as amostras ele está fora do valor máximo permitido sendo este valor de 20 mg/L.
- O Zinco Total (Zn) atendeu o limite permitido apenas nas saídas do efluente dos dias 20/03/2012 e 28/08/2012.
- O Cádmio Total (Cd) mais o Chumbo Total (Pb) estão dentro dos valores máximos permitidos.
- E os demais como o Fósforo Total (P), o Nitrato (como N) e o Cromo Total (Cr) não são exigidos pela legislação.

A alta presença de metais pesados no chorume pode ser referente ao fato de não existir controle sobre os tipos de resíduos que entram no aterro sanitário, recebendo assim descargas de resíduos industriais.



De acordo com França (2007), quando há elevadas concentrações de certos metais, como o cobre, o zinco e o níquel, pode-se causar a inibição biológica. Nestes casos a precipitação química pode ser necessária.

De acordo com Ferreira (2010), observou que as concentrações dos metais pesados cádmio, níquel, chumbo e nitrato no chorume tratado se encontraram dentro do padrão permitido pela legislação.

CONCLUSÕES

Conclui-se, que o Aterro Sanitário de Formiga-MG, é um aterro novo e apresenta uma boa estrutura, mas seu processo de tratamento de chorume apresenta algumas falhas.

Dentre os parâmetros analisados:

A condutividade apresentou um aumento na saída do efluente tratado, o que ocorreram precipitações químicas de sais orgânicos e inorgânicos apresentando redução da condutividade.

O pH teve uma média de 7,65 estando assim dentro do limite permitido de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 onde estabelece que o limite para lançamento no efluente um pH deve estar entre 5 e no máximo 9.

Ao analisar DBO 5,20 e DQO uma amostra apresentou-se ineficiente, porém as demais amostras obtiveram resultados que demonstraram uma remoção que qualifica como sendo eficiente o processo de tratamento.

Os sólidos sedimentáveis apresentaram seus resultados de acordo com os padrões exigidos pela legislação federal.

Os E.Coli/Termotolerantes não estão dentro do padrão permitido na resolução indicado contaminação fecal e risco nos organismos patogênicos.

Os metais pesados apresentaram-se fora do limite máximo permitido, mostrando assim que o tratamento não foi eficiente para remoção dos mesmos. E isto é uma grande preocupação com relação aos resíduos depositados no aterro.

Com base no presente trabalho conclui-se, portanto que o tratamento de chorume do aterro sanitário de Formiga-MG precisa de melhoras. Apresentando apenas alguns parâmetros dentro dos limites permitidos e a maioria fora desses limites.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA Nº 357/2005. Brasília: DOU nº 53, 18 de março de 2005.
2. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 274. Brasília. 2000.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430/2011. Brasília. 2011.
4. EDUARDO, J. Avaliação das características microbiológicas e físico-químicas do lixiviado (chorume) no processo de tratamento do Aterro Metropolitano de Gramacho (RJ – Brasil). 2007. Dissertação (mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências – Faculdade de Engenharia, Rio de Janeiro, 2007.
5. FRANÇA, Marcio LuisSotille. Estudos dos impactos ambientais gerado pelo chorume do aterro controlado de Morretes - PR. 2007. 124 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Gestão Ambiental, Centro Universitario Positivo - Unicenp, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.nossolitoral doparana.com.br/arquivos/trabalho/php1WPIja_1081795938.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.
6. FERREIRA, J.C.C. Eficiência de um sistema de tratamento de chorume de aterro sanitário: um estudo de caso no município de Campo Belo-MG. 2010.
7. NAVAL, L.P.; CAVALCANTE, L.A.S; BRITO, T.G. Estudo da Remoção da Matéria Orgânica e Nutrientes no Sistema de Tratamento de Chorume do Aterro Sanitário de Palmas-TO. In: 22º



XII SIBESA
XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
2014



CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2003, Joinville.
Anais... 22, 2003, Santa Catarina: Joinville, 2003.

8. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. Busca por: Aterro sanitário. Disponível em:
<www.formiga.mg.gov.br>. Acesso em: 04 de mar. 2013.