

## AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO AMBIENTAL DO LIXIVIADO BRUTO E TRATADO DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (CTR) MACEIÓ - AL

**Mário José da Silva Júnior\***, **Liz Geise Santos de Araújo**, **José Fernando Thomé Jucá**, **Maria Odete Holanda Mariano**, **Maria do Carmo Martins Sobral**

\* Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE), Mestrando em Engenharia Civil – Geotecnia. E-mail: mariojuniorufpe@hotmail.com

### RESUMO

O aterro sanitário é uma das formas adequadas mais utilizadas de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que tem como fundamentação técnicas e critérios operacionais de engenharia, impermeabilização do solo, compactação e cobertura diária das células de resíduos, coleta e tratamento do chorume e gases gerados de forma a garantir um confinamento garantido em condições de poluição ambiental e proteção a saúde pública. Para um adequado funcionamento de um aterro sanitário devem ser feitos planos de monitoramento ambiental e geotécnico, além da instalação de sistemas de drenagem de efluentes e águas pluviais permanente, com a finalidade de precaver a possibilidade de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Os efluentes lixiviantes são constituídos essencialmente do resultado da decomposição da matéria orgânica dos resíduos, com a umidade proveniente da infiltração de água na camada de cobertura, que percolam no interior de um aterro sanitário, são um dos grandes problemas ambientais, devido seu alto potencial poluidor, uma vez que estes líquidos são caracterizados pela alta concentração da matéria orgânica, amônia e compostos tóxicos presentes. Sob esse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar o monitoramento ambiental do lixiviado bruto e tratado da Central de Tratamento de Resíduos de Maceió (CTR/MA), do município de Maceió, estado de Alagoas. As informações foram cedidas pela Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM), através das atividades realizadas pela concessionária de operação do aterro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento ambiental; resíduos sólidos urbanos; aterro sanitário; efluentes lixiviantes.

### ABSTRACT

The landfill is one of the most commonly used forms of final disposal of Urban Solid Waste (RSU) which is based on technical and operational engineering criteria, soil waterproofing, compaction and daily coverage of waste cells collection and treatment of slurry and gases generated in order to guarantee a guaranteed confinement in conditions of environmental pollution and protection of public health. For the proper functioning of a landfill, environmental and geotechnical monitoring plans must be made, in addition to the installation of permanent drainage systems for effluents and rainwater, in order to prevent the possibility of contamination of soil and groundwater. The leaching effluents are mainly composed of the result of the organic matter decomposition of the residues, with the moisture coming from the infiltration of water in the cover layer, that percolate inside a landfill are one of the major environmental problems due to its high polluting potential, since these liquids are characterized by the high concentration of organic matter, ammonia and toxic compounds present. In this context, the present research has the objective of evaluating the environmental monitoring of the crude and treated leachate from the Maceió Waste Treatment Center (WTC / MA), in the city of Maceió, state of Alagoas. The information is provided by the Superintendency of Urban Cleaning of Maceió, through the activities carried out by the landfill operation concessionaire.

**KEY WORDS:** Environmental monitoring; solid urban waste; landfill; leaching effluents.

### INTRODUÇÃO

Segundo Siqueira e Moraes (2009) a problemática que envolve os resíduos sólidos urbanos está cada vez mais presente na sociedade, resultado, por muitas vezes, na redução da qualidade de vida, principalmente nos grandes centros urbanos. A geração dos RSU nas mais diversas atividades e sem a presença de uma adequada gestão podem gerar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, além da relação com os aspectos sociais, legais, econômicos e administrativos.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), os aterros sanitários são a disposição final de aproximadamente 40% dos municípios brasileiros, o que representa 59,1% dos resíduos totais coletados (ABRELPE, 2018).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal 12.305 de 2010, apresenta os princípios, as diretrizes, os instrumentos, as metas e as ações que devem ser realizadas pela União de forma isolada ou em parceria



com os estados, o Distrito Federal, os municípios e os entes privados, objetivando a correta gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, de forma a proteger o meio ambiente e à saúde humana e, dentre as diretrizes, está a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Os efluentes lixiviantes do aterro são gerados pela decomposição completa dos resíduos, podendo durar muitos anos, incluindo os resíduos mais facilmente biodegradáveis. O Lixiviado é resultado da parcela orgânica putrescível do resíduo somado ao escoamento de água superficial que infiltra nas camadas superiores do aterro e escoar pela massa de lixo, sendo este líquido a principal fonte de poluição em aterros sanitários. Os efluentes lixiviantes representam um grande problema de poluição para as águas superficiais e subterrâneas (DE SÁ *et al.*, 2012).

O monitoramento ambiental de aterros sanitários é realizado com a finalidade de acompanhar o desempenho ambiental do aterro, do comportamento geotécnico, da decomposição dos resíduos sólidos urbanos, de forma a constatar em tempo ágil, alterações nos padrões de comportamento previsto e a presunção de tomadas de medidas preventivas e corretivas, orientando os trabalhos de conservação e manutenção do aterro sanitário. Devido a isto, o monitoramento realizado é extremamente importante, uma vez que, ele poderá implicar alterações nos padrões de qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos sob influência dos resíduos depositados no maciço (SANTOS FILHO, 2013).

Para Catapreta e Simões (2016) o monitoramento ambiental de um aterro sanitário pode ser definido como um conjunto de normas adotadas para avaliar os possíveis impactos e riscos ambientais, é realizado por meio dos resultados das observações de campo, das análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de águas superficiais e subterrâneas. O monitoramento também é realizado em amostras de líquidos dos lixiviado bruto drenado em tanques ou das lagoas de estabilização, como também do lixiviado após o sistema, como maneira de observar se o sistema está sendo eficiente ou insuficiente para a tratabilidade do lixiviado (MORAVIA, 2007).

Desta forma, a empresa responsável pela operação do aterro sanitário tem como obrigação realizar e apresentar os principais monitoramentos ambientais e geotécnicos realizados. Sob esse contexto, a presente pesquisa apresenta a avaliação do monitoramento ambiental do lixiviado bruto e tratado da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Maceió (CTR/MA), denominação técnica do Aterro Sanitário do município de Maceió, estado de Alagoas. As informações foram disponibilizadas pela Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM), através das atividades realizadas pela concessionária de operação do aterro.

## OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é apresentar a avaliação do monitoramento ambiental realizado no lixiviado bruto e tratado do Aterro Sanitário de Maceió/AL, no ano de 2016.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada através de visitas técnicas ao aterro sanitário, onde foram levantados aspectos relativos à atual operação da Central de Tratamento de Resíduos de Maceió/AL (CTR/MA). Por meio de um levantamento documental das informações fornecidas pela SLUM, referentes ao ano de 2016, onde foram identificados o comportamento e os monitoramentos ambientais realizados no lixiviado bruto e tratado do aterro sanitário, bem como os resultados obtidos.

### Caracterização da área de influência do estudo

Segundo o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Maceió apresentava o número de 932.748 habitantes, sendo sua densidade demográfica de 1805,77hab/km<sup>2</sup>, em uma área de 516,46 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Em 2018, a estimativa populacional para o ano de 2018 fora de 1.012.382 habitantes (IBGE, 2019).

A central de tratamento de Resíduos (CTR) Maceió/AL, entrou em operação no ano de 2010, fica localizado no bairro de Benedito Bentes, na parte alta da cidade, ocupando uma área de aproximadamente 114 hectares. Atualmente, recebe uma média diária de 1.500 toneladas de resíduos, sendo constituída das seguintes unidades de recebimento: célula de recepção de resíduos Classe IIA, célula de recepção de resíduos Classe IIB, célula de recepção de animais mortos e célula de recepção de resíduos vegetais oriundos das podas urbanas.

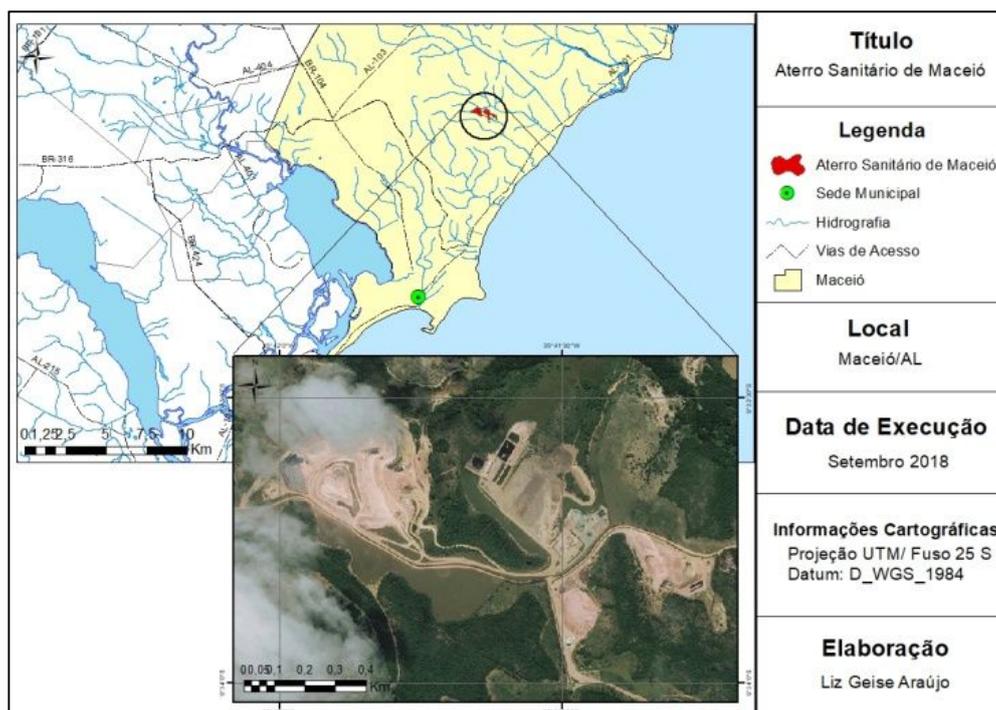


Figura 1: Mapa de localização do Aterro Sanitário de Maceió, Alagoas. Fonte: Autores (2018).

## RESULTADOS

### Monitoramento Ambiental

Periodicamente, a concessionária realiza os monitoramentos ambientais no aterro sanitário, conforme descritos na tabela 1.

Tabela 1. Monitoramentos ambientais no aterro sanitário de Maceió.

Fonte: SLUM, 2018.

Monitoramento	Periodicidade
Recursos hídricos: Águas subterrâneas	Trimestral
Recursos hídricos: Águas superficiais	Quadrimestral
Efluente (chorume)	Mensal
Eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	Mensal
Sólidos	Anual
Gases	Anual
Geotécnico	Semanalmente

### Monitoramento do efluente

O tratamento do efluente de lixiviado proveniente da decomposição dos resíduos sólidos do aterro sanitário são complexos devido à composição do líquido, formado pela matéria orgânica decomposta e por elementos tóxicos altamente poluentes como cádmio, cobre, alumínio, chumbo, mercúrio, zinco entre outros. Devido a grande diversidade de componentes que formam o lixiviado, tornando-o uma composição complexa de difícil tratamento o que dificulta a criação de um sistema de tratamento eficaz. O descarte sem tratamento adequado pode ocasionar um grande impacto ambiental na natureza. A estabilização/remoção da matéria orgânica recalcitrante do lixiviado demanda um grande nível de complexidade o que acaba se tornando um desafio constante para as empresas de saneamento.

Inicialmente a Estação de Tratamento de E foi implantada com as seguintes unidades: Elevatório de lixiviados, Lagoas anaeróbias, Lagoa Aeróbia, coagulação, filtração e fotocatalise. A partir de setembro de 2017, foram adicionadas mais duas unidades: filtração em carvão ativado e nanofiltração.

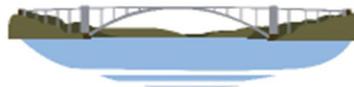


Em meados do mês de setembro de 2017, a CTR/MA implantou uma nova Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que utiliza 5 etapas distintas: Anaerobiose catalisada, aerobiose catalisada, coagulação, filtragem e fotocatalise. As coletas são realizadas mensalmente e são avaliados os seguintes parâmetros: vazão, pH, Eh, alcalinidade, série de sólidos, DQO, DBO, sólidos sedimentáveis, dureza total, condutividade, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total e metais (Al, Ag, As, Ba, Cd, Fe, Cu, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn e Hg). Após a realização do tratamento, o efluente é encaminhado à disposição oceânica, mediante o emissário submarino localizado no município. Destaca-se que as análises são realizadas no efluente bruto (chorume) e no efluente tratado, a fim de verificar a eficiência da ETE.

**Tabela 2: Monitoramento ambiental do Lixiviado Bruto e Tratado, realizado no 1º quadrimestre do ano de 2016.**

Fonte: SLUM, 2018.

Parâmetros	CONAMA	Janeiro (bruto)	Janeiro (tratado)	Fevereiro (bruto)	Fevereiro (tratado)	Março (bruto)	Março (tratado)	Abril (bruto)	Abril (tratado)
pH	5 a 9	7,82	7,4	8,1	8,3	7,6	8,00	5,8	6,6
Temperatura	Inferior a 40°	34,5	33,8	35	30	-	-	-	-
Materiais sedimentáveis	até 1mL/L	0,3	0,3	<L.Q.	<L.Q.	2,5	1,00	4	1
Óleos minerais	Até 20mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleos vegetais e gordura animal	50mg/L	-	-	161	70	260	72,00	1,531	137
Óleos e Graxas (mg/L)		98	72,4	181	80	316	109,00	1,578	159
Materiais flutuantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
DBO	Remoção 60%	1780	640	1723	380	2707	277	2178	312
		64,04%		77,95%		89,77%		85,67%	
Parâmetros inorgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Arsênio total	0,5	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Bário total	5	-	-	-	-	-	0,34	-	-
Boro total (não se aplica)	5	-	-	-	-	-	0,11	-	-
Cádmio total	0,2	0,01	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Chumbo total	0,5	0,01	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cianeto total	1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Cianeto	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cianeto livre	0,2	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Cobre Total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobre dissolvido	1	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Cromo hexavalente	0,1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Cromo trivalente	1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Cromo Total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Estanho total	4	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Ferro dissolvido	15	-	-	-	-	-	0,91	-	-
Fluoreto total	10	-	-	-	-	-	1,2	-	-
Manganês dissolvido	1	0,21	0,2	2,9	2	0,77	0,11	2,1	0,17



Mercúrio total	0,01	0,01	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Níquel total	2	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Nitrogênio amoniacal total	20	<b>1361</b>	<b>1126</b>	<b>181</b>	<b>100</b>	<b>1883</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	11
Prata total	0,1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Selênio total	0,3	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Sulfeto	1	-	-	-	-	-	0,3	-	-
Zinco total	5	0,95	0,7	2,1	0,59	1,4	<L.Q.	1,2	0,5
Parâmetros Orgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Benzeno	1,2	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Clorofórmio	1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Dicloroetano	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Estireno	0,07	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Etilbenzeno	0,84	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Fenóis totais	0,5	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Tetracloroeto de carbono	1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Tricloroetano	1	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Tolueno	1,2	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Xileno	1,6	-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)		-	-	-	-	-	-	-	-
Não especificados									
Condutividade elétrica		21210	19350	15360	5780	15350,0	277	14,480	238
DQO		3800	1360	4960	740	10800	458	13,080	648
Fósforo total		18,6	13,7	60	13	50	1,6	120	1
Surfactantes		-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfatos		1020	812	129	15	28	<L.Q.	570	82
Alcalinidade total		930	710	10000	2340	12000	2500	10,000	830
Dureza total		420	308	9100	2020	5500	2400	5,800	770
Alumínio		-	-	-	-	-	<L.Q.	-	-
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-

O monitoramento ambiental realizado no 1º trimestre do ano de 2016 para o lixiviado bruto e tratado, quais os dados estão expostos na tabela 2, evidência que alguns parâmetros apresentaram alterações comparadas com os valores estabelecidos pela resolução Conama nº430/2011. Para o mês de Janeiro o parâmetro de nitrogênio amoniacal total apresentou-se muito acima do estabelecido pela referida norma, para as análises realizadas no lixiviado bruto e tratado.



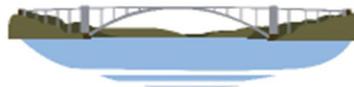
Para o mês de Fevereiro as análises de lixiviado bruto e tratado para os parâmetros de óleo vegetal e gordura animal, nitrogênio amoniacal total e manganês apresentaram valores superiores ao exigido pela norma.

Nos mês de março o parâmetro materiais sedimentáveis apresentou-se acima da norma na análise do lixiviado bruto, os parâmetros óleo vegetal e gordura animal e nitrogênio amoniacal mostraram-se acima para as análises realizadas no lixiviado bruto e tratado. Para abril as análises do lixiviado bruto apresentaram os parâmetros de materiais sedimentáveis, óleo vegetal e gordura animal, manganês dissolvido e nitrogênio amoniacal total acima da norma, para as análise do lixiviado tratado apenas o parâmetro de óleo vegetal e gordura animal excedeu o valor estabelecido.

**Tabela 3: Monitoramento ambiental do Lixiviado Bruto e Tratado, realizado no 2º quadrimestre do ano de 2016.**

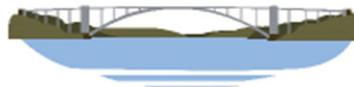
Fonte: SLUM, 2018.

Parâmetros	CONAMA	Maior (bruto)	Maior (tratado)	Junho (bruto)	Junho (tratado)	Julho (bruto)	Julho (tratado)	Julho (bruto)	Julho (tratado)
pH	5 a 9	8,3	6,6	8,2	7,90	5,4	6,3	6,1	7,7
Temperatura	Inferior a 40°	-	-	-	-	-	-	-	-
Materiais sedimentáveis	até 1mL/L	2	1	3,00	<L.Q.	4,00	0,90	5,00	1,00
Óleos minerais	Até 20mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleos vegetais e gordura animal	50mg/L	2,452	134	648	74,00	145	17,00	88	11,00
Óleos e Graxas (mg/L)		2,483	149	694,00	121,00	217,00	49,00	168,00	35,00
Materiais flutuantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
DBO	Remoção 60%	2707	198	1370	475	<b>2380</b>	<b>1340</b>	1952	571
		<b>92,69%</b>		<b>65,33%</b>		<b>43,70%</b>		<b>70,75%</b>	
Parâmetros inorgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Arsênio total	0,5	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Bário total	5	-	-	-	0,12	-	-	-	-
Boro total (não se aplica)	5	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Cádmio total	0,2	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,02	<L.Q.
Chumbo total	0,5	1,8	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,04	<L.Q.
Cianeto total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cianeto	0,2	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Cianeto livre	0,2	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Cobre Total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobre dissolvido	1	-	-	-	0,13	-	-	-	-
Cromo hexavalente	0,1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Cromo trivalente	1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Cromo Total	1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Estanho total	4	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Ferro dissolvido	15	-	-	-	0,9	-	-	-	-
Fluoreto total	10	-	-	-	1,3	-	-	-	-
Manganês dissolvido	1	<b>3,5</b>	0,72	0,57	0,57	<b>3,6</b>	0,62	<b>3,2</b>	0,45



Mercurio total	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	-	<L.Q.	<L.Q.
Niquel total	2	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal total	20	1853	88	1911	316	1838	141	2088	112
Prata total	0,1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Selênio total	0,3	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Sulfeto	1	-	-	-	0,6	-	-	-	-
Zinco total	5	5	2,2	1,5	1,5	4,1		3,7	1,4
Parâmetros orgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Benzeno	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Clorofórmio	1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Dicloroetano	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Estireno	0,07	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Etilbenzeno	0,84	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
fenóis totais	0,5	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
tetracloro de carbono	1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Tricloroetano	1	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Tolueno	1,2	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Xileno	1,6	-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)		-	-	-	-	-	-	-	-
Não especificados									
Condutividade elétrica		17000	3280	14830	2340	15430	28220	14686	2130
DQO		19740	689	12046	880	4280	2300	6500	2616
Fósforo total		3,5	7,2	5,6	0,48	6,2	0,7	5,6	0,6
Surfactantes		-	-	-	0,1				
Sulfatos		456	51	300	31	260	29	194	19
Alcalinidade total		12,700	1,220	9700	1090	10300	980	9600	640
Dureza total		8,000	750	5600	550	6500	420	4000	360
Alumínio		-	-	-	<L.Q.	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-

Na tabela 3 estão as análises realizadas no mês de maio, o lixiviado bruto apresentou os parâmetros de materiais sedimentáveis, óleo vegetal e gordura animal, chumbo total, manganês dissolvido e nitrogênio amoniacal total acima da norma, para as análises do lixiviado tratado apenas os parâmetros de óleo vegetal e gordura animal, nitrogênio amoniacal total excedeu o valor estabelecido. As análises realizadas para o mês de junho do lixiviado bruto, os parâmetros de materiais sedimentáveis, óleo vegetal e gordura animal, óleos e graxas, nitrogênio amoniacal total,

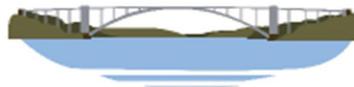


apresentaram-se acima do estabelecido pela norma. Para o lixiviado tratado os parâmetros de óleo vegetal e gordura animal, óleos e graxas e nitrogênio amoniacal total, continuaram acima do valor permitido após o tratamento.

Para as análises de lixiviado bruto realizado no mês de julho os parâmetros de materiais sedimentáveis, óleo vegetal e gordura animal, manganês dissolvido e nitrogênio amoniacal total estão acima dos valores estabelecidos pela norma. Já para as análises do lixiviado tratado o parâmetro de nitrogênio amoniacal continuou acima do valor permitido mesmo após o tratamento, e a DBO não atingiu a remoção de 60% exigido pela resolução Conama. O mês de agosto os resultados de lixiviado bruto apresentou materiais flutuantes e nitrogênio amoniacal total em desconformidade com a norma, já para o lixiviado tratado os parâmetros de óleo vegetal e gordura animal e nitrogênio amoniacal total apresentaram-se acima dos valores de referência.

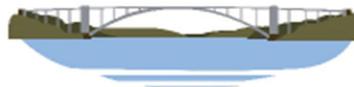
**Tabela 4: Monitoramento ambiental do Lixiviado Bruto e Tratado, realizado no 3º quadrimestre do ano de 2016.**  
Fonte: SLUM, 2018.

Parâmetros	CONAMA	Setembro (bruto)	Setembro (tratado)	Outubro (bruto)	Outubro (tratado)	Novembro (bruto)	Novembro (tratado)	Dezembro (bruto)	Dezembro (tratado)
pH	5 a 9	8,51	8,48	8,00	6,00	7,76	7,86	7,43	7,43
Temperatura	Inferior a 40°	31,9	25,5	29,00	28,00	37,2	27,6	32	30
Materiais sedimentáveis	até 1mL/L	1	1	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Óleos minerais	Até 20mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleos vegetais e gordura animal	50mg/L	38	62	826	82,00	38	11,00	11	8,40
Óleos e Graxas (mg/L)		52	92	880	106,00	56,00	16,00	18,00	13,60
Materiais flutuantes	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
DBO	remoção 60%	272,50	17,50	584,00	270,00	382,5	-	351,2	58,6
		93,58%		53,77%		-		83,31%	
Parâmetros inorgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Arsênio total	0,5	-	0,066	-	-	-	0,021	-	-
Bário total	5	-	0,022	-	-	-	0,02	-	-
Boro total (não se aplica)	5	-	0,897	-	-	-	1892	-	-
Cádmio total	0,2	0,001	0,001	<L.Q.	<L.Q.	0,004	0,004	0,004	0,004
Chumbo total	0,5	0,005	0,005	<L.Q.	<L.Q.	0,009	0,004	0,06	0,004
Cianeto total	1	-	0,025	-	-	-	0,5	-	-
Cianeto	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cianeto livre	0,2	-	0,05	-	-	-	0,005	-	-
Cobre Total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobre dissolvido	1	-	0,005	-	-	-	0,02	-	-
Cromo hexavalente	0,1	-	0,01	-	-	-	0,01	-	-
Cromo trivalente	1	-	0,079	-	-	-	0,026	-	-
Cromo Total	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Estanho total	4	-	0,005	-	-	-	0,1	-	-
Ferro dissolvido	15	-	1,49	-	-	-	0,1	-	-
Fluoreto total	10	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-



Manganês dissolvido	1	0,04	0,015	0,8	0,78	0,06	0,02	0,07	0,03
Mercúrio total	0,01	0,0002	0,0001	<L.Q.	<L.Q.	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel total	2	-	0,073	-	-	-	0,063	-	-
Nitrogênio amoniacal total	20	2123,30	392		153	1610,00	186,7	140	77
Prata total	0,1	-	0,005	-	-	-	0,008	-	-
Selênio total	0,3	-	0,005	-	-	-	0,004	-	-
Sulfeto	1	-	0,05	-	-	-	0,5	-	-
Zinco total	5	-	1,68	0,12	0,03	4	0,1	0,141	0,1
Parâmetros orgânicos	<b>Valor máximo (mg/L)</b>								
Benzeno	1,2	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Clorofórmio	1	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Dicloroetano	1	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Estireno	0,07	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Etilbenzeno	0,84	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Fenóis totais	0,5	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-
Tetracloroeto de carbono	1	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Tricloroetano	1	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Tolueno	1,2	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Xileno	1,6	-	0,001	-	-	-	0,002	-	-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)		-	-	-	-	-	-	-	-
Não especificados									
Condutividade elétrica		32121	15122,20	16730	11320	37891	20197	33565,5	21183,5
DQO		2554,01	977,9	1610	763	2914,1	730,1	3135,2	917,4
Fósforo total		4,85	0,016	20	1,5	1,81	0,02	5,42	0,33
Surfactantes		-	0,1	-	-	-	0,1	-	-
Sulfatos		5	5	150	32	23,6	5	5	5
Alcalinidade total		10500	2400	7668	2100	5600	1	5500	
Dureza total		-	-	1500	800	541	525	-	-
Alumínio		-	-	-	-	-	0,268	-	-
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)		-	-	-	-	-	-	-	-

De acordo com a tabela 4, o monitoramento do lixiviado bruto realizado no mês de setembro apresentou materiais flutuantes e nitrogênio amoniacal total em desconformidade com os valores de referência, para o lixiviado tratado os



parâmetros de óleo vegetal e gordura animal e nitrogênio amoniacal total apresentaram-se acima dos valores de referência.

Para o mês de outubro as análises do lixiviado bruto apresentaram os parâmetros de materiais sedimentáveis e óleo vegetal e gordura animal, para as análises de lixiviado tratado os parâmetros óleo vegetal e gordura animal, óleos e graxas e nitrogênio amoniacal total excederam os valores estabelecidos. Nos meses de novembro e dezembro apenas o parâmetro de nitrogênio amoniacal total apresentou acima do valor de referência para as análises de lixiviado bruto e tratado.

O monitoramento ambiental do lixiviado bruto é essencial para compreender a sua composição, devido a isto, será possível determinar quais tecnologias são necessárias para o tratamento/polimento do efluente. A partir da observação dos resultados, percebe-se que o parâmetro nitrogênio amoniacal apresenta-se superior ao permitido em todos os monitoramentos. Sobre esse fato, têm-se as seguintes considerações:

Li *et al.*, (1999) afirma que a aeração é um dos métodos mais comuns para a diminuição das cargas elevadas de nitrogênio amoniacal. No sistema de tratamento da CTR/MA há duas formas de neutralizar ou diminuir a presença do nitrogênio amoniacal, são elas lagoa anaeróbia e lagoa aeróbia, onde esta última há o processo de aeração. Na lagoa anaeróbia os microrganismos consomem o nitrogênio amoniacal liberando para a atmosfera em forma de gases (sulfídrico, amônia e nitrato), onde cerca de 20 a 30% do nitrogênio amoniacal é consumido dentro do processo anaeróbio. Na lagoa aeróbia nitrogênio amoniacal é fonte de alimento dos principais microrganismos existentes no meio, a remoção de nitrogênio através do processo biológico de tratamento de efluentes ocorre quase que naturalmente e é denominada como nitrificação, a temperatura média favorece este processo, que no caso de Maceió, que tem temperatura média acima de 30°C, no tanque de aeração da estação de tratamento de efluente por lodo ativado, existem microrganismos denominados autotróficos e heterotróficos. Os heterotróficos são responsáveis pela degradação da matéria orgânica com base no carbono e os microrganismos autotróficos são responsáveis pela remoção da matéria nitrogenada. Apesar de a remoção ocorrer naturalmente no sistema de tratamento de efluentes, quando se deseja uma nitrificação mais efetiva, há a necessidade de algumas alterações no processo, como a quantidade de lodo que é deixada durante um tempo a mais nos tanques de aeração, isto porque, a quantidade de microrganismos autotróficos é bem menor que os heterotróficos.

Devido a esse fato, têm-se um período de detenção de 4 dias, assim lodo com idade mais alta e conseqüentemente uma aeração na faixa de OD/L maior, fator importante para a remoção do nitrogênio em todas as suas formas. O processo de nitrificação oxida o nitrogênio na forma de nitrato. Acredita-se que cerca de 60 a 70% do nitrogênio amoniacal seja consumida dentro do processo aeróbio. Portanto o tratamento biológico combinado (anaeróbio e aeróbio) ele não serve apenas para baixar a DQO, ele é ponto fundamental para o consumo de elementos como nitrogênio e fósforo.

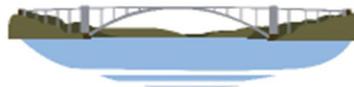
Assim, sugere-se que seja verificada a eficiência na remoção do nitrogênio amoniacal na lagoa aeróbia, a fim de verificar possíveis intercorrências no funcionamento da mesma, especialmente na aeração existente, visto que esta etapa é de fundamental importância para remoção desse parâmetro. De toda forma, o sistema de tratamento do efluente da central de tratamento de resíduos sólidos de Maceió/AL se mostra eficiente para o tratamento/remoção da alta carga orgânica e outras substâncias tóxicas presentes no lixiviado, à combinação das cinco etapas mencionadas anteriormente, têm-se apresentado resultados satisfatório de polimento do efluente proveniente do aterro sanitário, apesar da composição complexa do mesmo.

## CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi possível realizar um levantamento sobre a avaliação do monitoramento ambiental da Central de Tratamento de Resíduos de Maceió/AL (CTR/MA), onde foram acompanhados os dados obtidos dos relatórios emitidos para o monitoramento ambiental dos efluentes lixiviantes bruto e tratado. Alguns parâmetros apresentaram-se fora dos padrões estabelecidos pelos valores de referência determinados pela resolução Conama nº 430/2011. Alguns diferentes fatores podem intervir frequentemente a composição do lixiviado dos aterros sanitários, influenciado pelos processos biológicos, físicos e químicos que afetam suas características. Essas alterações podem acontecer por diferentes razões, entre elas: fatores climatológicos, precipitação pluviométrica anual, regime de chuvas da região, infiltração, escoamento, temperatura, fatores físicos relacionados à composição dos resíduos, densidade e teor de umidade inicial, ou até mesmo as fatores relacionados às características operacionais do aterro. Além disso, é difícil precisar um lixiviado, visto que sua composição diversa muito de acordo com estes e outros fatores, como também em épocas diferente do ano.

A pesquisa ressalva que o monitoramento ambiental realizados em aterros sanitários é essencial para identificar possíveis problemas e adotar medidas preventivas e corretivas, com a finalidade de evitar possíveis acidentes, como também de melhorar e reduzir os impactos ambientais provocados por este tipo de empreendimento. Os dados obtidos do monitoramento realizado servem de guia para o funcionamento e melhoramento ambiental do aterro sanitário, bem como instrumento de apoio que deve ser utilizado pelos gestores responsáveis pelo empreendimento.

Acredita-se que os resultados obtidos nesta pesquisa representem uma relevante contribuição para pesquisas futuras sobre monitoramento e tratamento de lixiviado de aterros sanitários.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em jan. de 2019.
2. BRASIL. **Lei Federal 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. P. 21. Brasília, 2010.
3. CATAPRETA, C. Antunes., SIMÕES, G. F. Monitoramento Ambiental e Geotécnico de Aterros Sanitários. In: **VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. Campina Grande, PB. Anais**. 2016.
4. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução no 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, e dá outras providências.
5. DE SÁ, Lidiane Freire et al. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. **Revista Ambiente e Água**, v. 7, n. 1, 2012.
6. LI, X.Z. ZHAO, Q.L. HAO, X.D. Ammonium removal from landfill leachate by chemical precipitation. *Waste Management*. 1999.
7. MORAVIA, W. G. **Estudos de caracterização, tratabilidade e condicionamento de lixiviados visando tratamento por lagoas**. 2007. Dissertação de Msc. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
8. SANTOS FILHO, D. A. dos. **Avaliação temporal do lixiviado da muribeca**. 2013. Dissertação de MsC., Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Recife, PE, Brasil.
9. SIQUEIRA, M, M., MORAES, M.S. Saúde Coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. *Ciênc. saúde coletiva*. Rio de Janeiro, v.14, n. 6, p. 2117, 2009.