



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**CAMPUS SERTÃO EIXO - TECNOLÓGICO**

**SHEILA DE ARAUJO CORREIA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXÃO DESATIVADO DA CIDADE  
DE DELMIRO GOUVEIA - AL**

**Delmiro Gouveia - AL**  
**Junho 2020**

Sheila de Araújo Correia

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXÃO DESATIVADO DA CIDADE DE  
DELMIRO GOUVEIA - AL

Trabalho de conclusão de curso apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus Sertão.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Gomes Jr.

Delmiro Gouveia - AL  
Junho 2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

C824i Correia, Sheila de Araújo

Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia – AL / Sheila de Araújo Correia. - 2020.  
58 f : il.

Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Gomes Júnior.  
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas.  
Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2020.

1. Resíduos sólidos. 2. Lixão. 3. Impactos ambientais. 4. Delmiro Gouveia - Alagoas. I. Título.

CDU: 628.4.04

## Folha de Aprovação

SHEILA DE ARAÚJO CORREIA

### IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXÃO DESATIVADO DA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA - AL

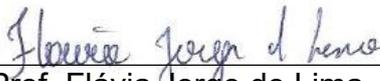
Trabalho de Conclusão de Curso submetido a banca examinadora do Curso de Engenharia civil da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus do sertão, aprovada em 05 de junho de 2020.

#### Banca Examinadora



---

Prof. Dr. Raimundo Nonato Gomes Jr  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus do sertão  
Orientador



---

Prof. Flávia Jorge de Lima  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus do sertão  
Examinador



---

Prof. Francisco Aureliano Rocha de Vasconcelos Teixeira  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus do sertão  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força para continuar diante de tanta dificuldade, a minha família que sempre me apoiou e incentivou para conclusão do curso.

A todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, o meu eterno agradecimento.

A todos os professores da UFAL que contribuíram para o meu conhecimento e aprendizagem.

E ao meu orientador Raimundo Nonato, pela disposição em me orientar na elaboração desse trabalho.

## RESUMO

Os lixões são formas inadequadas de disposição de lixo e trazem grandes impactos ao meio ambiente, dentre os possíveis impactos ambientais causados pelos lixões estão, a degradação da paisagem natural; contaminação das águas superficiais e subterrâneas; contaminação do solo; depreciação da qualidade do solo. O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia. Esse estudo foi feito comparando duas amostras de solo, uma amostra foi a do solo onde está localizado o lixão desativado e a outra amostra foi retirada de uma área nas proximidades do lixão, porém nunca foi disposto lixo nessa área. Com essa análise foi possível identificar que os resíduos descartados no lixão de Delmiro Gouveia provocaram mudanças nas características químicas e físicas dos solos, além de identificar na análise das amostras a presença de materiais pesados, como o cádmio que representa risco à saúde humana. Os impactos que os lixões causam ao solo, aos lençóis freáticos, à água e ao ar são danos irreversíveis ao meio ambiente, pois o acúmulo de substâncias tóxicas ao escorrerem para os rios e lagos podem modificar todo ecossistema. Diante dos resultados obtidos se faz necessário a recuperação ou remediação dessa área, para minimizar os impactos. A metodologia usada nesse trabalho contribuiu para diagnosticar e avaliar os impactos causados ao solo e suas possíveis alterações, entre outros danos causados pelo lixão desativado na cidade de Delmiro Gouveia - AL.

**Palavras-chave:** Lixões a céu aberto, Resíduo sólidos, Impactos.

## **ABSTRACT**

Dumps are inadequate forms of waste disposal and have great impacts on the environment. Among the possible environmental impacts caused by dumps are the degradation of the natural landscape; contamination of surface and groundwater; ground contamination; depreciation of soil quality. This work aims to analyze the environmental impacts caused by the deactivated dump in the city of Delmiro Gouveia. This study was done comparing two soil samples, one sample was the soil where the deactivated dump is located and the other sample was taken from an area close to the dump, but garbage was never disposed of in that area. With this analysis it was possible to identify that the waste discarded in the dump of Delmiro Gouveia caused changes in the chemical and physical characteristics of the soil, in addition to identifying in the analysis of the samples the presence of heavy materials, such as cadmium that represents a risk to human health. The impacts that landfills cause to the soil, groundwater, water and air are irreversible damage to the environment, since the accumulation of toxic substances when they run into rivers and lakes can modify the entire ecosystem. In view of the results obtained, it is necessary to recover or remedy this area, to minimize impacts. The methodology used in this work contributed to diagnose and evaluate the impacts caused to the soil and its possible alterations, among other damages caused by the deactivated dump in the city of Delmiro Gouveia - AL.

Keywords: Open pit dumps, Solid waste, Impacts.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Localização do Município de Delmiro Gouveia - AL.....	18
Figura 2 - Localização e acesso ao lixão desativado de Delmiro Gouveia.....	19
Figura 3 - Área do lixão desativado de Delmiro Gouveia .....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Destinação final dos RSU nas regiões do Brasil entre 2016 e 2017 .....	26
Tabela 2 – Atributos químicos dos solos* coletados na área do Lixão e área adjacente (testemunha) no município de Delmiro Gouveia, nas camadas A, B e C dos perfis do solo. ....	40
Tabela 3 – Atributos químicos dos solos* coletados na área sem influência do lixo (testemunha). ....	44
Tabela 4 – Atributos químicos dos solos* coletados na área com influência do lixo (média de 5 repetições).....	45
Tabela 5 - Granulometria do solo da área do lixão desativado e do solo adjacente (sem deposição de lixo) em três camadas do solo (A, B e C). ....	47
Tabela 6 – Avaliação da infiltração pelo método do infiltrômetro do anel.....	48

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Íons que podem ser encontrados no chorume e possíveis fontes .....32

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Evolução dos municípios do nordeste que dispõem seus resíduos em aterro sanitário, aterro controlado e lixões .....	28
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGRAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica  
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública Especiais  
Ag - Prata  
Al - Alumínio  
As - Arsênio  
AMA - Associação dos Municípios Alagoanos  
Br - Brometo  
° C - Grau Celsius  
Ca - Calcio  
Cd - Cádmiio  
Cl - Cloro  
Cr - Cromo  
Cu - Cobre  
CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem CF/88 – Constituição  
CETESB - Companhia Ambiental do estado de São Paulo  
CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear  
CIR - Com influência do resíduo  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CRERSSAL - Consócio Regional de Resíduos Sólidos do Sertão Alagoano  
Federal Brasileira de 1988  
CTC - Capacidade de troca catiônica  
DBO - Demanda bioquímica oxigênio  
DQO - Demanda química de oxigênio  
Fe - Ferro  
GIRS - Gestão Integrada de Resíduos Sólidos  
Hg - Mercúrio  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente  
IMA - Instituto do Meio Ambiente  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo  
ISWA - International Solid Waste Association  
K - Potássio

Mg - Magnésio  
Mn - Manganês  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
MTO - Matéria orgânica total  
Na - Sódio  
NBR - Norma Brasileira  
Ni - Níquel  
ONU - Organização das Nações Unidas  
P - Fósforo  
Pb - Chumbo  
PERS - Plano Estadual de Resíduos sólidos  
PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos  
PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos  
PNRS - Polícia Nacional de resíduos sólidos  
PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas  
PSNB - Pesquisa Nacional De Saneamento básico  
RS - Resíduo Sólidos  
RSU - Resíduos Sólidos Urbano  
S - Sul  
Sb - Antimônio  
Sn - Estanho  
SEINFRA - Secretaria Municipal de Infraestrutura  
SEMARHCT - Secretaria Municipal de Recursos Hídricos, Meio Ambiente e da  
Ciência e da Tecnologia  
SGORS/AL - Sistema de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos do Estado de  
Alagoas  
SIR - Sem influência do resíduo  
SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento  
VIB - A velocidade de infiltração básica  
W - Oeste  
Zn - Zinco

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	17
1.2 ESPECÍFICOS .....	17
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	18
2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS .....	20
2.2 ASPECTOS SOCIAIS .....	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO .....	22
3.2 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	23
3.3 LIXÕES NO BRASIL .....	25
3.4 LIXÕES NA REGIÃO NORDESTE.....	27
3.5 LIXÕES NO ESTADO DE ALAGOAS .....	29
3.6 IMPACTO DOS LIXÕES NA CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS .....	30
3.7 FECHAMENTO E REMEDIAÇÕES DOS LIXÕES.....	33
3.8 LIXÃO DESTIVADO DE DELMIRO GOUVEIA.....	35
4 METODOLOGIA.....	37
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO .....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	39
5.1 pH.....	40
5.2 FÓSFORO.....	41
5.3 SÓDIO e POTÁSSIO .....	41
5.4 CÁLCIO e MAGNÉSIO.....	42
5.5 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL (MOT).....	42
5.6 CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC) .....	43

5.7 COBRE, FERRO, MANGANÊS e ZINCO.....	45
5.8 METAIS PESADOS (CÁDMIO e CROMO) .....	46
5.9 GRANULOMETRIA .....	47
5.10 VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO.....	47
6 CONCLUSÕES .....	49
7 REFERÊNCIAS.....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado da cidade, encadeia vários problemas, como os lixões que começam a crescer, também, de forma desordenada, devido ao aumento de consumo por parte da população, que conseqüentemente acaba gerando mais lixo, que por sua vez, precisa ser descartado de forma ordenada, mas não havendo planejamento de descarte correto dos resíduos sólidos gerados pela sociedade, contribuindo com o surgimento de mais lixões clandestinos, criados aleatoriamente pela população ou pela gestão municipal.

Os resíduos sólidos lançados a céu aberto acarretam grandes problemas de saúde pública e impactam diretamente o meio ambiente. Pois com o acúmulo de lixo, começa a proliferação de insetos causadores de doenças, gera mau odor, poluem o ar, prejudicam a estética do local e atraem animais que se alimentam do resíduo. Ao ocorrer a decomposição da matéria orgânica, que se transforma no chorume, um líquido tóxico altamente poluidor, conseqüentemente esse líquido escorre pela superfície do solo, causando sua poluição e que pode comprometer os recursos hídricos, quando esse atinge um corpo d'água, córrego ou riacho e ao se infiltrar e percolar pelas camadas do subsolo, pode atingir as águas subterrâneas.

Diante desse contexto esse trabalho tem como finalidade analisar os impactos causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia – AL, para tal finalidade foi feito estudos do solo da área do lixão desativado e de uma outra área próxima à área do lixão com características semelhantes, mas que nunca obteve disposição de lixo, denominada área adjacente. Após o estudo foi feita uma comparação entre as duas áreas, analisando o quanto o lixão desativado impactou a área enquanto ativo e o quanto está impactando depois de sua desativação.

O lixão desativado fica localizado na zona rural da cidade de Delmiro Gouveia, próximo ao distrito Alto dos Coelhoos, no Estado de Alagoas.

Segundo Fernandes (2016), a deposição irregular de resíduos sólidos é um dos maiores geradores de impactos ambientais, contribuindo com o cenário de degradação ambiental. Atualmente existem três métodos básicos para disposição final dos resíduos, os quais são: lixão; aterro controlado e aterro sanitário. Todavia apenas a última opção é ambientalmente aceitável.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011), a lei 12.305/2010 institui no Art. 1º a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às

responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

A lei 12.305/2010 define seu art. 4º que a Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (PLANALTO, 2010).

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e constitui o planejamento estadual para a elaboração de ações relacionadas ao setor de resíduos sólidos, sendo uma condição para os estados terem acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (RESIDUO SOLIDOS ALAGOAS, 2010).

Diante das circunstâncias relacionadas as áreas para destinações de lixos, inclusive as áreas de lixões desativado, se faz necessário o cumprimento da lei, seguir todas as diretrizes e as principais ações que devem ser tomadas para que o problema seja resolvido, buscando esse correto gerenciamento e disposição final dos resíduos, com a integração da comunidade e do poder público.

## 1.1 OBJETIVOS GERAIS

Analisar as características físicas e químicas do solo da área do lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia-AL.

## 1.2 ESPECÍFICOS

a) Identificar os íons metálicos na camada de lixo e no perfil do solo, até a profundidade permitida por cada perfil.

b) Verificar a lixiviação de íons metálicos, no perfil do solo, até a profundidade permitida por cada perfil do solo.

c) Avaliar a barreira que a granulometria do solo apresenta para que os íons metálicos não percolarem pelas camadas do perfil do solo.

d) Comparar a composição e anomalias químicas presentes no solo em áreas do lixão desativado com a composição em área adjacente, juntamente com valores orientadores de contaminação para solos.

## 2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

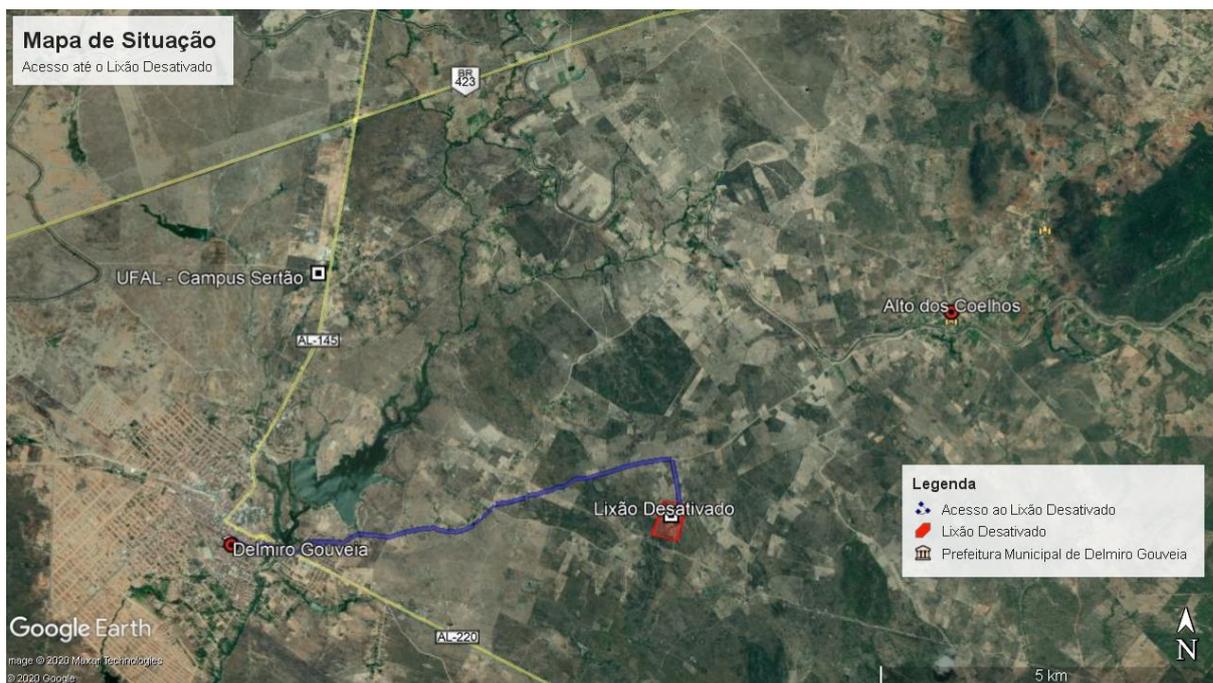
O estudo foi desenvolvido em maio de 2019, na área do lixão desativado do município de Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas, a área onde era localizado o antigo lixão fica a 8.4 km do centro da cidade, situada no acesso ao distrito Alto dos Coelhos, na zona rural do município. O local possui as seguintes coordenadas geográficas:  $9^{\circ}22'54.21''\text{S}$  e  $37^{\circ}56'26.57''\text{W}$  e altitude de 242 metros, com clima ABh' de Köppen, sendo abril-junho o período das chuvas, com precipitação média anual em torno de 500 mm, com distribuição bastante irregular (com elevadas intensidades) e a temperatura média anual diária em torno de  $25\text{-}38^{\circ}\text{C}$  e noturna variando de  $18\text{-}28^{\circ}\text{C}$  (IBGE 2018).

Figura 1 - Localização do Município de Delmiro Gouveia - AL



Fonte: Autor (2020).

Figura 2 - Localização e acesso ao lixão desativado de Delmiro Gouveia



Fonte: Autor (2020).

Figura 3 - Área do lixão desativado de Delmiro Gouveia



Fonte: Autor (2020).

## 2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo a Lei no 9.605/98, em seu art. 54, é crime ambiental causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora (CAMARA, 2018).

Dessa forma segundo a lei 9.605/98, o lixo é um crime ambiental, visto que causa danos muitas vezes irreparáveis ao meio ambiente, como a destruição à fauna e à flora, assim como poluição e outros crimes ambientais contra o ordenamento urbano entre outros.

Dentre os possíveis impactos gerados pelos lixões, pode-se destacar aqueles elencados por Batista et.al. (2010), que afetam as esferas ambiental, sanitária, econômica e social. Ambientalmente, os lixões produzem impactos como degradação da paisagem natural; contaminação das águas superficiais e subterrâneas; contaminação do solo; depreciação da qualidade do solo, por meio de redução do processo de infiltração e danos à microbiota; pressão sobre micro habitats da fauna terrestre, por meio da atração de espécies exóticas; além de supressão da vegetação local.

Os impactos sanitários referem-se à atração e proliferação de macro e microvetores como ratos, baratas, mosquitos, bactérias e vírus, que são responsáveis pela transmissão de várias doenças como leptospirose, dengue, cólera, diarreia, febre tifoide, dentre outras. Ainda de acordo com Batista et.al. (2010), o mesmo estudo traz a informação de que pesquisas feitas na cidade de Campina Grande-PB demonstram que 95% dos catadores sofrem com problemas de verminoses, além de outros problemas.

Pode-se destacar ainda que nos lixões o chorume é o principal elemento impactante ao meio ambiente e é originado da decomposição da matéria orgânica contida no lixo, associada aos líquidos percolados ali existentes (D'ALMEIDA, 2000).

São várias as origens da água que contribuem para a formação e aumento da vazão do chorume, destacando-se a água das chuvas e das nascentes, a umidade contida nos resíduos ou líquidos depositados na área de despejo, a umidade local e a umidade originada da decomposição do lixo orgânico. Dentre estas, a infiltração pelas chuvas é considerada como a principal fonte precursora da formação do chorume (SISINNO, 2000).

O chorume é um líquido escuro com grande potencial poluidor, produzido na decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos é um agravante tanto da poluição do solo, quanto da água, uma vez que através do escoamento superficial e da lixiviação, atinge as águas superficiais e subterrâneas, comprometendo a qualidade desses recursos e sua utilização (SISINNO; MOREIRA, 1996).

A geração de chorume pode alongar-se além de 15 anos após o final da deposição de lixo. Um exemplo brasileiro é um aterro na cidade de São Paulo, com mais de quinze anos, que acumula todos os dias aproximadamente quinhentos mil litros de chorume (RODRIGUES & GRAVINATTO, 1997).

## 2.2 ASPECTOS SOCIAIS

Os lixões configuram-se como um grande problema social, pois atraem catadores, que por não possuírem outra perspectiva de renda, encontram nos lixões sua fonte de subsistência, muitas vezes alimentando-se de resíduos encontrados nestes locais.

A presença dos lixões interfere na qualidade de vida da população circunvizinha, como demonstrado em estudo realizado por Dueñas et al (2003) na cidade de Natal-RN. Tal estudo demonstrou que fatores como a presença de mosquitos, acompanhados do mau cheiro, da fumaça proveniente das queimadas e do chorume interferem diretamente na qualidade de vida da população local.

Os lixões também apresentam impactos econômicos para a sociedade, pois são descartados de maneira irregular materiais que poderiam ser reinseridos em diversas cadeias produtivas, reduzindo custos de produção e obtenção de matéria prima.

Um dos maiores impactos, e que afeta toda uma estrutura funcional social, é o impacto causado na economia. De acordo com Mavropoulos & Newman (2015), em estudos realizados pela International Solid Waste Association – ISWA, o Brasil gasta cerca de R\$ 1,5bi por ano com problemas relacionados aos lixões. Este custo está relacionado a programas de saúde para combater doenças causadas pelos lixões, além de custos com a perda de dias de trabalho causados por afastamentos médicos e custos psicossociais causados aos moradores das regiões afetadas. Estes mesmos autores realizam uma prospecção de que, caso não haja fechamento dos lixões como

previsto em lei, num horizonte de cinco anos (2016-2021), é possível que o país gaste entre R\$ 13bi e R\$ 18,6bi em saúde.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO**

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), os resíduos sólidos são definidos como sendo todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade (GIAROLA, OLIVEIRA, 2012).

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001), podemos classificar em cinco ambientes quanto aos locais de produção do lixo, que são estes: Lixo Domiciliar, que são dejetos produzidos na rotina diária domiciliar das pessoas em suas residências, podendo variar desde uma garrafa pet, jornal, embalagens, produtos deteriorados, entre outra série de descartáveis que podemos encontrar na esfera que corresponde a uma casa, apartamento ou condomínio; Lixo Comercial, que são os resíduos originados como consequência da atividade comercial, estes podem variar conforme as técnicas comerciais desenvolvida em uma determinada localidade; Lixo Público, que são os resíduos encontrados em espaços públicos, em sua maioria proveniente do descarte irregular por parte da população, como por exemplo, entulhos, embalagens, alimentos, papeis. Encontramos também em ambientes públicos materiais originados da ação natural, como: galhos de arvores, folhas, que de certa forma colaboram para a alteração da paisagem; Lixo Domiciliar Especial, que corresponde a materiais que são produzidos no espaço domiciliar, porém, que apresentam um maior grau de toxicidade e periculosidade. São exemplos de lixo domiciliar especiais as pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes; Lixo de Fontes Especiais, são os resíduos que em razão de suas características de composição química e físicas, requerem atenção especial quanto ao seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte e descarte final. Dentro desta esfera podemos encontrar o lixo industrial, radioativo, lixo de portos e aeroporto, de origem agrícola e os resíduos dos serviços de saúde.

O lixo também pode ser classificado de acordo com seus riscos potenciais. De acordo com a NBR/ABNT 10.004 (2004), os resíduos dividem-se em Classe I, que são

os perigosos, e Classe II, que são os não perigosos. Estes ainda são divididos em resíduos Classe IIA, os não inertes (que apresentam características como biodegradabilidade, solubilidade ou combustibilidade, como os restos de alimentos e o papel) e Classe IIB, os inertes (que não são decompostos facilmente, como plásticos e borrachas). Quaisquer materiais resultantes de atividades que contenham radionuclídeos, e para os quais a reutilização é imprópria, são considerados rejeitos radioativos e devem obedecer às exigências definidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

Segundo Ministério do Meio Ambiente os resíduos industriais e alguns domésticos, como restos de tintas, solventes, aerossóis, produtos de limpeza, lâmpadas fluorescentes, medicamentos vencidos, pilhas e outros, contêm significativa quantidade de substâncias químicas nocivas ao meio ambiente. Muitos desses produtos contêm metais pesados, como mercúrio, chumbo, cádmio e níquel, que podem se acumular nos tecidos vivos, até atingir níveis perigosos para a saúde. Os efeitos da exposição prolongada do homem a essas substâncias ainda não são totalmente conhecidos. No entanto, testes em animais mostraram que os metais pesados provocam sérias alterações no organismo, como o aparecimento de câncer, deficiência do sistema nervoso e imunológico, distúrbios genéticos (MMA,2005).

Os Resíduos sólidos quando dispostos de forma inadequada, podem causar a poluição da água, do ar e do solo, além de criar ambiente propício para a proliferação de macro e microvetores causadora de doenças com consequências desastrosas para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população (JACOBI & BESEN, 2011).

### 3.2 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

A geração de lixo no Brasil vem crescendo, devido ao gerenciamento deficiente ou até mesmo inexistente dos resíduos sólidos gerados. Em um estudo feito pela Associação Brasileira de Limpeza Pública (ABRELPE) aponta que entre 2018 e 2019, a geração de RSU no Brasil aumentou quase 1% e chegou a 216.629 toneladas diárias. Como a população também cresceu no período (0,40%), a geração per capita teve elevação um pouco menor (0,39%). Isso significa que, em média, cada brasileiro gerou pouco mais de 1 quilo de resíduo por dia (ABRELPE, 2019).

O estudo *“Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e Responsabilização”*, feito pelo Fundo Mundial para a Natureza de acordo com os dados recolhidos na

pesquisa, o Brasil produz anualmente 11.355.220 toneladas de lixo plástico e o Brasil só recicla apenas 1,28% do que descarta. O país só se encontra atrás dos Estados Unidos (1º lugar), da China (2º) e da Índia (3º) no número de produção de lixo. Segundo dados do Banco Mundial, mais de 2,4 milhões de toneladas de plástico são descartadas de forma irregular, sem tratamento e, em muitos casos, em lixões a céu aberto (WWF-BRASIL, 2019).

No Brasil o manuseio e eliminação de resíduos sólidos é um dos fatores de maior impacto ambiental que põe em risco a saúde pública (DIDONET, 1997). Isso acontece devido à falta de gerenciamento desses resíduos, com a falta de locais adequados para disposição final dos resíduos sólidos, problema este enfrentado pela maioria dos municípios brasileiros e que ainda não foi solucionado.

Os resíduos sólidos domiciliares gerados no Brasil têm como principal destino três métodos de disposição final: lixão, aterro sanitário e aterro controlado. O lixão é uma forma inadequada de disposição final dos resíduos sólidos, caracterizado pela simples descarga de lixo sobre o solo, sem qualquer critério de seleção da área ou mecanismos de proteção do solo e do meio ambiente representando, portanto, sérios riscos à saúde pública (D'ALMEIDA, 2000). O aterro controlado é um método de disposição como uma variável da prática anterior, em que o lixo recebe uma cobertura diária de material inerte, não existindo coleta e tratamento de lixiviados (chorume), cercas de delimitação de acesso à área e impermeabilização de fundo. E o aterro sanitário segundo a ABNT (1992) é uma técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores se for necessário.

Pesquisas mostram que os lixões ainda é uma das formas mais usuais de disposição lixo, segundo dados obtidos na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, cerca de 50,8% dos resíduos produzidos no país ainda são lançados em vazadouros a céu aberto. O problema é mais agravante na região Norte e Nordeste do país, onde aproximadamente 59% dos municípios lançam seus resíduos em lixões (ABRELPE, 2010).

### 3.3 LIXÕES NO BRASIL

Os lixões podem ser caracterizados segundo (BRAGA et al., 2002) como o local em que se deposita o lixo, sem nenhum projeto ou cuidado com a saúde da população e meio ambiente, sem tratamento dos resíduos e sem critérios de engenharia.

Os lixões são formados devido à falta de gerenciamento adequado dos resíduos que crescem de forma desordenada e não tem uma correta destinação final o que acarreta em grandes depósitos de lixo, que vão se aglomerando, e formando os lixões a céu aberto que ocasiona vários problemas ambientais.

A partir do ano de 2004, o ministério do meio ambiente concentrou esforços na elaboração de proposta para a criação de diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos no país e assim instituir uma Política Nacional de Resíduos Sólidos. Foi instituído o grupo de discussão interministerial sobre o assunto. Em agosto do mesmo ano, o CONAMA promoveu seminário intitulado "Contribuições à Política Nacional de Resíduos Sólidos", com o objetivo de formular proposta de projeto de lei do governo federal que incorporasse subsídios colhidos nos diversos setores da sociedade ligados à gestão de resíduos sólidos (MMA, 2019).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos criou metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e instituiu instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (MMA, 2019).

A Lei Nacional de Resíduos Sólidos, nº 12.305/10, sancionada em 2 de agosto de 2010, previa a eliminação de lixões e sua recuperação do Território Nacional até o ano de 2014. Este último prazo foi prorrogado, onde capitais e municípios de região metropolitana teriam até 31 de julho de 2018 para dispor adequadamente seus rejeitos, as cidades entre 50 e 100.000 habitantes até 31 de julho de 2020 e as cidades com menos de 50.000 habitantes até 31 de julho de 2021 (AGENCIA BRASIL, 2016).

Mas como estamos vendo isso não foi possível, ainda existe muitos lixões e muita poluição, os anos passaram e as principais metas estipuladas na PNRS estão longe de serem alcançadas. Apesar do vencimento dos prazos definidos na lei, a maior parte dos municípios não dispõe de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), os lixões ainda existem e poucas adequações foram feitas para sua extinção.

Uma pesquisa da ABRELPE (2017) identificou que o Brasil tinha mais de 3 mil lixões em funcionamento em junho de 2017, sendo distribuídos em mais de 1.600 cidades, afetando a vida de 76,5 milhões de pessoas e trazendo um prejuízo anual para os cofres públicos de mais de R\$3,6 bilhões, valor gasto para cuidar do meio ambiente e para tratar dos problemas de saúde causados pelos impactos negativos dos lixões. Por outro lado, os investimentos necessários para dar destinação adequada aos resíduos no Brasil, em atendimento às disposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos, demandam cerca de um terço daquele total.

Na tabela a seguir mostra a destinação final dos resíduos sólidos nas regiões brasileiras, em locais adequados (aterros sanitários) e não adequados (aterros controlados e lixões), entre os anos de 2016 e 2017.

Tabela 1- Destinação final dos RSU nas regiões do Brasil entre 2016 e 2017

DISPOSIÇÃO FINAL	BRASIL 2016	2017 - REGIÕES E BRASIL					
		NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL	BRASIL
Aterro Sanitário	2.239	90	449	159	817	703	2.218
Aterro Controlado	1.772	108	484	159	634	357	1.742
Lixão	1.559	252	861	149	217	131	1.610
<b>BRASIL</b>	<b>5.570</b>	<b>450</b>	<b>1.794</b>	<b>467</b>	<b>1.668</b>	<b>1.191</b>	<b>5.570</b>

Fonte: Panorama ABRELPE (2017).

Para Silva Filho presidente da ABRELPE, o dado mais alarmante do Panorama foi o aumento da destinação inadequada no país: houve crescimento de uso de lixões de 3% de 2016 para 2017, passando de 1.559 a 1.610 o número de cidades que fazem uso desse expediente para destinação final.

A disposição final adequada de RSU registrou um índice de 59,1% do montante anual encaminhado para aterros sanitários. As unidades inadequadas como lixões e aterros controlados, porém, ainda estão presentes em todas as regiões do país e receberam mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, com um índice superior a 40%, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde (ABRELPE,2017).

### 3.4 LIXÕES NA REGIÃO NORDESTE

A quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzidos no País ou por uma região, é fortemente relacionada com a expansão populacional, aumento da industrialização e elevação do poder de aquisição e de consumo. A região Nordeste no Brasil, por exemplo, apresentou nos últimos 20 anos uma evolução de desenvolvimento econômico. Os esforços de progresso foram nítidos em todos os nove estados da federação brasileira, alguns municípios estão entre as cidades que registraram maior crescimento de renda nos últimos tempos, entretanto, nem todas as áreas registraram avanços (ARAÚJO, 2014).

Com o avanço e expansão populacional da região Nordeste, a geração dos resíduos aumenta e conseqüentemente a disposição desses resíduos acabam ficando sem um planejamento adequado o que colabora para o surgimento dos lixões a céu aberto, pois o nordeste ainda apresenta insuficiência com relação a necessidades básicas de saneamento, bem como deficiências no gerenciamento e planejamento com relação aos resíduos gerados pela população, sendo descartado inadequadamente nos lixões e trazendo vários problemas e impactos para o meio ambiente.

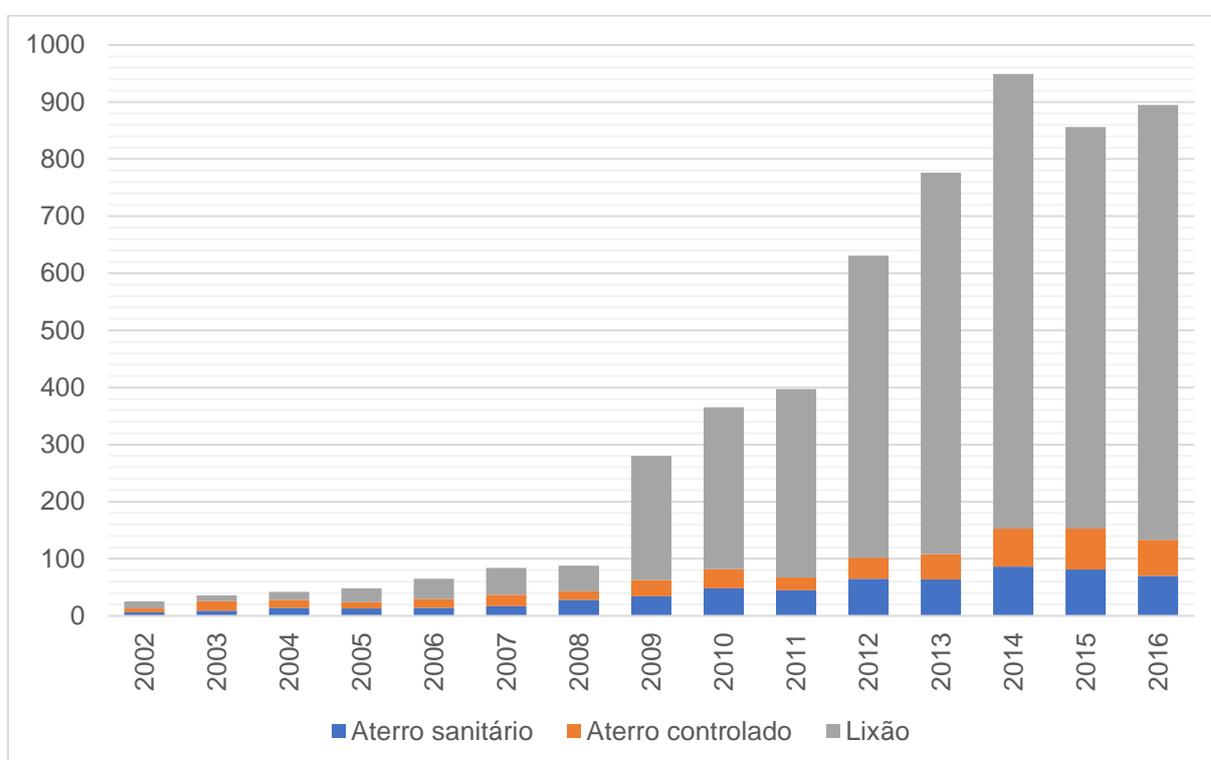
Apesar da criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS no Brasil, a lei ainda não surtiu os efeitos esperados, a questão dos RSU continua deficiente no país, muito pouco se avançou na problemática da coleta, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos. O Nordeste é uma das regiões do país que menos investe em tecnologias de tratamento, sendo os aterros sanitários a única tecnologia de tratamento e disposição final utilizada. Os incentivos para coleta seletiva e reciclagem são pouco difundidos pelo poder público, falta investimento e criação de políticas públicas no setor. As práticas de coleta seletiva e a triagem dos materiais recicláveis são desenvolvidos normalmente por associações ou cooperativas de catadores, geralmente de forma autônoma (JUCÁ et al., 2014).

Em um levantamento feito pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS cerca de 9,74% dos municípios que em média participaram do levantamento no período de 2002 a 2016 na região Nordeste destinaram seus resíduos em aterros sanitários, 7,18% destinaram seus resíduos para aterros controlados e os 76,41% restantes destinaram para lixões (SILVA, OLIVEIRA, CHAVES, THOMÉ, 2019). Este dado chama atenção, pois sabe-se que a forma como

os resíduos são destinados ocasionam degradação do meio ambiente e gera riscos graves à saúde da população, conforme relatado por (FERREIRA E ANJOS 2001).

No gráfico 1 é possível observar a evolução temporal dos municípios que dispõem seus resíduos em aterros sanitários, aterros controlados e lixões dentre os municípios participantes dos levantamentos da SNIS. É possível observar que houve crescimento das três formas de disposição devido ao grande número de municípios participantes dos levantamentos do SNIS.

Gráfico 1 – Evolução dos municípios do nordeste que dispõem seus resíduos em aterro sanitário, aterro controlado e lixões



Fonte: Silva; Oliveira; Chaves; Thomé (2019).

Os dados do gráfico mostram que o crescimento do número de municípios que dispõem seus resíduos em lixões é relativamente maior em comparação ao crescimento observado na disposição de resíduos em aterros sanitários e aterros controlado.

### 3.5 LIXÕES NO ESTADO DE ALAGOAS

No Estado de Alagoas visando atender as demandas estabelecidas pela PNRS, foi elaborado, no ano de 2010, o Plano Estadual de Regionalização dos Resíduos Sólidos de Alagoas, que dividiu o estado em 7 (sete) regiões, de acordo com suas características territoriais, ambientais e socioeconômicas, visando a criação de Consórcios Públicos Intermunicipais. Os municípios do Sertão do estado estão inseridos no regional 7, sendo estes: Delmiro Gouveia, Olho D'Água do Casado, Piranhas, Pariconha, Água Branca, Inhapi, Mata Grande e Canapi, onde, no ano de 2013, foi criado o Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Sertão Alagoano – CRERSSAL. Nesse período os municípios supracitados tinham os lixões como a disposição final dos seus resíduos sólidos (SANTOS, MOURA, AMORIM, 2019).

Segundo ALAGOAS, (2017a, p.19), “o cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Sertão Alagoano, bem como em todo o estado de Alagoas é crítico, uma vez que todos os municípios, com exceção de Maceió, descartam os resíduos gerados em vazadouros (lixões).

Um levantamento realizado em 2017 pela ABRELPE apontou que o estado era o recordista no Brasil com mais de 95% de destinação inadequada dos resíduos produzidos, uma vez que eram abandonados em locais a céu aberto. Até outubro de 2017 constatou-se que apenas 36 (trinta e seis) dos 102 municípios alagoanos haviam encerrado seus lixões e conseqüentemente o descarte irregular dos resíduos em locais a céu aberto. Tal situação apresenta inequívoca prática de crime de responsabilidade e crime ambiental, infringindo o que determina o Decreto-lei nº 201/1967 e a Lei Federal nº 9.605/1998 – de crimes ambientais (MPAL, 2018).

Diante desse contexto o Estado de Alagoas por meio do Decreto Nº 61571 de 08/11/2018 regulamenta o art. 4º da Lei Estadual nº 7.749, de 13 de outubro de 2015, que trata da criação do Sistema de Informação Estadual de Resíduos Sólidos, para instituir o Sistema de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas - SGORS/AL e dá outras providências (RESIDUOS SOLIDOS ALAGOAS, 2018).

E com isso Alagoas foi o primeiro Estado do Nordeste a implantar o Sistema de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos (SGORS). A ferramenta permite que o Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA/AL) garanta, de modo mais

eficiente, o monitoramento da geração, transporte e das destinações intermediária e final dos resíduos sólidos e rejeitos gerados em território alagoano (IMA, 2019).

Primeiro do Nordeste a cumprir a meta da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Estado conseguiu reunir esforços dos entes municipais e estadual, com apoio da Associação dos Municípios Alagoanos (AMA) e dos órgãos de controle, para mudar uma situação crítica (CNM, 2018).

O resultado de todo este empenho coloca Alagoas como o primeiro Estado do Nordeste a fechar todos os lixões. Em âmbito nacional, Alagoas é o terceiro do país a finalizar de vez os vazadouros existentes nos municípios. Para alcançar este marco na história recente de Alagoas, o Governo tratou de priorizar a pauta ambiental desde janeiro de 2015 (ALAGOAS, 2018).

### 3.6 IMPACTO DOS LIXÕES NA CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS

Segundo a CETESB (2013) a introdução de quaisquer substâncias ou resíduos depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada em uma área, acidental ou até mesmo natural, comprovando a poluição ou contaminação do mesmo é considerada uma área contaminada. Os poluentes ou contaminantes encontra-se em diferentes compartimentos do ambiente, como: solo, sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas, ou seja, em zonas saturadas ou não saturadas do solo.

O conceito da proteção do solo só foi visto após problemas ambientais de outros países decorrentes da poluição de corpos hídricos e atmosféricos. Sendo o último tema a ser abordado pelas políticas ambientais, a partir da década de 70 foi direcionada mais atenção à proteção de solos, principalmente os que recebiam resíduos de diversas espécies (CETESB, 2001).

Por muitos anos o solo era erroneamente visto como um receptor infinito de resíduos, que a capacidade de atenuação de substâncias nocivas era ilimitada, conseqüentemente os impactos provocados seria reparado naturalmente pelo solo (SANTOS, 2004).

Um dos impactos causados por áreas de vazadouro é a ação do chorume, que diluído pela ação da água da chuva, através do escoamento para corpos d'água ou pela infiltração até atingir os aquíferos, compromete a qualidade do solo e conseqüentemente das águas subterrâneas e superficiais (PELLEGRINO, 2003).

Os agentes nocivos presentes nos lixões atinge a saúde humana, direta ou indiretamente, pode incidir em contato direto do agente contaminante e o humano, ou de modo indireto, pelo aumento de um fator de risco, como a dispersão pelo ar, corpos d'água superficiais, permeabilidade no solo e contaminação de águas subterrâneas (CAVALCANTE; AMORIM, 2007).

A principal preocupação com as alterações que ocorrem no meio ambiente, proveniente da deposição de destes resíduos em áreas não habitadas e afastadas das comunidades, é a formação dos bolsões de resíduos líquidos com altos níveis de DBO e DQO, além da transformação de tais ambientes em lagoas com altíssimo nível de eutrofia, criando um celeiro natural para apresentar baixos níveis de oxigênio, planctos e turbidez, o que torna o ambiente com propriedades inorgânicas altamente redutora, provocada pelo material, inicialmente biodegradável e posteriormente sua transformação em material orgânico de natureza particulada e coloidal.

De acordo com Morais (2005), são quatro fatores que influenciam na composição do contaminante: características dos resíduos como composição dos resíduos, sua granulometria, umidade, estágio de decomposição e pré-tratamento; condições ambientais, geologia, regime pluviométrico e clima; característica do local de disposição, conforme aspectos construtivos, balanço hídrico, grau de compactação dos resíduos, propriedades do terreno; processo interno como hidrólises, adsorção, biodegradação, especiação, dissolução, redução, troca iônica, tempo de contato, partição, troca e transporte de gás.

Por outro lado, ocorre o ataque oxidativo em materiais que possuem elementos químicos tóxicos como Alumínio, Chumbo, Cromo e Cádmi; e atóxicos como Cobre, Ferro, Manganês, Potássio, Sódio, Zinco, etc., e que são hidratados, ionizados ou combinados com alguns radicais para formarem moléculas com diferentes pesos moleculares (compreendendo de baixos até elevados), proporcionando o seu deslocamento em profundidade no perfil do solo, graças ao deslocamento ocasionado pelo fluxo de massa.

Segundo Baird (2002), o chorume carrega contaminantes como os ácidos orgânicos voláteis, bactérias, metais pesados, sais de íons inorgânicos comuns e compostos orgânicos voláteis mais comuns, prejudicando o meio ambiente e a saúde da população. O Quadro 1 mostra íons encontrados no chorume em relação a possíveis fontes de contaminação.

Quadro 1 - Íons que podem ser encontrados no chorume e possíveis fontes

Íons	Fontes
Na, K, Ca, Mg	Material orgânico, entulhos de construção, casas de ovos
P, N, C	Material orgânico
Al	Latas descartáveis, cosméticos, embalagens laminadas em geral
Cu, Fe, Sn	Material eletrônico, latas, tampas de garrafas
Hg, Mn	Pilhas comuns e alcalinas, lâmpadas fluorescentes
Ni, Cd, Pb	Baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis)
As, Sb, Cr	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos
Cl, Br, Ag	Tubos de PVC, negativos e filmes e raio-X

Fonte: Rodrigues (2004).

Em relação aos metais pesados que podem contaminar o solo segundo Baird e Cann (2011), o elemento químico cádmio possui símbolo Cd, número atômico 48 e massa atômica igual a  $112,4 \text{ g mol}^{-1}$ . Seu estado na temperatura ambiente é sólido. É um metal branco-azulado maleável, relativamente raro de ser encontrado na natureza e é um dos mais tóxicos (similar ao mercúrio). Normalmente é encontrado em minas de zinco, sendo usado principalmente na fabricação de pilhas, em galvanoplastia e pigmentos para tintas. O cádmio apesar das inúmeras aplicações industriais e na vida do ser humano, a sua elevada quantidade pode provocar diversos problemas ambientais, uma vez que é um elemento do grupo dos metais pesados tóxicos e organocumulativo. A sua contaminação pode ser dada pela poluição da água e do solo. O limite do valor de prevenção estabelecidos na Resolução Conama 420/2009 para o Cd é de  $1,3 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Um levantamento feito em São Paulo pela CETESB, em 2001, mostraram que o metal apareceu na 4ª posição na escala de contaminantes do solo naquele Estado (CETESB, 2001). Considera-se importante ressaltar que os principais fatores que favorecem às diferentes espécies, adsorção e distribuição do cádmio em solos são pH, teor de matéria orgânica solúvel, teor de óxido de metal hidratado, teor de argila e a presença de ligantes orgânicos e inorgânicos, e competição de outros íons metálicos (ICDA, 2013).

Em relação ao cromo que é um elemento químico de símbolo Cr, número atômico 24 e massa atômica igual a  $52 \text{ g mol}^{-1}$ . É um metal, descoberto na Rússia em um mineral denominado “crocoíta”. É bastante duro de coloração cinza, (semelhante ao aço) e muito resistente à corrosão. O cromo é empregado, principalmente em

metalurgia, para aumentar a resistência à corrosão e dar um acabamento brilhante. Usado também para curtir couros e na preservação de madeiras. É obtido, principalmente, da cromita. Os compostos de cromo são tóxicos quando ingeridos, sendo a dose letal de alguns gramas. Em níveis não letais, o cromo (VI), hexavalente, é altamente carcinógeno. A maioria dos compostos de cromo irritam os olhos, a pele e as mucosas. O limite do valor de prevenção estabelecidos na Resolução Conama 420/2009 para o Cr é de  $75 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Os resíduos contaminados por cromo dispostos regular ou irregularmente no solo são atingidos pela precipitação, onde parte da água escoar superficialmente ou permanece acumulada na superfície e outra sofre infiltração ou evaporação. A água infiltrada e de percolação alcança o solo e interage com as fases sólida, líquida e sua microfauna e flora. Essas interações determinam a mobilidade do metal e afetam o transporte e a retenção do mesmo no meio físico (SOARES et al.,2006).

O destino do cromo no ambiente subterrâneo é dependente principalmente da especiação do metal, que ocorre em função do potencial de oxidação e do pH do solo e da água. Porém, a forma solúvel está sujeita aos mecanismos associados à migração de contaminantes nas águas subterrâneas como advecção, difusão, dispersão e adsorção (PONTES, 2016).

### 3.7 FECHAMENTO E REMEDIAÇÕES DOS LIXÕES

O fim da operação de um lixão não cessa o conjunto de problemas que ele pode causar, pois a geração de chorume, por exemplo, pode continuar ao longo de décadas. Portanto são necessárias medidas de proteção posteriores a desativação, comumente chamadas de métodos de remediação.

Um estudo feito por Santos, G. O.; Rigotto, R. M. (2008) nos lixões inativos em Fortaleza, atualmente a área que abrange o Lixão do Jangurussu, que se encontra desativado a 10 anos, e durante esses anos não foi feita nenhuma recuperação ou remediação dessa área, segundo Rigotto (2008) o lixão de Jangurussu denota um grau de risco alto para o meio ambiente e para a saúde da população, pois mesmo depois de ser desativado ainda continua produzindo gases que são emitidos para atmosfera e o chorume que é um líquido altamente poluidor.

Outro exemplo de lixões inativos é em Santa Catarina que segundo POSSAMAI. VIANA. SCHULTZ. (2007) foram fechados 11 lixões em fortaleza e não

foi feita nenhuma recuperação nem remediação da área, e em nenhum dos 11 lixões inativos existem técnicas de coleta e tratamento do chorume. A idade dos lixões inativos na região carbonífera é diversificada, existindo lixões inativos com idade de aproximadamente 20 anos, portando ainda potenciais produtores de chorume. Esta inobservância acarreta, um grau de risco crítico, pois todo chorume gerado é potencial contaminante do lençol freático da região, com implicações para a saúde pública.

Constatou-se que no fechamento dos 11 lixões em Santa Catarina foi apenas depositado uma cobertura de terra sobre os resíduos sólidos, com classificação proposta de regular. Porém, apenas a cobertura com terra sobre os resíduos não evita os problemas gerados pela decomposição, sendo que, evidentemente há riscos ao meio ambiente e às populações vizinhas, caracterizando o problema como ambiental e de saúde pública. (POSSAMAI. VIANA. SCHULTZ. 2007).

Diante dos exemplos de lixões desativados, compreende-se a importância da recuperação ou remediação da área degradada, para que os impactos sejam minimizados e que não tragam prejuízos futuros para o meio ambiente e a saúde da população, pois o fechamento e a recuperação da área dos lixões objetivam reduzir, o máximo possível, os impactos ambientais negativos decorrentes da deposição inadequada do lixo.

Assim, as áreas de lixões devem ser desativadas, isoladas e recuperadas ambientalmente. O encerramento de lixões e aterros controlados compreende no mínimo: ações de cercamento da área; drenagem pluvial; cobertura com solo e cobertura vegetal; sistema de vigilância; realocação das pessoas e edificações que se localizem dentro da área do lixão ou do aterro controlado. O remanejamento deve ser de forma participativa, utilizando como referência o programa pró-catador (Decreto 7.405/10) e os programas de habitação de interesse social (MMA, 2019).

Basicamente, encerra-se a operação no local, estabilizam-se os processos (físico-químico-biológicos) que ali ocorrem e busca-se destiná-lo a uma utilização adequada no futuro. O período de estabilização geralmente não é inferior a 10 -15 anos após encerramento da disposição de lixo. (D'ALMEIDA, 2000).

Ainda segundo o IPT/CEMPRE, vários são os métodos recomendados para realizar o fechamento e remediação dos lixões inativos. Dentre eles, o modo momentaneamente mais adequado é a retirada da massa de lixo, transpondo-a para um aterro sanitário e recuperando a área escavada com solo natural da região. (POSSAMAI et al., 2007).

Cabe destacar que os lixões inativos causam ainda a desvalorização de áreas e a segregação social, pois muitos catadores são levados a residir em suas proximidades, afastando-se do centro da cidade e, portanto, de outros serviços públicos essenciais à qualidade de vida.

Diante de todos os assuntos relacionados ao lixo pode-se perceber que são muitos problemas que os lixões ativos como inativo sem nenhum tipo de remediação trazem para a sociedade como um todo, tanto em âmbito econômico, como em relação a saúde pública.

### 3.8 LIXÃO DESTIVADO DE DELMIRO GOUVEIA

A cidade de Delmiro Gouveia no estado Alagoas, depositava seus resíduos em um lixão localizado na zona rural do município, sendo desativado em 05 de abril de 2018 pelo Ministério Público Estadual, Instituto do meio ambiente de alagoas - IMA e a Prefeitura.

Os lixões existentes em cidades como Delmiro Gouveia são resultados da coleta de lixo realizada pelos órgãos administrativos na tentativa de melhorar a qualidade sanitária das cidades mantendo suas ruas limpas e livres de lixo, parasitas, roedores e outras pragas urbanas.

Em 2016 a prefeitura de Delmiro Gouveia foi multada devido à falta de gerenciamento dos resíduos sólidos dispostos no lixão ainda existente, de acordo com analistas ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), além da falta de licença ambiental, o lixão apresenta agravantes que contribuíram para a sanção, a exemplo do descarte ilegal de lixo hospitalar, processo de combustão – cujo gás carbônico eliminado na queima ocasiona sérios riscos à saúde humana –, além do acúmulo de pneus e de outros materiais não biodegradáveis, o que também é proibido pela lei que rege a destinação dos resíduos sólidos (SANEAMENTO BASICO, 2016).

Para que o problema da disposição inadequada dos resíduos sólidos no lixão em Delmiro Gouveia fosse resolvido um aterro sanitário começou a ser construído na área onde era depositada o lixo, mas a obra foi interrompida, após receber algumas denúncias.

A construção dos aterros sanitários é uma das principais soluções apontadas para se resolver o problema dos lixões a céu aberto. Entretanto, o descumprimento

do que preceitua a legislação ambiental representa um sério risco a quaisquer formas de vida. E foi o desrespeito à lei que, segundo o Instituto do Meio Ambiente (IMA), levou a equipe de fiscalização do órgão ambiental a embargar a obra de aterro que estava sendo construído pelo Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Sertão de Alagoas, em Delmiro Gouveia. Após receber denúncias, a equipe do IMA constatou que a obra estava sendo realizada sem licença ambiental (RESIDUOS SOLIDOS ALAGOAS, 2017).

A Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA) e a Secretaria Municipal de Recursos Hídricos, Meio Ambiente e da Ciência e da Tecnologia (SEMARHCT) são os órgãos nos quais o setor de limpeza urbana do município está vinculado, onde a execução do serviço de limpeza pública é realizada pela Prefeitura. Estima-se a geração diária de 22,66 toneladas de RSU (SANTOS, MOURA, AMORIM, 2019).

Diante da quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente em Delmiro Gouveia sem o gerenciamento adequado, em 2018 com cumprimento do que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o lixão de Delmiro Gouveia foi desativado, após o encerramento desse lixão, os resíduos sólidos coletados no município passaram a ter a destinação adequada, sendo enviados para o aterro sanitário licenciado no município de Olho D'Água das Flores.

Em relação a área desativada do lixão em agosto de 2019 a Prefeitura Municipal de Delmiro Gouveia - AL, CNPJ 12.224.895/0001-27 torna público que requereu do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas - IMA a análise Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD do antigo lixão de Delmiro Gouveia, mas até o momento nenhuma medida de recuperação da área degradada foi tomada, e o mesmo continua causando danos ao meio ambiente, pois encontrasse sem nenhum monitoramento ou medida de proteção e fiscalização da área por meio dos órgãos competentes. Como até o momento não foi feita nenhuma recuperação na área, o chorume continua sendo produzido e acarretando impactos ambientais.

A partir deste contexto, foi realizado este estudo com o objetivo identificar os principais impactos causados pelo antigo lixão, assim como os contaminantes presentes no solo e o que isso implica na saúde dos seres humanos e dos animais que possivelmente circulam próximo a área degradada.

Visto que a poluição do solo também acaba alterando as características físicas, químicas e biológicas do mesmo, sendo uma ameaça à saúde pública por conter metais pesados. Também podemos acrescentar aos impactos causados a presença

de maus odores, poluição visual, intensificação do efeito estufa e riscos de incêndios (LANZA et al., 2010).

#### 4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado, avaliando-se duas áreas, a primeira área onde está localizado o antigo lixão de Delmiro Gouveia, na zona rural do município, próximo ao distrito alto dos coelhos onde o lixão esteve ativo por 8 anos sem nenhum tipo de controle ambiental, nem separação do lixo, e a outra área considerada como não receptora de resíduos sólidos, o critério de escolha dessa área testemunha foi por ser a área com características mais semelhantes a área do lixão, a única diferença é que não era receptora de lixo.

Foi feita uma primeira visita aos locais de estudo, para uma melhor compreensão de como se encontrava as áreas a serem estudadas, e a partir disso traçar a melhor forma para conseguir alcançar os objetivos previstos, após definir a forma de realizar o estudo realizou-se uma outra visita ao local para dar início as atividades.

Foi adotada como orientação básica, para condução das atividades de campo, a seguinte sequência: previamente realizou-se uma limpeza superficial do local com auxílio de uma enxada, logo em seguida foram feitas abertura de trincheiras com a ajuda de uma retroescavadeira até a profundidade permitida pelo solo, pois esse solo é rochoso, então só foi possível escavar até a rocha, em seguida foram coletadas amostras do perfil do solo em camadas de diferentes profundidades de 20 a 70 cm.

As amostras foram coletadas em dois pontos distintos, sendo o 1º ponto na área que foi disposta o lixo, considerada como receptora de resíduos, e a outra numa área onde não havia disposição de lixo, considerada como não-receptora de resíduos.

As amostras de solos foram encaminhadas para o laboratório da Central Analítica em Maceió - AL, para que fossem feitas análises, físicas em relação a granulometria do solo e análises química que diz respeito aos íons metálicos presentes no solo e troca catiônica desse solo, para isso foi analisado parâmetros como: pH, Alumínio ( $Al^{+3}$ ), Cálcio ( $Ca^{+2}$ ), Cobre ( $Cu^{+2}$ ), Ferro ( $Fe^{+2}$ ), Fósforo (P), Magnésio ( $Mg^{+2}$ ), Manganês ( $Mn^{+2}$ ), Matéria Orgânica Total (MOT), Potássio ( $K^{+}$ ), Sódio ( $Na^{+}$ ), Zinco ( $Zn^{+2}$ ), Cádmio ( $Cd^{+2}$ ) e Cromo ( $Cr^{+3}$ ), conforme a metodologia descrita pela EMPRAPA (1979).

O pH foi feito na mistura de TFSA com água, 1:2,50 (m/v); enquanto para P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cu<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup> e Zn<sup>++</sup> foi utilizado o extrato Melhich-1, 10:100 (m/v), que após agitação e decantação foram feitas leituras no extrato em Espectrofotômetro, Espectrofotômetro de Absorção Atômica e Fotômetro de Chama. As determinações de Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> e H<sup>+</sup>+Al<sup>+++</sup> foram realizadas na solução concentrada de 1 mol L<sup>-1</sup> de KCl (10:100 – m/v) e depois coletado o sobrenadante para fazer as respectivas titulações, seguindo a metodologia da EMPRAPA (1979).

Em loco também foi feita o ensaio da velocidade de infiltração básica (VIB), foi determinada seguindo metodologia de BERNARDO et al., (2006), utilizando-se o método do infiltrômetro do anel, que consiste em dois anéis onde esses anéis são colocados concentricamente no solo, nesse estudo foi feito a limpeza do local e logo em seguida foram usados dois anéis, um anel interno com diâmetro menor de 25 cm e um anel externo com um diâmetro maior de 50 cm, e uma altura de 30 cm, após os anéis serem cravados no solo logo em seguida foi depositado 100ml de água em cada solo onde foram postos os anéis, com a ajuda de uma régua graduada foram retiradas a leitura de cada solo, em intervalos diferentes de 10, 20, 30, 60 min em 8h de estudo, esse método foi usado para as duas áreas tanto para a área do lixão como a testemunha, sem disposição de lixo.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FISICO

No que se refere aos solos do município de Delmiro Gouveia, segundo dados da EMBRAPA, 2002 Constatou-se a predominância dos Planossolos e Neossolos Litólicos sobre os demais solos mapeados, perfazendo um total de aproximadamente 69% do total da área. Nos 31% restantes da área, ocorrem Neossolos Regolíticos e Neossolos Quartzarênicos. Os Planossolos são rasos a pouco profundos, apresentam mudança textural abrupta, horizonte Bt adensado, com baixa permeabilidade e muitas vezes com presença de sódio. Os Neossolos Litólicos, por definição, são rasos, com textura arenosa e média, desenvolvidos de substratos rochosos formados por granitos e gnaisses, que, por vezes afloram ou se tornam visíveis na superfície do solo. Os Neossolos Regolíticos são pouco profundos a profundos com fertilidade natural média a baixa com pequena reserva de nutrientes, com boa permeabilidade, e às vezes, apresentam horizonte endurecido chamado de fragipã. Os Neossolos Quartzarênicos

são muito profundos a profundos, bem drenados, baixa fertilidade natural (CTC muito baixa) e baixa capacidade de retenção de água.

Em relação a vegetação o município de Delmiro Gouveia está inserido na unidade geoambiental da depressão Sertaneja que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suaveondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. A área de Delmiro Gouveia, por ser mais seca, tem domínio da caatinga hiperxerófila. Trata-se de caatinga de menor porte, arbóreoarbustiva e arbustiva onde destacam-se as seguintes espécies: pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), favela (*Cnidoscolus phyllacanthus* Muell Ang.), jurema preta (*Mimosa hostilis* Benth), braúna (*Schinopsis brasilienses* Engl.), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), macambira (*Bromelia laciniosa* Mart.), xique-xique (*Pilocereus gounellei* Weber.) e caroá (*Neoglaziovia variegata* Mez.) (SILVA, 2018).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na área degradada pelo antigo lixão foi identificada que não há presença de vegetação de nenhum porte, apenas são encontrados resquícios de vegetação rasteira, arbustiva e subarbustiva nas áreas adjacentes, uma vegetação pobre em diversidade e com poucos espécimes típicos da caatinga como: mandacaru, catingueira, jurema preta, macambira e ervas daninhas. Por tanto espécies das mesmas e de seus respectivos gêneros e famílias deveram ser adicionadas para recuperação da área por demonstrarem uma boa adaptação e serem espécies nativas. Também foi identificada a presença de uma espécie exótica a Algaroba (*Prosopis juliflora*), onde a mesma é uma espécie que traz consigo problemas como a liberação de toxinas no solo podendo interferir e reduzir o desenvolvimento das plantas nativas.

O resumo dos resultados para os parâmetros químicos dos perfis dos solos estudados está disposto na Tabela 2. Observou-se que todos os parâmetros avaliados apresentaram, nas camadas A, B e C da área do lixão, maiores valores em relação à testemunha o que está relacionado com a decomposição dos resíduos orgânicos e a liberação de metais provenientes dos resíduos sólidos inorgânicos que permaneceram na camada A ou foram lixiviados para camadas B e C da área do lixão.

Tabela 2 – Atributos químicos dos solos\* coletados na área do Lixão e área adjacente (testemunha) no município de Delmiro Gouveia, nas camadas A, B e C dos perfis do solo.

Determinações	Unidades	ÁREA LIXÃO			ÁREA ADJACENTE		
		CAMADAS			CAMADAS		
		A	B	C	A	B	C
Ph	em água	7,7	7,7	7,8	6,0	5,4	5,3
Sódio	mg dm <sup>-3</sup>	256	265	271	27	64	91
Fósforo	mg dm <sup>-3</sup>	703	118	29	16	4	3
Potássio	mg dm <sup>-3</sup>	398	291	265	81	37	30
Cálcio	cmol-dm <sup>-3</sup>	9,8	3,1	3,6	2,0	1,7	1,9
Magnésio	cmol-dm <sup>-3</sup>	6,6	3,1	4,3	0,9	1,1	0,7
Alumínio	cmol-dm <sup>-3</sup>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2
H +AL	cmol-dm <sup>-3</sup>	0,3	0,7	0,4	2,7	2,1	1,5
MOT	g/Kg	8,98	0,57	0,2	1,3	0,14	0,35
Ferro	mg dm <sup>-3</sup>	107,15	230,37	268,1	47,44	37,31	31,8
Cobre	mg dm <sup>-3</sup>	6,14	2,02	1,13	0,34	0,64	0,78
Zinco	mg dm <sup>-3</sup>	146,15	11,37	6,73	2,98	1,11	1,56
Manganês	mg dm <sup>-3</sup>	63,67	35,7	69,39	19,56	5,05	1,04
Cádmio	mg dm <sup>-3</sup>	3,07	0,67	0,69	0,37	0,24	0,52
Cromo	mg dm <sup>-3</sup>	0,98	0,94	0,72	0,46	0,11	0,18

\* Médias de 5 Repetições

Legenda: A: camada de lixo

B: Camada de solo (0 a 20cm)

C: Camada de solo (20 a 50cm)

Legenda: A: camada do solo (0a 20 cm)

B: Camada de solo (20 a 40cm)

C: Camada de solo (40 a 70cm)

Fonte: Autor. 2019

## 5.1 pH

Os valores de pH nas diferentes condições dos solos estudados mostra, que houve influência do lixo elevando o pH do solo o que permite afirmar que houve translocação de elementos químicos provocadores de mudanças neste atributo, tais como Alumínio e Hidrogênio.

Conforme Soares (2006), o pH aumenta por sofrer influência direta da interação do contaminante com o solo, ocorrida pela maior densidade de cargas de superfície negativa, apresentando maiores níveis de OH<sup>-</sup>.

O pH do solo é uma medida simples e indica se a reação do solo é ácida, neutra ou alcalina, a escala varia de 0 a 14, sendo que um valor de pH igual a 7 indica que ele é neutro, acima e menor que 7 indica pH alcalino e ácido, respectivamente (Melo, 2013).

Em relação ao pH da área do lixão, o valor deu acima de 7 e indica que o pH desse solo está alcalino, segundo Oliveira (2013) o pH alcalino pode dificultar o crescimento e desenvolvimento da vegetação, portanto, para que a técnica da revegetação tenha mais sucesso, deve ser feito um manejo de solo que corrija a sua alcalinidade.

Na área degradada do antigo lixão não foi identificada a presença de vegetação, isso pode estar relacionado com o fato do pH estar alcalino, o que pode influenciando no crescimento e desenvolvimento da vegetação nativa.

## 5.2 FÓSFORO

Os níveis de fósforo nas camadas A, B e C do lixão foi 44, 30 e 10 vezes respectivamente mais elevado que nas camadas da área testemunha o que mostra a grande contribuição do lixo em relação ao fósforo.

De acordo com Horta; Torrent (2010), o fósforo disponível no solo natural é baixo, porém, em consequência da grande degradação dos resíduos sólidos em lixões provoca a fertilização, aumentando a quantidade de fósforo disponível nessas áreas.

O fósforo, é nutriente para o crescimento e reprodução dos organismos decompositores de matéria orgânica. Quando em excesso no solo, este elemento pode ser levado pelo escoamento superficial do solo em corpos hídricos próximos, causando eutrofização artificial das águas (CARVALHO, 2001).

## 5.3 SÓDIO e POTÁSSIO

Observa-se na tabela 4 que os teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> na área que sofreu influência de resíduos foi até 9 vezes maior que na área sem influencia (testemunha), mostrando a elevada contribuição em sódio e potássio dos resíduos e da elevada lixiviação destes para camadas inferiores.

Quando lixiviados, os nutrientes incorporam-se ao lençol freático pelo processo de drenagem interna e, assim, são transportados a grandes distâncias, contaminando o lençol freático e também os mananciais de água potável (Konrad, 2002).

#### 5.4 CÁLCIO e MAGNÉSIO

Os resultados mostrados na tabela 4 para os cátions trocáveis Cálcio + Magnésio ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ), os quais apresentam comportamento semelhante ao sódio e potássio, embora seja relativamente menor a contribuição e lixiviação destes.

De modo geral, as plantas exigem um baixo teor de cálcio e magnésio para a realização de suas funções fisiológicas se, na solução do solo, outros nutrientes essenciais estiverem em equilíbrio, na ausência de íons tóxicos (Wallace 1966 e Lund 1970). Nessas condições, o equilíbrio entre as concentrações de cálcio e magnésio tem mostrado ser de maior importância para a nutrição, crescimento e desenvolvimento das plantas do que as concentrações isoladas desses elementos. É provável que uma das razões seja o fato de que o cálcio e o magnésio, além de interferirem na absorção de grande parte dos outros nutrientes, interagem nos seus processos de absorção e nutrição pelas plantas (Jacoby 1961, Doli & Hossner 1964, Salmon 1964 e Mostafá & Ulrich 1976).

Epstein (1975) relata que na absorção do Mg e do Ca pela planta há competição e o excesso de um desses elementos resulta na diminuição na absorção do outro. Tal efeito no desequilíbrio nutricional resulta na diminuição no desenvolvimento vegetal (ROSOLEM et al., 1984).

Na análise da área do lixão desativado apresentou teores significativamente maiores de cálcio e magnésio, do que na área adjacente, onde houve mudança no equilíbrio dos elementos influenciando assim no crescimento e desenvolvimento da vegetação local, podendo contaminar os mananciais pelo processo de lixiviação.

#### 5.5 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL (MOT)

Na camada A do solo do lixão, o nível matéria orgânica total (MOT) foi 7 vezes superior àqueles apresentados pelo solo que não recebeu o resíduo a (Tabela 2) mostra essa comparação. Isso se dar por conta dos restos orgânicos alimentares, da decomposição de plantas, animais e microrganismos presentes nesse solo.

O alto índice de matéria orgânica presente no solo contribui para o aumento da capacidade de troca catiônica desse solo a (CTC) e contribui também com a descaracterização do mesmo, por favorecer a diminuição do silte do solo e aumentar a quantidade de argila.

## 5.6 CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC)

A área coberta com lixão apresenta valores da CTC efetiva que variam de 18,72 (cmol/dm<sup>3</sup>) na camada A, até 9,81 (cmol/dm<sup>3</sup>) na camada C (Tabela 4). Estes valores são bem superiores aos apresentados na área testemunha que variaram de 3,23 (cmol/dm<sup>3</sup>) na camada A, até 3,31 (cmol/dm<sup>3</sup>) na camada C (Tabela 3). Isso se deve à elevação do teor de matéria orgânica pela deposição dos resíduos orgânicos na área do lixão.

Uma das principais contribuições para o aumento da CTC no solo é a matéria orgânica, por ser fonte de carga negativa (TEIXEIRA, 2008).

Conforme Meurer (2004) a dissociação dos grupos funcionais constituintes da superfície do solo, geram cargas negativas na superfície da matéria orgânica presente que são balanceadas por cátions que se encontram na solução do solo.

De acordo com Teixeira (2008) o teor de CTC é de grande importância no solo para avaliação dos íons metálicos, a adsorção de um íon pode influenciar no aumento da CTC.

A grande quantidade de matéria orgânica presente no solo da área do lixão favoreceu o aumento da CTC que é capacidade de troca catiônica do solo e devido a esse aumento predominaram as cargas negativas que retêm os íons ou nutrientes do solo, essas cargas no solo funcionam como barreiras químicas, que evitam o deslocamento de determinados poluentes para as camadas mais profundas do solo, essas barreiras formadas por essas cargas diminuem os impactos causados ao meio ambiente, caso esses líquidos percolassem para o lençol freático.

Tabela 3 – Atributos químicos dos solos\* coletados na área sem influência do lixo (testemunha).

Determinações	Unidades	0-20 cm	20-40cm	40-70 cm
pH	(em água)	6,0	5,4	5,3
Na	(ppm)	27	64	91
P	(ppm)	16	4	3
K	(ppm)	81	37	30
Ca +Mg	(meq/100mL)	2,9	2,8	2,6
Ca	(meq/100mL)	2,0	1,7	1,9
Mg	(meq/100mL)	0,9	1,1	0,7
Al	(meq/100mL)	0,0	0,25	0,24
H + Al	(meq/100mL)	2,7	2,1	1,5
S	(Soma das Bases)	3,23	3,17	3,07
C.T.C efetiva		3,23	3,42	3,31
C.T.C	(Cap.Troc. de Cations-pH 7,0)	5,93	5,27	4,57
%V	(Ind. De Sat. De Bases)	54,4	60,2	67,2
%M	(Ind.Sat. de Al)	0,0	7,3	7,2
%Na	(PST)	2,0	5,6	95
Sat.em K	(%)	3,6	1,9	1,8
Mar.Org.Total	(%)	1,30	0,14	0,35
Ferro	(ppm)	47,44	37,31	31,8
Cobre	(ppm)	0,84	0,74	0,78
Zinco	(ppm)	2,98	1,11	1,56
Manganês	(ppm)	19,96	5,05	1,04
Cádmio	(ppm Cd)	0,37	0,24	0,52
Crômio	(ppm Cr)	0,46	0,11	1,18

Fonte: Autor (2019).

Tabela 4 – Atributos químicos dos solos\* coletados na área com influência do lixo (média de 5 repetições).

Determinações	Unidades	A	B	C
Ph	(em água)	7,74	7,70	7,78
Na	(ppm)	256,20	265,40	271,40
P	(ppm)	703,40	118,60	29,60
K	(ppm)	398,00	291,60	265,40
Ca +Mg	(meq/100mL)	16,58	6,18	7,86
Ca	(meq/100mL)	9,86	3,08	3,58
Mg	(meq/100mL)	6,72	3,10	4,28
Al	(meq/100mL)	0,00	0,00	0,09
H + Al	(meq/100mL)	0,28	0,72	0,38
S	(Soma das Bases)	18,72	8,08	9,72
C.T.C efetiva		18,72	8,08	9,81
C.T.C	(Cap.Troc. de Cátions-pH 7,0)	19,00	8,80	10,10
%V	(Ind. De Sat. De Bases)	98,88	88,68	92,58
%M	(Ind.Sat. de Al)	0,00	0,00	2,44
%Na	(PST)	7,56	21,52	19,22
Sat.em K	(%)	6,72	15,88	12,62
Mar.Org.Total	(%)	8,98	0,54	0,20
Ferro	(ppm)	107,15	230,37	268,10
Cobre	(ppm)	6,14	2,02	1,13
Zinco	(ppm)	146,15	11,37	6,73
Manganês	(ppm)	63,67	35,70	69,39
Cádmio	(ppm Cd)	3,07	0,67	0,69
Crômio	(ppm Cr)	0,98	0,94	0,72

Fonte: Autor (2019).

## 5.7 COBRE, FERRO, MANGANÊS e ZINCO

Como se pode observar pela avaliação da análise expressa na Tabela 4 correspondendo, respectivamente, aos elementos químicos Cobre, Ferro, Manganês e Zinco, de acordo com as análises químicas, estes elementos apresentaram, separadamente, os mesmos comportamentos e/ou semelhanças.

Os teores de Manganês e Zinco nas amostras do solo da área do lixão apresentam teores mais elevados como mostra a Tabela 4, em relação a área adjacente sem disposição de lixo como mostra a tabela 3. Isso se dá devido à grande quantidade de resíduos sólidos lançadas no solo da área do lixão. Constatou-se que os valores das concentrações de Mn obtiveram aumento de três vezes na 1 camada em relação a área adjacente, já o zinco teve um aumento significativo, na 1 camada o

aumento foi de 146,15 mg/dm<sup>3</sup>, em relação a área adjacente com um valor de 2,98 mg/dm<sup>3</sup>. Portanto pode-se dizer que o aumento das concentrações de Mn e Zn apresenta indícios de contaminação pelos resíduos.

A disponibilidade Mn no solo depende principalmente do pH, do potencial de oxirredução, da matéria orgânica e do equilíbrio com outros cátions, principalmente ferro, cálcio e magnésio (BARTLETT,1988).

O zinco por sua vez possui um alto efeito residual em solos muito intemperizados, ligando-se preferencialmente a fração argila; aliado ao seu alto poder residual, o Zn tem uma alta afinidade pela matéria orgânica (Silveira, 2002).

Os seres vivos necessitam de pequenas quantidades de alguns desses metais para a realização de funções vitais no organismo, o zinco (Zn) é um elemento essencial tanto em plantas como em animais, no entanto em concentrações elevadas adquire um caráter tóxico e a sua absorção pode conduzir a toxicidade (RIBEIRO, 2013).

Diante das análises dos ensaios dos solos pode-se afirmar que a colocação de resíduos sólidos na superfície do solo causou alteração ao longo do seu perfil, e o aumento dos valores dos metais pesados como cobre, ferro, manganês e zinco presentes no solo contribuíram para sua contaminação.

## 5.8 METAIS PESADOS (CÁDMIO e CROMO)

O cádmio apresentou um teor de 3,07 mg kg<sup>-1</sup> na camada de lixão. um valor 10 vezes maior que na camada A da área testemunha (Tabela 3). O limite do valor de prevenção estabelecidos na Resolução Conama 420/2009 para o cádmio e de 1,3 mgkg<sup>-1</sup>, valores acima disso representa perigo de contaminação, pois o cádmio apresenta alta toxidade e é um metal cancerígeno. Portanto este valor (3,07 mg kg<sup>-1</sup> na área do lixão representa 2,3 vezes o limite permitido, indicando um alto nível de contaminação desse metal no solo o que significa um risco elevado à saúde das pessoas e animais que transitam por este ambiente.

De acordo com Rodrigues (2004), o cádmio encontrado em altos níveis em lixões indica que ali houve o descarte de baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis).

Em relação ao teor de cromo, os valores estão abaixo do nível estabelecidos na Resolução Conama 420/2009 para o Cr é de 75 mg kg<sup>-1</sup>. Diante dos valores obtidos

(Tabela 4) o cromo não apresenta nenhum prejuízo para essa área, pois está dentro do limite permitido pelo Conama.

## 5.9 GRANULOMETRIA

Na Tabela 5 estão os resultados das análises granulométricas das áreas estudadas.

Tabela 5 - Granulometria do solo da área do lixão desativado e do solo adjacente (sem deposição de lixo) em três camadas do solo (A, B e C).

CAMADAS	AREA DO LIXÃO (g/Kg <sup>-1</sup> )					AREA ADJACENTE (g/Kg <sup>-1</sup> )					CLASSE TEXTURAL
	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	
A	354	286	640	112	284	269	278	547	267	186	F.Arg_Ar
B	367	288	655	103	241	301	298	599	235	166	F.Arg_Ar
C	317	301	618	131	239	259	300	559	286	155	Franco Ar

Legenda: A: camada de lixo

Legenda: A: camada do solo (0a 20 cm)

B: Camada de solo (0 a 20cm)

B: Camada de solo (20 a 40cm)

C: Camada de solo (20 a 50cm)

C: Camada de solo (40 a 70cm)

Fonte: Autor (2019).

Os resultados obtidos das análises laboratoriais dos perfis do solo mostram que de um modo geral, na área do lixão os valores de areia grossa e argila são superiores em relação à área adjacente (testemunha).

Em relação à areia grossa isso se deve aos materiais de construção civil que eram depositados juntamente com outros resíduos sólidos. Já a argila veio da decomposição dos resíduos orgânicos ali depositados. A elevação destes dois componentes da granulometria provocou a redução do silte, caracterizando esse solo como sendo classe textual franco argiloso.

## 5.10 VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO

A velocidade de infiltração básica (VIB) foi muito baixa conforme resultado apresentado na tabela 6. A estabilização da velocidade de infiltração ocorreu após oito horas de estudo, no valor de 1mm/h.

De acordo com BERNARDO et al., (2006) o solo pode ser classificado de acordo com a sua velocidade de infiltração básica em: > 30 mm/h (VIB muito alta), de 15-30 mm/h (VIB alta), 5-15 mm/h (VIB média) e < 5mm/h (VIB baixa).

Os valores de VIB segundo a textura do solo podem ser: arenosa 25 a 250 mm/h; franco-arenosa de 13 a 76 mm/h; franco-arenosa-argilosa de 5 a 20 mm/h e franco-argilosa: 2,5 a 15 mm/h (BERNARDO et al., 2006). Como a textura do solo da área do lixão foi classificada como argilosa a velocidade de infiltração básica poderia ter sido média, mas o resultado obtido deu um valor abaixo de 5mm/h o que caracteriza o solo como um solo com uma baixa velocidade de infiltração o que sugere que o solo apresenta uma camada de impedimento à drenagem, que dificulta a infiltração, que neste caso é a camada de rochas cristalinas (gnaisse) que aparece em profundidade que varia de 20 a 70cm. Esse resultado se caracteriza como um aspecto positivo para esse solo, pois apesar de estar contaminado por metais pesados entre outros parâmetros químicos analisados, o chorume que é altamente poluidor não terá facilidade de infiltrar nesse solo, devido a velocidade de infiltração ser baixa, o que diminui o risco de contaminação do lençol freático.

Tabela 6 – Avaliação da infiltração pelo método do infiltrômetro do anel

TEMPO		RÉGUA		Infiltração Acumulada (mm)	Velocidade de Infiltração (VI) (mm/h)
Hora	Intervalo (min)	Leitura (mm)	Diferença (mm)		
8:00	0	100	0	0	0
8:10	10	75	25	25	150
8:20	10	60	15	40	90
8:30	10	50	10	50	60
8:40	10	42	8	58	48
8:50	10	36	6	64	36
9:00	10	31	5	69	30
9:20	20	21/100	10	79	30
9:40	20	92	8	87	24
10:00	20	86	6	93	18
10:30	20	81	5	98	15
11:00	30	75	6	104	12
11:30	30	70	5	109	10
12:00	30	66	4	113	8
12:30	30	63	3	116	6
13:00	30	61	2	118	4
14:00	60	59	2	120	2
15:00	60	58	1	121	1
16:00	60	57	1	122	1

Fonte: Autor (2019)

## 6 CONCLUSÕES

As metodologias de avaliações utilizada foram cruciais para o diagnóstico dos impactos ambientais que o lixão desativado causou ao solo enquanto ativo.

Os resultados analíticos dos atributos químico e físicos do solo do presente estudo foram suficientes para se chegar às seguintes conclusões:

Os resíduos sólidos depositados na área do lixão de Delmiro Gouveia provocaram mudanças nas características químicas e físicas do solo. Dos elementos químicos avaliados o cádmio, por ser um metal pesado causador de doenças, é o que representa o maior risco a saúde humana. O elevado teor de matéria orgânica e a alta CTC além da impermeabilidade da subsuperfície dificultam a contaminação das áreas adjacentes, por formar uma barreira que impossibilita a permeabilidades de líquidos poluentes para o lençol freático. Levando em consideração o diagnóstico do estudo observa-se que os resíduos sólidos que foram depositados no local trouxeram prejuízos ao solo causando sua contaminação.

Com a desativação do lixão, os órgãos competentes deveriam elaborar e apresentar o plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD), que norteará a remediação da área.

Diante deste contexto atual do lixão desativado de Delmiro Gouveia e da contaminação da área, devido a forma inadequada de disposição dos resíduos sólidos, é fundamental que essa área seja isolada e que seja feita uma remediação da área, podendo adotar a metodologia momentaneamente mais adequada, com um remanejo do solo contaminado, substituindo-o por outro solo, retirando a massa de lixo, transpondo-a para um aterro sanitário, e recuperando a área escavada com solo livres de contaminantes, sendo essencial que essa área tenha um monitoramento contínuo, o isolamento pode ser feito com cerca de arames reforçados, ou muro de concreto, e que haja uma fiscalização para que as pessoas e os animais não tenham acesso a área.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT NBR10004. **Resíduos sólidos – Classificação**. Norma Brasileira, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcredudos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 03 de maio de 2020.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos; NBR 8419. Rio de Janeiro. 7 p.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2019.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2017.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2010.

AGENCIA BRASIL. **Governo Federal Defende Prorrogação do Prazo da Lei Que Acaba com os Lixões**.2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-02/governo-federal-espera-pela-prorroacao-do-prazo-da-lei-que-acaba-com-os>. Acesso em 12 de maio de 2020.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos — Diagnóstico da Gestão Intermunicipal de Resíduos Sólidos. Maceió, 2017a. 340 p. (v. 1).

ALAGOAS. Municípios **de Alagoas eliminam em 100% o uso de lixões**. Agencia alagoas.2018. Disponível em: <http://www.agenciaalagoas.al.gov.br/noticia/item/26457-municipios-de-alagoas-eliminam-em-100-o-uso-de-lixoes>. Acesso em 15 de abril de 2020.

ARAUJO, T. B. de. Nordeste: **Desenvolvimento recente e perspectivas. Um olhar territorial para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: BNDES, p. 540-560, 2014.

BAIRD, C.; CANN, M. Química Ambiental. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BAIRD, C. Química Ambiental, 2º ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 2002. 622p.

BASTOS, F, A. **Estudo da Remoção de Nitrogênio Amoniacal Por Processo de Arraste com Ar** (Air Stripping) em Lixiviado de Aterro Sanitário. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BATISTA D.M.B.; SILVA J.M.N.; SOUSA E.F.; DO-Ó L.G.D.; BARBOSA E.A. **O uso do método da listagem de controle na identificação de impactos ambientais: o caso do lixão de uma cidade de médio porte.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos-SP. 2010.

BARTLETT, R.J. Manganese redox reactions and organic interaction in soils. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. (Ed). **Manganese in soils and plants.** Dordrecht: kluwer Academic, 1988. P. 59-73.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BRAGA, B., HESPALHOL, I., CONEJO, J.G.L., BARROS, M. T. L., SPECER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice hall 2002.

BRASIL. (2009) Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n.º 420, de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União.** Disponível em: Acesso em: 10 jan. 2020

CAMARA. **Projeto de Lei.** 2018. Disponível em:

[camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=2105C9ABEC0D8381C37613738C6A8BC7.proposicoesWebExterno2?codteor=1669453&filename=Tramitacao-PL+10430/2018](http://camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=2105C9ABEC0D8381C37613738C6A8BC7.proposicoesWebExterno2?codteor=1669453&filename=Tramitacao-PL+10430/2018). Acesso em 17 julho de 2020.

CARVALHO, A. L. **Contaminação de águas Subsuperficiais em Áreas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos – O Caso do Antigo Lixão de Viçosa (MG).** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CAVALCANTE, S.; AMORIM, M. F. F. Profissão Perigo: Percepção de Risco à Saúde Entre os Catadores do Lixão do Jangurussu. Revista Mal Estar e Subjetividade. v.7, n.1, Fortaleza, março. 2007. CDC – CENTERS OF DISEASE CONTROL AND PREVENTION, Atlanta. Preventing lead poisoning in Young children. U.S.Department of Health and Human Services. Atlanta, agosto, 2005.

CNM. **Boas práticas: Alagoas fecha todos os lixões do Estado.** Confederação federal dos municípios. 2018. Disponível em:

<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/boas-praticas-alagoas-fecha-todos-os-lixoes-do-estado>. Acesso em 10 de abril de 2020.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Valores orientadores para Solos e Águas Subterrâneas para o Estado de São Paulo. São Paulo, CETESB, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. O que são áreas contaminadas. São Paulo, CETESB, 2013.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2ª. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DIDONET, M. Águas – **Goles de Pura Informação.** Livro zero, 1, 2, 3, 4. 6. ed. Rio de Janeiro: CIMA, 1997a.

DOLL, E. C.;MeNught, K. J. 1962: Magnesium deficiency in withe clover ( trifolium repens L.) on a pumice soil. N. Z Journal of Agricultural Research 5: 310-7

DUEÑAS, M. A. F.; CÂMARA, A. R.; ROCHA, B. O.; MACHADO, C. E. **O impacto do “lixão” na qualidade de vida da comunidade circunvizinha nos bairros de Cidade Nova e Felipe Camarão** – Natal/RN. XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto, Anais... Ouro Preto: 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMBRAPA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, 1979. n.p.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais**. Caderno de Saúde Pública, v.17, n. 3, p. 689-696, 2001.

FERNANDES, A.; FERNANDES, S. **A problemática dos impactos ambientais causado pelo funcionamento do lixão no município de imperatriz – MA- Universidade do vale do rio de sino – 2016.**

GIAROLA, E.; OLIVEIRA, C. D. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010: Estudo de Caso do Município de Uberlândia, Minas Gerais, 2012.

HORTA, M. C.; TORRENT, J. **Dinâmica do Fósforo no Solo, Perspectiva Agronômica e Ambiental**. 1º ed. Portugal, Editora IPCB, 2010. 101p.

IBAM. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2018. Rio de Janeiro:

ICDA. International Cadmium Association. s.d. Disponível em. Acesso em 10 junho 2020.

JACOBY, B. Calcium-magnesium ratios in the root medium as related to magnesium uptake by citrus seedlings. *Plant and Soil*, Hague, v. 15, p. 74-80, 1961.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo – desafios da sustentabilidade**. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v.25, n.71, 2011.

JUCÁ, J. F. T. et al.; **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife: Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE, 2014.**

KONRAD, M. Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp*) na região da Nova Alta Paulista. 2002. 134 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

LANZA, V.C.V. et al. Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/Fundação Israel Pinheiro, 2010.

LUND, Z. F. The effect of calcium and its relation to several cations in soybean root growth. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v. 34, p. 456-459, 1970.

MAVROPOULOS A.; NEWMAN D. Wasted Health – The tragic case of dumpsites. International Solid Waste Association – ISWA. Jun. 2015. Disponível em [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task\\_Forces/THE\\_TRAGIC\\_CASE\\_OF\\_DUMP\\_SITES.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task_Forces/THE_TRAGIC_CASE_OF_DUMP_SITES.pdf). Acesso em: 10 junho 2020.

MELO, G. W. Adubação e manejo do solo para a cultura da videira. 2013. Disponível em: < <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/adubvid.html> > Acesso em: 11 de maio 2020.

MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 2º. ed. Porto Alegre, Editora Gênese, 2004. 71p.

MMA. Ministério Do Meio Ambiente (2005) **Lixo - Um grave problema no mundo moderno**, Cap. 7, p. 116-117. Em: MMA, Cidadania e Consumo Sustentável.

MMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do meio ambiente. 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Acesso em 06 de abril 2020.

MNCR. **Pró - Catador Decreto 7.405\_23-12-2010**. Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, 2010. Disponível em:

<http://www.mncr.org.br/biblioteca/legislacao/leis-e-decretos-federais/pro-catador-decreto-no-7-405-2010/view>. Acesso em 18 de julho de 2020.

MORAIS, J. L. Estudo da Potencialidade de Processos Oxidativos Avançados, Isolados e Integrados com Processos Biológicos Tradicionais, para Tratamento de Chorume de Aterro Sanitário. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MOSTAFA, M.A.E. & ULRICH, A. Interaction of calcium and magnesium in nutrition of intact sugarbeets. *Soil Sci.*, 121:16-20, 1976

MPAL. Projeto de Encerramento dos Lixões em Alagoas. Ministério Público do Estado de Alagoas. 2018. Disponível em: <https://www.mpal.mp.br/projeto-encerramento-dos-lixoes/>. Acesso em 11 de junho de 2020.

OLIVEIRA, B. G. de et al. Soil greenhouse gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas. *ELSEVIER. Geoderma*. 200-201, 77-84. 2013.

PELLEGRINO, S. A. C. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte: Sistematização de Diretrizes e Procedimentos. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

PLANALTO. Política Nacional de Resíduos Sólidos.2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em 10 de julho de 2020.

PNRS. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão Preliminar para Consulta Pública. Brasília 2011.

PONTES, Helene. **Diagnóstico Ambiental de Solo Contaminado por Cromo de Curtume em Motuca (SP) por Métodos Geofísicos**. Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro - SP 2016.

POSSAMAI, Fernando Pagani. VIANA, Ednilson. SCHULZ, Harry Edmar. COSTA Marcel Madeira. CASAGRANDE, Everson. **Lixões Inativos na Região Carbonífera de Santa Catarina**: Análise dos Riscos à Saúde Pública e ao Meio Ambiente. Rio de Janeiro. 2007.

RESIDUOS SOLIDOS ALAGOAS (2018). **Decreto Nº 61571 DE 08/11/2018**. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/downloads>. Acesso em 10 de julho de 2020.

RESIDUOS SOLIDOS ALAGOAS (2017). **IMA embarga obra de aterro sanitário em Delmiro Gouveia**. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/site/669/2017/08/15/ima-embarga-obra-de-aterro-sanitario-em-delmiro-gouveia>. Acesso em 01 de julho de 2020.

RESIDUOS SOLIDOS ALAGOAS (2010). **Plano Estadual**. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/planos/estadual>. Acesso em 10 de julho de 2020.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIQUEIREDO, C. C. de. Dinâmica da Matéria orgânica no Cerrado. In: (Ed.) SANTOS, G. de A. et al. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2ª ed. rev. atual e amp. - Porto Alegre, Gráfica Metrópole. 2008. p.87-99, 654 p.:il.

RIBEIRO, M. A. C. **Contaminação do solo por metais pesados**. Lisboa, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2013. 249 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente).

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Produção e consumo do e no espaço: problemática urbana**. São Paulo: Hucitec, 1998.

RODRIGUES, Francisco Luiz Rodrigues; GRAVINATTO, Vilma Maria. **Lixo: de onde vem? Para onde vai**. São Paulo: Moderna, 1997. 80p.

RODRIGUES, F. S. F. Aplicação da ozonização e do reativo de Fenton como pré-tratamento de chorume com os objetivos de redução da toxicidade e do impacto no 77 32 processo biológico. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984

SANTOS, A. P. G. **Poluição de Solos: Contaminação, Remediação e Prevenção**. Monografia (Conclusão de Curso) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

SANTOS, L.G; MOURA, C. R; AMORIM, E. L. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Diagnóstico dos Municípios do Sertão Alagoano**. Artigo – Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 2019.

SANTOS, G. O.; RIGOTTO, R. M. **Possíveis impactos sobre o ambiente e a saúde humana decorrentes dos lixões inativos de Fortaleza (CE)**. Departamento de Saúde Comunitária – Faculdade de Medicina – Universidade Federal do Ceará, 2008.

SANEAMENTO BASICO. **Prefeitura de Delmiro Gouveia/AL é multada por manter lixão na cidade**. Delmiro Gouveia 2016. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/prefeitura-de-delmiro-gouveiaal-e-multada-por-manter-lixao-na-cidade/>. Acesso 15 de junho de 2020

SILVA, Clielson. A. **Caracterização do Sistema de Criação de Ovinos no Assentamento Maria Bonita** – Delmiro Gouveia/al. Florianópolis.2018.

SILVA, M. J.; OLIVEIRA, A. I.; THOMÉ, J. F. **Panorama da Coleta, Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região do Nordeste Brasileiro**. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE). 2019.

SISINNO, C. L. S; OLIVEIRA, R. M. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2000.

SILVEIRA, M. L. A. Extração sequencial e especiação iônica de zinco, cobre e cádmio em Latossolos tratados com bio sólido. Piracicaba, Escola Superior de 100 R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 83 - 100, abr./set. 2017. Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002. 166 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

SOARES, P.S.M.; YOKOYAMA, L.; FREIRE, D.D.C. O transporte de metais pesados no solo no contexto da disposição de resíduos sólidos. Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro. Jan, 2006. 43 p.

SOARES, R. P. **Caracterização Geoquímica dos Solos Lateríticos da Área do Sítio de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Londrina, PR.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

TEIXEIRA, R. S. **Caracterização e Avaliação da Contaminação do Solo Laterítico da Área do Depósito de Resíduos Sólidos Urbanos de Londrina por Metais Pesados.** Tese (Doutorado) – Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

WWF. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico.** Fundo Mundial para a Natureza, 2019. Disponível em:

<https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em 15 de julho de 2020.