

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Caio César Parente de Alencar Leal

**ANÁLISE QUÍMICA DE CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO
DO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE AUGUSTINÓPOLIS,
TOCANTINS**

Taubaté-SP
2018

Caio César Parente de Alencar Leal

**ANÁLISE QUÍMICA DE CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO
DO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE AUGUSTINÓPOLIS,
TOCANTINS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

**Taubaté-SP
2018**

CAIO CESAR PARENTE DE ALENCAR LEAL

**ANÁLISE QUÍMICA DE CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO DO
LIXÃO DO MUNICÍPIO DE AUGUSTINÓPOLIS, TOCANTINS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

DATA: 22 de junho de 2018

RESULTADO: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Instituição

Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. Dr. Celso de Souza Catelani

Universidade Estadual Paulista

Assinatura: _____

A minha avó Suzana (*in memoriam*), uma mulher guerreira, amada a qual eu sinto muita saudade, mas sei que neste momento deve estar muito feliz por mim, embora não esteja presente entre nós, mas fez e faz parte da minha vida até hoje como meu anjo da guarda. A minha esposa Marcela de Oliveira Feitosa, que me serviu de exemplo e estímulo para seguir nesta jornada. A minha filha Maria Letícia, presente de Deus em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, por me proporcionar força e coragem para a realização do tão sonhado Mestrado.

Aos meus pais, que nunca deixaram de acreditar no meu potencial.

As minhas irmãs e primos, com quem sempre pude contar quando precisei.

Aos meus cunhados por todo incentivo.

A meu orientador Dr. Paulo Fortes Neto, que foi bastante colaborador, atencioso e, sempre acreditou na minha capacidade para concluir esta dissertação.

E, a tantos outros amigos, parentes e colegas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização e pleno sucesso dessa pesquisa: meu muito obrigado!

Se quisermos ter menos lixo, precisamos rever nosso paradigma de felicidade humana. Ter menos lixo significa ter mais qualidade, menos quantidade, mais cultura, menos status, mais tempo com as crianças, menos dinheiro trocado, mais animação, menos tecnologia de diversão, mais carinho, menos presentes.

(Gilreiner, 1992).

ANÁLISE QUÍMICA DE CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO DO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE AUGUSTINÓPOLIS, TOCANTINS

AUTOR: CAIO CÉSAR PARENTE DE ALENCAR LEAL

ORIENTADOR: PAULO FORTES NETO

RESUMO

Os lixões são considerados fontes potenciais de metais pesados, uma vez que diversos tipos de resíduos são descartados inapropriadamente nesta área, podendo contaminar o ar, as águas superficiais e subterrâneas, e favorecer a propagação de doenças ligadas ao lixo, devido à entrada de animais transmissores de doença no local. Por essa razão, a preocupação com a situação do lixo no Brasil, pois muitos municípios do país ainda não atenderam as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. O estudo teve como objetivo analisar camadas superficiais do solo do lixão do Município de Augustinópolis, Tocantins, quanto à presença de alguns metais pesados. O presente estudo trata-se de uma pesquisa de campo, com registro iconográfico do lixão de Augustinópolis-TO e análise de pH e metais pesados no solo do lixão, a fim de comparar os valores obtidos com os valores orientadores da Resolução CONAMA nº 420/2009. A coleta das amostras do solo foi realizada em julho de 2016. Visto isso, foi possível observar que o município de Augustinópolis não oferece aos resíduos gerados pela população um destino final adequado, pois estes são dispostos em lixão a céu aberto, o que acarreta prejuízos ao meio ambiente, saúde pública, o ar e o solo dessa área e de áreas próximas. Além disso, o município não se adequou até o momento às exigências da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Constatou-se também a presença de pH ácido em diferentes pontos amostrais nas profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm, sendo também detectado pH alcalino em algumas amostras nas profundidades supracitadas. Com relação aos metais pesados presentes no solo do referido lixão, torna-se necessário apontar que foram encontrados Chumbo, Cobre, Cádmio, Manganês, Zinco e Níquel, no entanto, em concentrações inferiores aos valores orientadores para prevenção e intervenção da Resolução CONAMA nº 420/2009, não sendo considerados tóxicos, no entanto, podem causar danos ao meio ambiente e a saúde pública. Isso exposto, conclui-se que a maneira inadequada como são descartados os RSU no município em estudo, constitui uma questão preocupante e até mesmo um problema de saúde pública, por essa razão torna-se fundamental que o gestor local busque se adequar as recomendações da Política Nacional dos Resíduos Sólidos e estabeleça estratégias que visem gerir e gerenciar corretamente os resíduos produzidos pela população, a fim de possibilitar maior qualidade de vida as gerações presentes e futuras e menor contaminação do meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos; Gestão; Gerenciamento; Saúde; Meio Ambiente; Contaminação; Metais Pesados.

CHEMICAL ANALYSIS OF SURFACE LAYERS OF THE DUMPS SOIL OF THE CITY OF AUGUSTINÓPOLIS, TOCANTINS

AUTHOR: CAIO CÉSAR PARENTE DE ALENCAR LEAL
ADVISOR: PAULO FORTES NETO

ABSTRACT

The dumps are considered potential sources of heavy metals, since various types of waste are disposed of inappropriately in this area and can contaminate the air, surface water and groundwater, and encourage the spread of diseases linked to trash due to the entry of animals disease transmitters on site. For this reason, the concern with the situation of the garbage in Brazil because many cities in the country have not yet responded to the recommendations of the Brazilian solid waste Policy-PNRS. The study aimed to analyze surface soil layers of the landfill in the city of Augustinópolis, Tocantins, about the presence of some heavy metals. The present study it is a field research, with iconographic record the dump of Augustinópolis-TO and analysis of pH and heavy metals in the soil of the dump in order to compare the values obtained with the guiding values of the CONAMA resolution n ° 420/2009. The collection of soil samples was performed in July 2016. Seen it, it was possible to observe that the city of Augustinópolis does not waste generated by the population a final destination appropriate, as these are arranged in open-pit dumpsite, which causes damage to the environment, public health, air and soil of this area and nearby areas. In addition, the city was not so far the requirements of the National solid waste Policy. There was also the presence of acidic pH at different sampling points in the depths of 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm, being also detected alkaline pH in some samples in the depths are complied with. With respect to heavy metals present in the soil of that dump, it is necessary to point out that were found lead, copper, cadmium, manganese, zinc and nickel, however, at concentrations below the guiding values for prevention and intervention the resolution CONAMA no 420/2009 ° is not considered toxic, however, can cause damage to the environment and public health. Therefore, it is concluded that the inadequate way as are discarded the RSU in the city under study, is a matter of concern and even a public health problem, for this reason it is important that the local Manager seeks to fit the recommendations of the National solid waste Policy and establish strategies that aim to manage and properly manage the waste produced by the population, in order to enable greater quality of life for present and future generations and less contamination of the environment.

Keywords: waste; Management; Health; Environment; Contamination. Heavy Metals.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
AS	Arsênio
CD	Cádmio
CETESB	Companhia de tecnologia de saneamento ambiental
CL	Concentração letal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	Cromo
CU	Cobre
DL	Dose letal
DTPA	Dietilenotriaminopentacético
EES	Empreendimentos econômicos solidários
EPI	Equipamento de proteção individual
FE	Ferro
HG	Mercúrio
IARC	Agência Nacional de Pesquisa em Câncer
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MN	Manganês
NBR	Normas técnicas brasileiras
NI	Níquel
PB	Chumbo
PGIRS	Plano de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
PH	Potencial Hidrogeniônico
PLS	Projeto de Lei do Senado
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RSI	<i>Resíduos</i> Sólidos Industriais
RSS	<i>Resíduos</i> de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SB	Antimônio
SE	Selênio
SNC	Sistema Nervoso Central
VRQ	Valores Referência de Qualidade
ZN	Zinco

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impactos ambientais provocados pelo lixão.....	36
Figura 2 - Divisão geográfica do Estado do Tocantins por microrregiões e Brasil com o Estado do Tocantins.....	43
Figura 3 - Divisão Geográfica da Microrregião do Bico do Papagaio, Tocantins.....	44
Figura 4 - Perímetro do Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	45
Figura 5 - Localização do Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	46
Figura 6 - Localização dos pontos de amostragem de solo no aterro sanitário de Augustinópolis, TO.....	47
Figura 7 - Escavação para retirada de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	49
Figura 8 - Material utilizado para coleta de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	49
Figura 9 - Acondicionamento e identificação de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	50
Figura 10 - Limite da área do lixão de Augustinópolis, Tocantins.....	50
Figura 11 - Área externa a 100 metros do término do perímetro do lixão de Augustinópolis, Tocantins.....	51
Figura 12 - Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	53
Figura 13 - Transporte utilizado para conduzir os resíduos produzidos pela população para o Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	55
Figura 14 - Presença de catadores no Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	57
Figura 15 - Presença de animais no Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Destinação Final de RSU na Região Norte (t/dia).....	19
Tabela 2- Resíduos Coletados no Estado do Tocantins, no ano de 2015.....	19
Tabela 3 - Destinação Final de RSU no Estado do Tocantins (t/dia).....	19
Tabela 4 - Coordenadas dos pontos demarcados para retirada das amostras de solo na área do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	48
Tabela 5 – Lista de valores orientadores para solos e água subterrâneas, Resolução CONAMA nº420/2009.....	60
Tabela 6 - Valores médios de Ph e metais pesados detectados nas amostras de 0 a 20 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	60
Tabela 7 – Valores médios de Ph e metais pesados detectados nas amostras de 20 a 40 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	64
Tabela 8 – Concentrações dos teores totais dos metais pesados detectados nas amostras de 40 a 60 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.....	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Resíduos Sólidos Urbanos.....	17
3.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	21
3.1.2 Manejo dos RSU.....	24
3.2 Política nacional de resíduos sólidos - PNRS.....	27
3.2.1 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	29
3.3 Gerenciamento e gestão de resíduos sólidos no Brasil.....	32
3.3.1 Implicações Socioambientais Decorrentes do Destino Final Inapropriado dos RSU.....	33
3.3.2 A Problemática dos Lixões.....	34
3.4 Metais Pesados.....	37
3.4.1 Contaminação do Meio Ambiente e Solo por Metais Pesados.....	37
3.4.2 Metais Pesados e os Malefícios a Saúde.....	39
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1 Caracterização da área de estudo.....	43
4.2 Procedimentos metodológicos.....	51
4.3 Determinação química.....	52
4.4 Análise dos dados.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1 Caracterização do lixão do município de Augustinópolis.....	53
5.2 Transporte dos RSU para o lixão.....	55
5.3 Presença de catadores e aves no lixão.....	57
5.4 metais pesados no solo do lixão do município de Augustinópolis - TO.....	59
6 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento inadequado dos resíduos é um problema comum no Brasil, pois em muitas regiões do país ainda não recebem tratamento preliminar adequado, e recebem como destino final os lixões a céu aberto, por essa razão essa problemática tem sido alvo de inúmeros debates entre os gestores das diferentes esferas do governo (municipal, estadual e federal). Desse modo, o gerenciamento inadequado de resíduos também constitui uma realidade enfrentada pelo município de Augustinópolis - Tocantins.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município de Augustinópolis - TO foi criado em 14 de maio de 1982, localiza-se à margem direita do Rio Araguaia no extremo norte do Estado, e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 5º 27 15 de longitude oeste; 145 m altitude média, acima do nível do mar. A extensão territorial do referido município é de 408.05 km², com uma área de 278.420,7 Km² e população de 10.643 habitantes (BRASIL, 2010a).

Resíduos contendo metais pesados produzidos pela população do referido município são transportados pelo carro de coleta para o lixão, sem receber qualquer tratamento prévio, o que conota com a falta de gerenciamento, e conseqüentemente, constitui uma questão de risco para o ecossistema e saúde pública, devido à probabilidade de causar danos à vegetação, leitos mananciais das proximidades, ao meio ambiente e a saúde pública.

Corroborando com esta informação, Guedes (2008) afirma que vários metais pesados (chumbo, zinco, cádmio, cromo, mercúrio, entre outros) podem ser encontrados em materiais de diferentes classificações de resíduos no lixão, sendo estes altamente tóxicos e maléficos para o meio ambiente e saúde pública. Muñoz (2002) afirma que ambientalistas e autoridades estão cada vez mais preocupados com a quantidade de resíduos com metais pesados despejados nos lixões, bem como, com o espalhamento destes através do chorume, para o solo e leitos mananciais.

Pertinente a isso, Biondi (2010) pontua que em meados da década de 90, a contaminação do solo proveniente da disseminação de metais pesados passou a ser considerado um problema no mundo todo, e a partir disto, foi reconhecido como um causador de danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Por outro lado, pesquisas na área de ciência do solo e contaminação ambiental, desenvolvidas por estudiosos internacionais confirmaram a importância do solo para conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, uma vez que este age como barreira ou agente de disseminação de contaminantes para cursos d'água.

Nesse contexto, Aniceto e Horbe (2012) aponta que referente a problemática dos lixões, uma das questões mais inquietante é contaminação do solo e vegetação por metais pesados das áreas que são utilizadas para estes fins. Diversos metais pesados podem ser encontrados nos lixões, tais como: arsênio (As), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cromo (Cr). Tais metais são encontrados em resíduos, como: lâmpadas, pilhas, baterias, restos de tintas e latas. Além destes objetos, é possível encontrar nessas áreas outros produtos tóxicos, que afetam o meio ambiente, vegetação e a saúde.

Visto isso, pontua-se que o estudo é de grande relevância, pois busca realizar uma análise química do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins a fim de detectar a presença de metais pesados presentes nesta área e comparar os valores obtidos, com os parâmetros permitidos pela legislação vigente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar camadas superficiais do solo do lixão do Município de Augustinópolis, Tocantins, quanto à presença de alguns metais pesados.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar os teores de pH e dos metais Cd, Pb, Cu, Ni, Zn e Mn em amostras coletadas no solo do lixão do município de Augustinópolis - TO;
- Comparar os valores obtidos dos metais pesados do lixão com os valores de referência da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 420/2009;
- Analisar o solo de uma área próxima do lixão sem influência do lixo, para verificar a presença ou não de metais pesados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Resíduos Sólidos Urbanos - RSU

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, conduzido pelo IBGE em 2010, apenas 33% dos 5.475 municípios (1.814 municípios), coletam 100% dos resíduos produzidos pelas residências urbanas de seus territórios. A mesma pesquisa do IBGE relata que são coletadas diariamente, em todo o país, 228.413 toneladas sendo 11.067, 1 t/dia na Região Norte, 41.557, 8 t/dia na Região Nordeste, 141.616, 8 t/dia na Região Sudeste, 19.874, 8 t/dia na Região Sul e 14.296, 5 t/dia na Região Centro-Oeste (BRASIL,2010b).

O Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2012, aponta que no estado do Tocantins no ano de 2011 foi coletado aproximadamente 0.825 kg/hab/dia e/ou 912 t/dia de resíduos sólidos urbanos, no ano de 2012 foi coletado 0.828 kg/hab/dia e/ou 927 t/dia. Todavia, a taxa de geração de resíduos correspondeu a 1.075 t/dia, apresentando o mesmo valor para o ano de 2011 e 2012 (ABRELPE,2012).

Com relação ao destino final dos resíduos, a ABRELPE publicou que 30,7% dos RSU tiveram como destino o lixão no ano de 2011 e no ano de 2012 o percentual correspondeu a 30,5%, e o percentual de RSU colocados em aterros sanitários foi de 32,3% em 2011 e 32,7% em 2012 e para o aterro controlado o percentual foi de 37% no ano de 2011 e 36,8% no ano de 2012.

No que diz respeito à destinação apropriada dos RSU a ABRELPE afirma que não teve muito avanço do ano de 2011 para o ano de 2012, na região Norte. Uma vez que, os resíduos coletados nessa região, aproximadamente 65%, o equivalente a 7.522 toneladas diárias, ainda recebem como destino final os lixões e aterros controlados que, do ponto de vista ambiental estes são semelhantes, por nenhum dos dois atender as exigências do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que tem a finalidade de proteger e preservar o meio ambiente e a saúde pública (ABRELPE, 2012).

Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos realizado no ano de 2013 publicado pela ABRELPE (2013), 74% dos resíduos sólidos coletados recebiam

como destino final lixões a céu aberto ou aterros controlados. A diferença entre os lixões e aterro controlado é mínima, pois o aterro também não apresenta os elementos necessários para proteger o meio ambiente e a saúde pública da contaminação pelos resíduos. Ainda de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2013) até o ano de 2013 somente 58,3% dos resíduos coletados eram transportados para aterros sanitários.

De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) somente 13% dos resíduos urbanos produzidos no país é reciclado, contudo, mesmo sendo pouco reaproveitado, o Brasil ainda apresenta notoriedade frente às empresas de reciclagem. Destaca-se que o alumínio (77%) e o papelão (94%) são os produtos que apresentam maior taxa de reaproveitamento, quando comparado a diferentes resíduos provenientes da atividade humana (IPEA, 2013).

A ABRELPE (2014) enfatiza que no ano de 2014, os 450 municípios que compõem os sete Estados da região Norte produziram cerca de 15.413 toneladas diárias de RSU, onde foram coletados 80,8% destes. Diante disso, ao comparar os referidos dados com os obtidos no ano de 2013, verificaram um aumento de 2,3% do volume total dos RSU coletados, ultrapassando um percentual de 1,6% na produção de RSU, com relação ao ano anterior. Observaram também um pequeno aumento no ano de 2014 do percentual dos municípios da região Norte que ofereceram um destino correto para o RSU. No entanto, cerca de 64,5% dos RSU produzidos na região Norte, o que corresponde a 8.041 toneladas/dia, ainda são dispostos em lixões a céu aberto e aterros controlados.

Nesse contexto, a ABRELPE (2015) os 450 municípios da região Norte do país, produziram em torno de 15.745 toneladas diárias de RSU, sendo coletados 80,6% destes. Contudo, 64,2% dos RSU, o proporcional a 8.149 toneladas diárias continua sendo despejado em lixões e aterros controlados. Além disso, estes municípios investiram no ano de 2015, cerca de R\$ 8,26 ao mês por pessoa, para coleta dos RSU e limpeza urbana, sendo movimentando no referente ano a quantia de R\$2 bilhões no ano no comércio de limpeza urbana, apontando um aumento de 5,2% quando comparado ao ano de 2014.

Os dados referentes à destinação final dos RSU na Região Norte podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Destinação Final de RSU na Região Norte (t/dia).

DESTINAÇÃO FINAL DE RSU	ANO	PERCENTUAL
ATERRO SANITÁRIO	2014	35,5%
	2015	35,8%
ATERRO CONTROLADO	2014	29,9%
	2015	29,9%
LIXÃO	2014	34,6%
	2015	34,3%

FONTE: ABRELPE, 2015.

Pertinente a isso, a ABRELPE (2015) destaca que no ano de 2015, foram geradas 1.251 toneladas/dia de RSU, sendo coletadas 1.012 t/dia e no ano de 2014 foram produzidos 1.233 t/dia e coletado 992 t/dia, conforme destaca a tabela 2.

Tabela 2 - Resíduos Coletados no Estado do Tocantins, no ano de 2015.

População Total		RSU Gerado (t/dia)		RSU Coletado			
				(kg/hab/dia)		(t/dia)	
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
1.496.880	1.515.126	1.233	1.251	0,663	0,668	992	1.012

FONTE: ABRELPE, 2015.

Com relação à destinação final dos resíduos no estado do Tocantins, verificou-se a partir do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela ABRELPE (2015), que 33,2% dos RSU foram destinados para aterro sanitário; 37,3% para aterro controlado e 29,5% para os lixões, constatando assim um aumento do número de aterros controlados no presente estado, tais dados podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Destinação Final de RSU no Estado do Tocantins (t/dia)

DESTINAÇÃO FINAL DE RSU	ANO	PERCENTUAL
ATERRO SANITÁRIO	2014	33,1%
	2015	33,2%
ATERRO CONTROLADO	2014	37,0%
	2015	37,3%
LIXÃO	2014	29,9%
	2015	29,5%

FONTE: ABRELPE, 2015.

Conforme dados da ABRELPE publicados no ano de 2015, aproximadamente 60% municípios brasileiros transportam por ano 30 milhões de toneladas de resíduos para lugares inapropriados, sendo que este quantitativo vem aumentando anualmente, mesmo sendo proibido e a penalização de ações que culminam em poluição valer desde o ano de 1981 no país (ABRELPE,2015).

Corroborando com essas informações, o diretor da Abrelpe, Carlos Silva Filho, no ano de 2016 ocorreu um retrocesso na situação dos resíduos sólidos do país, pois os dados referentes à destinação final dos RSU apontam um agravamento quando comparado os dados ao ano de 2015, onde cerca de 41,7 milhões de toneladas de resíduos foram despejados em aterros sanitários (SILVA FILHO, 2017). No ano de 2016, cerca de 3.331 municípios enviaram acima de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, o que equivale a 41,6% dos resíduos coletados, sendo estes transportados para lixões ou aterros controlados, que são locais que não apresentam um conjunto de sistemas e medidas indispensáveis para evitar danos e degradações ao meio ambiente. Além disso, destaca-se que do ano de 2015 para 2016, ocorreu um crescimento do número de lixões no país e diminuição de aterros sanitários e controlados (SARMIENTO, 2017).

De acordo com a entrevista concedida pelo diretor da ABRELPE, o Senhor Carlos Silva Filho, o qual afirmou que muitos municípios pararam de transportar os resíduos gerados pela população para o aterro sanitário, e estes passaram a ser despejados nos lixões principalmente na região Nordeste devido a situação econômica atual. Existem 2.976 lixões no país, sendo que 43 destes estão localizados no estado de São Paulo. O mesmo ressalta que não há uma cobrança rígida para que essa problemática seja contornada. Além disso, o gestor público não busca conscientizar a população e enfatizar a importância sobre a necessidade de fazer a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, e muito menos implantam estratégias que colaboram para minimizar os impactos e danos ao meio ambiente proveniente da falta de gerenciamento adequado (SILVA FILHO, 2017).

Pertinente a isso, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins aponta que dos 139 municípios do referido estado, apenas três desses oferecem um destino final adequado para os resíduos gerados por sua população, pois dispõem de aterro sanitário, sendo estes: Palmas, Gurupi e Araguaína. Além disso, acrescenta-se que outros sete municípios possuem aterros controlados e os demais apresentam lixões (MORAES, 2017).

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos é um projeto da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos hídricos do estado do Tocantins, com a colaboração do Ministério do Meio Ambiente (MMA), para cumprir as exigências da Lei Federal nº 12.305/2010 - à Política Nacional de Resíduos Sólidos, que abrange o processo de transformação de comportamentos e ações da sociedade brasileira, e o manejo dos resíduos, desde a geração até a disposição final (MORAES,2017).

3.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

As normas técnicas brasileiras NBR 10.004, pontuam que os resíduos podem ser categorizados conforme a sua origem, circunstâncias ecológicas, sanitárias e econômicas, e propriedades físicas. Visto isso, são classificados como:

Urbanos (RSU): originados das atividades humanas que ocorrem nos centros urbanos, caracterizando por uma pequena geração individual, mas de uma grande geração coletiva. São subclassificados em:

Domiciliares: originados da vida diária das residências, constituídos por restos de alimentos (tais como cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande quantidade diversidade de outros itens. Pode conter alguns resíduos tóxicos.

Comerciais: originados dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc.

Serviços públicos: originados dos serviços de limpeza urbana, incluindo todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, galerias, córregos, restos de podas de plantas, limpeza de feiras livres etc., constituídos por restos de vegetais diversos, embalagens etc.

Serviços de Saúde (RSS): descartados por hospitais, consultório odontológico, farmácias, clínicas veterinárias (algodão, seringas, agulhas, restos de remédios, luvas, curativos, sangue coagulado, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura e animais utilizados em testes, resina sintética, 35 filmes fotográficos de raios X). Em função de suas características, merecem um cuidado especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final. Devem ser incinerados e os resíduos da queima levados ao aterro sanitário.

Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: resíduos sépticos, ou seja, que contem ou potencialmente podem conter germes patogênicos, podendo ser vetores de várias doenças. Basicamente originam-se de material de higiene pessoal e restos de

alimentos, que podem hospedar doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

Industriais (RSI): originados nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como: o metalúrgico, o químico, o petroquímico, o de papelaria, o da indústria, alimentícia, etc. o lixo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas. Nesta categoria, inclui-se grande quantidade de lixo tóxico. Esse tipo de lixo necessita de tratamento especial pelo seu risco potencial de envenenamento.

Resíduos da Construção Civil ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD): demolições e restos de obras, solos de escavações. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento. Quanto às características físicas pode ser considerado: Secos: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e toalhas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças. Molhados: restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados etc.

Quanto à composição química: Orgânicos: (ou biodegradáveis) pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim. Inorgânicos: (ou não biodegradáveis) compostos por produtos manufaturados, como vidros, borrachas, metais (alumínio, ferro etc.), lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, etc. (RIBEIRO, 2009, p.21a 23).

Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10004/2004, as propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas dos resíduos sólidos, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, são assim classificadas:

Toxicidade: Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo.

Agente tóxico: Qualquer substância ou mistura cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea tenha sido cientificamente comprovada como tendo efeito adverso (tóxico, carcinogênico, mutagênico, teratogênico ou ecotoxicológico).

Toxicidade aguda: Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar um efeito adverso grave, ou mesmo morte, em consequência de sua interação com o organismo, após exposição a uma única dose elevada ou a repetidas doses em curto espaço de tempo.

Agente teratogênico: Qualquer substância, mistura, organismo, agente físico ou estado de deficiência que, estando presente durante

a vida embrionária ou fetal, produz uma alteração na estrutura ou função do indivíduo dela resultante.

Agente mutagênico: Qualquer substância, mistura, agente físico ou biológico cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea possa elevar as taxas espontâneas de danos ao material genético e ainda provocar ou aumentar a frequência de defeitos genéticos.

Agente carcinogênico: Substâncias, misturas, agentes físicos ou biológicos cuja inalação ingestão e absorção cutânea possa desenvolver câncer ou aumentar sua frequência. O câncer é o resultado de processo anormal, não controlado da diferenciação e proliferação celular, podendo ser iniciado por alteração mutacional.

Agente ecotóxico: Substâncias ou misturas que apresentem ou possam apresentar riscos para um ou vários compartimentos ambientais.

DL50 (oral, ratos): Dose letal para 50% da população dos ratos testados, quando administrada por via oral (DL – dose letal).

CL50 (inalação, ratos): Concentração de uma substância que, quando administrada por via respiratória, acarreta a morte de 50% da população de ratos exposta (CL – concentração letal).

DL50 (dérmica, coelhos): Dose letal para 50% da população de coelhos testados, quando administrada em contato com a pele (DL – dose letal) (RIBEIRO, 2009, p.138).

Ribeiro (2009) classifica os resíduos sólidos em três classes: a classe I, que incluem os resíduos perigosos, devido à possibilidade de causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente, que por serem considerados inflamáveis, corrosíveis, reativos, tóxicos e patogênicos, necessitam de tratamento e disposição especiais; a classe II, que diz respeito aos resíduos classificados como não-inertes, ou seja, aqueles que não são perigosos, que assemelham-se com o lixo doméstico, embora não sejam inertes e podem apresentar as seguintes características: combustibilidade, biodegradáveis ou solúveis em águas; os resíduos da classe II B, que são os considerados inertes, que não se misturam e/ou modificam a qualidade da água, ao entrar em contato com o resíduo. A maioria destes resíduos são recicláveis, pois não se degradarem, ou se degradarem lentamente ou não se decompõem ao serem dispostos no solo.

Nesse contexto, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº 06 de 1991 estabelece que as empresas geradoras de resíduos exibam um inventário dos resíduos oriundos dos processos de produção, que deverão ser avaliados pelas agências ambientais anualmente, de acordo com a classificação supracitada.

Conforme a Fundação Nacional de Saúde (2004), os resíduos sólidos são compostos por substâncias, que podem ser facilmente degradáveis (restos de comida, sobras de cozinha, restos de podas e animais); moderadamente degradáveis (produtos derivados da celulose); dificilmente degradáveis (tecidos, couro, madeira, borracha, ossos, plásticos, entre outros) ou não degradáveis.

Mota et al. (2009) afirmam que segundo a NBR 10004 os resíduos sólidos podem ser classificados segundo às suas propriedades físicas, dentre elas: produção per capita (que relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerados diariamente com a quantidade de habitantes de uma região específica); composição gravimétrica (demonstra a taxa de cada elemento comparando ao volume total da amostra de lixo que foi avaliada); peso do lixo aparente, refere ao peso real do lixo sem sofrer compactação medido em kg/m³; teor de umidade (retrata o volume de água existente no lixo); e compressividade (nível de compactação ou diminuição do volume total do lixo, que pode ser reduzida a um terço ou um quarto do seu valor inicial). Por outro lado, os resíduos sólidos também possuem peculiaridades químicas, como: poder calorífico (habilidade que um determinado material apresenta em se liberar do calor excessivo quando exposto a combustão); capacidade hidrogeniônico – pH (demonstra a taxa de acidez ou alcalinidade dos resíduos); composição química; associação carbono/nitrogênio – C:N (aponta o estágio de deterioração da matéria orgânica do lixo nos mecanismos de tratamento e destinação final).

3.1.2 Manejo dos RSU

A Norma NBR 10.004, estabelece que todo gerador de resíduos faça a identificação dos métodos adotados na segregação, destinação final ou reciclagem, respeitando os limites toleráveis estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores competentes (ABNT, 2004). O Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2004) ressalta que a coleta do lixo visa recolher o lixo acondicionado pelo responsável por sua produção e o encaminhamento deste em transporte apropriado, a uma unidade de transferência, para receber tratamento e em seguida um destino final adequado, conforme a sua classificação de risco. Assim, o lixo é coletado a fim de impedir danos à saúde pública.

Nesse contexto, a ABRELPE (2010) afirma que o manejo de resíduos sólidos envolve uma série de técnicas com a finalidade de segregar, coletar, manipular, acondicionar, transportar, armazenar, transbordar, tratar, comercializar e oferecer um destino final apropriado aos resíduos.

Miller Júnior (2007) destaca diferentes técnicas para processar e oferecer uma disposição final adequada ao resíduo urbano, dentre as quais incluem: lixão, aterro controlado, compostagem, incineração e reciclagem.

Corroborando com a informação supracitada, Muñoz (2002) ressalta que existem três técnicas básicas para destinação final dos resíduos, sendo estas: lixão, aterro controlado e o aterro sanitário. Por outro lado, Copola (2011), frisa que conforme pesquisas realizadas acerca dos impactos ambientais, foi constatado que o aterro sanitário é um dos métodos de destinação que acarreta menor dano e degradação ao meio ambiente, portanto, é considerado ecologicamente correto, podendo esta informação ser confirmada através do inc. VIII, do art. 3º, da Lei Federal nº 12.305/10, onde afirma que o aterro sanitário é a “disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

De acordo com Machado (2009), a palavra lixão refere-se à área onde o lixo gerado pela comunidade é despejado a céu aberto, seja por particulares ou pelas prefeituras. Acarreta inúmeros prejuízos à saúde da comunidade e dos catadores de lixo, devido à possibilidade de poluir lençóis freáticos, da propagação de animais como insetos e roedores, odor.

Por outro lado, Lima (2001) define o aterro controlado como um lixão melhorado, pois o lixo recebe uma quantia diária de material inerte, considerando os mecanismos de geração de gases, de líquidos e outros, diminuindo os impactos ao meio ambiente.

Pertinente a isso, a Companhia de tecnologia de saneamento ambiental – CETESB (2012) ressalta que diferente do aterro sanitário, no aterro controlado os resíduos são cobertos por uma camada de terra, a fim de impedir a propagação de vetores e de que sejam levados pelas águas pluviais, pois além de não disporem de uma área impermeável, também não tratam o líquido percolado proveniente da deterioração do lixo e nem fazem a coleta e combustão do biogás. Tal método de disposição é mais indicado que o lixão, embora não seja a melhor

estratégia, por não prevenir a poluição ambiental, e sim possibilitar apenas a redução de danos ao meio ambiente.

Reforçando a argumentação anterior, Barros (2015) pontua que os aterros controlados correspondem a um método aplicado para o acondicionamento do lixo produzido por determinada população, que reduz significativamente os problemas sanitários (contaminação dos mananciais, do ar, assoreamento, presença de vetores, odor, entre outros), quando comparados aos lixões. Contudo, não são tão importantes na resolução de problemas ambientais de maior amplitude, pois permanecem comprometendo as águas subterrâneas e superficiais, visto que não fazem uso de impermeabilizante como na base do aterro, e não oferecem um tratamento adequado para o chorume.

O autor supracitado destaca que a PNRS considera os aterros sanitários, como mais modernos e com menos efeito negativo sobre o meio ambiente, uma vez que fazem uso da tecnologia e métodos da Engenharia Sanitária e Ambiental, a fim de reduzir significativamente os danos ao meio ambiente, saúde pública, a atmosfera, vegetação, entre outros em relação aos outros tipos de destinação final que podem ser dadas aos resíduos.

Visto isso, Miller Junior (2007) define o aterro sanitário como um método adotado para dispor os resíduos sólidos no solo, observando os parâmetros de engenharia e normas operacionais características, proporcionando um confinamento seguro e menor impacto ambiental e conseqüentemente à saúde pública.

O Código Civil Brasileiro ressalta que local destinado a construção do aterro sanitário deve causar o menor impacto possível aos indivíduos que moram nas proximidades, assim o presente código em seu art. 1277 especifica que “O proprietário ou o possuidor de um prédio tem o direito de fazer cessar as interferências prejudiciais a segurança, ao sossego e a saúde dos que o habitam, provocadas pela utilização de propriedade vizinha” (BRASIL, 2010d).

Quanto à compostagem, a ABRELPE (2008) refere que a matéria orgânica dos resíduos sólidos que receberem esse tipo de tratamento passa por um processo de fermentação, sendo em seguida estabilizado, e transformado em um material que poderá ser utilizado nas práticas agrossilvopastoris.

Dados divulgados em 2010 pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem, apontam que apenas 4% do lixo sólido orgânico urbano produzido no Brasil receberam como tratamento a compostagem. A compostagem é uma

técnica aplicada para produzir adubo mediante a deterioração dos resíduos orgânicos. É um procedimento simples, que pode ser feito em casa (CEMPRE,2010).

O Instituto Brasileiro de Administração Municipal (2004) pontua que a técnica de incineração reduz de forma eficiente o volume do lixo, tornando o resíduo inerte em pouco tempo, quando feito corretamente. Na maioria das vezes torna-se caro a sua instalação e funcionamento, devido à necessidade de colocar filtros e apetrechos tecnológicos aprimorados para reduzir ou eliminar a poluição do ar proveniente dos gases provenientes da queima do lixo.

Com relação à reciclagem, Gomes; Nogueira e Imbroisi (2004) referem que essa corresponde à estratégia mais apropriada para o destino final dos resíduos sólidos. Acrescentam ainda que, essa técnica possibilita reaproveitar os resíduos como matéria-prima, reintegrando-os ao processo produtivo e diminuindo o seu impacto ao meio ambiente. Embora apresente inúmeros benefícios, ainda existem alguns aspectos negativos nesse modo de disposição dos resíduos, que podem ser economicamente e ambientalmente inapropriado em algumas situações.

Outra técnica implantada no Brasil que colabora com o gerenciamento dos resíduos é a coleta seletiva, que segundo Weinberg (2007) apud Alcântara (2010) até o ano de 2008 somente cinco cidades no país tinham aplicado este método, e 100% das residências foram contempladas. As cidades que implantaram a coleta seletiva no período mencionado foram: Curitiba (PR), Itabira (MG), Londrina (PR), Santo André (SP) e Santos (SP). Em Curitiba, foram utilizados caminhões para recolher o lixo seco, sem conter resto orgânico, o que tornava o lixo mais limpo, e conseqüentemente colaborava para ser vendido para empresas de reciclagem por um preço mais elevado. Tal estratégia contribui para que o sistema de coleta seletiva em Curitiba apresente menor custo e seja mais factível, que o de outras cidades do país, que utilizam a mesma técnica (WEINBERG, 2007).

3.2 Política Nacional De Resíduos Sólidos - PNRS

Em 2 de agosto do ano de 2010, foi aprovada pela presidente da república a Lei nº 12.305, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, representando assim um fato histórico frente ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, que estabelece para o poder público, empresas e consumidores, proporcionarem aos seus resíduos uma destinação final ambientalmente apropriada,

com a disposição ordenada dos rejeitos em aterros, atendendo as normas operacionais específicas, a fim de acarretar prejuízos ou danos à saúde pública e à segurança e a redução dos impactos ao meio ambiente (BRASIL, 2010c).

Neste sentido, Gomes et al. (2014) frisam que no Brasil a preocupação com o meio ambiente e com a disposição apropriada dos resíduos, despertou no poder público a elaboração e o sancionamento da lei federal 12.305/10, que diz respeito a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. De acordo com o art. 10 da presente Lei, competem ao Distrito Federal e aos Municípios, a gestão integrada dos resíduos sólidos produzidos pelos referidos territórios. Assim, torna-se necessário a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS. Além disso, segundo o art. 19 da lei, deve ser feita a identificação das áreas apropriadas para destinação final, ou seja, que estejam ambientalmente preparadas para receberem os resíduos, devendo ser especificada no plano diretor do município.

A Lei de nº 12.305/2010 apresenta os seguintes objetivos: contribuir para reduzir os gases de efeito estufa provenientes dos resíduos sólidos urbanos no país, estimular a através da educação ambiental o consumo de forma consciente a fim de diminuir o desperdício, extinguir os lixões a céu aberto, a partir da construção de aterros sanitários planejados para capturar metano (essencial na geração de energia). Além de reaproveitar os resíduos através da reciclagem e da compostagem. Tais ações colaboram significativamente para garantir as gerações presentes e futuras um ambiente climático equilibrado e sustentável (BRASIL, 2010c).

Nunes (2012) acrescenta que a referida lei visa fortalecer a responsabilidade entre o governo, empresas e a população com a gestão integrada dos resíduos sólidos. Desse modo, espera-se que, a partir de incentivos governamentais, com contrapartida da iniciativa privada, das parcerias e da gestão integrada, emerge a possibilidade de preservar o meio ambiente, bem como, construir um mundo mais sustentável, com condições de habitação e sobrevivência desta e das gerações que estão por vir.

A PNRS apresenta os seguintes instrumentos de ação:

O Plano nacional de resíduos sólidos; planos estaduais dos resíduos sólidos; planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; planos intermunicipais de resíduos sólidos; planos

municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (NUNES, 2012, p.33).

Segundo Frankenberg (2011) os objetivos principais da Lei 12.305, incluem: diminuição, não produção, reaproveitamento e tratamento dos resíduos sólidos; disposição final ecologicamente apropriada para os rejeitos; estímulo a reciclagem; promoção e estímulo à inclusão social; redução da utilização dos recursos naturais nos mecanismos de geração de novos produtos; aumento do número de ações de educação ambiental realizadas; estímulo à criação de trabalho e renda para catadores de produtos recicláveis.

De acordo com a PNRS está proibida a criação de “lixões”, além disso, a referida política determina a construção de aterros para os resíduos que não podem ser reaproveitados ou se encontram em estado de decomposição. É válido ressaltar, que no aterro sanitário é proibido catar lixo, e não deve ser utilizado como moradia e muito menos para criação de animais; as prefeituras devem dispor de recursos para a construção de aterros sanitários apropriados ecologicamente. A referida política também proíbe a importação de qualquer classe de resíduo (FRANKENBERG, 2011).

3.2.1 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Segundo Sousa e Fernandes (2016) o crescimento da geração de resíduos, colabora conseqüentemente para elevar a poluição da água, do ar e solo. Além disso, a cada dia está mais difícil encontrar locais que possam ser usados como disposição final dos resíduos, pois estes devem ficar afastados dos centros urbanos, por essa razão torna-se imprescindível que o gestor municipal passe a gerir e gerenciar de forma correta os resíduos sólidos produzidos pelo município, atendendo assim as recomendações da Lei nº 12.305 que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, regulamentada no ano de 2010 por meio do Decreto de nº 7.404. Conforme o artigo 9º da lei supramencionada, para gestão e gerenciamento adequado dos resíduos torna-se necessário considerar as seguintes ordens prioridades: a não produção, a diminuição, o reaproveitamento, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a destinação final apropriada para os rejeitos (BRASIL, 2010c).

Pertinente a isso, à Carta Magna destaca responsabilidades dos municípios, empresas, entidades ambientais e a população, dentre elas:

Aos municípios compete o gerenciamento de serviço de limpeza urbana e legislar sobre este assunto em esfera local; • às empresas e indústrias cabe cumprir o que diz a legislação ambiental, quanto garantir a manutenção de um ambiente sadio e equilibrado; • ao órgão ambiental cabe tanto a fiscalização, como também a orientação para que o gerenciamento dos resíduos sólidos funcione com eficácia e eficiência; • aos cidadãos, cabe exercer os seus direitos e cumprir com os seus deveres, tomando parte das decisões que dizem respeito a sua comunidade (BRASIL, 2009b, p.39).

Sousa e Fernandes (2016) frisam que no Brasil existem 5570 municípios, no entanto, somente 2226 fizeram dentro do prazo máximo as alterações exigidas pela PNRS, ou seja, agosto de 2014, particularmente no que diz respeito à inativação dos lixões e aterros controlados em detrimento da criação de aterros sanitários respeitando as legislações ambientais. O total de municípios que atenderam as recomendações da PNRS foi pequeno, com representação percentual de 39,96%, sendo este um valor insignificante, principalmente pela importância da referida política para o meio ambiente. É oportuno destacar que, um ano depois do não cumprimento das recomendações da PNRS pelos municípios, foi aprovado pelo Senado prorrogação do prazo para eliminação dos lixões e aterros controlados, sendo este prazo estendido entre 2018 e 2021, devendo levar em consideração alguns fatores, dentre eles: serem ou não regiões metropolitanas e o número de habitantes.

Os autores supramencionados afirmam que o prazo para os municípios se adequarem a PNRS foi prolongado, tendo sido aprovado pelo Senado a partir do Projeto Lei (PLS) de nº425/2014. O aumento do prazo contribuiu para que os municípios irregulares não fossem penalizados, e conseqüentemente se livrassem de uma multa que variava de R\$ 5 mil a R\$ 50 milhões. Além disso, na mesma PLS também foi estendido o prazo para que os planos estaduais de resíduos sólidos e os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos fossem feitos.

Nesse contexto, Junior e Freire (2013) ressaltam que no Brasil constitui responsabilidade das prefeituras municipais a implantação da coleta seletiva no município, juntamente com o Plano de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRS).

Pertinente a isso, a Anhanguera TV (2014) publicou que de acordo com a Confederação Nacional dos Municípios, dos 139 municípios que compõem o estado do Tocantins, 117 não tinham até o ano de 2014, elaborado o plano integrado de resíduos sólidos, e nem implantado os aterros sanitários. Contudo, a capital do estado Tocantins, a cidade de Palmas já havia atendido a 19 recomendações da lei como ter um aterro sanitário, mas até o momento não havia implantado a coleta seletiva de lixo. A cidade de Araguaína, não atendeu aos requisitos da Lei e o aterro sanitário estava terminando de ser construído, o qual terá 50 hectares e também receberá RSU das cidades próximas. Logo, a cidade de Gurupi é o que mais atendeu as exigências da Lei e as recomendações do plano. A cidade apresenta um aterro sanitário com uma área correspondente a 73 hectares.

Contrapondo a realidade do estado do Tocantins, o Ministério das Cidades (2016) afirma que no estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente 2,16 milhões da população reside em centros urbanos de municípios que tem aterros sanitários. Contudo, ao somar os habitantes das zonas urbanas dos municípios que oferecem diferentes formas de destinação final para outros tipos de resíduos sólidos, e que encaminham os resíduos sólidos urbanos gerados pela população para o aterro sanitário do próprio município ou ainda para o aterro de um município vizinho, obteve-se o total de 7,9 milhões de habitantes, o equivalente a 82,9% do número total de habitantes que residem no centro urbano de todo o estado (MCIDADES/SNSA, 2016).

Dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades demonstram que em 2014, foram coletados 58 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por 3.765 municípios no Estado do Rio Grande do Sul, sendo que 73,4% destes foram destinados a aterros sanitários, sendo que 25,9% destes tem aterro sanitário próprio e 47,5% dos referidos municípios encaminhados seus resíduos para aterros de municípios vizinhos. Verificaram também, que no ano de 2014 cerca de 15,4 milhões de toneladas de resíduos foram despejados inadequadamente em aterros controlados (11,3%) e em lixões (14,9%) (MCIDADES/SNSA, 2016).

3.3 Gerenciamento e Gestão de Resíduos Sólidos

Segundo a ABRELPE (2008) o gerenciamento integrado dos RSU envolve uma série de ações de caráter normativo, operacional, financeiro e de planejamento que uma organização adota (obedecendo às exigências sanitárias, ambientais e econômicas) para fazer a coleta, segregação, tratamento e disposição dos resíduos sólidos produzidos. Assim, caracteriza-se como um conjunto de práticas e procedimentos que tem diversas funções, dentre elas: a operacionalização, o desenvolvimento organizacional, as relações de trabalho, entre outras.

Por outro lado, Lima (2001) conceitua a gestão integrada de resíduos sólidos como uma alternativa para reduzir os impactos ao meio ambiente, bem como, aos econômicos e sociais decorrentes do aumento da produção de lixo nas zonas urbanas. A definição de gestão está associada à tomada de decisões estratégicas frente às questões institucionais, administrativas, operacionais, financeiras e ambientais, incluindo políticas, instrumentos e meios. Os enfoques tecnológicos e operacionais envolvem produção e qualidade, prevenção, diminuição, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e disposição final de resíduos sólidos.

Segundo Júnior e Freire (2013) o gerenciamento de resíduos sólidos abrange uma série de regras, procedimentos, programação e monitoração, apoiados em parâmetros ambientais, sanitários e econômicos, a fim de proporcionar aos resíduos gerados pela população uma disposição ambientalmente adequada, e que exige decisão técnica e política. Ressalta-se que a diminuição da geração e o reaproveitamento dos resíduos são consideradas as estratégias principais do gerenciamento, pois propiciam o aumento da eficiência do sistema.

Visto isso, a gestão de resíduos deve ocorrer de modo integrado, ou seja, envolvendo todas as etapas e todas as categorias de resíduos, considerando as dimensões políticas, econômicas, ambiental, cultural e social, sendo efetuada por meio do controle social e almejando o desenvolvimento sustentável (SILVA FILHO; SOLER, 2012).

Diante disso, enfatiza-se que os gestores ainda não dão invistam na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no país. Por essa razão, torna-se imprescindível fazer o diagnóstico dessa situação caótica, a fim de que as atividades que envolvem esse processo sejam planejadas, e avaliem o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos gerados (ALBERTIN et al., 2010).

3.3.1 Implicações Socioambientais Decorrentes do Destino Final Inapropriado dos RSU

O manejo inadequado dos resíduos oferece alimento e abrigo para insetos, animais e roedores, colaborando negativamente para a proliferação de doenças, além de que a decomposição pode contaminar o solo e águas subterrâneas, resultando em impacto ao ambiente e à saúde individual e/ou da coletividade (PHILIPP JUNIOR, 2005).

Reforçando a argumentação anterior, Carvalho (2011) afirma que o uso indevido das técnicas de disposição final dos resíduos sólidos, pode ser responsável por danos ao meio ambiente, como a poluição do solo, do lençol freático e das águas de superfície e da emissão de gases que poluem a atmosfera.

Diante disso, observa-se que o maior problema dos resíduos sólidos urbanos diz respeito a sua disposição final, que geralmente é realizada inapropriadamente. Assim, é válido ressaltar que a gestão municipal deve ter como um de seus objetivos a diminuição da produção de lixo, buscando reaproveitá-lo, como forma de conservar o meio ambiente, e economicamente correta, no entanto, torna-se necessário considerar princípios do desenvolvimento sustentável, a fim de garantir as gerações futuras um ambiente equilibrado e livre de danos (MOTA, 2006).

Pertinente a isso, Miller Júnior (2007) frisa que a problemática da destinação dos resíduos sólidos no Brasil, continua sendo ignorada pelos gestores municipais, uma vez que sempre fica em segundo plano investir nessa área. O objetivo principal é a redução dos problemas sanitários ao homem e ao meio ambiente.

Martins e Cândido (2008) destacam que o manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos é um dos responsáveis pela degradação do meio ambiente. Desse modo, a fim de evitar a degradação do meio ambiente, alguns métodos podem ser aplicados, dentre eles: a coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos, a fim de diminuir a quantidade de lixo a ser jogado em aterros ou lixões.

Siqueira e Moraes (2009) enfatizam que os resíduos sólidos urbanos produzidos pela comunidade em suas diferentes atividades acarretam danos à saúde da população, bem como, gera impactos negativos ao meio ambiente, e neste enfoque também estão incluídas questões sociais, econômicas e administrativas incluídas neste enfoque. Quanto à questão ambiental, constatou-se que pelo lixo

ser um local inapropriado, o solo da sua área pode ser contaminado por metais pesados, uma vez que estes estão presentes em diferentes tipos de resíduos e objetos descartados pelo homem, tendo esta situação se tornado um grave problema ambiental, principalmente devido à persistência e por ser potencialmente tóxico (SANTOS, 2007).

Silva Filho (2017) destaca que em junho de 2017 foram detectados 3.000 lixões no Brasil, que causam danos a 76,5 milhões de indivíduos e acarretam por ano para os cofres públicos uma despesa para os cofres públicos de mais de R\$ 3,6 bilhões, sendo este montante aplicado para reparar danos no meio ambiente e tratar problemas de saúde provenientes dos agravos causados pelos lixões. É válido ressaltar que, um terço deste total é direcionado para investir em estratégias que possibilitem aos resíduos um destino final apropriado, conforme as recomendações da PNRS.

3.3.2 A Problemática dos Lixões

Os resíduos sólidos sempre constituíram um problema para a comunidade. Segundo Ferreira (2005) na idade média, mas especificamente na Europa, surgiram diversas epidemias, proveniente do aumento da população e conseqüentemente do aumento da produção de “lixo”. Assim, devido à elevação da quantidade de resíduos produzidos pela população, estes passaram a ser despejados em lugares inadequados, gerando uma situação favorável para o aparecimento das epidemias. Após este caos, foi constatada a necessidade de transportar os resíduos para locais mais distantes dos centros urbanos, originando-se assim os lixões.

Nesse contexto, Moraes (2013) pontua que é comum existir problemas sanitários nos centros urbanos e rurais devido ao lixo, pois em muitas cidades brasileiras os RSU até hoje não recebem uma disposição final ambientalmente adequada, o que expõe em risco o meio ambiente, a saúde pública, a atmosfera, vegetação, água, entre outros. Tal situação é ainda mais devastadora nos grandes centros urbanos, pois muitas pessoas estão expostas a diferentes tipos de risco, por fazerem do lixão sua moradia e fonte de renda.

Copola (2011) enfatiza que os lixões constituem o método mais antigo e defasado para despejar os rejeitos e os resíduos sólidos gerados por uma

população, ou seja, são lugares em que os resíduos sólidos são dispostos a céu aberto e não se leva em consideração os danos que podem causar ao meio ambiente como um todo.

Corroborando com esses achados, Oliveira et al. (2016) enfatizam que danos ambientais e sanitários são enfrentados pelos locais usados como lixões e suas proximidades, sendo alguns destes: contaminação dos mananciais, poluição do ar e solo, existência de animais, poluição visual, objeção para orientação das aeronaves na atmosfera, multiplicação de vetores, emissão e catadores de lixo (MONTEIRO et al., 2001).

Accioly e Siqueira (2000) destacam que tais impactos resultam da disposição inadequada de um enorme volume de resíduos contaminados por substâncias químicas, altamente maléficas, cancerígenas ou que pode causar mutação, situações essas que podem comprometer o bem-estar da comunidade. Diversos elementos maléficos são encontrados no lixão, por estarem presentes em objetos como lâmpadas, pilhas, baterias, substâncias farmacêuticas, dentre eles: chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), arsênio (As), níquel (Ni) e cromo (Cr).

Conforme a PNRS, o lixão é responsável pela contaminação da atmosfera, principalmente com as queimadas que emitem gases maléficos para o meio ambiente e a saúde pública, e as partículas ficam suspensas por um bom tempo na atmosfera afetando significativamente o ambiente e o homem. O solo, os corpos d'água superficiais e subterrâneos fazem parte da biota, que também são afetados negativamente pela destinação inadequada do lixo, vindo a agravar mais ainda se a população utilizar os recursos naturais que foram contaminados (BRASIL, 2010c).

Os principais impactos provocados pelos lixões podem ser visualizados a partir da figura 1:



Figura 1 - Impactos ambientais provocados pelo lixão
FONTE: Feam, 2010.

Milanez (2002), afirma que a utilização para outros fins dos locais onde existiam lixões passa a ter restrições, podendo até ser proibido o uso dessa área devido à probabilidade de estar altamente poluída, como, por exemplo, a penetração do chorume pelo solo e consequente contaminação das fontes água subterrâneas e/ou superficiais pelo líquido percolado contendo restos orgânicos.

Segundo Junior e Freire (2013) o lixo ao ser despejado no solo sem receber qualquer tratamento preliminar, cria o cenário ideal para a propagação de doenças, que podem ser transmitidas através de dois grupos vetores, os macro-vetores e micro-vetores. Moscas, baratas, ratos, porcos, cachorros, e urubus pertencem ao grupo de macro-vetores, e as bactérias, fungos e vírus fazem parte do grupo de micro-vetores, que epidemiologicamente são tem maior relevância, por causarem doenças e prejudicarem a saúde do homem.

3.4 Metais Pesados

Guedes (2008) afirma que os resíduos sólidos urbanos constituem fontes potencialmente contaminadas por diferentes metais pesados, tais como: Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn). Visto isso, Moreira et al. (2010) enfatizam que metais pesados como o Cd, Cu, Pb, Mn, Zn, Ni, Hg podem ser liberados através dos RSU, fato este que tem contribuído significativamente para aumentar os impactos negativos que estes tem causado ao ambiente, saúde pública, solo, ar, entre outros.

3.4.1 Contaminação do Meio Ambiente e Solo por Metais Pesados

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou no ano de 2009 a Resolução de nº 420/2009, que trata dos parâmetros e “valores” toleráveis para a presença de substâncias químicas no solo de modo a afetar a qualidade deste. Além disso, a referida resolução determina as diretrizes que devem ser seguidas para gerenciar o meio ambiente quanto às áreas poluídas pelas atividades do homem, com tais substâncias, também declara que as áreas poluídas constituem um risco para saúde pública e meio ambiente; e destaca a importância de implantar estratégias que visem prevenir que o subsolo e as águas subterrâneas sejam contaminados, pois além de serem essenciais para o desenvolvimento sustentável, constituem um patrimônio público e são fontes de reservas para abastecer a população quando houver necessidade (BRASIL, 2009a).

Reforçando a argumentação anterior, o CONAMA destaca que em 31 de agosto do ano de 1981 foi publicada a Lei nº 6.938, que diz respeito à Política Nacional do Meio Ambiente, onde esta estabelece que o responsável pela poluição e degradação tem o dever de restaurar e/ou reparar os prejuízos gerados ao meio ambiente. Logo, a Lei nº 10.406, publicada em 10 de janeiro do ano de 2002, impõe, no seu art. 1.228, § 1º, que para a posse de terra torna-se imprescindível prezar pela preservação da flora, fauna e dos recursos naturais, bem como, manter o ambiente e o patrimônio histórico e artístico equilibrado, além disso, deve-se impedir a contaminação do ar e das águas (BRASIL, 2009a).

Korf et al. (2008) pontuam que a quantidade excessiva de metais pesados nos resíduos dispostos em um lixão pode se deslocar para o solo a partir da lixiviação. A lixiviação corresponde a um processo físico onde os líquidos dos resíduos sólidos são dispensados no decorrer do mecanismo de deterioração e percolam pelo solo.

Pradeep et al., (2005) afirmam que com a introdução de águas da chuva na área do lixão, o líquido percolado pode atravessar as camadas de profunda do solo nestas áreas, poluindo assim as águas subterrâneas, podendo ser levado para superfície dos mananciais das proximidades, o que favorece não só a introdução de metais na cadeia alimentar, mas também, a acumulação e poluição do fator biótico. Corroborando com estas informações, Hypolito e Ezaki (2006) e Marques (2011) acrescentam que os metais pesados podem se deslocar para o perfil do solo, alguns pesquisadores constataram que conforme a profundidade do aterro a concentração de metais pode ser reduzida.

Nesse contexto, Barros, Dias e Araújo (2015) ao realizarem estudo no aterro sanitário do município de Hidrolândia-GO, verificaram que o solo desta área estava contaminado com os seguintes metais pesados: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn). Entretanto, constataram através da análise química do solo e do lixiviado que metais como o Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) apresentaram valores inferiores aos limites orientadores especificados por meio da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB). Além disso, verificaram maior concentração de Ferro (Fe), com uma concentração de 311,41 mg.L⁻¹. Por outro lado, ao analisarem o líquido percolado (chorume) só constataram a presença do Ferro (Fe), com 33,00 mg.L⁻¹. Contudo, mesmo diferentes grupos de resíduos estarem sendo despejados no aterro sanitário do município de Hidrolândia – GO e devido ao pouco tempo de funcionamento deste pois foi criado em 2013, em estudo realizado no ano de 2015 os valores obtidos não foram suficientes para detectar que o solo analisado estava contaminado.

3.4.2 Metais pesados e os malefícios a saúde

Avila-Campos (2018) afirma que as diferentes formas de vida são atingidas pela existência de metais, de acordo com a dose e forma química que estes apresentam. É importante destacar que os metais são fundamentais para o crescimento de todos os organismos, inclusive para as bactérias e seres humanos, no entanto, devem se apresentar em baixas concentrações devido à alta probabilidade de acarretar danos aos sistemas do organismo. Assim sendo, os metais classificam-se como: elementos indispensáveis (sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio); microcontaminantes ambientais (arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio) e em elementos indispensáveis e concomitantemente em microcontaminantes (cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel).

Reforçando a argumentação anterior, Kuno; Roquetti e Gouveia (2010) apontam que mesmo alguns metais sendo indispensáveis para o pleno funcionamento de diferentes processos bioquímicos, todos são classificados como agentes tóxicos, quando estes se apresentam em concentrações acima de valores considerados de referência. Uma particularidade marcante dos metais é sua capacidade de acumular-se nos tecidos biológicos e, ser eliminado lentamente. Essa mesma particularidade acontece com os metais que estão presentes no ambiente (NARAIN,2012). Os metais permanecem por um bom tempo nesses sistemas, e mesmo apresentando baixas níveis podem afetar significativamente a saúde individual e coletiva, caso essa exposição seja por tempo prolongado (KUNO; ROQUETTI; GOUVEIA, 2010).

Nesse contexto, Kim e Lee (2012) ressaltam que a exposição do ambiente aos metais pesados e sua penetração no organismo, mesmo em concentrações reduzidas, é considerado um sério problema de saúde pública, pela inexistência de uma concentração destes que não seja prejudicial aos sistemas biológicos e por sua capacidade elevada de se acumular no corpo humano.

Isso exposto, Avila-Campos (2017) afirma que os efeitos tóxicos causados pelos metais sempre foram classificados, como curto prazo, agudos e evidentes, com manifestações clínicas de anúria (incapacidade do organismo de eliminar a urina) e diarreia com presença de sangue, resultantes da ingestão de mercúrio. Nos dias atuais, tem sido percebido eventos a médio e longo prazo, e as associações de

causa-efeito são pouco perceptíveis e na maioria dos casos subclínicas. Tais efeitos, frequentemente não são facilmente distinguidos e perdem em especificidade, tendo em vista que podem resultar da ação de outras substâncias tóxicas ou ainda pela relação entre esses agentes químicos. As consequências decorrentes dos efeitos tóxicos estão ligadas à quantidade, podendo espalhar-se por todo o organismo, atingindo diferentes órgãos, modificando os mecanismos bioquímicos, organelas e membranas celulares. Geralmente idosos e crianças são mais vulneráveis às substâncias tóxicas. Os alimentos são considerados as principais fontes de exposição a metais tóxicos, tendo sido detectado alta taxa de absorção pelo trato gastrointestinal.

Prista e Uva (2006) afirmam que alguns metais são fundamentais para o funcionamento adequado do organismo humano, sendo estes classificados como micronutrientes, uma vez que estão presentes no organismo em baixas quantidades, como, o zinco (Zn) e cobre (Cu), embora possam se tornar tóxicos, quando se apresentam em concentrações superiores aos valores de referência. É importante frisar que geralmente não são evidenciados outros metais em organismo vivo, e muito menos que exerçam papéis nutricionais ou bioquímicos, e por essa razão, a existência destes metais em qualquer quantidade no organismo pode causar danos irreversíveis ao ser humano, sendo os mais tóxicos: o chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), arsênio (As) e alumínio (Al).

Segundo Bernard (2004), o cádmio é um dos metais que apresenta maior capacidade de acarretar prejuízos ao ambiente e a saúde do ser humano. Tal metal torna-se relevante por seu uso em diversos setores de produção, refletindo no seu potencial para contaminar o meio ambiente e por suas implicações a saúde. Ferreira e Dias (2013) pontuam que o cádmio devido ao seu potencial cumulativo, pode deteriorar os rins após exposição do indivíduo por um longo período de tempo na indústria ou no ambiente, podendo assim prejudicar a integridade celular e funcional dos túbulos proximal, sendo este o local principal de sua acumulação. Tal condição acarreta diversos problemas urinários, que abrangem desde um acréscimo na excreção de cálcio, aminoácidos, enzimas e proteínas, como outros danos. A disfunção tubular ocorre de uma forma dose-dependente conforme a dose interna de Cd (BERNARD, 2004).

Quanto ao Mercúrio (Hg), Rosa; Fraceto e Moschini-Carlos (2012) destacam que desde a Grécia Antiga esse metal era bem conhecido, sendo categorizado como

um metal de transição, por apresentar-se em temperatura ambiente na forma líquida, podendo na natureza ser encontrado de diversas maneiras, dentre elas: na forma de metal, como íons inorgânicos, e um componente da fase prata-mercúrio, também na forma orgânica metil ou etilmercúrio (KENNETH; SHEN; RAWLS, 2013). A contaminação do indivíduo com o mercúrio, pode acontecer por três vias: cutânea por meio do contato ou absorção; nasal através da inalação e oral pela ingestão do agente. É importante informar que o metilmercúrio é a forma mais tóxica e mais frequentemente alterada pelos mecanismos naturais, motivo de inquietação, por sua capacidade de bioacumulação na cadeia alimentar. A exposição excessiva ao mercúrio, pode danificar o cérebro, rins e fetos em desenvolvimento. Além disso, em casos de toxicidade crônica ao mercúrio, o mesmo manifesta-se no homem a partir de tremores, perdas de memória, mudanças na personalidade, alterações na visão e audição (KENNETH; SHEN; RAWLS, 2013).

Em relação ao Chumbo (Pb), Keimerich et al. (2013) frisam que o chumbo se acumula no solo no início da sua camada superficial, porém reduz em quantidade à medida que aumenta a profundidade do solo, isso ocorre por causa da reciclagem do chumbo nas camadas inferiores a partir das raízes das plantas. O chumbo depositado no solo por ação do homem, tende a apresentar comportamento igual ao natural, no entanto alcança maior profundidade (30 a 45 cm) (KEIMERICH et al., 2013).

Nesse contexto, Moreira; Moreira (2004) pontuam que o chumbo pode causar diversos prejuízos à saúde humana. Além disso, o mesmo apresenta potencial de acumulação no organismo humano, podendo acometer todos os órgãos e sistemas biológicos, bem como impossibilitar ou copiar a atividade do cálcio e de interagir com proteínas, ficando aprisionado na maioria das vezes nos ossos. Ressalta-se ainda que, o sistema nervoso, a medula óssea e os rins são os mais afetados pela exposição ao chumbo, resultando assim em anemia por envenenamento, interferência no crescimento físico e estatura de crianças, causando alterações no sistema reprodutivo do indivíduo acometido e outros efeitos nos diferentes órgãos humano. O composto chumbo inorgânico e os compostos de chumbo orgânico podem ser considerados como possivelmente carcinogênico para o ser humano. Quando ocorre intoxicações agudas por chumbo, o miocárdio pode ser seriamente afetado.

Conforme Ferreira; Horta e Cunha (2010) diversos metais que não sejam indispensáveis como o Antimônio (Sb), Cromo (Cr), Arsênio (As), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd), ou ainda fundamentais para manter os mecanismos fisiológicos das células e tecidos, como o Manganês (Mn), Selênio (Se), Cobre (Cu) e Zinco (Zn) são considerados como poluentes ambientais que podem em alguns casos exercer influência irreversível nos mecanismos fisiológicos e bioquímicos do ser humano. Podem causar alteração no balanço redox, relacionar-se com proteínas e causar a disfunção ou inativação das mesmas.

Meldau (2018) destaca que o Manganês (Mn) é um elemento essencial para os seres humanos, podendo ser encontrado naturalmente em alguns alimentos, no entanto, em pequenas quantidades. Contudo, em concentrações aumentadas pode penetrar no organismo, e causar manifestações tóxicas de diferentes magnitudes, sendo mais severa quando acomete o Sistema Nervoso Central (SNC). As manifestações provenientes da intoxicação por manganês atingem com maior frequência o sistema respiratório e o SNC. Alguns sintomas decorrentes dessa intoxicação, incluem: alteração na memória, alucinações, doença de Parkinson, embolia pulmonar e bronquite. Além disso, situações onde a exposição do homem a esse metal é prolongada, o mesmo poderá apresentar impotência sexual. Outros sintomas incluem: apatia, esquizofrenia, fraqueza muscular, cefaléia e insônia.

Quanto ao Níquel (Ni), pontua-se que a absorção deste metal no organismo acontece por via oral, a partir da ingestão de alimentos e água potável. O níquel quando absorvido em pequenas quantidades é inofensivo ao organismo humano e para o dos animais, mesmo sendo considerado um composto tóxico cumulativo. Contudo, quando um indivíduo é exposto a esse metal em quantidade excessiva, o referido metal tende a acarretar sérios danos à saúde pelo potencial risco de contaminação, sendo alguns desses danos: dermatite e malformação congênita (anencefalia). Além disso, conforme estudos realizados pela Agência Nacional de Pesquisa em Câncer (IARC), o níquel está inserido no Grupo 1 de agentes carcinogênicos, pelo elevado risco de causar diferentes tipos de câncer, como o dos pulmões, cavidade nasal e seios paranasais (ECYCLE, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área De Estudo

A pesquisa foi realizada no município de Augustinópolis, Tocantins. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), o estado do Tocantins está situado na região Norte, cuja capital é Palmas, e o mesmo é composto por 139 municípios. Encontra-se organizado microrregiões, sendo estas divididas em 8: o Bico do Papagaio (25 municípios), Araguaína (17 municípios), Miracema do Tocantins (24 municípios), Jalapão (15 municípios), Porto Nacional (11 municípios), Rio Formoso (13 municípios), Gurupi (14 municípios), Dianópolis (20 municípios). Além disso, apresenta uma área territorial de territorial de 277.620 km². Limita-se, ao nordeste com o estado do Maranhão, ao Leste com o Piauí, ao Sul com o Goiás, ao Sudeste com a Bahia, ao sudoeste com o Mato Grosso e ao Norte com o Pará, conforme pode ser visualizado na figura 2. Com uma extensão territorial de 277.620 km² (BRASIL,2010a).

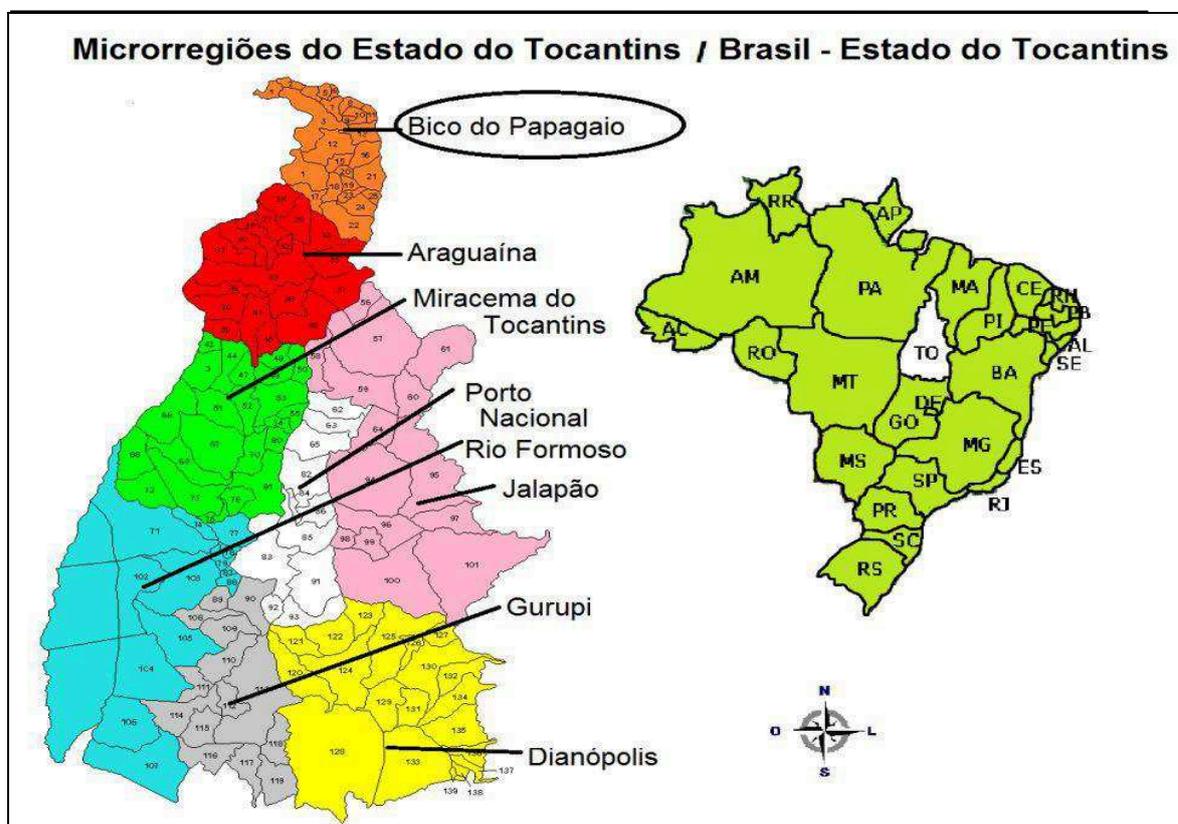


Figura 2 – Divisão geográfica do Estado do Tocantins por microrregiões e Brasil com o Estado do Tocantins.

FONTE: PARISE; ARAÚJO; PINHEIRO, 2011.

O município de Augustinópolis - TO está situado à margem direita do Rio Araguaia, no estado do Tocantins (Figura 3), mas especificamente no extremo norte do estado, na região denominada Bico do Papagaio, cuja longitude a oeste é de 5° 27' 15"; altitude média acima do nível do mar de 145 m; com extensão territorial de 408.05 km², e área total de 278.420,7 Km² e população com 10.643 habitantes (IBGE, 2010a).

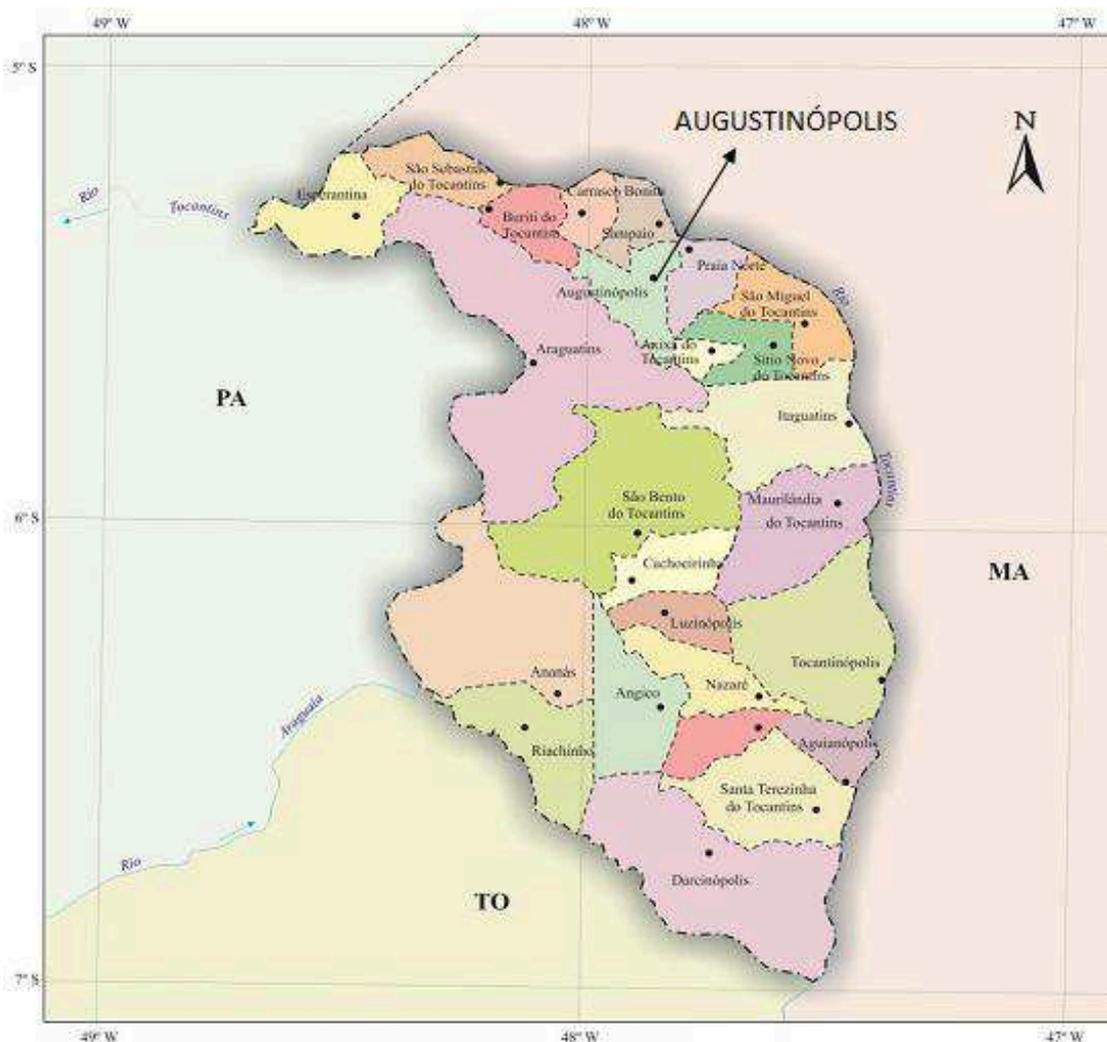


Figura 3- Divisão Geográfica da Microrregião do Bico do Papagaio, Tocantins.
FONTE: IBGE, 2003 org. ALMEIDA, 2015.

Ressalta-se que o município de Augustinópolis vem crescendo muito nos últimos 15 anos, pois foram criadas duas instituições de ensino superior, o que tem proporcionado aumento do número de habitantes, e consequentemente, a quantidade de resíduos produzidos pela mesma.

4.2 Procedimentos Metodológicos

O presente estudo foi realizado em dois momentos: o primeiro a partir da pesquisa bibliográfica e o segundo uma pesquisa de campo.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da contaminação do solo por metais pesados e as consequências socioambientais e para a saúde pública decorrentes da disposição dos resíduos produzidos pela população em um lixão a céu aberto. Após isso, iniciou-se a Pesquisa de Campo, com caráter exploratório, observação sistemática e visita in loco, realizada em julho de 2016, onde foram feitos registros fotográficos para retratar a realidade do lixão do município em estudo, bem como, registrar a coleta das amostras do solo e a forma que os resíduos são depositados, transportados e incinerados, e mapeamento geográfico da área por captura de imagem via satélite, com o auxílio do programa Google Earth (Figura 4).



Figura 4 – Perímetro do Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016.

Conforme pode ser visualizado na figura 4, o perímetro do lixão do município de Augustinópolis é grande para o tamanho da população, o que provavelmente pode influenciar na quantidade de metais presentes em determinados pontos do lixão e profundidades nas amostras de solo.

O lixão do município de Augustinópolis - TO está ativo desde 1982, e os resíduos depositadas na referida área não recebem qualquer tratamento preliminar. Além disso, a área do lixão é aberta e não possui demarcações de seu perímetro, favorecendo a entrada de pessoas e animais e conseqüentemente a propagação de infestações. Além disso, o lixão do município de Augustinópolis está localizado próximo ao centro urbano, a uma distância aproximada de 1 km (Figura 5).



Figura 5 – Localização do Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016.

Após o mapeamento geográfico da área da área do lixão do município de Augustinópolis, foram determinados 15 pontos para extração das amostras de solo, com uma distância horizontal de 25 m entre cada ponto e 100 m na vertical, sendo organizados em: P1-A, P1-B e P1-C; P2-A, P2-B, P2-C; P3-A, P3-B, P3-C; P4-A, P4-

B, P4-C; P5-A, P5-B e P5-C (Figura 6). Destaca-se que os pontos P5-A, P5-B e P5-C corresponde a uma área externa, que fica a uma distância de 100 metros do perímetro do lixão.



Figura 6 - Localização dos pontos de amostragem de solo no aterro sanitário de Augustinópolis, TO
FONTE: Adaptado do Google Earth (2017)

As coordenadas dos pontos demarcados podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4 - Coordenadas dos pontos demarcados para retirada das amostras de solo na área do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

PONTOS		LAT. (S)	LONG. (W)
P1	A	5°27'36,28"	47°54'16,98"
	B	5°27'32,52"	47°54'17,08"
	C	5°27'34,74"	47°54'19,9"
P2	A	5°27'35,38"	47°54'16,79"
	B	5°27'32,55"	47°54'16,54"
	C	5°27'32,47"	47°54'18,47"
P3	A	5°27'33,03"	47°54'16,55"
	B	5°27'30,53"	47°54'16,21"
	C	5°27'31,39"	47°54'18,03"
P4	A	5°27'29,2"	47°54'15,02"
	B	5°27'28,85"	47°54'15,14"
	C	5°27'27,52"	47°54'17,27"
P5	A	5°27'26,32"	47°54'15,07"
	B	5°27'27,03"	47°54'13,07"
	C	5°27'27,08"	47°54'14,01"

FONTE: O autor.

Dos 15 pontos demarcados, foram coletadas de cada um desses 03 amostras de 400 gramas de solo, sendo a primeira extraída da profundidade de 0 a 20 cm, a segunda de 20 a 40 cm e a terceira de 40 a 60 cm, totalizando assim, 45 amostras de solo para serem analisadas. Tais amostras foram peneiradas, acondicionadas em sacos plásticos estéril e identificadas com os respectivos números dos pontos e profundidade da camada. Posteriormente, foram acomodadas em caixa de isopor fechadas e enviada para o laboratório de solos da Universidade de Taubaté – UNITAU, a fim de investigar se o solo estava contaminado por metais pesados. As referidas condutas foram adotadas, com o intuito de garantir que as características naturais da amostra fossem preservadas.

É oportuno enfatizar que todos os fragmentos grosseiros foram extraídos do material coletado, como, por exemplo, pedaços de madeira, pneus, metais e outros.

Para todo processo da atividade realizada no decorrer da pesquisa in loco, foram usados os equipamentos de proteção individual, a fim de preservar a saúde, prevenir acidentes e proteger todos os envolvidos na coleta das amostras do solo do lixão. A escavação e material utilizado para medição da quantidade de solo extraído

de cada ponto ao longo do lixão do município de Augustinópolis, podem ser observados nas figuras 7 e 8.



Figura 7 - Escavação para retirada de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

FONTE: Coleta de dados, 2016.



Figura 8 - Material utilizado para coleta de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

FONTE: Coleta de dados, 2016.

O acondicionamento e identificação das amostras em sacos plásticos estéril podem ser visualizados na Figura 9.



Figura 9 - Acondicionamento e identificação de amostras do solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.
FONTE: Coleta de dados, 2016.

Verificou-se também na visita in loco ao lixão, a existência de uma área residencial que fica a poucos metros distantes do término da área do lixão, conforme pode ser observada nas figuras 10 e 11.



Figura 10 - Limite da área do lixão de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016.



Figura 11- Área externa a 100 metros do término do perímetro do lixão de Augustinópolis, Tocantins.

FONTE: Coleta de dados, 2016.

4.2 Determinação Química

As amostras coletadas foram analisadas quimicamente para determinação dos teores dos metais pesados (Mn, Cd, Cu, Pb, Ni e Zn) e pH, pelo laboratório de solos da Universidade de Taubaté - UNITAU.

A acidez do solo do lixão do município de Augustinópolis foi determinada seguindo recomendações da EMBRAPA (1997), onde é realizada a medição do potencial eletrônico através de eletrodo combinado imerso em suspensão solo/líquido em CaCl_2 . (EMBRAPA, 1997).

Por outro lado, a determinação de micronutrientes nas amostras do solo do lixão foi realizada através da extração de microelementos por meio de solução quelante, o dietilenotriaminopentacético (DTPA), procedendo-se a determinação dos seus teores por meio da espectrofotometria de absorção atômica recomendada pela EMBRAPA (1997). Conforme Raij (1991), o método DTPA é o mais indicado e aplicado para extração de metais, como Cu, Fe, Zn, Pb, Ni, Mn e Cd, embora, existam outros métodos de extração como o Mehlich 1 ou de HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, sendo aplicado neste estudo o DTPA.

O método de extração por DTPA é considerado um dos mais eficientes para avaliar os micronutrientes (SILVA, 1999). O referido método foi desenvolvido por Lindsay e Norvell (1978), sendo que o princípio desse método é a complexação dos metais (RAIJ et al., 1991).

4.3 Análise dos Dados

Após a determinação química das amostras coletadas, foram determinados valores médios para 3 pontos ABC em cada profundidade (20, 40 e 60) para todos os resultados obtidos. Esses valores médios foram comparados com os valores orientadores para solo e água subterrânea determinado pela Resolução CONAMA nº 420/2009.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo foram analisadas amostras de solo do lixão do município de Augustinópolis, Tocantins. A problemática vivenciada pelo município em estudo não é diferente de outros municípios brasileiros, pois os resíduos gerados pela sua população são despejados em lixões a céu aberto, causando assim impactos negativos para o meio ambiente e também riscos diretos a saúde pública.

5.1 Caracterização do Lixão do Município de Augustinópolis

A partir da visita in loco ao lixão do município de Augustinópolis, foi possível constatar que os RSU não são separados conforme sua classificação, e são despejados de forma aglomerada nesta área, de modo que os resíduos provenientes das atividades domésticas são despejados juntos com os provenientes da construção, ou ainda com os advindos dos serviços de saúde (Figura 12). Além disso, esses resíduos não recebem qualquer tratamento antes de ser transportado para sua destinação final, o que aumenta a probabilidade de degradar ainda mais o meio ambiente, bem como, contaminar o ar, o solo, os cursos d'água das proximidades e a saúde da população.



Figura 12 - Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016

No município de Augustinópolis os resíduos são dispostos de forma inadequada, pois o município não se adequou as exigências da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Contudo, é oportuno destacar que a obra do aterro sanitário do município está sendo concluída, embora de acordo com a PNRS publicada em 2010 os municípios deveriam eliminar os lixões até o ano de 2014, mas muitos municípios brasileiros não atenderam a estas recomendações no período determinado, e um deles foi o de Augustinópolis. A prorrogação do prazo para extinção do lixão de 2018 até 2021, também beneficiou o município, pois o gestor livrou de pagar uma multa pelo não cumprimento da legislação pertinente.

Siqueira e Moraes (2009) afirmam que os resíduos sólidos urbanos produzidos pela população provenientes de suas diferentes ocupações acarretam prejuízos à saúde humana, além de causar impactos negativos e problemas sanitários ao meio ambiente, e problemas de ordem social, econômica e administrativa. Muitas cidades além de não realizar o tratamento preliminarmente do lixo gerado pela população, ainda oferecem a estes, como destino final o lixão a céu aberto, contribuindo assim para aumentar o nível de contaminação do ar, solo e mananciais de água subterrânea e superficiais.

A contaminação das águas ocorre através de alguns processos naturais, dentre eles: “lixiviação, percolação, arrastamento, solução etc”. Por outro lado, a contaminação do ar acontece porque efluentes gasosos e particulados classificados como lixo, são lançados na atmosfera através das diferentes atividades realizadas pelo homem.

Pertinente a isso, Machado (2012) pontua que a prática inadequada adotada por terceiros e até mesmo pela prefeitura, de oferecer o lixão como destino final aos resíduos, o que expõe em risco não apenas a saúde pública, mas provoca também prejuízos diretos e significativos sobre o meio ambiente, visto que podem contaminar as águas subterrâneas, e propiciar a propagação de patologias e odores. Portanto, causa efeito contrário sobre os valores da terra. Assim sendo, o lixão acarreta inúmeros problemas, uma vez que compromete o meio ambiente, a saúde pública e o desenvolvimento.

5.2 Transporte dos RSU para o Lixão

Outro fator preocupante é a forma como os resíduos são transportados dos pontos de geração até o destino final, pois se observou que o município não dispõe de um transporte adequado para tal atribuição, conforme pode ser visualizado na figura 13.



Figura 13 - Transporte utilizado para conduzir os resíduos produzidos pela população para o Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.

FONTE: Coleta de dados, 2016.

A coleta do lixo do município de Augustinópolis é realizada porta a porta, porém não tem um roteiro pré-estabelecido, e os trabalhadores responsáveis pela coleta e transporte dos resíduos também não fazem uso dos EPIs necessários, o que aumenta os riscos destes trabalhadores desenvolverem doenças e/ou ainda sofrerem alguns tipos de acidentes de trabalho associado ao manejo dos resíduos. Ressalta-se ainda, que os garis saem recolhendo o lixo pela cidade, os quais são jogados em cima de um trator com carroceria aberta ficando os resíduos totalmente expostos e estes ainda são muitas vezes derrubados durante o seu trajeto para o destino final.

Nesse contexto, Rocha et al. (2007) pontuam que o trator não é um transporte apropriado para coletar os resíduos gerados pela população de uma cidade, uma vez que a carroceria não é fechada, podendo os resíduos caírem no caminho para o lixão.

Andreoli et al. (2014) ressaltam que depois de coletar os resíduos, é feito o transporte dos mesmos até o tratamento, e após isso, são conduzidos para seu destino final. Na maioria das vezes, o veículo utilizado para transportar os resíduos é um caminhão próprio para este fim. Na etapa de transporte dos resíduos até a sua disposição final, torna-se necessário adotar algumas precauções quanto às disposições legais, pois é importante permanecer atento não apenas as normas de transporte de RSU, mas também, devem-se arquivar os certificados e manifesto de transporte de resíduos, tais documentos comprovam que os resíduos foram transportados adequadamente para o seu destino final, podendo estes serem reciclados ou receberem algum tratamento específico.

Visto isso, destaca-se que a NBR 13.221 publicada no ano de 2003, a qual dispõe sobre o transporte terrestre de resíduos, enfatiza que este deve ser realizado através de equipamento apropriado, respeitando às recomendações próprias. O equipamento usado para transportar os resíduos deve está conservado de tal modo, que não deixe vaziar ou derramar o resíduo durante o trajeto. Além disso, deve-se proteger o resíduo, no decorrer do percurso, bem como, protegê-lo de mau tempo, acondicioná-los adequadamente para que não se espalhem por via pública ou via férrea. Os resíduos não devem ser conduzidos juntos com alimentos, medicamentos ou produtos com esta finalidade usada e/ou consumida pelo homem ou animal, ou contendo embalagens para estes fins. O transporte de resíduos deve obedecer às leis ambientais pertinentes e dentro das três esferas do governo, quando houver, devendo ser seguido por documento de controle ambiental expedido pelo órgão responsável, contendo informação sobre o tipo de acondicionamento (ABNT,2003).

O gerador dos resíduos tem como dever a descontaminação dos equipamentos de transporte, devendo esta ser feita em local (is) e sistema (s) que receberam autorização do órgão responsável pelo controle ambiental.

5.3 Presença de Catadores e Aves no Lixão

Observou-se durante a visita in loco ao lixão do município de Augustinópolis - TO, a presença de catador desprovido de EPIs, como máscaras, luvas e botas, sendo verificado também a presença de aves, como urubu, além do odor que é comum a todo lixão, proveniente da deterioração da matéria orgânica disposta no lixão (Figuras 14 e 15).



Figura 14 - Presença de catadores no Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016.



Figura 15 - Presença de animais no Lixão do município de Augustinópolis, Tocantins.
FONTE: Coleta de dados, 2016.

Segundo Lima (2005), os lixões constituem um assunto que deve ser amplamente discutido pelos gestores, representantes da comunidade e população, que precisa também ser dada maior importância, principalmente por aumentar a cada dia a quantidade dessa modalidade de destinação final para os resíduos gerados no Brasil. É válido destacar que, os lixões colaboram não apenas para contaminação edáfica, hídrica e atmosférica, mas também causam danos a saúde pública e afetam a qualidade de vida da população.

Nesse contexto, Andreoli et al. (2014) ressaltam que os lixões é uma questão preocupante para saúde pública, por ser um destino final inapropriado, uma vez que os resíduos são dispostos a céu aberto, onde algumas pessoas exploram essa área a procura de resíduos que possam ser comercializados, e assim garantir o próprio sustento e ate mesmo da família, sendo essa a sua única fonte de renda. Tal fato tem gerado um grande problema de ordem social. Visto isso, os autores supracitados enfatizam que “uma discussão ética pode ser levantada, já que o que é sobra para alguns é fundamental para sobrevivência de outros: enquanto muitos passam fome, outros desperdiçam alimentos” (ANDREOLI et al.,2014, p.533).

Milaré (2013) pontua que os catadores de lixo consistem em um grupo de indivíduos desconhecidos, e que sem a atuação dos mesmos esse processo seria inexecutável. Além disso, o papel desempenhado pelos catadores foi reconhecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois através dos sistemas vigentes, tenta inseri-los em bases mais firmes, tendo em vista que a atuação dos mesmos é indispensável para realização da gestão centrada na sustentabilidade.

Conforme Colares (2015), o Estado do Tocantins criou o Projeto Lixo e Cidadania, implantado em fevereiro de 2013, com duração prevista de 36 meses. O projeto contempla todos os 139 municípios do Estado, dividido em 13 Regionais. Esse projeto visa fomentar empreendimentos econômicos solidários – EES de forma sustentável, constituídos por catadoras de materiais reutilizáveis e recicláveis. O projeto prevê também a realização de diagnósticos dos EES dos catadores a nível estadual, bem como a capacitação social e profissional de 2.000 trabalhadores e constituir, revitalizar, encubar e aparelhar 16 EES.

Colares (2015) afirma ainda que uma das propostas do projeto Lixo e Cidadania é promover campanha educativa ligada aos empreendimentos econômicos solidários – EES. Além disso, também seria realizado Fórum com 500 pessoas para discutir a cerca dos progressos na política de resíduos sólidos do

Tocantins. No tocante ao prazo de 04 anos (02 de agosto de 2014) determinado pela Lei 12.305/10 para implantação de aterros sanitários, de acordo com a Confederação Nacional de Municípios (CNM), apenas 10 municípios tocantinenses já implantaram e operam aterros sanitários. Assim, 129 municípios do Estado ainda estão pendentes no processo de transição dos lixões para aterros.

O art. 36 da Lei 12.305/10, § 1º, determina:

“Ao titular de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a priorização de organização e o funcionamento de cooperativas ou associação de catadores de materiais recicláveis, formadas por pessoas de baixa renda, bem como sua contratação” (CRESPO; COSTA, 2012, p. 300).

Corroborando com a participação dos catadores no processo de gestão de resíduos, a Política Nacional de Saneamento, Lei Federal nº 11.445/2007, permite que as prefeituras contratem cooperativas de catadores para realização de serviços de coleta seletiva dispensado de processo licitatório (BRASIL, 2007).

5.4 Metais pesados no solo do lixão do município de Augustinópolis - TO

Com relação aos metais pesados encontrados nas amostras de solo do lixão do município de Augustinópolis - TO, torna-se relevante destacar que foram detectadas concentrações de apenas 6 metais, sendo estes: cádmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb), zinco (Zn) e Manganês (Mn). Os resultados obtidos foram comparados com os valores orientadores da Resolução CONAMA Nº 420/2009 (Tabela 5), tendo em vista que no estado do Tocantins não existe parâmetros específicos para avaliação do solo.

Tabela 5 – Lista de valores orientadores para solos e água subterrâneas, Resolução CONAMA nº420/2009.

Substâncias	CAS nº	Solo (mg.kg-1 de peso seco) (1)				
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação		
				Agrícola APM _{ax}	Residencial	Industrial
Cádmio	7440-48-4	E	1,3	3	8	20
Chumbo	7440-43-9	E	72	180	300	900
Cobre	7440-50-8	E	60	200	400	600
Manganês	7439-96-5	E	-	-	-	-
Níquel	7440-02-0	E	30	70	100	130
Zinco	7440-66-6	E	300	450	1.000	2.000

FONTE: BRASIL, 2009a.

A Tabela 6 refere-se aos valores dos metais pesados e pH encontrados nas amostras de solo extraídos da profundidade de 0 a 20 cm, dos 15 pontos demarcados.

Tabela 6 – Valores médios de pH e metais pesados detectados nas amostras de 0 a 20 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

Profundidade	Amostra dos Pontos		pH CaCl ₂ 0,01 mol/L	Cu	Mn	Zn	Cd	Pb	Ni
				Cobre	Manganês	Zinco	Cádmio	Chumbo	Níquel
mg/dm ³									
(0-20)	P1	A	7,27	12,45	11,83	16,27	0,10	10,54	0,55
		B							
		C							
	P2	A	7,23	10,91	10,45	15,33	0,07	1,90	0,81
		B							
		C							
	P3	A	7,63	12,96	7,62	91,31	0,07	6,56	0,86
		B							
		C							
	P4	A	8,37	10,55	11,88	10,57	0,04	2,47	0,53
		B							
		C							
	P5	A	5,33	0,49	13,83	2,75	0,01	0,00	0,18
		B							
		C							

Verifica-se nas amostras de 0 a 20 cm, que o pH se apresentou alcalino nos pontos P4(8,37); P3(7,63); P1(7,27) e P2(7,23). Por outro lado, o pH demonstrou-se ácido nas amostras de solo coletadas do ponto P5 (5,3), sendo as mesmas coletadas da área que fica fora do lixão em uma propriedade privada.

Pertinente a isso, Giordano; Filho e Carvalho (2011) afirmam que o pH altera não só a atividade das enzimas, mas também o coeficiente de solubilidade e

toxicidade dos diversos compostos presentes nos lixões. O pH também aponta a etapa de deterioração em que os resíduos sólidos estão, pois, o pH próximo de 6,0 aponta que o lixão ou aterro encontra-se na etapa ácida de deterioração, no entanto, quando apresenta pH próximo a 8,0, este encontra-se na última etapa de deterioração anaeróbia, a qual corresponde a etapa metanogênica.

Com relação aos metais pesados, observou-se nas amostras de 0 a 20 cm que maior valor por ordem decrescente de Cobre nos pontos P3 (12,96), P1 (12,45), P2 (10,91), P4 (10,55), sendo o de maior significância o encontrado no P3 e P1. A amostra de solo P5 foi coletada fora da área do lixão, e a amostra P1 foi retirada do início do lixão e a P2 foi extraída a uma distância de 100 m de P1. Quando comparado tais resultados com os de referência do CONAMA nº 420/2009, constatou-se que os valores estão abaixo do valor de referência de prevenção, portanto o cobre não foi encontrado em quantidade nociva ao solo, ao meio ambiente e saúde pública.

O Manganês apresentou-se aumentado nos pontos P5 (13,83), P1 (11,83) e P4 (11,88). É válido ressaltar que a Resolução CONAMA 420/2009 não apresenta valor de referência para este elemento.

Segundo o Laborsolo (2013), o Manganês (Mn) é considerado um micronutriente catiônico, sendo o 11º elemento mais encontrado na natureza. Sua existência no solo é resultante dos óxidos, carbonatos, silicatos e sulfetos. A presença de Manganês é proveniente da ligação existente entre o pH, com a oxidorredução, quantidade de matéria orgânica e harmonia com outros elementos, dentre eles: o ferro (Fe) e o Cálcio (Ca). Acrescenta-se que o pH diminuído colabora para que a quantidade de Mn seja menor, entretanto, quando o pH se apresenta elevado contribui para que ocorra a oxidação.

Nesse contexto, Biondi et al. (2011) destaca que embora os valores de prevenção para Fe e Mn não sejam determinados pela resolução CONAMA nº 420/2009, é extremamente relevante conhecer as concentrações naturais de Mn e Fe nos solos, uma vez que, além de serem micronutrientes vegetais, a existência dos mesmos como elementos principais de rochas os tornam interessantes para os estudos de geoquímica, além de apontarem, indiretamente, as concentrações de outros metais pesados.

O Zinco foi encontrado em maior concentração nas amostras dos pontos P3 (91,31), P1 (16,27) e P2 (15,33) e em menor quantidade nas amostras dos pontos

P4 (10,57) e P5 (2,75). De acordo com parâmetros do CONAMA, o Zinco está presente no solo do lixão do município de Augustinópolis, no entanto, em quantidade insignificante para contaminar o solo e acarretar prejuízos ao ambiente.

Contrapondo os achados desse estudo, Nascimento (2017) ao avaliar a qualidade do solo em lixão desativado no município de Brejinho, no estado do Rio Grande do Norte, constatou valores totais de Cr, Mn, Pb e Zn, elevados com concentrações de 21,10%, 424,07%, 2.150,85% e 17.500,00%, simultaneamente. Verificou também, que o Zn foi o metal com maior variação em sua concentração, tendo ultrapassado o Valor de Referência de Qualidade em solos do Rio Grande do Norte (PRESTON et al., 2014) e, além disso, o referido metal apresenta grande mobilidade quando comparado aos demais, o que aumenta ainda mais a preocupação quanto a presença desse elemento no solo (PASTOR; HERNANDES, 2012)

O Cádmio foi detectado mais concentrado nas amostras extraídas do P1(0,10). Segundo os valores da tabela CONAMA 420/2009, os teores médios de Cádmio detectados nos diferentes pontos de amostragem estão inferiores ao valor de prevenção, sendo este um resultado positivo, pois o Cádmio em valores acima do recomendado para prevenção pode causar prejuízos significativos ao meio ambiente, e principalmente a saúde.

Segundo Pan et al. (2010) e Fontaine et al. (2010) o cádmio pode comprometer gravemente à saúde, acometendo com maior frequência os ossos e os rins, ate mesmo em indivíduos não expostos na atividade laboral, ou ainda, pode afetar adultos e crianças que foram expostos a pequenas concentrações desse metal. O cádmio se concentra mais nos órgãos do que nos músculos ou gorduras, além disso, pode ser encontrado em maior quantidade nos rins em relação ao fígado.

Quanto ao Níquel, pontua-se que esse metal foi detectado nos diferentes pontos amostrais em concentrações inferiores aos parâmetros de referência da Resolução CONAMA 420/2009.

Segundo o Ecycle (2018) há uma quantidade tolerável de níquel que não causa malefícios, no entanto, se extrapolada, pode causar sérios danos ao organismo humano, bem como, aos microrganismos presentes no solo e nos mares, e até mesmo as aves podem ser afetadas. Por essa razão, foi instituída a NiPERA (Associação de Pesquisa Ambiental dos Produtores de Níquel), com o objetivo de

estabelecer os níveis seguros de exposição ao níquel não só para os indivíduos que entram em contato com o referido metal em seu ambiente laboral, mas também para todas as formas de vida existentes e para o meio ambiente.

Contraopondo os resultados do estudo, Milhome et al. (2018) destacam que ao avaliarem o solo do lixão do município de Iguatu – CE quanto a presença de metais pesados, não encontram nas amostras analisadas metais como o Níquel (Ni) e Cádmiio (Cd).

Com relação ao Chumbo, destaca-se que esse metal foi mais evidente nas amostras coletadas dos pontos P1(10,54) e P3(6,56). Tais resultados apontam que esse metal se encontra baixo, segundo o valor de prevenção adotado pela Resolução CONAMA nº420/2009, sendo este resultado um ponto positivo, pois o chumbo é altamente tóxico, e por essa razão, quando se apresenta em concentrações elevadas acarreta sérios danos à saúde pública.

Pertinente a isso, Moreira e Moreira (2004) afirmam que o chumbo (Pb) pode ocasionar sérios distúrbios neurológicos em indivíduos adultos, principalmente em crianças, pois este metal é capaz de gerar danos irreversíveis, tais como: redução do Q.I. e incapacidade cognitiva. Os mesmos autores destacam que uma quantidade de 10 µg L-1 no sangue de uma criança e 40 µg dL-1 de um adulto são suficientes para causar danos ao sistema nervoso.

Corroborando com achados do estudo, Pinto Filho et al (2012) ao monitorarem os valores totais e presentes de metais pesados no lixão do município de Apodi-RN, constataram a presença dos seguintes metais: Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn. Além disso, verificaram que os referidos metais estavam em quantidade menor no lixão do município de Apodi - RN, quando compararam os resultados obtidos com a quantidade de metais pesados encontrados no solo contaminado na cidade de Assú-RN, em pesquisa realizada por Pinto Filho et. al. (2010), onde estes detectaram metais Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no solo de Assú - RN com os seguintes teores: 104,18 a 106,23 mg/kg, 45,75 a 48,42 mg/kg, 85,45 a 95,24 mg/kg e, 4,25 a 6,43 mg/kg.

Verifica-se na Tabela 7 a distribuição dos metais pesados e pH encontrados nas amostras de solo, que foram coletados na profundidade de 20 a 40 cm.

Tabela 7 – Valores médios de pH e metais pesados detectados nas amostras de 20 a 40 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

Profundidade	Amostra dos Pontos	pH CaCl ₂ 0,01 mol/L	Cu	Mn	Zn	Cd	Pb	Ni	
			Cobre	Manganês	Zinco	Cádmio	Chumbo	Níquel	
mg/dm ³									
(20-40)	P1	A	7,40	6,27	7,70	14,41	0,05	1,31	0,55
		B							
		C							
	P2	A	7,23	7,76	10,72	18,96	0,05	10,15	0,72
		B							
		C							
	P3	A	7,57	4,78	6,64	99,15	0,16	0,72	0,42
		B							
		C							
	P4	A	7,90	4,10	6,22	32,81	0,07	13,57	0,38
		B							
		C							
	P5	A	5,33	0,29	10,27	1,32	0,01	0,00	0,15
		B							
		C							

Observa-se na tabela 7, que nas amostras de solo coletadas na profundidade de 20 a 40 cm, que o pH se apresentou alcalino nos pontos P4 (7,90), P3 (7,57), P1 (7,40) e P2 (7,23). Verificou-se pH ácido nas amostras de solo extraídas do ponto P5(5,33). Destaca-se que os valores obtidos de pH na profundidade de 20 a 40 cm apresentaram pouca diferença, quando comparados aos das amostras coletadas extraídas da profundidade de 0 a 20 cm.

Quanto ao teor de Cobre, ressalta-se que foi encontrado mais elevado nos pontos P2 (7,76) e P1 (6,27). Tal metal foi encontrado em menor concentração na profundidade de 20 a 40 cm, quando comparados aos achados nas amostras de 0 a 20 cm. É importante mencionar que, os teores do Cu nessa profundidade (20 a 40cm) estão inferiores aos valores de prevenção preconizados pela Resolução CONAMA 420/2009, portanto não são maléficos ao ambiente e a saúde pública.

O Manganês demonstrou-se aumentado nos pontos P5 (10,27) e P2 (7,70). No entanto, ao comparar os valores de Mn obtidos nas amostras de 20 a 40 cm, com os da profundidade de 0 a 20 cm, evidenciou-se que na de 0 a 20 cm foi encontrado aumentado em 4 pontos amostrais e na de 20 a 40 cm, apenas em dois. Como citado anteriormente, o CONAMA não aponta teor de referência para esse metal, no entanto, a sua presença no solo está relacionada diretamente ao pH e a oxidação.

O Zinco foi achado em valores maiores nas amostras dos pontos P3 (91,31) e P1 (16,27). Conforme os valores orientadores do CONAMA, o Zinco foi detectado no solo do lixão do município em estudo, entretanto, em teor não considerado de prevenção e intervenção.

O Cádmiu apresentou-se baixos teores nos diferentes pontos amostrais, sendo maior o encontrado no P1 (0,10). Segundo os valores orientadores do CONAMA (2009) para esse metal, o Cádmiu presente nas amostras coletadas dos pontos P3 e P1 apresentam-se inferior ao valor de prevenção, que é 1,3, sendo este um resultado positivo como dito anteriormente, devido a esse metal ser altamente maléfico a saúde individual e coletiva, mesmo quando a população é exposta a pequenas quantidades.

Com relação ao Níquel, frisa-se que esse metal foi encontrado nas amostras de 20 a 40 cm de profundidade em concentração inferior ao valor de prevenção e intervenção recomendado pela resolução CONAMA 420/2009.

Quanto ao Chumbo, informa-se que o ponto P4 (13,57) foi o de maior concentração, contudo está inferior aos valores de prevenção e intervenção da resolução CONAMA. Tal resultado também é positivo, por esse metal ser altamente tóxico.

Corroborando com os achados do estudo, Becegato et al. (2010) ao pesquisarem a cerca da distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados em um lixão que foi desativado no município de Lages-SC, evidenciaram teores médios de Cádmiu, Cromo, Níquel e Chumbo, entre 0,2; 13,1; 7,2 e 8,9, sendo esses valores inferiores aos valores de qualidade, prevenção e intervenção da tabela do CETESB.

Por outro lado, Moreira et al. (2010) ao desenvolverem estudo com o objetivo de determinarem as peculiaridades do resíduo sólido urbano aterrado, detectaram 1,62 mg/kg de Cádmiu, 107,19 mg/kg - Cromo, 65,07 mg/kg -Cobre, 34,43 mg/kg de Ferro, 281,43 mg/kg de Manganês, 43,60 mg/kg de Níquel, 28,62 mg/kg – Chumbo e 0,78 mg/kg de Zinco, sendo o total de Zinco sem significância, quando comparado aos demais metais, pois os outros foram encontrados em quantidades superiores aos parâmetros do CETESB e CONAMA.

Lopes et al. (2010) ao realizarem estudo sobre metais pesados em zonas naturais e municípios do estado do Rio Grande do Norte, constataram valores totais de metais entre 6,43 mg/kg para o Cádmiu, 95,24 mg/kg Crômio, 106,23 mg/kg para

o Chumbo e 48,42 mg/kg de Níquel. Tais achados apontaram para contaminação do solo, pois os teores detectados são superiores aos valores orientadores da tabela do CETESB de 2014.

Pertinente a isso, Cavalett; Cavalho e Fortes Neto (2013) ao analisarem as concentrações de arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em uma área no bairro Embocuí, município de Paranaguá – Pr, que foi utilizada por mais de 30 anos como lixão a céu aberto, detectaram o chumbo (Pb), cromo (Cr) e mercúrio (Hg), em concentrações mais elevadas quando comparadas aos demais metais. No entanto, tais concentrações foram evidenciadas em valores inferiores aos de contaminação para solo estabelecidos pelo CETESB (2005). Já o Pb e Hg foram detectados acima do valor de referência para solo natural, o que necessita de acompanhamento e monitoramento de tais teores, para verificar se o solo pode se contaminar com estes.

A tabela 8 diz respeito à distribuição dos metais pesados e pH achados nas amostras de solo, que foram extraídas na profundidade de 40 a 60 cm.

Tabela 8 – Valores médios de pH e metais pesados detectados nas amostras de 40 a 60 cm de profundidade, coletadas no lixão do município de Augustinópolis, Tocantins, julho de 2016.

Profundidade	Amostra dos Pontos		pH	Cu	Mn	Zn	Cd	Pb	Ni
			CaCl ₂ 0,01 mol/L	Cobre	Manganês	Zinco	Cádmio	Chumbo	Níquel
mg/dm ³									
(40-60)	P1	A	7,37	6,48	6,92	13,77	0,05	9,99	0,62
		B							
		C							
	P2	A	7,20	7,13	8,61	31,36	0,07	2,49	0,73
		B							
		C							
	P3	A	7,50	5,35	7,37	53,54	0,06	5,37	0,58
		B							
		C							
	P4	A	7,73	4,50	6,67	8,67	0,04	1,33	0,34
		B							
		C							
	P5	A	5,63	0,21	7,52	0,80	0,01	0,00	0,16
		B							
		C							

Visualiza-se nas amostras extraídas da profundidade de 40 a 60 cm, que o pH é alcalino nos pontos P4 (7,73) e P3 (7,5). No entanto, o pH apresentou-se ácido nas amostras de solo retiradas do ponto P5(5,63), sendo essas coletadas da área fora do lixão.

Constatou-se também nas amostras de 40 a 60 cm, que o teor de Cobre foi mais significativo no ponto P3 (7,13) e P1 (6,48). Pontua-se que as amostras retiradas na profundidade de 40 a 60 cm apresentaram menor quantidade desse metal, quando comparado nas demais profundidades, porém esse resultado não indica prejuízos ao meio ambiente e a saúde pública, uma vez que os valores obtidos são inferiores aos valores orientadores do CONAMA.

O Manganês mostrou-se elevado com representatividade apenas nos pontos P2 (8,61), porém não acarreta danos ao meio ambiente e saúde pública.

É importante destacar que, o Zinco foi achado em valores menores que as amostras coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm e de 40 a 60 cm, em teores inferiores aos parâmetros da resolução CONAMA, sendo um achado também positivo, pois não foi encontrado em concentrações que possam acarretar danos ao meio ambiente.

O Cádmiu apresentou teores mais altos no ponto amostral P2 (0,07), sendo esse metal encontrado nessa profundidade em concentração mais baixa que as profundidades de 0 a 20 e 40 a 60 cm, e inferior aos valores do CONAMA.

O Chumbo foi encontrado com maior teor nas amostras do ponto P1(10,54), mas também inferior aos valores orientadores CONAMA, pois mesmo tendo sido detectado no solo analisado, apresentou concentrações baixas.

Nascimento (2017) ao avaliar a qualidade do solo em um lixão que foi desativado na cidade de Brejinho, no estado do Rio Grande do Norte detectou concentrações totais dos seguintes metais Cr, Mn, Pb e Zn, sendo que estes demonstraram elevação nas taxas de seus teores 21,10%, 424,07%, 2.150,85% e 17.500,00%. Preston et al. (2014) pontuam que o Zinco foi o metal que mais apresentou variação em sua concentração nos dois ambientes, pois seu teor excedeu o valor orientador de referência de qualidade do CONAMA, além de ser um metal com elevada mobilidade quando comparado aos demais, o que constitui um fator preocupante (PASTOR; HERNANDES, 2012).

Pinto Filho et al. (2012) em estudo sobre monitoramento do solo do lixão do município de Apodi – RN encontraram concentrações totais dos metais Cd, Cr e Ni menores que os Valores Referência de Qualidade – VRQ do CONAMA, concluindo assim que a área do lixão do referido município não apresenta risco de contaminação por tais elementos. Por outro lado, os autores supracitados ressaltam que as concentrações detectadas de Cu e Zn encontram-se dentro do Valor de

Prevenção - VP, sendo que esse resultado é um aviso para uma provável contaminação do local onde funciona o lixão de Apodi - RN por metais pesados. Além disso, o Chumbo foi evidenciado em concentrações superiores aos valores de intervenção do CONAMA, tal achado demonstra que a área usada para disposição final dos resíduos sólidos urbanos pode constituir-se uma das causas que culminarão na contaminação do solo e, da água.

Pertinente a isso, Santana e Barroncas (2007) e Oliveira (2007), ao realizarem pesquisa sobre os teores de metais pesados presentes em águas no estado de Manaus, constataram que os valores obtidos estavam superiores aos estabelecidos pelo CONAMA, indicando assim contaminação das águas analisadas.

6 CONCLUSÃO

A maneira inadequada como são descartados os RSU em muitos municípios brasileiros, tem sido considerada uma questão preocupante e até mesmo um problema de saúde pública, uma vez que ao ser lançados em lixões a céu aberto contribuem significativamente para poluir ainda mais o ambiente, além de causar a contaminação dos mananciais de água potável, e favorecer a disseminação de doenças através de vetores que se multiplicam nesses locais ou que usam os resíduos como fonte de alimentação.

Tendo em vista a importância dessas considerações e o conhecimento de legislações acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, sentiu-se a necessidade de realizar o estudo sobre metais pesados na área do lixão do município de Augustinópolis - TO, e confrontar os resultados com a literatura específica sobre os impactos que estes podem acarretar ao solo, meio ambiente e saúde pública, pois a falta de gerenciamento dos resíduos em um município pode degradar progressivamente os recursos naturais existentes na área do lixão, com repercussões diretas e indiretas para a população.

Assim, ao avaliar a presença de metais pesados e pH no solo do lixão do município de Augustinópolis – TO, foi possível constatar a presença de pH ácido em diferentes pontos amostrais e profundidades, sendo também detectado pH alcalino em algumas amostras. Com relação aos metais pesados presentes no solo do referido lixão e de uma área próxima, torna-se necessário apontar que foram encontrados Chumbo, Cobre, Cádmio, Manganês, Zinco e Níquel, no entanto, em concentrações inferiores aos valores orientadores da Resolução CONAMA nº 420/2009, portanto, embora essa área contenha metais pesados, os teores dos mesmos não são considerados tóxicos. No entanto, com o passar do tempo e aumento dos resíduos despejados no lixão, tais metais podem causar danos ao meio ambiente e a saúde pública, por essa razão precisam de atenção do gestor, devendo esse providenciar um destino final mais adequado para os resíduos produzidos pela população.

Destaca-se que até a época da pesquisa não havia, no município, nenhuma forma de tratamento final adequado dos resíduos sólidos urbanos. Portanto, os resíduos eram sempre dispostos no lixão, que fica a aproximadamente 3 km do centro da cidade, seguindo a TO 201. No local onde são dispostos os respectivos

resíduos não há nenhuma forma de controle técnico. Trata-se de um local totalmente insalubre, com proliferação de insetos, mau cheiro, sendo esses fatores considerados fortes contribuintes para o comprometimento da saúde dos catadores que dali tiram seu sustento, além de degradação ambiental.

É importante destacar que o Plano Municipal de Augustinópolis previa a construção de um aterro sanitário para destinação final dos resíduos sólidos urbanos produzidos por sua população, no entanto, a obra deveria ter sido concluída em 2016 e está funcionando, mas até o momento continua parada.

Isso exposto, conclui-se que para mudar o cenário atual é necessário que os cidadãos sejam conscientes e verdadeiros atores sociais, que passem a cobrar dos gestores das diferentes esferas do governo o cumprimento da legislação vigente relacionada à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e as suas responsabilidades como representante do povo, tendo como foco principal reduzir os impactos causados ao meio ambiente e a saúde pública provenientes do manejo inadequado dos RSU.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, AM A, SIQUEIRA, J O. **Contaminação química e biorremediação do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.C.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.) Tópicos em Ciência do

Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p.300-307.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2008. São Paulo, 2008.196f.

_____. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, 2009**. São Paulo: Abrelpe, 2010.210f.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2011**. São Paulo, SP: ABRELPE, 2012. 186 p.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2012**. São Paulo, SP: ABRELPE, 2013. 116 p.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2013**. São Paulo, SP: ABRELPE, 2014. 114 p.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2014**. São Paulo, SP: ABRELPE, 2015. 120 p.

ALBERTIN, R M. et al. Lixo hospitalar. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 8, n. 66, 1 jun. 2003 . Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/4159>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

ALMEIDA, R L. **Geografia regional contemporânea do bico do papagaio: a região e a regionalização**. 2015. Disponível em: <<http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/13/420.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ALCANTARA, A J O. **Composição gravimétrica dos resíduos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cárceres: Mato Grosso**. 2010.89f. Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Mestre. Cárcere – MT: UEMT, 2010. Disponível em: <<http://www.unemat.br/prppg/ppgca/teses/2010/02.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

ANDREOLI, CV.; ANDREOLI NADAI,F; TRINDADE, TV; HOPPEN, C. **Resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada**. 2014. Disponível em: <http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ANHANGUERA TV. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2014/08/117-municipios-do-nao-atendem-politica-nacional-de-residuos-solidos.html>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ANICETO, KCP; HORBE, AMC. **Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil**. Acta Amazonica, v. 42, n. 1, p. 135-148, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100016>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. **Resíduos sólidos**: Classificação. São Paulo: ABNT, 2004.

_____. NBR 13.221. **Transporte terrestre de resíduos**. São Paulo: ABNT, 2003. <http://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/Abnt-Nbr-13221-Transporte-Terrestre-De-Residuos.pdf>. 2003
Acesso em 18 de setembro 2017.

AVILA-CAMPOS, JM. **Metais Pesados: Um Perigo Eminente**. 2018. Disponível em: <http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=56&lang=br>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BARROS, IC. **Riscos socioambientais e de saúde: representações sociais dos moradores do entorno do lixão em um município sul baiano**. 2015. 112f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Mestrado Acadêmico em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. – Ilhéus, BA: UESC, 2015.

BARROS, RG; DIAS,PP; ARAÚJO, VKA. Investigação de passivo ambiental na área do aterro sanitário de Hidrolândia, GO . **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 3, set-dez. 2015, p. 73-82

BECEGATO, VA.; WALTER, JA.; RAFAELI NETO, SL.; CABRAL, JBP.; MARCON, AK., et al. **Distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados no lixão desativado da cidade de Lages/SC**. Geoambiente, n. 14, p. 121-135, 2010.

BERNARD, A. **Renal dysfunction induced by cadmium: biomarkers of critical effects**. Biometals, v.17,n.5,p.519-23,2004.

BIONDI, C M. **Teores naturais de metais pesados nos solos de referência do estado de Pernambuco**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 67p. (Tese de Doutorado).

BIONDI, CM.; NASCIMENTO, CWA.; FABRICIO NETA, AB.; RIBEIRO, MR. **Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni e Co em solos de referência de Pernambuco**. R. Bras. Ci. Solo, v.35, p.1057-1066, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA 06, de 19 de setembro de 1991. **Estabelece critérios para a desobrigação da incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos da saúde, portos e aeroportos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 30 out. 1991.

_____. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3 ed. rev. Brasília:Fundação Nacional de Saúde, 2004.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;** altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2007.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução n.º 420, de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2009a.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Resíduos sólidos e a saúde da comunidade.** Brasília: FUNASA, 2009b.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativa de População- Araguatins- TO no ano de 2010.** 2010a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 31 mai. 2015.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo>>. Acesso em: 15 out. 2015.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** DOU, S.1 – Atos Poder Legislativo, ano 147, n. 147 de 03/08/2010. 2010c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 6 out. 2015.

_____. **Código Civil, Código de Processo Civil, Constituição Federal e Legislação civil.** Organização Yussef Said Cahali. 12. ed. rev., ampl. e atual.- São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010d.

_____.Ministério das Cidades .Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014.** Brasília: MCIDADES.SNSA, 2016.

CAVALLET; L E; CARVALHO, S G; FORTES NETO, P. **Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos**. Revista Ambiente. Água, Taubaté, v.8, n.3, Sept./Dec. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 jul. 2018.

CARVALHO, M M C. **Análise ambiental do aterro sanitário do município de anápolis estado de Goiás**. 2011. 129f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, para obtenção do título de Mestre em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Anápolis-GO: Centro Universitário de Anápolis – UNIEVANGÉLICA, 2011.

CETESB (Companhia de tecnologia de saneamento ambiental). **Inventário Estadual de resíduos sólidos domiciliares – relatório de 2005**. São Paulo: CETESB, 2012, 95 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

COLARES, RMR. **Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos na região Norte do Tocantins [manuscrito]: perspectivas de inclusão de catadores**. 2015. 125f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do Título de Mestre em Direito. Goiânia: PUC- GO, 2015.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Composto Urbano**. 2010. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

COPOLA, GA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Lei federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: os aterros sanitários de rejeitos e os municípios**. Fórum de Direito Urbano e Ambiental, Belo Horizonte, v. 10, n. 58, 2011.

CRESPO, S; COSTA, SS. Planos de gestão. In: JARDIM, A; YOSHIDA, C; MACHADO FILHO, JV. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012, p. 283- 302.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solos. 2ed. rev. e atual. EMBRAPA: Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ECYCLE. **Níquel: conheça sua importância, os riscos e como lidar com este metal**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/1840-niquel-caracteristicas-consumo-contato-bijuterias-alimentacao-exposicao-impacto-efeito-riscos-toxico-saude-sensibilidade-doencas-cancer-contaminacao-extracao-mineracao-poluicao-degradacao>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FANN N, BAKER KR, FULCHER CM. **Characterizing the PM (2.5)-related health benefits of emission reductions for 17 industrial, area and mobile emission sectors across the U.S**. Environ Int., v.49C, p.141-51,2012.

FERREIRA AP; HORTA MAP; CUNHA CLN. **Assessment of heavy metal concentrations in sediment, water and organs of Nycticorax nycticorax (Black-crowned Night Heron) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil.** J Integrat Coastal Zone Manage, v.10, n.2,p.81-93,2010.

FERREIRA, AP; DIAS, E. **Concentrações séricas de metais e suas implicações para a saúde pública Wermelinger.** J Health Sci Inst., v.31,n.1,p.13-9,2013.

FERREIRA, S L. **Os “Catadores do lixo” na constituição de uma nova cultura: a de separar o lixo e da consciência ambiental.** Revista Uratágua, Maringá, n.7, p 01- 06, 2005.

FONTAINE, J; DEWAILLY, E; BENEDETTI, JL.; PEREG, D; AYOTTE, P; DÉRY, S. **Re-evaluation of blood mercury, lead and cadmium concentrations in the Inuit population of Nunavik (Québec): a cross-sectional study.** Environmental Health, 2008.

FRANKENBERG, CLC. **Resíduos sólidos: geração, gestão e responsabilidades.** Revista Textual, v.1, n. 13, abr 2011. Disponível em: <http://www.sinpro-rs.org.br/textual/abr11/pdfs/sinpro_revista_textual_4_9.pdf>. Acesso em: 8 out. 2011.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos.** Belo Horizonte, 36 p., 2010. Disponível em: <www.feam.br>. Acesso em: 26 mar. 2016.

GIORDANO, G.; FILHO, O B.; CARVALHO, R J. **Processos Físico-químicos para Tratamento do Chorume de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos.** 1 ed. Rio de Janeiro: Coletânea em Saneamento Ambiental – COAMB, 2011. 182p.

GOMES, P A; NOGUEIRA, J M; IMBROISI, D. **Estudo de viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos – o caso de Catalão, Goiás.** Anais: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável. Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina, 2004.

GOMES, A C C; SILVA, T S; MACHADO, J I; SANTOS, NA. **Estudo Preliminar para Implantação de Projeto Modelo de Aterro Sanitário no Município de Volta Redonda.** XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2014.

GUEDES, M R. **Metais pesados em solos: ocorrência. 2008.** Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/geofagos/2008/07/metaispesados-em-solos-ocorrencia.php>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

HYPOLITO, R.; EZAKI, S. **Íons de metais pesados em sistema solo-lixo-chorume-água de aterros sanitários da região metropolitana de São Paulo-SP.** Águas Subterrâneas. São Paulo, v. 20, n. 1, p. 99-114, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Anápolis.** Anápolis: 2004.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Situação social das catadoras e dos catadores de material reciclável e reutilizável – Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/porta/imagens/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacaosocial_mat_reciclavel_brasil.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

JUNIOR,EFO; FREIIPRE,RS. **Os impactos ambientais decorrentes da produção de resíduos sólidos urbanos e seus riscos a saúde humana**. Rev. Eletrônica da faculdade José Augusto Vieira, Ano VI, n8, set 2013. Disponível em: http://fjav.com.br/revista/Downloads/edicao08/Artigo_158_171.pdf

KEIMERICH, PDC., et al. **Impactos Ambientais Decorrentes da Disposição Inadequada de Lixo Eletrônico no Solo**. Revista de Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n 2, p. 208 – 219, mar./abri.2013.

KENNETH, JA; SHEN, C.; RAWLS, HR. **Phillips Materiais Dentários**.12.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2013.

KIM Y; LEE BK. **Associations of blood lead, cadmium, and mercury with estimated glomerular filtration rate in the Korean general population: analysis of 2008-2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data**. Environ Res, v.118,p.124-9,2012.

KORF, E P.; MELO, E F R Q.; THOMÉ, A; ESCOSTEGUY, P A V. **Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo - RS**. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 2, n. 2, p. 43-60, 2008.

KUNO R; ROQUETTI MH; GOUVEIA N. **Concepts and determination of reference values for human biomonitoring of environmental contaminants**. Revista Panamericana de Salud Pública ,v.27, n.1, p.74-9,2010.

LABORSOLO. Micronutrientes: conhecendo o Manganês. 2013. Disponível em: <<https://www.laborsole.com.br/analise-quimica-de-solo/micronutrientes-conhecendo-o-manganes/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

LIMA, J D. **Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**. João Pessoa – PB: ABES, 2001.

LIMA, LMQ. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. 3 ed. São Paulo: Editora Hemus, 2005.

LOPES, HSS; SILVA, FN; MEDEIROS, MG; FREIRE, GM.; SANTOS, MN. Teores de elementos-traço nas áreas naturais e de aterros em solos do Rio Grande do Norte. **Anais...XVIII RBMCSA**, Teresina, 2010 - CD - ROM.

MACHADO, PAL. **Direito Ambiental Brasileiro**. Malheiros. São Paulo: 2009.

MACHADO, PAL. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos**. Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

MACHADO,GB. **Sistemas de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos**. 2015. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/sistemas-de-coleta-e-transporte-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 21 set. 2017.

MARQUES, RFPV. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. 2011. 95p. Dissertação ao programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos em sistemas sanitários da Universidade Federal de Lavras, para obtenção do título de mestre. Lavras: UFLA, 2011.

MARTINS, MF.; CÂNDIDO, GA. **Metodologia para Construção e Análise de Índices de Desenvolvimento Sustentável: uma aplicação no Estado da Paraíba**. João Pessoa - PB: Edições SEBRAE, 2008.

MELDAU,DC. **Intoxicação por Manganês**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/saude/intoxicacao-por-manganes/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 2002. 207p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana. São Carlos: UFSCAR, 2002.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. 8ª ed. São Paulo: Editora Revista dos tribunais, 2013.

MILHOME, MAL; HOLANDA, JWB; DE ARAÚJO NETO, JR; DO NASCIMENTO, RF. Diagnóstico da Contaminação do Solo por Metais Tóxicos Provenientes de Resíduos Sólidos Urbanos e a Influência da Matéria Orgânica. Rev. Virtual Quim, v.10, n.1, p.59-72, 2018.

MILLER JÚNIOR, G T. **Ciência ambiental**. 11 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007 MONTEIRO, JHP.; FIGUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.D.; BRITO, J.C.X.D.; ALMEIDA, T.P.F.D.A; MANSUR, G.L.; ZVEIBIL, V.Z. (Coords.). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 15 ed. Rio de Janeiro: IBAM. 2001.200p.

MORAES, S. Governo do Tocantins. **Governo encerra discussões sobre gestão de resíduos sólidos**. 2017. Disponível em: <<https://secom.to.gov.br/index.php/noticia/339788/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MORAIS, DC. **Descrição ecoepidemiológica da comunidade do lixão municipal de Imperatriz-MA**. 2013. 80p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC), para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde. Goiânia: PUC, 2013.

MOREIRA, D A; MARTINEZ, MA.; SOUZA, J. A. R.; MATOS, A. T.; REIS, C. REIS, E. L. **Determinação das características de resíduo sólido urbano aterrado.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 099-108, 2010.

MOREIRA, FR.; MOREIRA, JC. **Os Efeitos do Chumbo Sobre o Organismo Humano e seu Significado para Saúde.** Revista Panamericana de Salud Publica, v.15, n. 2, p. 119-29, 2004.

MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

MOTA, JC et al. **Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual.** 2009. ANAIS. I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/21942/14313>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MUÑOZ, SIS. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP:** Avaliação dos níveis de metais pesados.131f. Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP), para obtenção do título de Doutor. Ribeirão Preto, 2002.

NASCIMENTO, BHS. **Qualidade do solo em lixão desativado no município de Brejinho, RN.** 2017. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental. Natal- RN: UFRN, 2017.

NARAIN S. **Sanitation for all.** Nature, v.486, n.7402,p.185,2012.

NUNES, JC. **A gestão dos resíduos sólidos e a percepção sobre riscos ambientais em área do aterro sanitário no município de Salinópolis (PA).** 2012.25p. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano da Universidade da Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Belém, 2012.

OLIVEIRA, DL. **Influência do aterro municipal de Manaus sobre as águas superficiais da circunvizinhança: um enfoque ao estudo de metais pesados.** 2007. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, para a obtenção do título de Mestre em Química, área de concentração Química Analítica. UFAM, Manaus, 2007.

OLIVEIRA, BOS; TUCCI, CAF; NEVES JUNIOR, AF; SANTOS, AA. **Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá,** Amazonas. Eng Sanit Ambient, vol.21, n.3, p. 593-601, 2016.

PAN, J; PLANT, JA; VOULVOULIS, N; OATES, CJ; IHLENFELD, C. **Cadmium levels in Europe: implications for human health.** Environ Geochem Health, v.32, p. 1-12, 2010

PASTOR, J; HERNÁNDEZ, AJ. **Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact.** Science Direct. Journal of Environmental Management, n. 95, p. 542 – 549, 2012.

PARISE EV, ARAUJO GC, PINHEIRO, RT. **Análise espacial e determinação de áreas prioritárias para o controle da malária, no Estado no Tocantins, 2003-2008.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop. Uberaba, vol.44, n.1, p. 63-69, 2011.

PHILIPP JUNIOR, A. **Saneamento Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri-SP: Manole, 2005.

PINTO FILHO, JLO; SOUZA, MJJB; SANTOS, EG; FILGUEIRA GÊ, DR; CEZAR FILHO, P. **Monitoramento dos teores totais e disponíveis de metais pesados no lixão do município de Apodi-RN.** Revista Verde, Mossoró – RN , v.7, n.1, p. 141 – 147, 2012. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em: 10 fev 2018.

PRADEEP, J; HWIDONG, K; TOWNSEND, TG. **Heavy metal content in soil reclaimed from a municipal solid waste landfill.** Waste Management, v. 25, p. 25-35, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2004.08.009>

PRESTON, W; NASCIMENTO, CWA.; BIONDI, CM.; SOUSA JUNIOR, VS., et al. **Valores de Referência de Qualidade Para Metais Pesados em Solos do Rio Grande do Norte.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, vol. 38, n.3, p. 1028 – 1037, 2014.

PRISTA J; UVA JS. **A utilização de indicadores biológicos em Saúde Ocupacional.** Rev Port Saúde Pública, v.6,p.45-54,2006.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RIBEIRO, DV. **Resíduos Sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ROSA, AH.; FRACETO, LF.; MOSCHINI-CARLOS, V, eds. **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012. p.283-300.

ROCHA, ASO.; OLIVEIRA, CNN. ; GONÇALVES, LS; CARVALHO, MC. **A coleta e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos no município de Capim Grosso – BA.** 2007. Dissertação apresentada ao Mestrado em Eng. Civil e Eng. Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. 2007.

SANTANA, GP; BARRONCAS, PSR. **Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus (AM).** Acta Amaz., Manaus, vol.37,n.1, p.111-118, 2007.

SANTOS, GCG. **Comportamento de B, Zn, Cu, Mn, e Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes de efeito tóxico.** 2007. 153p. Tese apresentada ao programa de doutorado em Agronomia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Agronomia. USP, São Paulo, 2007.

SARMIENTO, SDP. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016: aumento de lixões e redução da coleta.** Disponível em: <<http://setor3.com.br/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-2016-aumento-de-lixoes-e-reducao-da-coleta/>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

SILVA, FC. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

SILVA FILHO, CRV. **Roteiro para Encerramento de Lixões.** 2017. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/estudo_roteiro2017.cfm>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SILVA FILHO, CRV; SOLER, FD. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei.** São Paulo: Trevisan Editora Universitária, 2012.

SIQUEIRA,MM; MORAES, MS. **Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo.** Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, vol.14, n.6, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232009000600018>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SOUSA,FHF; FERNANDES,AJMM. **A problemática dos impactos ambientais causados pelo funcionamento do lixão do município de Imperatriz – MA.** Anais do 7 Fórum internacional de resíduos sólidos. JUNHO, 2016. PORTO ALEGRE, RS.

WEINBERG, M. **Comece a reciclar.** Rev. Veja, n 35, p. 118-120, 2007.