



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

AMINI FERREIRA DA COSTA

**ANÁLISE DE RISCO À SAÚDE HUMANA POR USO DO SOLO CONTAMINADO
POR CHORUME NA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DE MACEIÓ**

MACEIÓ

2021

AMINI FERREIRA DA COSTA

**ANÁLISE DE RISCO À SAÚDE HUMANA POR USO DO SOLO CONTAMINADO
POR CHORUME NA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DE MACEIÓ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas, como pré-requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia: Dinâmica Socioambiental e Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto
Co-orientadora: Prof^ª Dr^ª Rosane Cunha Maia Nobre

MACEIÓ

2021

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

<p>C837a</p>	<p>Costa, Amini Ferreira da. Análise de risco à saúde humana por uso do solo contaminado por chorume na área do antigo lixão de Maceió / Amini Ferreira da Costa. – 2021. 103 f. : il. color.</p> <p>Orientador: José Vicente Ferreira Neto. Co-orientadora: Rosane Cunha Maia Nobre. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2021.</p> <p>Bibliografia: f. 90-100. Anexos: f. 101-103.</p> <p>1. Tomada de decisão. 2. Pesquisa científica. 3. Solos - Contaminação química - Maceió(AL). I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 351.777.6(813.5)</p>
--------------	---

Folha de Aprovação

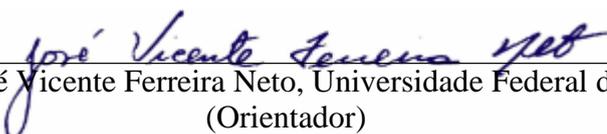
AUTORA: AMINI FERREIRA DA COSTA

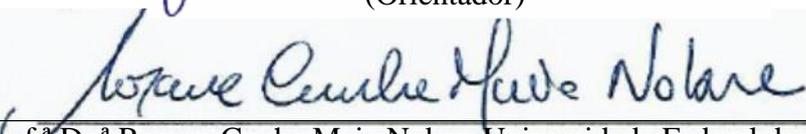
(ANÁLISE DE RISCO À SAÚDE HUMANA POR USO DO SOLO CONTAMINADO POR CHORUME NA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DE MACEIÓ, ALAGOAS/Apresentação da Dissertação de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Alagoas, na forma normalizada e de uso obrigatório)

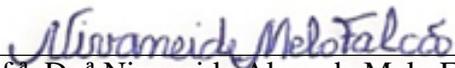
Relatório de exame de defesa submetido ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas e aprovado em ___ de setembro de 2021.

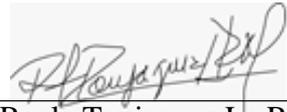
Orientador: Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto

Banca Examinadora:


Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto, Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)


Prof.^a Dr.^a Rosane Cunha Maia Nobre, Universidade Federal de Alagoas
(Co-orientadora)


Prof.^a Dr.^a Nivaneide Alves de Melo Falcão
(Examinadora Interna)


Prof.^a Dr.^a Regla Toujaguez La Rosa Massahud
(Examinadora Externa)

Maceió
2021

“A desigualdade dos direitos é a primeira condição para que haja direitos.”

Friedrich Nietzsche

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos anjos de luz por sempre estarem me protegendo e me guiando.

À minha família por todo apoio de sempre.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto por toda paciência, dedicação, apoio e partilha de conhecimentos.

À minha co-orientadora Prof. (a) Dr. (a) Rosane Cunha Maia Nobre, que tem me acompanhado desde a graduação e desde então sempre pude contar com seus ensinamentos, apoio e amizade.

Às professoras da banca: Prof. (a) Dr. (a) Nivaneide Alves de Melo Falcão e Prof.(a) Dr. (a) Regla Toujaguez La Rosa Massahud por suas orientações assertivas e essenciais.

À Jadna e Ana Lúcia (Vila Emater) pela disponibilidade e gentileza em conceder informações sobre a área de estudo.

Aos professores e colegas do Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGG-Ufal).

Aos amigos do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA).

Em especial aos meus amigos Anderson Marques, Ítalo David, Marcos Rangel e Whendel Cézár que me ajudaram quando mais precisei na elaboração da pesquisa.

Gratidão!

RESUMO

Os passivos ambientais gerados em atividades dos lixões a céu aberto em que não há cumprimento da legislação pertinente para a minimização dos impactos ambientais, caracterizam hoje um dos maiores problemas para sociedades e governos no que concerne à contaminação do meio físico. O antigo lixão de Maceió-AL, localizado no bairro Jacarecica, em uma área total de 22 hectares, funcionou desde 1967 ao ano de 2010, recebendo em seu solo resíduos sólidos e percolados sem o devido tratamento para proteção dos solos e das águas subterrâneas. Apesar do encerramento das suas atividades, o chorume gerado pelos resíduos não foi devidamente tratado, expondo os moradores do seu entorno às condições geradas pelo passivo ambiental, uma vez que ocasiona a acumulação de metais nos solos, nos sedimentos, nas águas subterrâneas e superficiais, na atmosfera e, por fim, nos seres humanos e animais através da ingestão de água e alimentos e da inalação de partículas em suspensão. Para identificar os impactos mencionados são utilizadas metodologias de avaliação de impactos ambientais, de caráter qualitativo, capazes de identificar quais os problemas que afetam diretamente o meio físico, o meio biótico e o meio antrópico. No presente estudo foram aplicadas as metodologias *checklist* e matriz de avaliação de impacto ambiental (baseada na matriz de Leopold), gerando uma listagem dos impactos ambientais observados na área de estudo. A partir da ocorrência dos impactos ambientais consequentes ao funcionamento de um lixão a céu aberto foram desenvolvidas técnicas que permitem uma quantificação dos danos à saúde humana oriundos de tais atividades. Para a quantificação dos riscos toxicológicos e carcinogênicos aos quais os moradores que estão ocupando o entorno do antigo lixão de Maceió-AL estão submetidos, através do uso da água local por poços de captação para diversos fins, foi utilizada a ferramenta *RBCA- Toolkit for Chemical Releases* (Ação Corretiva Baseada em Risco-Kit de Ferramentas para Liberações Químicas), pela comparação de dados das Planilhas para Avaliação de Riscos em Áreas Contaminadas sob Investigação, elaboradas pela CETESB, resultando em índices de alerta para a população local, uma vez que os resultados dos riscos quantificados apresentaram valores maiores que as máximas permissíveis. Atualmente, ainda que o litoral norte de Maceió-AL possua uma área contaminada por chorume representando riscos à saúde humana, o visual paisagístico devido sua localização na costa litorânea, sobressai aos interesses da especulação imobiliária, tornando a área atrativa à expansão urbana. Tal situação demonstra a necessidade de haver uma investigação mais detalhada sobre os impactos na área.

PALAVRAS-CHAVE: Tomada de decisão; investigação científica; contaminantes químicos

ABSTRACT

The environmental liabilities generated by open-air dumps activities in which there is no compliance to minimize environmental impacts, characterize today one of the biggest problems for societies and governments with regard to the contamination of the physical environment. The old dump in Maceió-AL, located in the Jacarecica neighborhood, in a total area of 22 hectares, operated from 1967 to 2010, receiving solid and percolated waste in its soil without the proper treatment to protect soil and groundwater. Despite the closure of its activities, the slurry generated by the waste was not properly treated, exposing the residents of its surroundings to the conditions generated by the environmental liability, as it causes the accumulation of metals in soils, sediments, groundwater and surface water, in the atmosphere and, finally, in humans and animals through the ingestion of water and food and the inhalation of suspended particles. In order to identify the mentioned impacts, qualitative environmental impact assessment methodologies are used, capable of identifying the problems that directly affect the physical environment, the biotic environment and the anthropic environment. In this study, the checklist and environmental impact assessment matrix methodologies (based on the Leopold matrix) were applied, generating a list of the environmental impacts observed in the study area. From the occurrence of environmental impacts resulting from the operation of an open-air dump, techniques were developed that allowed a quantification of the damage to human health arising from such activities. To quantify the toxicological and carcinogenic risks to which residents who are occupying the surroundings of the old dump in Maceió-AL are subjected, through the use of local water by collection wells for various purposes, the RBCA-Toolkit for Chemical tool was used comparing data from the worksheets for Risk Assessment in Contaminated Areas under Investigation, prepared by CETESB. Releases, by comparing data from the Worksheets for Risk Assessment in Contaminated Areas under Investigation, prepared by CETESB, resulting in alert indices for the local population, since the results of the quantified risks presented values greater than the maximum permissible. Currently, although the north coast of Maceió-AL has an area contaminated by leachate representing risks to human health, the scenic look due to its location on the coastal coast, stands out to the interests of real estate speculation, making the area attractive to urban expansion. This situation demonstrates the need for a more detailed investigation into the impacts in the area.

KEYWORDS: Decision making; scientific investigation; chemical contaminant.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ASMOVE	Associação de Moradores da Vila Emater
ATSDR	<i>Agency For Toxic Substances and Disease Registry</i>
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CERCLA	Resposta Ambiental, Compensação e Contigências
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMA'S	Concentrações Máximas Aceitáveis
COBEL	Companhia Beneficiadora de Lixo
COHAB	Companhia de Habitação Popular de Alagoas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
GIS	<i>Geographic Information System</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPASEAL	Instituto de Assistência à Saúde dos Servidores do Estado de Alagoas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NEPA	<i>National Enviromental Policy of Act</i>
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PH	Potencial Hidrogeniônico
PL	Projeto de Lei
PLS	Projeto de Lei do Senado
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RBCA	<i>Toolkit for Chemical releases</i>
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMINFRA	Secretaria Municipal de Infraestrutura
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Impactos da disposição de resíduos sólidos.	24
FIGURA 02: Esquema de um aterro sanitário.....	25
FIGURA 03: Esquema de um aterro controlado.	26
FIGURA 04: Área de estudo.	43
FIGURA 05: Mapa do estado de Alagoas com a divisão municipal.....	44
FIGURA 06: Cenários avaliados.....	53
FIGURA 07: Perfil esquemático da área do antigo lixão contaminado por chorume.....	57
FIGURA 08: Localização dos poços utilizados para descrição geológica local.	58
FIGURA 09: Principais vias de ingresso.....	60
FIGURA 10: Cobertura vegetal realizada no antigo lixão de Maceió-Al.	69
FIGURA 11: Residências domiciliares.	70
FIGURA 12: Solo exposto.	70
FIGURA 13: Resíduos destinados a reciclagem.	70
FIGURA 14: Resíduos a céu aberto.	70
FIGURA 15: Muro de isolamento em frente a Vila Emater.....	71
FIGURA 16: Descarte irregular de resíduos sólidos.	71
FIGURA 17: Água pluvial acumulada	71
FIGURA 18: Visão sentido Leste a partir do antigo lixão de Maceió-Al.	72
FIGURA 19:Resíduos sólidos descartados a céu aberto.	72
FIGURA 20: Resíduos sólidos descartados a céu aberto.	72
FIGURA 21: Resíduos sólidos descartados a céu aberto.	72
FIGURA 22: Resíduos sólidos descartados a céu aberto.	72

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: Valores das máximas mensais de precipitação média de Maceió-Al	45
GRÁFICO 02: Composição do RC (Vila Emater-criança)	81
GRÁFICO 03: Composição do RT (Vila emater-criança)	81
GRÁFICO 04: Composição do RC (Vila Emater-adulto).....	82
GRÁFICO 05: Composição do RT (Vila emater-adulto).....	82
GRÁFICO 06: Composição do RC (Prédio à jusante-criança)	82
GRÁFICO 07: Composição do RT (Prédio à jusante-criança)	82
GRÁFICO 08: Composição do RC (Prédio à jusante-adulto).....	83
GRÁFICO 09: Composição do RT (Prédio à jusante-adulto).....	83
GRÁFICO 10: Vias de ingresso para RC (Vila Emater-criança)	83
GRÁFICO 11: Vias de ingresso para RC (Vila Emater-adulto)	83
GRÁFICO 12: Vias de ingresso para RT (Vila Emater-criança)	84
GRÁFICO 13: Vias de ingresso para RT (Vila Emater-adulto)	84
GRÁFICO 14: Vias de ingresso para RC (Prédio à jusante-criança)	84
GRÁFICO 15: Vias de ingresso para RC (Prédio à jusante-adulto)	84
GRÁFICO 16: Vias de ingresso para RT (Prédio à jusante-criança)	85
GRÁFICO 17: Vias de ingresso para RT (Prédio à jusante-adulto).....	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Composição típica de chorumes novos e velhos de aterros sanitários.	33
TABELA 02: Resumo da caracterização das 31 amostras de chorume coletadas no período de Dezembro2003 a Dezembro2008.	34
TABELA 03: Renda familiar na comunidade Vila Emater	48
TABELA 04: Parâmetros físico-químicos do chorume	54
TABELA 05: Valores médios e máximos das concentrações	56
TABELA 06: Características dos poços.	58
TABELA 07: Dados do meio físico	59
TABELA 08: Referências para dose limite	60
TABELA 09: Descrição dos parâmetros de exposição	68
TABELA 10: Resultado dos riscos avaliados	77
TABELA 11: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 01)	77
TABELA 12: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 02)	78
TABELA 13: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 03	78
TABELA 14: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 05)	79
TABELA 15: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 06)	80
TABELA 16: Resultado dos riscos avaliados para cada contaminante (cenário 07)	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Metodologias de avaliação de impacto ambiental	21
QUADRO 02: Resumo do histórico das legislações sobre resíduos sólidos	27
QUADRO 03: Princípios gerais e principais objetivos específicos da PNRS	31
QUADRO 04: Classificação de maturidade de um aterro	32
QUADRO 05: Parâmetros físico-químicos	34
QUADRO 06: Fontes e doenças relacionadas a elementos químicos presentes no chorume	36
QUADRO 07: Áreas contaminadas no Brasil	42
QUADRO 08: Aspectos avaliados (<i>checklist</i>)	50
QUADRO 09: Características locais das referências	55
QUADRO 10: Concepção dos cenários para avaliação	66
QUADRO 11: Lista de impactos ambientais (<i>checklist</i>)	73
QUADRO 12: Matriz de avaliação de impactos ambientais	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 Geral	18
2.2 Específicos	18
3 JUSTIFICATIVA	19
4 REVISÃO DA LITERATURA	20
4.1 Avaliação de Impacto Ambiental	20
4.2 Resíduos Sólidos	22
4.3 Disposição Final dos Resíduos Sólidos	24
4.4 Legislação Regulamentadora dos Resíduos Sólidos	27
4.5 Chorume	32
4.6 Resolução Conama 420	36
4.7 Avaliação de Risco a Saúde Humana	38
5 MATERIAL E MÉTODO	43
5.1 Caracterização da Área de Estudo	43
5.1.1 Município de Maceió-AL	43
5.1.2 Clima	45
5.1.3 Vegetação	46
5.1.4 Relevô	46
5.1.5 Hidrografia	46
5.1.6 Geologia	47
5.1.7 Bairro Jacarecica	47
5.2 Descrição da pesquisa	48
5.2.1 Coleta de dados	49
5.2.2 Identificação e avaliação do impactos ambientais	49
5.2.3 Concepção dos cenários de avaliação	52

5.2.4 Composição química do chorume	54
5.2.5 Aplicação das planilhas de avaliação (CETESB)	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
7. CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS	88

1 INTRODUÇÃO

O antigo lixão de Maceió está localizado no bairro de Jacarecica, nas coordenadas 09° 33' S e 35° 46' W, a poucos metros da costa atlântica, em uma área total de 22 hectares e seu funcionamento ocorreu do ano de 1967 ao ano de 2010, recebendo em seu solo resíduos sólidos e percolados sem o devido tratamento para proteção dos solos e das águas subterrâneas.

Apesar do encerramento das suas atividades, o chorume gerado pelos resíduos não foi devidamente tratado, expondo os moradores do seu entorno às condições geradas pelo passivo ambiental, uma vez que ocasiona a acumulação de metais nos solos, nos sedimentos, nas águas subterrâneas e superficiais, na atmosfera e, por fim, nos seres humanos e animais através da ingestão de água e alimentos e da inalação de partículas em suspensão.

O antigo lixão de Maceió-Al, mesmo após o seu encerramento continuou a causar diversos problemas que afetam diretamente o meio físico, o meio biótico e o meio antrópico, sendo possível identificar a ação negativa do mesmo. Para isso, foram avaliados seus impactos utilizando metodologias de avaliação *checklist* e matriz de avaliação de impactos ambientais (baseada na matriz de Leopold).

Os passivos ambientais gerados por atividades dos lixões a céu aberto em que não há cumprimento de legislação específica para a minimização dos impactos ambientais caracterizam hoje um dos maiores problemas para sociedades e governos no que concerne a contaminação do meio físico. Tendo em vista esta situação, foram desenvolvidas técnicas que permitem uma melhor quantificação dos impactos ambientais e dos danos à saúde humana oriundo de tais atividades e que têm sido amplamente utilizadas. A avaliação de Riscos Toxicológicos e Riscos Carcinogênicos, com a utilização da ferramenta RBCA - *Toolkit for Chemical Releases* é realizada em âmbito nacional, pela comparação de dados das Planilhas para Avaliação de Riscos em Áreas Contaminadas sob Investigação elaboradas pela CETESB. Esta metodologia foi inicialmente elaborada para hidrocarbonetos e posteriormente ampliada a outras substâncias químicas. O procedimento RBCA é flexível, tecnicamente defensável para tomada de decisões com base na quantificação do risco à saúde humana.

Relaciona-se assim a avaliação de risco à saúde humana por contaminação do solo ao expansionismo urbano, pois como é citado por Martins (2012), o desenvolvimento que ocorreu no Brasil como fruto de políticas desenvolvimentistas a qualquer custo, gerou o crescimento acelerado das cidades brasileiras, cujo resultado tem sido uma configuração heterogênea destas, devido possibilitar o desenvolvimento de espaços urbanos adequados, mas também se caracterizar pela dominante pobreza urbana, onde a exclusão social e o desordenamento

territorial têm ocasionado significativa mudança na sua estrutura interna, formação de anéis periféricos e expansão da região metropolitana. Essa configuração gera problemas intensos para a gestão urbana, onde o acesso à infraestrutura urbana é muito restrito e as instalações sanitárias são precárias, assim como as condições de habitação. Como resultado deste e de outros processos tem-se a poluição do ar e das águas, o lançamento de esgoto a céu aberto, favelização, ocupação de encostas e de áreas de riscos, que por sua vez geram erosões do solo, enchentes, desabamentos e poluição dos mananciais de abastecimento.

Na década de 50 Maceió passa por modificações urbanísticas com o aumento da migração de pessoas do interior, cerca de 154%. A população chega a 121.000 habitantes e com esse crescimento populacional acarreta problemas relacionados ao uso e ocupação do solo. Pode-se perceber que até então a cidade de Maceió não possuía nenhuma lei de organização do uso e ocupação do solo, tampouco fiscalização/planejamento por um órgão preparado para seu desenvolvimento (CARVALHO, 2007).

Na década de 60 por ser considerado distante (6km) do centro de Maceió, o bairro Cruz das Almas foi escolhido para sediar o depósito de lixo e conseqüentemente formou-se no seu entorno a vila de moradores denominada “Vila Emater”, constituída por pessoas que viram oportunidade de sobrevivência desempenhando atividade como catadores de lixo.

A Vila Emater, dividida em I e II, até o ano de 2012, tinha sua área pertencente ao Governo do Estado de Alagoas, que autorizou a doação de terras para a ASMOVE (Associação de Moradores da Vila Emater) em Concessão Especial de Uso para Fins de Moradia para o funcionamento da Cooperativa de Reciclagem e Doação para Fins de Moradia e Interesse Social, ambos os institutos com base no Estatuto da Cidade (TEXEIRA, MENDES e GOMES, 2015).

A falta de planejamento no momento da ocupação da área fez com que ocorresse um contraste socioeconômico onde há um grupo formado por pessoas carentes (com vulnerabilidade social) e outro formado por pessoas com grande poder aquisitivo, que optaram por morar num ambiente suscetível a riscos, porém com paisagem privilegiada para o mar (NASCIMENTO, SANTOS e MELO, 2012). No entorno do antigo lixão de Maceió, o risco está relacionado aos potenciais danos que possam ocorrer à saúde humana em virtude da alteração da concentração de determinados contaminantes químicos no solo devido à influência das atividades do antigo lixão.

Atualmente, mesmo com a desativação do antigo lixão, os moradores da Vila Emater continuam em situação de vulnerabilidade, expostos a riscos que comprometem a saúde, principalmente por consumirem a água subterrânea local, através de poços de abastecimento.

O mesmo não ocorre com os moradores de poder aquisitivo maior, pois são abastecidos pelo fornecimento de água encanada pela Companhia de Saneamento de Alagoas (Casal).

Nas décadas de 70 e 80, Maceió sofreu expressivo crescimento demográfico e expansão dos limites urbanos. Dentre os diversos fatores dessas transformações estão o êxodo rural e o processo de deterioração urbana de antigos bairros localizados na porção centro-sul da cidade (STROH, 2009).

Conseqüentemente, o litoral norte de Maceió tem sido palco de um processo de expansionismo urbano rápido e impactante ao meio ambiente causado principalmente pelo passivo ambiental deixado pelo antigo lixão, objeto da análise apresentada nesse trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Quantificar os riscos à saúde humana por uso do solo em uma área degradada por contaminação do chorume, consequente da existência do antigo lixão de Maceió, utilizando como ferramenta as planilhas de avaliação da CETESB.

2.2 Específicos

- ✓ Elaborar matriz de avaliação de impacto ambiental;
- ✓ Elaborar os cenários para avaliação de risco à saúde humana;
- ✓ Aplicar as planilhas de avaliação (CETESB);
- ✓ Quantificar os riscos à saúde humana;
- ✓ Interpretar os resultados obtidos.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo o Artigo 1º da Resolução nº 001/86 do Conama, impacto ambiental é

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias ambientais; a qualidade dos recursos ambientais.

A sociedade maceioense está vivendo sob condições sujeitas às consequências do impacto ambiental ocasionado pelo antigo lixão da cidade. Tais consequências são os solos e as águas contaminadas, devido aos 43 anos em que o antigo lixão à céu aberto funcionou, recebendo os resíduos sólidos sem tratamento adequado. Mesmo diante do impacto ambiental gerado e que ainda ocorre, os terrenos circunvizinhos estão sendo ocupados desde a desativação do antigo lixão. Ou seja, a especulação imobiliária passou a valorizar a área por sua proximidade à costa litorânea, porém não deu a devida atenção ao risco que ocorre à saúde humana por quem tem contato com o solo, a água e o ar contaminados. É necessário realizar estudos que informem as características quanto aos contaminantes que estão impactando a área e conseqüentemente afetando a saúde humana.

Ao propor esse estudo sobre a caracterização dos contaminantes que estão impactando o solo e a água subterrânea local através da metodologia ora proposta, poder-se-á quantificar o risco à saúde humana, principalmente por consumo da água para diversos fins.

A análise da identificação dos contaminantes mais a quantificação dos riscos à saúde humana irá resultar numa análise de risco à saúde humana por uso do solo em área contaminada por chorume, sendo de total importância para medidas mitigadoras e de prevenção por parte dos órgãos responsáveis beneficiando o meio ambiente e a população.

A presença do chorume em águas subterrâneas pode ter consequências extremamente sérias para o meio ambiente e para a saúde pública por apresentar compostos altamente tóxicos, podendo dispersar-se e atingir poços artesianos (SERAFIM, 2003).

Devido à expansão urbana estar ocorrendo à jusante da área do antigo lixão de Maceió, sentido oceano Atlântico, é de fundamental importância realizar a análise de risco à saúde humana, visando alertar a população dos riscos no uso do solo e das águas subterrâneas locais.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Avaliação de Impacto Ambiental

O conceito de "ambiente" ou "meio ambiente", é bastante amplo, levando muitos autores a não se deterem na definição do mesmo. A definição oficial depende do contexto, da época e, principalmente, da localidade na qual se está inserido. O entendimento desse conceito é necessário para definir a abrangência dos estudos ambientais, das medidas mitigadoras ou compensatórias, dos planos e programas de gestão ambiental (SANCHEZ, 2008).

A resolução n. 306 do Conama (2002) define meio ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (LEITE et al, 2011).

Leite (2013) afirma que o licenciamento ambiental é o instrumento que o poder público possui para controlar a operacionalização de empreendimentos, visando à preservação do meio ambiente. Ou seja, é a operacionalização do processo de avaliação de impacto ambiental no Brasil.

O pioneirismo nos fundamentos do processo de AIA foi instituído nos Estados Unidos, por volta de 1969, após a criação da "*National Environmental Policy of Act*" (NEPA) pelo congresso. A lei da política nacional do meio ambiente norte americana serviu como modelo para novas legislações ambientais similares em todo o mundo e pode ser considerada como o marco principal da consciência ambiental mundial (FOWLER e AGUIAR, 1993; ROCHA et al, 2005; MORGAN, 2012; SÁNCHEZ, 2013 apud MORAES e D'AQUINO, 2016).

No Brasil, a política ambiental nacional é coordenada e estabelecida pelo Conama através da Lei n° 6938/81. A mesma lei também institui a PNMA e estabelece os instrumentos de gestão ambiental (art. 9°), entre os quais a AIA (inciso III) e o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (inciso IV), regulamentados pelos decretos 88351/83 e 99274/90 (FOWLER e AGUIAR, 1993; GLASSON et al, 2000 apud MORAES e D'AQUINO, 2016).

A AIA assegura uma análise sistemática dos impactos ambientais. Tem por objetivo garantir que responsáveis pela tomada de decisão apresentem soluções adequadas à população e ao meio ambiente, gerando medidas de controle de alterações nas condições do ambiente impactado.

A AIA se dá a partir dos EIA. Esses estudos integram um conjunto de atividades técnicas e científicas que incluem o diagnóstico ambiental, a fim de identificar, prevenir, medir e

interpretar, quando possível, os impactos ambientais. Para Pimentel e Pires (1992), a AIA não é um instrumento de decisão, mas sim, de fornecimento de subsídios para o processo de tomada de decisão. Seu propósito é suprir informações por meio do exame sistemático das atividades do projeto. Isto permite maximizar os benefícios, considerando os fatores saúde, bem-estar humano e meio ambiente, elementos dinâmicos no estudo para avaliação.

Atualmente na literatura existem diferentes metodologias de AIA que auxiliam os profissionais da área na identificação dos impactos e suas causas. Dentre os principais métodos descritos na literatura, mencionados por Cremonez et al (2014), o Quadro 1 apresenta as metodologias mais comumente aplicadas.

Quadro 1- Metodologias de avaliação de impacto ambiental

MÉTODO	APLICAÇÃO
AD'HOC	Consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação, apresentando suas impressões baseadas na experiência para elaboração de um relatório que irá relacionar o projeto a ser implantado com seus possíveis impactos causados. Considera a análise qualitativa.
CHECKLIST (listagem)	Possui aplicação similar ao método AD'HOC. Considera o parecer de especialistas em cada espécie de impacto resultante do projeto. Obs: a legislação vigente no país não permite sua utilização como método de AIA, apesar de ser citado em referências sobre o assunto.
MATRIZES DE INTERAÇÃO	Possui controle bidimensional, relacionando os fatores com as ações. Eficiente na identificação de impactos diretos e de maior intensidade. Acomoda dados qualitativos e quantitativos, de fácil entendimento e introduz a multidisciplinaridade.
REDES DE INTERAÇÃO	Avaliação dos impactos secundários e indiretos de forma subsequente ao impacto principal, e apresenta possibilidade de introdução de parâmetros estatísticos, permitindo que se estimem futuras modificações possíveis. Orientam sobre manejo, fiscalização e controle ambientais.
SUPERPOSIÇÃO DE CARTAS	Procura-se adaptar as técnicas cartográficas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando à localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotografias aéreas sobrepostas. É vista como uma transcrição mais moderna de método GIS (<i>Geographic Information System</i>).
MODELOS DE SIMULAÇÃO	São simulações computadorizadas com o uso de inteligência artificial ou modelos matemáticos, destinados a reproduzir tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais entre as causas e os efeitos de determinadas ações. São capazes de processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitude e importância de impactos ambientais.

Fonte: CREMONEZ et al. (2014)

Não existe nenhum método que se aplique a todos os casos, pois cada empreendimento e ambiente possui suas peculiaridades, sendo necessário a adaptação ou fusão entre duas ou mais metodologias. A escolha da metodologia aplicada caso a caso dependerá de vários fatores, tais como: a disponibilidade de dados, os requisitos legais dos termos de referência, recursos

técnicos e financeiros, tempo e características dos empreendimentos (MORAES e D'AQUINO, 2016).

A maioria dos métodos de avaliação ambiental atuais apresentam caráter subjetivo na abordagem do meio físico, portanto, devem ser utilizados critérios bem definidos para a escolha do mesmo, visto que cada um tem uma aplicação definida. Nesta pesquisa foram utilizados os métodos *Checklist* e matriz de interação. O método *Checklist* não é permitido pela legislação vigente, pois exhibe um alto grau de subjetividade, não identificando impactos diretos e indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas, diferenciando-se do método *Ad Hoc*, que apesar do alto grau de subjetividade pode-se trabalhar com o método da sobreposição de cartas.

4.2 Resíduos Sólidos

Os seres humanos sempre produziram resíduos como parte da vida e desde a mudança da vida nômade, por volta de 10 mil a.C., quando começaram a viver em comunidades, a produção de resíduos sólidos tem aumentado. Após a revolução industrial, a partir de 1970 com o tema sendo abordado em grandes encontros mundiais, os resíduos tiveram um peso ambiental, principalmente para a saúde pública (DEUS, BASTTISTELLE e SILVA, 2015).

O aumento da população, associado ao incremento da necessidade de produção de alimentos e bens de consumo, leva o homem a transformar cada vez mais a matéria-prima gerando maiores quantidades de resíduos, tanto no processo de produção industrial quanto no de consumo (DIAS e SALGADO, 1999).

Há a necessidade em compreender o significado de resíduo sólido, visto que a sua origem ocorre de diversas maneiras, para então poder classificá-lo e posteriormente tratá-lo da forma mais adequada.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos

como resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos são classificados quanto aos riscos ao meio ambiente e à saúde pública. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 10.004, classifica os resíduos em três classes:

1) Classe I – Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de

suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Exemplo: lixo hospitalar, lixo de aeroporto;

2) Classe II – Resíduos Não-Inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico. Exemplo: borras da indústria metalúrgica, pneumáticos usados;

3) Classe III – Resíduos Inertes: são aqueles que em contato com a água, ainda permanecerá potável. Muitos desses resíduos são recicláveis. Não se degradam ou têm degradação muito lenta. Exemplo: entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

Existe ainda outra forma de classificação, baseada na origem dos resíduos sólidos. Nesse caso, o lixo pode ser, por exemplo, domiciliar ou doméstico; comercial; público; de serviços de saúde; industrial; agrícola; de construção civil e outros. Essa é a forma de classificação usada nos cálculos de geração de lixo. A seguir as principais características dessas categorias (MMA,2020):

- domiciliar: são os resíduos provenientes das residências. É muito diversificado, mas contém principalmente restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens em geral, retalhos, jornais e revistas, papel higiênico, fraldas descartáveis, etc.
- comercial: são os resíduos originados nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, bancos, lojas, bares, restaurantes, etc.
- público: são aqueles originados nos serviços de limpeza urbana, como restos de poda e produtos da varrição das áreas públicas, limpeza de praias e galerias pluviais, resíduos das feiras livres e outros.
- de serviços de saúde: resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas ou odontológicas, laboratórios, farmácias, etc. É potencialmente perigoso, pois pode conter materiais contaminados com agentes biológicos ou perigosos, produtos químicos e quimioterápicos, agulhas, seringas, lâminas, ampolas de vidro, brocas, etc.
- industrial: são os resíduos resultantes dos processos industriais. O tipo de lixo varia de acordo com o ramo de atividade da indústria. Nessa categoria está a maior parte dos materiais considerados perigosos ou tóxicos;
- agrícola: resulta das atividades de agricultura e pecuária. É constituído por embalagens de agrotóxicos, rações, adubos, restos de colheita, dejetos da criação de animais, etc.
- entulho: restos da construção civil, reformas, demolições, solos de escavações, etc.

Para cada classificação existe uma destinação mais adequada, com a finalidade de diminuir os impactos ambientais (MURGO, RIBEIRO e RAFAEL, 2010).

4.3 Disposição Final dos Resíduos Sólidos

Entre os vários temas relacionados à questão ambiental que estão em debate nos dias atuais, o destino e o tratamento dos resíduos sólidos urbanos têm se mostrado como relevantes e expressivos, uma vez que ainda são problemas enfrentados por diversos municípios brasileiros, em termos dos recursos que são desperdiçados, mas principalmente, pela falta de espaços adequados para o recebimento e tratamento correto do lixo que é produzido (VASCONCELOS JÚNIOR e CORRÊA, 2017).

Especificamente no Brasil, o manuseio e eliminação de resíduos sólidos é um dos fatores de maior contribuição na geração de impactos ambientais, que coloca em risco principalmente a saúde pública (COSTA et al., 2016).

No Brasil existem três formas de disposição final dos resíduos sólidos, as mais utilizadas são: lixão, aterro sanitário e aterro controlado.

Lixão é o local onde o lixo coletado é lançado diretamente sobre o solo sem qualquer controle e sem quaisquer cuidados ambientais, poluindo tanto o solo, quanto o ar e as águas subterrâneas e superficiais das vizinhanças (MONTEIRO et al., 2001).

Segue Figura 1 demonstrando os impactos ambientais causados por um lixão:

Figura 1- Impactos da disposição de resíduos sólidos em lixão a céu aberto



Fonte: ARAÚJO (2015)

A disposição final de resíduos sólidos em lixão a céu aberto, apesar de ser a forma mais comum de disposição final dos RSU na realidade brasileira, está em desacordo com a Lei 12.305/2010, que instituiu a PNRS. Em seu inciso VII, disposição final ambientalmente adequada está definida como “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas

operacionais e específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (LOPES et al., 2018).

Os lixões foram implantados antes da Lei 12.305. Essa Lei, de 2010, define a PNRS e estabelece prazos para as cidades se adequarem, encerrando a disposição de RS em lixões e estabelecendo a destinação em aterros.

Os lixões, além dos problemas sanitários com a proliferação de vetores de doenças, também se constituem em sério problema social, porque acabam atraindo os “catadores”, indivíduos que fazem da catação do lixo um meio de sobrevivência, muitas vezes permanecendo na área do aterro, em abrigos e casebres, criando famílias e até mesmo formando comunidades (MONTEIRO et al., 2001).

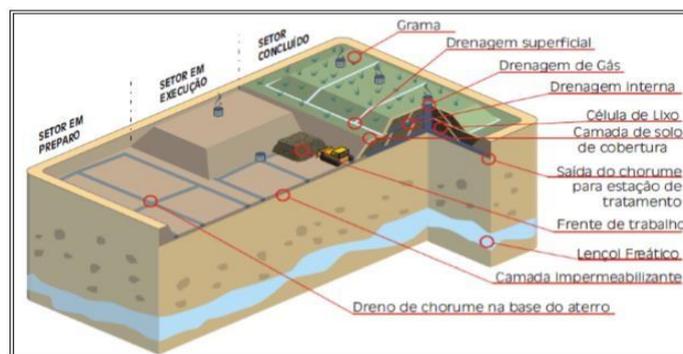
O fim de operação de um lixão cessa o conjunto de problemas que ele pode causar. Porém, a geração de chorume, por exemplo, pode continuar ao longo de décadas (POSSAMAI et al., 2007). Em um lixão, ou mesmo aterro sanitário, ao ser desativado, a meta é estabilizá-lo (física, química e biologicamente) e, após esta estabilização (período geralmente não inferior a 10-15 anos após encerramento da deposição de lixo), destiná-lo a um uso compatível (D’ALMEIDA e VILHENA, 2000).

A NBR 8.419 define aterros sanitários como:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Os aterros sanitários abrigam, em geral, resíduos provenientes das atividades domésticas, obedecendo a normas legais e critérios ambientais para o combate à poluição do solo e das camadas inferiores. Conforme esquematizado na Figura 2, utiliza técnicas de engenharia e tecnologia seguras para evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública e passa por monitoramento constante para evitar vazamentos no solo (PORTELLA e RIBEIRO, 2014).

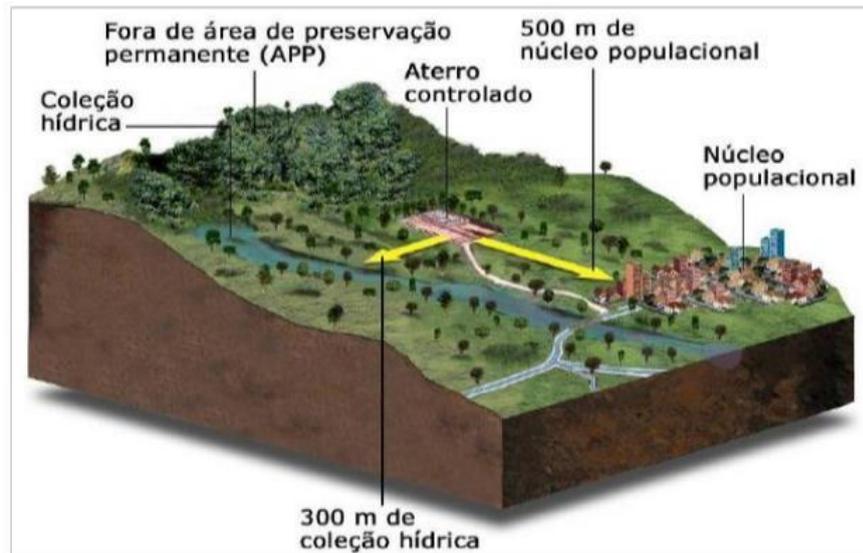
Figura 2- Esquema de um aterro sanitário



Fonte: ARAÚJO (2015)

Os aterros controlados são técnicas de disposição final de resíduos sólidos urbanos, com uso do solo onde são acumulados e ao longo da jornada diária recobertos com materiais inertes. Produzem poluição localizada, pois não possuem impermeabilização de base, podendo acarretar a percolação do chorume no próprio solo e lençol freático (PAIVA et al., 2012). A Figura 3 apresenta um esquema de aterro controlado com medidas mínimas de redução de impactos ambientais:

Figura 3- Esquema de um aterro controlado



Fonte: ARAÚJO (2015)

Para minimizar os impactos ambientais, faz-se necessário o conhecimento profundo do funcionamento do sistema em questão e a utilização de medidas de controle, como é o caso da implementação de políticas públicas que revertam a situação impactante (AMORIM et al., 2010).

A Lei 12.305/10, que instituiu a PNRS é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (MMA,2020).

Acerca da destinação final dos resíduos sólidos, a legislação brasileira pontua, por meio da PNRS, que a destinação e a disposição final dos resíduos sólidos devem incluir a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2007).

4.4 Legislação Regulamentadora dos Resíduos Sólidos

Desde o final da década de 1980 surgiram iniciativas legislativas no intuito de regulamentação do descarte correto dos resíduos sólidos. Até 2010, elaboraram-se mais de 100 projetos de lei, os quais, por força de dispositivos do Regimento Interno da Câmara dos Deputados, foram todos apensados ao Projeto de Lei nº 203 de 1991, tendo durado a tramitação total do processo no Congresso Nacional o lapso temporal de vinte anos (JACINTO e ZOGAHIB, 2016).

O histórico da gestão dos resíduos sólidos no Brasil é recente, tendo como primeira iniciativa em 1989 com a criação da PLS 354/1989, que abordava resíduos da saúde especificamente. Em 1991 esta lei foi melhorada e gerou o PL 203/1991, com o mesmo tema. Em 2003 foi criado um grupo de trabalho Interministerial de Saneamento que criou o programa de resíduos sólidos urbanos. Só em 2005 que o anteprojeto sobre a PNRS foi enviado à Câmara e após isso, diversas discussões e audiências públicas ocorreram, cerca de 100 projetos sobre este tema foram apresentados e apenas em 2010 a Lei 12.305 foi sancionada (MONTAGNA et al., 2012).

O Quadro 2 elaborado por MEDEIROS (2012) mostra de maneira resumida o histórico das legislações sobre resíduos sólidos:

Quadro 2- Resumo do histórico das legislações sobre resíduos sólidos

1991	Projeto de Lei 203 dispõe a propósito da disposição, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde.
1999	Proposição CONAMA 259 intitulada Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos. Aprovada pelo Plenário do Conselho, embora não chegou a ser divulgada.
2001	A Câmara dos Deputados cria e implementa Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos com a finalidade de apreciar as matérias contempladas nos projetos de lei apensados ao Projeto de Lei (PL) 203/91 e formular uma proposta substitutiva global. Realizado em Brasília o 1º Congresso Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, com 1.600 congressistas, entre catadores, técnicos e agentes sociais de 17 estados.
2003	Em janeiro foi realizado, em Caxias do Sul, o I Congresso Latino-Americano de Catadores, que sugere formação profissional, erradicação dos lixões, responsabilização dos geradores de resíduos. É criado o Grupo de Trabalho (GT) Interministerial de Saneamento Ambiental a fim de solicitar a integração das ações de saneamento ambiental, no âmbito do governo federal. GT reestrutura o setor de saneamento e resulta na criação do Programa Resíduos Sólidos Urbanos.
2004	O MMA promove grupos de discussões interministeriais e de Secretarias do Ministério para elaboração de sugestão para a regulamentação dos resíduos sólidos. Em agosto, o CONAMA realiza o seminário “Contribuições à PNRS” com objetivo de ouvir a sociedade e estabelecer nova proposta de projeto de lei, pois a Proposição CONAMA 259 estava defasada.
2005	Nomeado um grupo interno na Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do MMA para consolidar contribuições do Seminário CONAMA, os anteprojeto de lei existentes no Congresso Nacional e as contribuições dos diversos atores envolvidos na gestão de resíduos sólidos. Encaminhado anteprojeto de lei de “PNRS”, discutido com Ministérios das Cidades, da Saúde,

	<p>mediante sua Fundação Nacional de Saúde-Funasa, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, do Planejamento, Orçamento e Gestão, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e da Fazenda.</p> <p>Realizada II Conferência Nacional de Meio Ambiente para consolidar participação da sociedade na formulação de políticas ambientais. Um dos temas prioritários são os resíduos sólidos.</p>
2006	Aprovado relatório que trata do PL 203/91 acrescido da liberação da importação de pneus usados no Brasil.
2007	<p>Executivo indica, em setembro, o PL 1991. O projeto de lei da PNRS considerou o estilo de vida da sociedade contemporânea, que aliado às estratégias de <i>marketing</i> do setor produtivo, induzem a um consumo intensivo gerando uma série de impactos ambientais, à saúde pública e sociais incompatíveis com o modelo de desenvolvimento sustentado que se deseja implantar no Brasil.</p> <p>O PL 1991/2007 proporciona forte inter-relação com outros instrumentos legais na esfera federal, tais como a Lei de Saneamento Básico (Lei nº11.445/2007) e a Lei dos Consórcios Públicos (Lei nº11.107/1995), e seu Decreto regulamentador (Decreto nº. 6.017/2007). De igual modo está inter-relacionado com o Programa Nacional do Meio Ambiente PNMA, de Educação Ambiental, de Recursos Hídricos, de Saúde, Urbana, Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior e as que gerem inclusão social.</p>
2008	Realizadas audiências públicas, com contribuição da Confederação Nacional da Indústria, da representação de setores interessados, do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis e dos demais membros do GTRESID.
2009	Em junho, uma minuta do Relatório Final foi apresentada para receber contribuições adicionais.
2010	<p>No dia 11 de março, o plenário da Câmara dos Deputados aprovou em votação simbólica um substitutivo ao Projeto de Lei 203/91, do Senado, que institui a PNRS e impõe obrigações aos empresários, aos governos e aos cidadãos no gerenciamento dos resíduos.</p> <p>Foi analisado em quatro comissões e no dia 7 de julho foi aprovado em plenário.</p> <p>No dia 2 de agosto, o Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em cerimônia no Palácio do Itamaraty, sancionou a lei que cria a PNRS.</p> <p>No dia 3 é publicada no Diário Oficial da União a Lei nº 12.305 que institui a PNRS e dá outras providências.</p> <p>No dia 23 de dezembro é publicado no Diário Oficial da União o Decreto nº 7.404, que regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, cria o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.</p> <p>No dia 23 foi publicado o Decreto nº 7405, que institui o Programa Pró-Catador, denomina do Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências.</p>

Fonte: MEDEIROS (2012)

De forma similar à Lei de Crimes Ambientais, a nova lei de resíduos sólidos tem a grande vantagem de reunir inúmeros dispositivos legais anteriormente esparsos em instrumentos normativos diversos, como resoluções e portarias, de forma orgânica e coerente. Além disso, traz para o nível de lei, em senso estrito, comandos que estavam em atos infralegais, os quais, por não terem o respaldo de uma lei com normas gerais sobre os resíduos sólidos, tinham sua constitucionalidade questionada por alguns analistas (JURAS, 2012).

A Lei 12.305/10, PNRS, regulamentada a partir do Decreto 7.404 de 23/12/2010, que possui 6 capítulos, cada qual responsável por um determinado requisito, é bastante atual e tem como principal objetivo a resolução de problemas sociais e econômicos vinculados ao manejo

e disposição incorreta de resíduos sólidos. A lei rege e sujeita tanto pessoas físicas como pessoas jurídicas que possam ser responsabilizadas pela geração ou gerenciamento de resíduos (SILVA, PARAÍSO e PINTO JÚNIOR, 2017).

A PNRS define a proteção da saúde humana e a sustentabilidade como princípios norteadores de todas as ações de governo nesse âmbito, identificando metas para a erradicação de lixões e impulsionando soluções ambientalmente adequadas para disposição final de RSU (BRASIL, 2010).

Dentre os objetivos desta lei, pode-se destacar a gestão integrada de resíduos sólidos e a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Entre os seus instrumentos, merecem destaque os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a educação ambiental e os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (RODRIGUES, 2015).

Um dos grandes impactos trazidos pela PNRS é a ordem do fim dos lixões, não devendo existir lixões a céu aberto em nenhum local do território nacional. A alternativa é a criação de aterros sanitários locais, com controle diário sobre impactos negativos dos rejeitos no solo, água e ar, prazo inicialmente estabelecido até 2014 (JACINTO e ZOGAHIB, 2016).

A Lei 12.305/10 prevê as diretrizes de regimento relacionadas à gestão e gerenciamento de resíduos, inclusive os perigosos (exceto os radioativos, pois possuem sua própria legislação), infere as responsabilidades do poder público e privado, esclarece ainda algumas definições (capítulo II, artigo 3º - definições) tais como: ciclo de vida do produto, área contaminada, gerenciamento de resíduos, logística reversa, rejeitos, responsabilidade compartilhada, entre outras (totalizando 19 definições). É plausível salientar ainda que dentro da definição de responsabilidade compartilhada é evidenciado que se torna responsável pelo resíduo: o fabricante, o importador, o distribuidor, o comerciante, o cidadão e o titular do serviço que maneja tal resíduo até sua final disposição (SILVA, PARAISO e PINTO JÚNIOR, 2017).

No capítulo II da PNRS, que dispõe sobre os planos de resíduos sólidos, no artigo 15 inciso V, diz-se que são metas dessa lei “[...] a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis”.

Com isso, se pretende ao mesmo tempo que eliminar os ‘lixões’, também retirar as pessoas que lá se encontram trabalhando de forma inadequada. Pretende-se com essa lei estabelecer limites para esses problemas socioambientais. Isso só irá acontecer a partir do

momento em que existirem mais cooperativas de reciclagem onde os trabalhadores com resíduos sólidos possam desenvolver um trabalho digno e seguro (DUTRA, 2016).

O Decreto Nº 7.404/2010, que regulamentou a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ratificou a relevância dada à logística reversa e criou o Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa (JACINTO e ZOGAHIB, 2016).

De acordo com o inciso XII, do artigo 3º, da Lei nº. 12.305, a logística reversa é o:

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Outra definição importante contida na Lei 12.305/2010 é o ciclo de vida do produto, que faz a associação do conceito biológico de ciclo de vida (nascimento, crescimento, maturidade e morte) com as etapas que abarcam o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a destinação final dos resíduos gerados (JURAS, 2012).

A Lei 12.305/2010, em seu art. 3º, inciso XV, apresenta, ainda, a seguinte definição de “rejeitos”:

resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

A destinação de resíduos compreende a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, bem como outras destinações admitidas pelos órgãos públicos competentes. A disposição final, por sua vez, é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros (JURAS, 2012).

Segundo a PNRS (inciso XVIII do art 3º) define-se como reutilização o “processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, química ou física”, e ainda segundo a lei 12.305, este é o terceiro conceito na linha de prioridade, sendo: não geração, redução, reutilização e reciclagem. Logo, reutilizar é o uso do produto que não teve perda significativa de suas propriedades originais. Tal prática é importante, pois retarda a geração de lixo, seja para a reciclagem ou para seu destino final (SILVA, PARAISO e PINTO JUNIOR, 2017).

A Lei 12.305/2010 elenca vários instrumentos que devem ser usados para a consecução da PNRS. Alguns deles perpassam toda a gestão ambiental, como a educação ambiental e o monitoramento e fiscalização, por exemplo (JURAS, 2012).

No Brasil, a educação ambiental já vem sendo tratada legalmente desde a Constituição Federal de 1988, no artigo 225, parágrafo IV, que incumbe ao poder público “promover a

educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988). Mais tarde criou-se a Lei Federal 9.795/99, que estabelece a PNEA (BRASIL,1999). A educação ambiental é definida pelo art. 1º desta lei como sendo:

Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

A educação ambiental é um fator muito importante na PNRS, pois com o princípio da responsabilidade compartilhada, os cidadãos também possuem deveres e obrigações comaquele resíduo e deve-se aumentar a consciência de que melhor do que tratar é não gerar, pois haverá diminuição na produção de resíduos/rejeitos e uma menor quantidade de matéria prima será utilizada, não degradando de forma desordenada os recursos naturais (SILVA, PARAISO e PINTO JÚNIOR, 2017).

Por todas as exigências legais presentes na PNRS constata-se sua enorme importância para a sociedade brasileira, pois ela organiza as responsabilidades de cada esfera competente. Caso os municípios e o Distrito Federal não atendam às exigências dela, não terão direito a recursos da União. Isso é um meio de obrigar e incentivar os municípios a se adequarem às exigências da Lei, tendo assim um retorno benéfico à toda sociedade (DUTRA, 2016).

MAIELLO, BRITTO e VALLE (2018) resumem no Quadro 3 os princípios gerais e principais objetivos específicos da PNRS:

Quadro 3- Princípios gerais e principais objetivos específicos da PNRS

PRINCÍPIOS NORTEADORES	OBJETIVOS
Cooperação interinstitucional	Não geração de resíduos/Redução das quantidades produzidas
Ecoeficiência	Proteção à saúde pública
	Redução RS perigosos
	Disposição final ambientalmente adequada
	Reutilização e reciclagem
	Gestão integrada e sustentabilidade
	Capacitação técnica
	Logística reversa
	Integração de catadores
	Compras públicas sustentáveis
	Tecnologias limpas
	Aproveitamento energético
	Rotulagem ambiental
	Consumo sustentável
Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços	

Fonte: MAIELLO, BRITTO e VALLE (2018)

4.5 Chorume

Ao serem enterrados, os resíduos sofrem processos físico-químicos e biológicos, provocando a degradação da fração orgânica que, juntamente com água da chuva que por ali percola, são responsáveis pela geração de um líquido, denominado chorume (COSTA, 2010).

A formação do chorume é um processo natural, mas se este não é tratado e exposto ao meio ambiente, torna-se extremamente poluente, sendo potencial contaminante de lençóis freáticos e corpos d'água, comprometendo a saúde da população. A caracterização do chorume permite, além de avaliar o potencial poluidor do mesmo, eleger e adotar as melhores soluções técnicas para prevenção e mitigação de eventuais problemas causados pela inadequada disposição de resíduos em aterros (NÓBREGA et al, 2009).

O potencial de formação de chorume pode ser determinado através do balanço hídrico no aterro, que corresponde à soma de quantidades de água que entram e a subtração de quantidades de água que são consumidas nas reações químicas além da quantidade de água que deixa o aterro como vapor. O potencial corresponde, portanto, à quantidade de água que excede a capacidade de retenção de umidade da massa aterrada (HAMADA, 1997).

Hamada e Matsunaga (2000) apud Lôbo (2006) afirmam que a composição química do chorume, varia muito, dependendo da idade do aterro e dos eventos que ocorreram antes da amostragem do mesmo.

Costa (2010) demonstra, através do Quadro 4, os anos estabelecidos para a classificação da maturidade de um aterro.

Quadro 4- Classificação de maturidade de um aterro

Parâmetro	Novo	Intermediário	Velho
Idade (anos)	< 5	5 - 10	> 10
pH	< 6,5	6,5 - 7,5	> 7,5
DQO (mg/L)	> 10000	4000 - 10000	< 4000
DBO ₅ /DQO	> 0,3	0,1 - 0,3	< 0,1
Compostos Orgânicos	80 % de ácidos graxos voláteis	5 - 30 % de ácidos graxos voláteis + ácidos húmicos e fúlvicos	Ácidos húmicos e fúlvicos
Biodegradabilidade	Importante	Média	Baixa

Fonte: COSTA (2010)

Tchobanoglous et al. (1994), estudando a caracterização do chorume produzido em aterros sanitários apresentaram, conforme Tabela 1, os parâmetros físico-químicos dentro de faixas de variação que oscilam de acordo com a idade do aterro sanitário.

Tabela 1- Composição típica de chorumes novos e velhos de aterros sanitários.

Parâmetro (mg/L)	Resíduos Novos (<2 anos)		Resíduos Antigos (> 10 anos)
	Faixa	Típico	
DBO ₅	2.000-30.000	10.000	100-200
COT	1.500-20.000	6.000	80-160
DQO	3.000-60.000	18.000	100-500
Sólidos Suspensos Totais	200-2.000	500	100-400
Nitrogênio Orgânico	10-800	200	80-120
Nitrogênio Amoniacal	10-800	200	20-40
Nitrato	5-40	25	5-10
Fósforo Total	5-100	30	5-10
Fósforo Ortofosfato	4-80	20	4-8
Alcalinidade como CaCO ₃	1.000-10.000	3.000	200-1.000
*pH	4,5-7,5	6	6,6-7,5
Dureza Total como CaCO ₃	300-10.000	3.500	200-500
Cálcio	200-3.000	1.000	100-400
Magnésio	50-1.500	250	50-200
Potássio	200-1.000	300	50-400
Sódio	200-2.500	500	100-200
Cloro	200-3.000	500	100-400
Sulfato	50-1.000	300	20-50
Ferro Total	50-1.200	60	20-200

*pH único parâmetro adimensional.

Fonte: TCHOBNOUGLOUS et al. (1994)

Sobre as características do funcionamento do antigo lixão de Maceió, Costa (2010) afirma que o chorume gerado não recebe qualquer tratamento, formando lagoas naturais, que em períodos de chuva transbordam e, diluído pelas águas pluviais, é lançado num corpo receptor, o Riacho da Grota do Arroz, afluente do Riacho Águas de Ferro que por sua vez deságua na Praia de Cruz das Almas, o que eleva ainda mais a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e de superfície por este lixiviado.

Essa constatação fere a legislação brasileira, visto que a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (MMA), estabelece no seu Art. 24 que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. A autora ainda expõe um resumo da caracterização das 31 amostras de chorume coletadas no antigo lixão de Maceió no período de dezembro/2003 a dezembro/2008 (Tabela 2).

Os resultados mostraram que, com exceção da temperatura e do pH, todos os demais parâmetros obtidos apresentaram uma variação muito grande no período amostrado, o que confirma a influência de uma série de fatores (tipo de resíduo, forma de disposição, precipitação pluviométrica, idade dos resíduos, etc).

Tabela 2- Resumo da caracterização das 31 amostras de chorume coletadas no período de Dezembro/2003 a Dezembro/2008

Parâmetros	Valor máximo	Valor mínimo	Valor médio
DQO (mg/L)	7165	216	3063 ± 1462
DBO ₅ (mg/L)	1260	101	429 ± 350
DBO ₅ /DQO	0,24	0,05	0,12 ± 0,05
Sólidos totais (mg/L)	19785	1707	9330 ± 3582
Sólidos voláteis (mg/L)	10131	703	2905 ± 1234
Sólidos fixos (mg/L)	16993	1003	6407 ± 2584
pH (-)	8,7	8,0	8,3 ± 0,1
Temperatura (°C)	32,0	22,6	28,5 ± 1,8
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	1738	21	766 ± 406
Alcalinidade (mg de CaCO ₃ /L)	9949	663	4789 ± 1967
Ácidos voláteis (mg H Ác/L)	2404	38	541 ± 393
Condutividade (µS/cm)	23,3	2,4	14,5 ± 3,8
Cor verdadeira (mg Pt Co/L)	3378	1825	2721 ± 556
Cloretos (mg/L)	3900	1143	2059 ± 944

Fonte COSTA (2010)

Os parâmetros físico-químicos do chorume fornecem um entendimento mais preciso sobre as suas características contaminantes, conforme descrito por Lôbo (2006), (Quadro 5).

Quadro 5 - Parâmetros físico-químicos

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)	É um importante parâmetro de acompanhamento do processo de decomposição dos resíduos sólidos urbanos, indicando a evolução da degradação microbiológica da matéria orgânica e a evolução global do processo de estabilização da massa de resíduos. Baixos valores de pH em resíduos já em decomposição podem significar a presença de elevada concentração de ácidos graxos voláteis, o que pode acarretar a inibição da atividade de bactérias metanogênicas.
ALCALINIDADE TOTAL	É a medida da capacidade dos íons presentes em uma água, capazes em neutralizar ácidos. Em altos níveis de pH, o íon hidroxila pode tornar-se inibidor e, portanto, a acidez atuaria como antagonista, reduzindo a alcalinidade do meio e, conseqüentemente, os íons OH ⁻ .
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO ₇)	A forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente é através da determinação da DBO ₇ . Esta determinação, padronizada pelos "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente numa amostra, após um tempo dado tomando como padrão um tempo de 5 dias, e a uma temperatura padrão de 20°C
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)	A DQO mede a quantidade de matéria orgânica que pode ser oxidada quimicamente. Esse parâmetro também pode ser considerado como um indicador da degradação do resíduo ao longo do tempo, onde altos valores de DQO são encontrados em resíduos novos e baixos valores em resíduo antigo.
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	É um dos parâmetros que melhor contribui para a compreensão das fases de estabilização da matéria orgânica em um aterro sanitário. Varia com a concentração total das substâncias ionizadas dissolvidas num meio aquoso, com a temperatura, com a mobilidade e a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon. Valores elevados encontrados para a amônia, nitrato e fosfato podem contribuir para a alta condutividade.

CLORETOS	O estudo dos cloretos é feito principalmente no sentido de verificar se os teores gerados a partir de uma massa de lixo são suficientes para serem utilizados como traçadores, que indicam com antecedência o transporte dos contaminantes mais perigosos, permitindo um monitoramento do avanço da pluma. Elevadas concentrações deste parâmetro pode interferir na determinação de outros parâmetros como a DBO7.
FÓSFORO	Analogamente ao nitrogênio, é um nutriente muito importante para o crescimento e reprodução dos microrganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nos esgotos sanitários e despejos industriais biodegradáveis. Na água pode ser encontrado principalmente nas seguintes formas: ortofosfato, forma mais simples; polifosfato, moléculas mais complexas; e o fósforo orgânico.
SÓLIDOS TOTAIS, SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS E SÓLIDOS TOTAIS VOLÁTEIS	Sólidos totais podem ser classificados como sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. O conteúdo dos sólidos totais de um despejo é definido como toda a matéria que permanece como resíduo após evaporação a temperatura de 103° a 105° C. Os sólidos dissolvidos podem ser definidos como a fração dos sólidos, medida após evaporação da parte líquida da amostra filtrada, em mg/L. Indicam a concentração de partículas orgânicas ou não. Os sólidos totais voláteis é um parâmetro que pode ser utilizado como um indicativo da degradabilidade dos resíduos sólidos urbanos ao longo do tempo. Um alto percentual de sólidos totais voláteis indica a presença de elevada matéria orgânica.
METAIS PESADOS	A toxicidade dos metais pesados na digestão anaeróbia é fortemente dependente do fator solubilidade. Cádmio: metal de elevado potencial tóxico, que se acumula em organismos aquáticos, possibilitando assim sua entrada na cadeia alimentar. Chumbo: utilizado largamente na fabricação de tintas, em corantes, na produção de cerâmica e na indústria gráfica, entre outros. É um metal que tem efeito cumulativo no organismo, provocando uma doença crônica chamada saturnismo. Cobre: as fontes de cobre nos resíduos sólidos estão nos metais ferrosos e não ferrosos, matéria orgânica, couros, borrachas, plásticos, resíduos de tintas, inseticidas, etc., a intoxicação por cobre é muito rara. Ferro: em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis e dureza às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial. O Ferro aparece normalmente associado com manganês. Manganês: a sua solubilidade depende do pH, do teor de CO ² e do oxigênio dissolvido na água, essas relações existentes fazem com que haja uma variação do manganês nas várias camadas de uma massa d'água estratificada. É muito usado na manufatura do aço, de compostos químicos, pilhas eletrodos para solda, na indústria de fertilizantes e fungicidas.
ZINCO	Ele pode ser imobilizado nos microorganismos quando se adiciona matéria orgânica ao solo, por outro lado, grande parte do zinco disponível em um solo mineral está associada com a matéria orgânica.
CROMO	As fontes de ocorrência nos resíduos sólidos brasileiros são: couros, matéria orgânica, metais ferrosos e não ferrosos, plásticos, vidros, papéis, papelão, embalagens de tintas, vernizes e solventes orgânicos e resíduos provenientes das varrições das ruas. É transformado em espécies menos tóxicas por processos enzimáticos de oxidação e redução.
NÍQUEL	É encontrado nos resíduos sólidos através de produtos como couro, pilhas, baterias, plásticos, vidros, papéis, borracha, matéria orgânica e nos resíduos de varrição.
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar a poluição de origem humana e para medir a grandeza desta contribuição, utilizam-se os organismos do grupo coliforme como indicadores. Coliforme Totais: constituem-se um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Não existe uma relação quantificável entre CT e microorganismos patogênicos. Coliformes Termotolerantes: constituem subgrupos das bactérias coliformes, são comumente utilizados como indicador de contaminação fecal, dada a sua ocorrência restrita em fezes humanas e de outros animais de sangue quente. Apresentam-se nos lixiviados devido à presença de resíduos de sanitários, algumas peças anatômicas e animais mortos.

Fonte: LÔBO (2006)

As consequências à saúde humana, através do contato com a água contaminada por chorume, estão resumidamente expostas no Quadro 6, onde foram levados em consideração alguns elementos encontrados no chorume e suas possíveis fontes de dispersão, segundo MIGUEL JÚNIOR (2016); AMARAL NETO (2016); IPT (2000).

Quadro 6- Fontes e doenças relacionadas a elementos químicos presentes no chorume

ELEMENTOS QUÍMICOS	DOENÇAS RELACIONADAS	FONTES
Mercúrio (Hg)	Perda da visão, debilidade das funções cerebrais, coma	Pilhas comuns e alcalinas, lâmpadas fluorescentes
Manganês (Mn)	Distúrbios neurológicos, como Mal de Parkinson	
Níquel (Ni)	Doenças respiratórias, alergias	Baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis)
Cádmio (Cd)	Dores abdominais, distúrbios na visão, paralisia nas mãos	
Chumbo (Pb)	Inflamação nos pulmões, problemas no fígado e nos rins, saturnismo	
Arsênio (As)	Úlceras, inflamação nasal, câncer de pulmão	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos
Boro (B)	O excesso de Boro pode provocar náuseas, vômitos, diarreia, dermatose e letargia. Boro sequestra a vitamina B2	Vidro, aditivos para fibra de vidro, cerâmicas, fertilizantes

Fonte: MIGUEL JÚNIOR (2016); AMARAL NETO (2016); IPT (2000)

4.6 Resolução Conama 420

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o Conama, em sua resolução nº 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.

Dentre as considerações atribuídas à Resolução nº 420 consta a necessidade de prevenção da contaminação do solo visando à manutenção de sua funcionalidade e a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e que a existência de áreas contaminadas pode configurar sério risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Das disposições gerais da Resolução nº 420 no Art. 3º em seu parágrafo único são atribuídas as principais funções do solo:

Parágrafo único. São funções principais do solo:

- I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;

- IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;
- VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- VII - constituir fonte de recursos minerais; e
- VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

No Art. 4º, as diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas abrangem o solo e o subsolo, com todos seus componentes sólidos, líquidos e gasosos.

No Art. 6º são definidos os termos utilizados na Resolução:

- I - Avaliação de risco: processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido;
- II - Avaliação preliminar: avaliação inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área;
- III - Bens a proteger: a saúde e o bem-estar da população; a fauna e a flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza/paisagem; a infraestrutura da ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública;
- IV - Cenário de exposição padronizado: padronização do conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse, a partir de uma fonte primária ou secundária de contaminação; aos caminhos de exposição e às vias de ingresso no receptor considerado, para derivar os valores de investigação, em função dos diferentes usos do solo;
- V - Contaminação: presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico;
- VI - Fase livre: ocorrência de substância ou produto imiscível, em fase separada da água;
- VII - Ingresso diário tolerável: é o aporte diário tolerável a seres humanos de uma substância presente no ar, na água, no solo ou em alimentos ao longo da vida, sem efeito deletério comprovado à saúde humana;
- VIII - Investigação confirmatória: etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação;
- IX - Investigação detalhada: etapa do processo de gerenciamento de áreas contaminadas, que consiste na aquisição e interpretação de dados em área contaminada sob investigação, a fim de entender a dinâmica da contaminação nos meios físicos afetados e a identificação dos cenários específicos de uso e ocupação do solo, dos receptores de risco existentes, dos caminhos de exposição e das vias de ingresso;
- X - Limite de Detecção do Método-LDM - menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;
- XI - Limite de Quantificação Praticável-LQP - menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão, pelo método utilizado;
- XII - Limite de Quantificação da Amostra-LQA - LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada;
- XIII - Monitoramento: medição ou verificação, que pode ser contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características;

XIV - Nível Tolerável de Risco à Saúde Humana, para Substâncias Carcinogênicas: probabilidade de ocorrência de um caso adicional de câncer em uma população exposta de 100.000 indivíduos;

XV - Nível Tolerável de Risco à Saúde Humana, para Substâncias Não Carcinogênicas: aquele associado ao ingresso diário de contaminantes que seja igual ou inferior ao ingresso diário tolerável a que uma pessoa possa estar exposta por toda a sua vida;

XVI - Perigo: Situação em que estejam ameaçadas a vida humana, o meio ambiente ou o patrimônio público e privado, em razão da presença de agentes tóxicos, patogênicos, reativos, corrosivos ou inflamáveis no solo ou em águas subterrâneas ou em instalações, equipamentos e construções abandonadas, em desuso ou não controladas;

XVII - Remediação: uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes;

XVIII - Reabilitação: ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável, para o uso declarado ou futuro da área;

XIX - Regional: toda ocorrência que envolva dois ou mais estados;

XX - Risco: é a probabilidade de ocorrência de efeito(s) adverso(s) em receptores expostos a contaminantes;

XXI - Valores Orientadores: são concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea;

XXII - Valor de Referência de Qualidade-VRQ: é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos;

XXIII - Valor de Prevenção-VP: é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais de acordo com o art. 3º.

XXIV - Valor de Investigação-VI: é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

Convém salientar que essas citações não se aplicam a contaminação por substâncias radioativas, que tem legislação própria e cujo controle cabe à Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

4.7 Avaliação de Risco à Saúde Humana

A avaliação de risco a saúde das populações expostas a contaminantes ambientais representa um instrumento importante para a tomada de decisões e implementação, de maneira sistemática, de articulações e de ações intra e intersetoriais visando à promoção e proteção da saúde, melhorando as condições sociais e de vida.

O Ministério da Saúde em 2010, através do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, divulgou as diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos, sob a justificativa anteriormente exposta. Todas as informações pertinentes a avaliação de risco à saúde humana

no Brasil, baseadas no documento do MS (2010), levando em consideração desde a metodologia até as etapas para sua aplicação.

A ATSDR/CDC foi criada, nos Estados Unidos da América, por meio da legislação Acta de 1986 de Re-autorização e Emendas ao “Superfundo” da Acta Integral de 1980 para CERCLA, com a missão de desenvolver atividades de Saúde Pública especificamente associadas com a exposição, real ou potencial, a contaminantes emitidos em solo americano.

Esta Agência desenvolveu metodologia que fornece subsídios para a composição de uma lista nacional de locais prioritários para avaliação de risco. A partir dessas avaliações a ASTDR notifica a USEPA sobre a existência de alguma ameaça para a saúde pública nos locais sob risco, de forma a permitir que a USEPA desenvolva intervenção para mitigação, prevenção ou eliminação da exposição e dos efeitos à saúde.

A estruturação da vigilância ambiental em saúde no Brasil, especificamente a atuação do setor saúde na vigilância de populações expostas às áreas com solos contaminados, requerem a necessidade de conhecimento e aprimoramento técnico relacionado a questões de saúde ambiental. A ASTDR é uma metodologia referencial aplicada em território brasileiro.

Considera-se objeto de avaliação por esta metodologia, compostos químicos, elementos ou combinações que, por sua quantidade, concentração, características físicas ou toxicológicas, possam representar um perigo imediato ou potencial à saúde humana ou ao ambiente, quando são inadequadamente usadas, tratadas, armazenadas, transportadas ou eliminadas. As etapas para o desenvolvimento da metodologia da ASTDR são:

- a. Avaliação da Informação do Local – Nesta etapa o avaliador realizará o levantamento das informações do local onde ocorre a contaminação com descrição do local, incluindo aspectos históricos, avaliação preliminar das preocupações da comunidade, dados registrados sobre efeitos adversos à saúde, informação demográfica, usos do solo e outros recursos naturais, informações preliminares sobre contaminação ambiental e rotas ambientais.
- b. Resposta às Preocupações da Comunidade – Consiste na identificação dos membros da comunidade envolvidos, desenvolvimento de estratégias para envolver a comunidade no processo de avaliação, manutenção da comunicação com a comunidade por meio de todo o processo de solicitação e resposta dos comentários da comunidade sobre os resultados da avaliação.
- c. Seleção dos Contaminantes de Interesse – Inclui o levantamento dos contaminantes presentes no local e fora deste, as concentrações no ambiente, níveis de concentrações basais, verificação da qualidade dos dados, tanto do processo de amostragem quanto das técnicas de análise,

cálculo de valores de comparação, inventário das emissões dos compostos tóxicos, busca de informação toxicológica e a determinação dos contaminantes de interesse.

d. Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição – A partir da identificação das possíveis fontes de emissão dos contaminantes são realizadas determinações dos meios ambientais contaminados, mecanismos de transporte, pontos de exposição humana, vias de exposição e populações receptoras. Estas informações permitem avaliar se as rotas de exposição são potenciais ou completas.

e. Determinação de Implicações para a Saúde Pública – A partir da avaliação toxicológica é feita uma estimativa da exposição e uma comparação das estimativas com o estabelecido como tolerável em normas de saúde, além da determinação dos efeitos à saúde relacionados à exposição e avaliação de fatores que influem nos efeitos adversos para a saúde. Ainda devem ser determinadas as possíveis implicações para a saúde por perigos físicos. Para que se faça uma avaliação dos dados sobre efeitos à saúde, devem ser usados critérios de avaliação e discussão desta informação em resposta às preocupações da comunidade.

f. Determinação de Conclusões e Recomendações – A determinação de conclusões inclui a seleção de categoria(s) de perigo(s), conclusões sobre informação consideradas insuficientes, sobre as preocupações da comunidade relativas a sua saúde e, por fim, as conclusões sobre rotas de exposição. Na determinação de recomendações tem-se como objetivo proteger a saúde dos membros da comunidade e recomendar ações de saúde pública.

No Brasil, os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos, representam uma atividade recente. Na década de 90, a OPAS difundiu a metodologia da ATSDR e, a partir do ano 2002, o Ministério da Saúde começou sua aplicação em áreas piloto. Entretanto, diferente do que ocorre nos países onde esta prática já existe desde a década de 80, ainda não existe um arcabouço jurídico institucional que imponha uma sequência natural aos resultados dos estudos de avaliação de risco.

Por esta razão, a classificação de risco assinalada no relatório, bem como as recomendações daí decorrentes, devem ser avaliadas como um instrumental técnico científico fundamental pelas esferas governamentais responsáveis pela tomada de decisão, mas com a devida adequação à realidade brasileira e aos recursos disponíveis.

Depois de identificar os contaminantes de interesse no compartimento amostrado e distinguir o possível mecanismo de transporte, deve-se considerar os fatores de natureza química que podem influir no transporte dos contaminantes. As propriedades físico-químicas, tais como solubilidade e densidade, influem no destino e transporte do composto através das interfaces e dos meios ambientais.

Uma Rota de Exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação e é composta por cinco elementos:

- a. Fonte de contaminação: É a fonte de emissão do contaminante ao ambiente. Entretanto, no caso em que a fonte original é desconhecida, esta pode ser representada pelo compartimento ambiental responsável pela contaminação de um ponto de exposição.
- b. Compartimento ambiental: Os compartimentos ambientais são vários, incluindo: materiais ou substâncias de resíduos, água subterrânea ou profunda (aquíferos), água superficial, ar, solo superficial, subsolo, sedimento e biota.
- c. Ponto de exposição: É o lugar onde pode ocorrer ou ocorre o contato humano com o compartimento ambiental contaminado, por exemplo, uma residência, local de trabalho, parque desportivo, jardim, curso de água (rio, etc.), corpo de água (lago, etc.), um manancial, um poço ou uma fonte de alimentos.
- d. Via de exposição: São os caminhos pelos quais o contaminante pode estabelecer contato com o organismo, tais como: ingestão, inalação e absorção ou contato dérmico.
- e. População receptora: São as pessoas que estão expostas ou potencialmente expostas aos contaminantes de interesse em um ponto de exposição.

A etapa que trata das implicações para saúde pública, dentro da metodologia de avaliação de risco à saúde, consta de três componentes:

- a. Avaliação toxicológica: aborda os perfis toxicológicos dos contaminantes definidos como de interesse e calcula a dose de exposição aos contaminantes.
- b. Avaliação dos dados e dos estudos de saúde existentes: levantamento e análise de informações sobre a ocorrência de efeitos sobre a saúde associados à exposição aos contaminantes de interesse.
- c. Avaliação e resposta às preocupações da comunidade com sua saúde: investigação da possibilidade de associação entre as preocupações de saúde apresentadas pela comunidade e a exposição aos contaminantes, e esclarecimento a tais preocupações.

O cálculo da dose de exposição é que vai dar a ideia da quantidade da substância que está entrando em contato com os organismos humanos, seja através da inalação, da ingestão ou da absorção pela pele.

O cálculo da dose de exposição permite o estabelecimento de níveis de exposição associados com a ocorrência de determinados efeitos sobre a saúde. Essa informação é útil para a organização de programas de saúde específicos para atendimento da população, para uma dada situação de exposição.

Ao longo de um relatório de avaliação de risco, deve haver o cuidado de nortear as pesquisas e estudos no sentido de não só estabelecer o risco existente para a população exposta, mas também procurar as respostas às questões apresentadas.

Considerando o exposto acima segue no Quadro 6 as categorias e definições para a elaboração das conclusões e recomendações nos casos de áreas contaminadas no Brasil.

Quadro 7- Áreas contaminadas no Brasil

CATEGORIA	DEFINIÇÃO
A	Utilizada para os locais que apresentam um risco para a saúde pública como resultado de exposições passadas, presentes e futuras, de curto ou longo prazo, a substâncias químicas perigosas, ou locais onde existe risco físico
B	Utilizada para os locais que apresentam um risco para a saúde pública como resultado de exposições passadas, presentes e futuras, de curto ou longo prazo, a substâncias químicas perigosas não carcinogênicas, com valores abaixo dos níveis de referência
C	Essa categoria se utiliza para os locais que têm informação incompleta
D	Essa categoria se utiliza para os locais que não apresentam um risco para a saúde pública

Fonte: MS (2011)

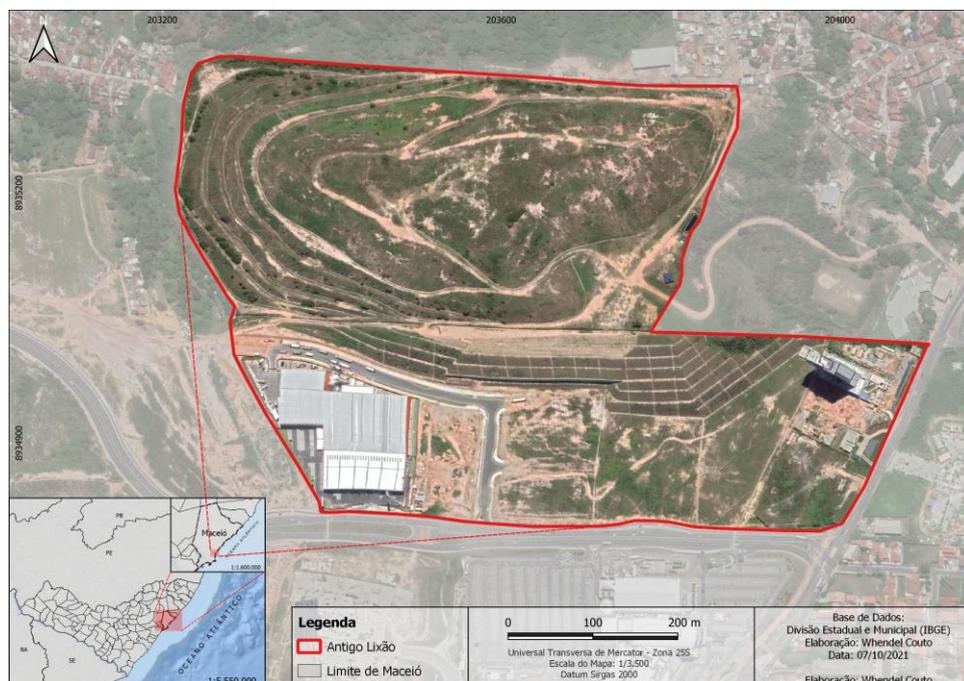
5 MATERIAL E MÉTODO

A metodologia utilizada nesta pesquisa é investigativa, exploratória, bibliográfica e experimental. Utiliza-se a observação sistemática com visita *in loco* de cunho qualitativo, com o objetivo de desvendar e interpretar fatos inseridos em uma determinada realidade a partir de um método hipotético-dedutivo de abordagem quantitativa, ou seja, tem por objetivo a análise de dados brutos de modo que os dados numéricos sejam tratados por procedimentos estatísticos.

5.1 Caracterização geral da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na área do entorno do antigo lixão da cidade de Maceió, localizado no bairro Jacarecica. A área de estudo é demonstrada na Figura 4.

Figura 4- Área de estudo

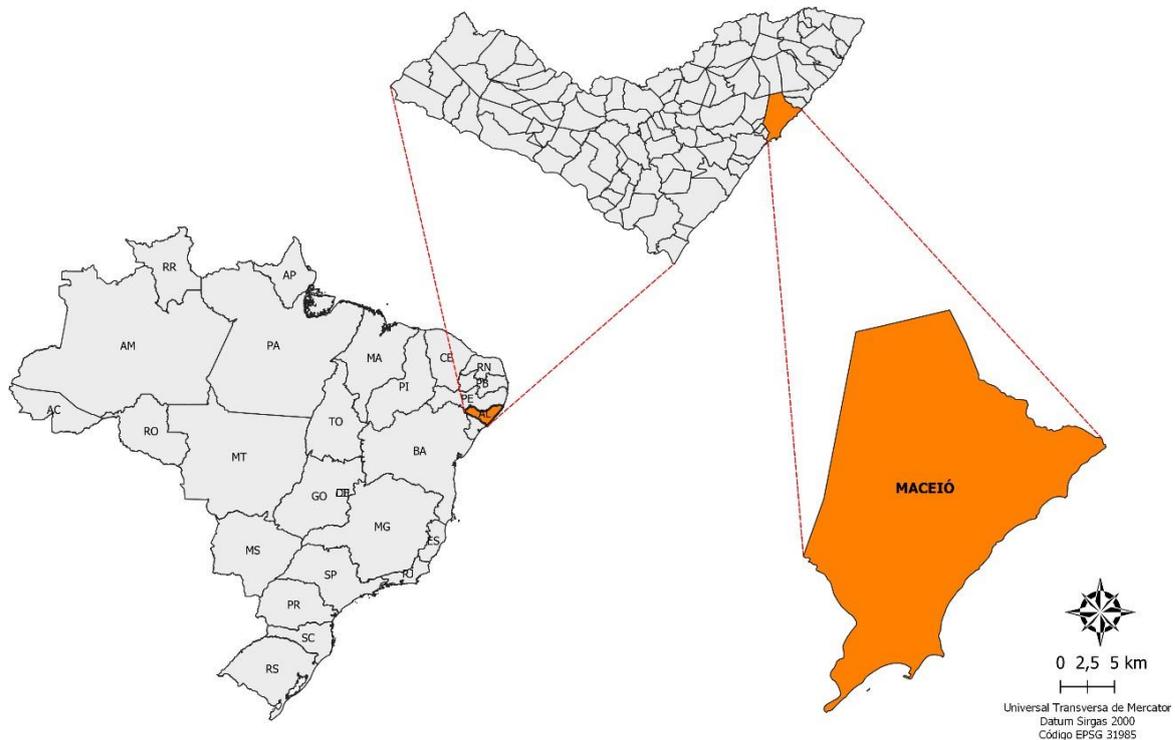


Fonte: Autor (2021) adaptado do Google Earth

5.1.1 Município de Maceió (AL)

Maceió é um município brasileiro, capital do estado de Alagoas, na região nordeste do país (figura 5). Ocupa uma área de 509,552 km². É o município mais populoso de Alagoas e sua população de acordo com o último censo demográfico (2010) era de 932.748 habitantes e em 2020, por estimativa, de 1.025.000 habitantes.

Figura 5- Mapa do Estado de Alagoas com a divisão municipal



Fonte: Autor

Salienta-se que após a homologação da Lei Municipal 4.952/2000 a área do antigo lixão passou a fazer parte do bairro Jacarecica, quando Maceió passou a ter, oficialmente, 50 bairros. Antes da sanção da lei que definiu o novo abairramento, Maceió possuía apenas 25 localidades, definidas a partir da divisão censitária do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Até então, a área do lixão pertencia ao bairro Cruz das Almas, o que justifica diversas citações em que o lixão está inserido no bairro Cruz das Almas e não em Jacarecica.

O antigo lixão de Maceió está localizado nas coordenadas 09 33" S e 35 46" W, inserido na bacia hidrográfica do Riacho Águas de Ferro, abarcando um perímetro de 33 ha (dos quais 22 ha são ocupados pela massa de resíduos). Ficou em atividade do ano de 1967 ao ano de 2010 (CALHEIROS, 2011; MARIANO e MOURA, 2009).

Esse espaço urbano apresenta atipicidade geográfica em relação à localização dos lixões urbanos nas periferias das cidades brasileiras: está situado em local detentor de esplêndida paisagem natural do mar que orla a cidade conhecida como Paraíso das Águas, de cujos encantos naturais radicam as atratividades econômicas do turismo local e da especulação do solo da costa litorânea em sua porção norte, uma das áreas mais valorizadas da cidade (STROH, 2009).

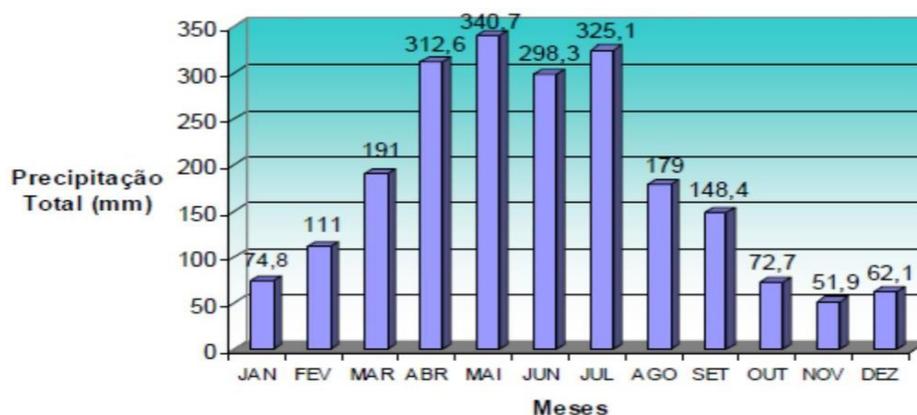
Pimentel (2003) afirma que, por ser considerado isolado e distante do centro da cidade, o bairro Cruz das Almas foi escolhido pela prefeitura para ser o depósito de lixo, sediando a COBEL, além de abrigar a sede da Emater. Hoje sabe-se que por serem bairros limítrofes a área do antigo lixão passou a fazer parte do bairro Jacarecica.

De acordo com Pimentel (2003) o bairro Cruz das Almas teve seu início com uma rua às margens da rodovia de acesso ao litoral norte de Alagoas. As casas foram surgindo, construiu-se a igreja e, a partir da década de 1950, o pequeno povoado transformou-se em um novo bairro. Na década de 1970 construiu-se o primeiro conjunto habitacional da COHAB, formado por dezenas de casas e depois o Ipaseal construiu o Conjunto Residencial Dom Adelmo Machado, com prédios de apartamentos. A avenida Brigadeiro Eduardo Gomes, à beira mar foi urbanizada possuindo barracas e bares. E dessa forma se iniciou a urbanização da Zona Norte de Maceió, que atualmente está em fase de expansão.

5.1.2 Clima

Considerando a localização na Região Nordeste do Brasil, em plena zona tropical e banhada pelo oceano Atlântico, apresenta clima quente e úmido, que segundo a classificação climática de Koppen, corresponde ao tipo As, caracterizado por apresentar-se sem grandes diferenciações térmicas e precipitação concentrada no outono e inverno. As temperaturas médias mensais oscilam em torno de 25,1 °C, com máxima mensal de 29,9 °C e mínima 20,8 °C, apresentando uma amplitude térmica anual de 9°C. A umidade relativa do ar é em média de 79,2%, sendo julho o mês mais úmido e novembro o mais seco. O índice pluviométrico é sempre superior a 1.410 mm/ano (IBGE, 2018). Segundo dados do INMET, período 1961-1990, os meses mais chuvosos são abril a julho, (Gráfico 1).

Gráfico 1. Valores das máximas mensais de precipitação média de Maceió-AL



Fonte: MELO (2009)

5.1.3 Vegetação

Maceió apresenta vegetação herbácea (gramíneas) e arbustiva (poucas árvores e espaçadas). Além desta, Maceió possui também a Mata Atlântica. Essas vegetações estão associadas a um sistema regulado de chuvas. Ocorrem remanescentes de floresta ombrófila secundária (Mata Atlântica) e descaracterizada (macega-capoeira). No baixo curso dos rios ocorrem formações pioneiras aluviais e na sua foz, a influência da maré alta dá origem a formações fluviomarinhas (manguezais) (IBGE, 2018).

5.1.4 Relevo

Estruturalmente são encontradas três unidades: a Planície ou Baixada Litorânea, os Tabuleiros Costeiros e o Maciço Cristalino da Saudinha. A Planície Litorânea compreende a área de menor expressão espacial e de menor altitude, 0 a 10 metros. De origem quaternária, nela predominam as formas de acumulação marinha, fluvial, fluviomarinhas, fluviolacustre e eólica, representadas por terraços, pontas arenosas, restingas, cordões litorâneos, ilhas fluviomarinhas, recifes e lagunas.

Os Tabuleiros Costeiros são uma superfície de agradação composta basicamente por terrenos plio-pleistocênicos, também conhecidos como baixo planalto sedimentar costeiro. Apresenta relevo tipicamente plano com suaves ondulações e altitudes em geral inferiores a 100 m.

No extremo norte-noroeste do município, cercada pelos Tabuleiros Costeiros, ocorre uma área de rochas cristalinas, a Serra da Saudinha, formada por um esporão granítico, profundamente dissecado em encostas com níveis entre 160 e 300 metros, que corresponde a borda residual da porção meridional do Planalto da Borborema comandada pela referida serra (IBGE, 2018).

5.1.5 Hidrografia

Os cursos d'água que drenam o município apresentam-se perenes com direcionamento consequente de extensão aproximada de 12 km. Suas principais cabeceiras localizam-se na Serra da Saudinha (rios Meirim, Saúde e Pratagi) e nos tabuleiros (riachos Reginaldo, Jacarecica, Doce e o rio Sauaçuí), alguns próximos à área urbana do município, nas proximidades dos conjuntos residenciais: Henrique Equelman, Moacir Andrade e do Parque Residencial Benedito Bentes I e II (IBGE, 2018).

As bacias hidrográficas desses rios apresentam na sua maioria um padrão de drenagem dendrítico, tendendo a paralelo em escoamento exorreico, formando canais distribuídos de 1ª, 2ª, 3ª e 4ª ordem, cada uma recebe dos tributários de ordens inferiores e estão inseridas na região hidrográfica do Pratagi. Quanto à forma de seus vales, no alto curso é marcado por vale em "V" agargantado. No médio curso assemelha-se ao anterior, mas com fundo chato e margens um pouco afastadas e altas dos tabuleiros que os rodeiam. O baixo curso apresenta-se na forma de uma baixada larga típica de "rias", com vale em calha, leito raso, entulhado e de foz flutuante pelas vagas que movimentam os bancos arenosos. Os riachos são paralelos, com regime de enxurradas de outono-inverno ou por chuvas ocasionais de primavera e originam-se em uma estrutura monoclinal, entalhada, por ocasião dos movimentos estáticos negativos que os levaram a tangenciar o nível do mar (IBGE, 2018).

A bacia hidrográfica do Riacho Águas de Ferro possui uma área de 3,6 km², perímetro de 8,42 km e coeficiente de compacidade, Kc, de 1,25, indicando tratar-se de uma bacia irregular e, portanto, pouco sujeita a inundação. Possui cursos d'água de ordem 1, 2, 3, e 4, com declividade média de 16%, num talvegue de drenagem com 11,55 km, o que resulta numa densidade de drenagem de 3,24 km/km², característica de bacia bem drenada, com tempo de concentração da ordem de 43 minutos, (FERREIRA, 2000).

5.1.6 Geologia

Conforme o MMA (2006), a geologia do município de Maceió-AL tem quatro unidades litoestratigráficas: Sedimentos de Praia e Aluvião, Formação Barreiras, Grupo Coruripe (Formação Coqueiro Seco, Ponta Verde e Formação Maceió) e Grupo Piaçabuçu (Formação Marituba). A Formação Barreiras é a unidade litoestratigráfica da área do antigo lixão. É constituída por sedimentos clásticos arenosos com intercalações de argilas e siltes de colorações variadas depositados já em ambiente continental no final do Terciário e início do Quaternário. Está assentada na feição geomorfológica dos tabuleiros costeiros, num morro de tabuleiro entrecortado pela drenagem dos canais formadores do riacho Águas de Ferro. Esta unidade é composta por clássicos continentais finos e grossos, de coloração variada e grau de compactação insignificante. As cores predominantes variam do amarelo-ocre ao vermelho-acastanhado.

5.1.7 Bairro Jacarecica

Segundo o IBGE (2010), o bairro Jacarecica ocupa uma área de 3,24 km² e sua população é de 5742 habitantes, sendo 2721 do sexo masculino e 3021 do sexo feminino, possui

16 logradouros, 2200 domicílios, 34 edificações em construção e está inserido na Região Administrativa 1.

O terreno, em que especificamente aconteceram as atividades do antigo lixão de Maceió, hoje abriga a comunidade Vila Emater. Esta divide-se em Vila Emater I, localizada na parte baixa do terreno e Vila Emater II, localizada na parte alta do terreno. Na parte alta do terreno encontra-se um elevador de resíduos sólidos ao qual foi realizada uma cobertura, a fim de que as águas pluviais não possam gerar uma maior quantidade na produção de chorume e que também possa cessar a presença de micro e macro vetores.

A comunidade Vila Emater, segundo um levantamento socioeconômico realizado em 2017 pela Seminfra, possui 300 unidades habitacionais, das quais 270 são cadastradas na Prefeitura de Maceió. De acordo com o relatório extraído do levantamento socioeconômico, 19 famílias possuem pelo menos um integrante com necessidades especiais, 14 famílias com pelo menos um integrante com alguma doença crônica, 27 famílias com ao menos um integrante idoso, 183 famílias com pelo menos um integrante menor de idade, 197 famílias com pelo menos um integrante do sexo feminino como responsável pela unidade familiar e 47 famílias com o responsável da unidade familiar analfabeto. A renda familiar dos moradores da comunidade se baseia na atividade de catador de materiais recicláveis, ainda que exerçam outro tipo de atividade. A renda familiar se distribui da seguinte forma, como mostra a Tabela 3:

Tabela 3- Renda familiar na comunidade Vila Emater

Valor mensal (R\$)	% populacional
0,00 – 440,00	16,29
0,00 – 937,00	67,03
1 salário mínimo	13,33
2 salários mínimos	1,85
Não informado	1,48

*Salário mínimo referência (R\$ 954,00)

Seminfra (2017)

5.2 Descrição da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, bibliográfica e descritiva, utilizando o método de abordagem hipotético-dedutivo, tendo sido formulada a hipótese de que o lixão de Maceió, embora desativado, continua degradando o ambiente através do chorume que ainda se forma no sub-solo. A pesquisa foi desenvolvida nas etapas enumeradas e descritas a seguir.

5.2.1 Coleta de dados

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico a fim de obter informações sobre os dados do meio físico pertinentes a área de estudo (antigo lixão de Maceió-Al), depois foi realizada uma pesquisa de campo, mediante observação sistemática com visitas *in loco*, no período de maio a agosto de 2019. Foram utilizados registros fotográficos e avaliação visual para constatação do real impacto ambiental causado pelo tempo que funcionou o antigo lixão a céu aberto.

5.2.2 Identificação e avaliação dos impactos ambientais

Para identificação e Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), utilizou-se o método *checklist* adaptado de Campos (2008). De acordo com Sánchez (2008) o método *checklist* consiste na identificação e listagem de consequências (impactos ambientais) que determinado empreendimento ou atividades conhecidas está desencadeando. Posteriormente aplicou-se o método da Matriz de avaliação dos impactos ambientais, baseada na Matriz de Leopold, para depois comparar as informações.

A metodologia *checklist* é prática e de fácil utilização, uma vez que consiste em uma relação de fatores e parâmetros ambientais que servem de referência, sendo abordados os elementos mais importantes (MEDEIROS, 2010; SÁNCHEZ, 2013).

O Quadro 8 apresenta os parâmetros de agravo com seus respectivos objetivos, que foram analisados nas visitas *in loco* para preenchimento do *checklist*.

Após aplicação da *Checklist* foi realizada a elaboração da Matriz de avaliação dos impactos ambientais baseada na Matriz de Leopold. Trata-se de uma matriz bidimensional simples que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais (FOGLIATTI; FILIPPO e GOUDARD, 2014). Segundo Potrich; Teixeira e Finotti (2007), o uso da Matriz de Leopold permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinado processo. Também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais.

Concebida pelo *U.S. Geological Survey*, a Matriz de Leopold é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas (PIZZO; SALAZAR e FREITAS, 2014).

O método permite uma fácil compreensão do público em geral, aborda fatores sociais, acomoda dados qualitativos e quantitativos e fornece boa orientação para a realização de estudos (CREMONEZ et al, 2014).

Quadro 8- Aspectos avaliados (*checklist*)

ASPECTO	PARÂMETRO DE AGRAVO	OBJETIVO
Solo/subsolo	Sinais de erosão	Identificar sinais de erosão do solo. Se este apresentar sinais de erosão na camada de cobertura, tem-se ali um canal aberto para a infiltração de lixiviados. Deve-se sinalizar com Sim quando identificados os sinais de erosão e Não para caso contrário.
	Alteração na capacidade de uso da terra	Identificar a alteração na capacidade de uso do solo. Cabe avaliar se houve revestimento do solo com a flora do bioma local. Deve-se sinalizar com Sim caso as condições ambientais demonstrem haver reflorestamento e Não para caso contrário.
	Dano ao relevo	Identificar se os danos causados pelo uso da área como lixão a céu aberto (aterramento dos resíduos, construção do sistema de coleta de lixiviados, poços de monitoração e abertura das vias de acesso) causaram alterações nas características naturais do relevo. Deve-se sinalizar com Sim em caso de alteração nas características do relevo e Não para caso contrário.
	Permeabilidade do solo	O método de análise e avaliação da sustentabilidade técnico ambiental e financeira de aterros simplificados-AASAS, considera favorável um solo com permeabilidade maior ou igual do que 10^{-5} ; como neutra a permeabilidade encontrada no intervalo de 10^{-5} e 10^{-6} ; e desfavorável as inferiores a 10^{-6} .
Ar	Proximidade de núcleos habitacionais	Para avaliação da proximidade ideal serão considerados os indicadores apresentados por ZANTA, CAMPOS e MAY (2006), que determinam como distância mínima recomendada de 1000m. Para distância máxima é indicado o valor de 5000m.
	Emissão de odores	Identificar a intensidade da emissão de odores desagradáveis, provenientes da liberação dos gases dos compostos em decomposição.
Água (mananciais subterrâneos)	Comprometimento do aquífero	Identificar se houve ou não alteração nas suas características físico-químicas que impeçam o uso do seu recurso natural tal como na sua origem. Deve-se sinalizar com Sim em caso de contaminação e Não para caso contrário.
	Profundidade do aquífero	A profundidade indicada por Zanta, Campos e May (2006) é igual ou acima de dois metros, e como não recomendável as distâncias iguais ou inferiores a um metro e meio. O intervalo entre as duas distâncias encontra-se numa zona de neutralidade.
	Reequilíbrio	Identificar a capacidade do meio em reconstituir as suas características naturais. Quando o impacto toma uma proporção mais elevada, há a necessidade da intervenção humana para recompor o meio afetado, isso porque o ambiente natural não tem condições de se reconstruir de forma natural e espontânea.
	Utilidade do aquífero	Considera que quanto maior a probabilidade de ingestão da água contaminada maior será o dano socioambiental causado pela contaminação. Deve-se sinalizar a opção do principal uso da água do aquífero.

Água (mananciais superficiais)	Comprometimento do manancial; Reequilíbrio; Utilidade do manancial.	Esses três aspectos seguem as mesmas características para avaliação que foi considerada para os aquíferos subterrâneos, comentados no item anterior.
	Distância do corpo d'água	Identificar se o aterro atende aos padrões definidos na Portaria do Interior n° 124/80 e na NBR 13896 (ABNT, 1997), que indicam como distância mínima 200m, como distância recomendável para proteger os mananciais em casos de acidentes ou falhas operacionais ZANTA, CAMPOS e MAY, 2006).
	Grau de prejuízo financeiro causado à comunidade local	Identificar se o manancial superficial é utilizado como fonte de subsistência pela comunidade local, e se por algum motivo se vê impossibilitada de manter as suas atividades.
Alteração da paisagem local	Impacto visual	Identificar se a alteração da paisagem local decorrente da cobertura dos resíduos sólidos gerou algum tipo de Impacto visual ao entorno.
	Existe projeto de readequação à paisagem local	Identificar a existência de algum tipo de projeto para readequação do terreno à paisagem original.
Outros aspectos a serem avaliados	O funcionamento do antigo lixão por vários anos gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	Identificar se a presença do antigo lixão gerou desvalorização no valor dos terrenos vizinhos
	Ocorrência de espécies endêmicas	Avaliar se a comunidade local foi afetada por incômodos causados por odor, presença de vetores, dentre outros.

Fonte: Adaptado por ARAÚJO (2015)

Para aplicação da Matriz de avaliação dos impactos ambientais foram feitas adaptações para se conformarem às peculiaridades da área do antigo lixão de Maceió-AL. Assim, foram utilizados parâmetros qualitativos avaliados em função das seguintes características: Frequência; Reversibilidade; Extensão; Duração; Origem; Sentido e Grau de impacto. Os impactos foram categorizados e valorados em classes conceituais, de acordo as diretrizes da Resolução Conama 001/86. São elas:

Frequência: impacto temporário (T) quando o impacto ambiental tem duração determinada; impacto permanente (Pr) quando, uma vez executada a atividade transformadora, o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido; impacto cíclico (C) quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.

Reversibilidade: impacto reversível (Rv) quando o parâmetro ambiental afetado, cessado a ação, retorna às suas condições originais; impacto irreversível (Ir) quando, uma vez ocorrida a ação, o parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível.

Extensão: impacto local (L) quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações; impacto regional (Rg) quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação.

Duração: de curto prazo (Cp) quando seus efeitos têm duração de até 1 ano; de médio prazo (Mp) quando seus efeitos têm duração de 1 a 10 anos; e de longo prazo (Lp) quando seus efeitos têm duração de 10 a 50 anos.

Origem: impacto direto (D), resultante de uma simples relação de causa e efeito; impacto indireto (I), resultante de uma reação secundária em relação à ação.

Sentido: impacto positivo, quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um parâmetro ambiental; impacto negativo, quando a ação resulta em um dano à qualidade de um parâmetro ambiental.

Grau de impacto: a magnitude é definida pela extensão do efeito daquele tipo de ação sobre a característica ambiental, em escala espacial e temporal. É classificada como alta (A), média (M) ou baixa (B).

5.2.3 Concepção dos cenários de avaliação

A NBR 16209:2013 trata da avaliação de risco à saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas determinando os passos para a realização de uma avaliação de risco efetiva. As principais etapas são: a avaliação de exposição (caracterização dos cenários de exposição e a quantificação do ingresso), a análise de toxicidade (tipos de efeitos adversos à saúde, fatores de carcinogenicidade e doses de referência) e a caracterização dos risco (SCHEFFER, 2017).

A avaliação do risco teve por base a definição de seis cenários de contaminação em função da via de exposição do receptor e da localização da fonte de contaminação: Cenário 1 (absorção ou contato dérmico); Cenário 2 (ingestão) e Cenário 3 (inalatória), todos no entorno da fonte de contaminação e os Cenários 5, 6 e 7, localizados à jusante da fonte de contaminação e com as mesmas vias de exposição dos cenários anteriores, respectivamente. Foram definidos os cenários 4 e 8 como somatórios dos riscos por vias de ingresso acumulados.

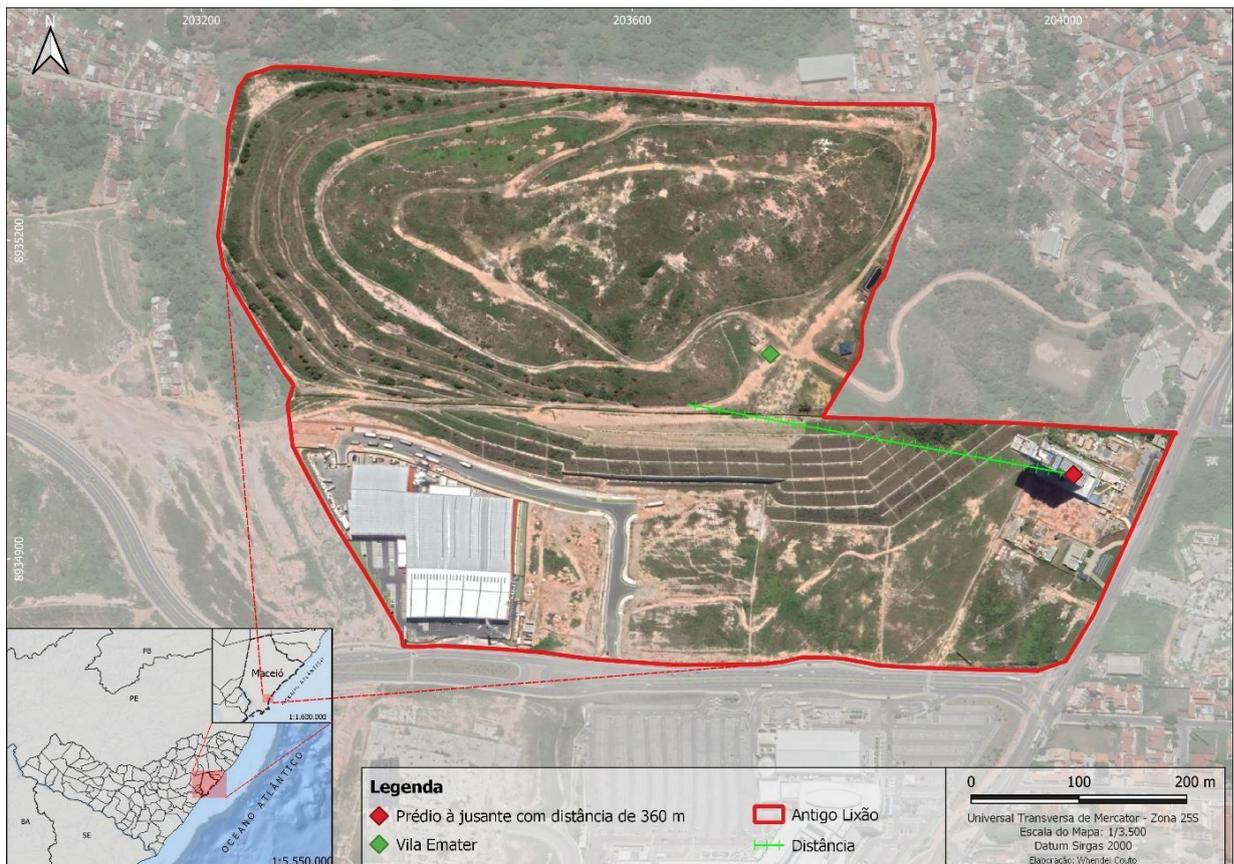
Para a concepção dos cenários de avaliação utilizou-se imagens de satélite, onde foi possível detectar as moradias mais expostas aos riscos, como mostra a Figura 6. Foram identificadas as moradias no entorno e à jusante da fonte de contaminação como as mais expostas para possíveis potenciais receptores dos efeitos consequentes ao uso da água contaminada por chorume para diversos fins, através da captação da água subterrânea por poços de abastecimento.

Para o Cenário 1 foi considerado apenas o contato dérmico com a água contaminada, onde o morador realizará seu manuseio para diversos fins. O receptor está localizado no entorno da fonte de contaminação, ou seja, estaria imediatamente acima do aquífero contaminado pelo chorume.

Para o Cenário 2 foi considerado apenas a contaminação por via ingestão, onde o

morador poderia ingerir a água contaminada, por meio de poços de abastecimento. O receptor está localizado no entorno da fonte de contaminação.

Figura 6-Cenários avaliados



Fonte: Autor (2020), adaptado do Google Earth

Para o Cenário 3 foi considerado apenas a contaminação por via inalatória em ambiente aberto e ambiente fechado, onde o morador inalaria as partículas dos contaminantes mais voláteis. O receptor estaria localizado no entorno da fonte de contaminação ou subjacente à mesma.

Os mesmos cenários também foram avaliados para receptores localizados à jusante da fonte de contaminação, resultando os cenários 4, 5 e 6 respectivamente.

Para todos os cenários foram selecionados os contaminantes químicos pertencentes ao chorume, segundo referências em análises realizadas anteriormente através de pesquisas científicas em lixões a céu aberto e aterros controlados. Assim seguem os contaminantes químicos selecionados: alumínio, amônia, arsênio, bário, berilo, benzeno, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, clorobenzeno, cromo VI, manganês, mercúrio, níquel, nitrato, tolueno, vanádio, zinco. Os parâmetros físico-químicos do chorume utilizados na avaliação de risco foram:

- PM (Peso Molecular) é o resultado da soma das massas atômicas dos elementos que formam uma molécula;
- A constante de Henry está relacionada com a facilidade da partição da fase dissolvida para a fase volatilizada da substância química;

- Densidade é a determinação da quantidade de massa que está presente em uma unidade de volume;
- Solubilidade é a propriedade física das substâncias de se dissolverem ou não em um determinado líquido;
- Difusidade (no ar e na água) é um valor que representa a facilidade com que cada soluto em particular se move em um solvente determinado;
- KD é a relação entre as concentrações adsorvida e em solução;

Esses parâmetros físico-químicos estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4- Parâmetros físico-químicos do chorume

COMPOSTOS	PM (g/mol)	Constante de Henry	Densidade (g/ml)	Solubilidade (mg/L água)	Difusidade no Ar (cm ² /s)	Difusidade na Água (cm ² /s)	KD (L/Kg)
Alumínio	26,98	--	2,70	1,70	--	--	1500,00
Amônia	17,03	0,000658	0,696	12400	--	--	--
Arsênio	74,92	--	5,75	0,0500	--	--	26,00
Bário	137,33	--	3,62	0,176	--	--	21,00
Berilo	9,01	--	1,85	0,001	--	--	42,00
Benzeno	78,11	0,227	0,877	1,08	0,0895	0,0000103	0,19
Cádmio	112,41	--	8,69	0,0200	--	--	223,00
Chumbo	207,20	--	11,3	--	--	--	--
Cobalto	58,93	--	8,86	9310	--	--	85,00
Cobre	63,55	--	8,96	2,83	--	--	813,00
Clorobenzeno	112,56	0,127	1,11	0,0100	0,0721	0,00000948	0,67
Cromo VI	52	--	5,22	0,0600	--	--	14400,00
Manganês	54,94	--	7,30	4,23	--	--	65,00
Mercúrio	200,59	0,467	13,5	0,0200	0,0307	0,00000630	0,46
Níquel	58,69	--	8,90	0,320	--	--	118,00
Nitrato	62	--	--	91,8	--	--	--
Tolueno	92,14	0,271	0,862	3,20	0,0778	0,00000920	0,42
Vanádio	50,94	--	6,00	0,0600	--	--	--
Zinco	65,38	--	7,13	1,64	--	--	138,00

Fonte: CETESB

5.2.4 Composição química do chorume

De acordo com os dados de entrada das planilhas de avaliação da CETESB é necessário informar quais são os valores dos contaminantes em quantidade no ambiente da fonte de contaminação, para que seja realizada uma avaliação direcionada especificamente para o composto desejado. Para se atingir o objetivo foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre os parâmetros dos compostos do chorume.

Foram referenciados nove trabalhos científicos e acadêmicos contendo análises dos parâmetros de chorume, a saber: Costa (2004); Lima (2010); Santos et al. (2004); Cavalcante et al. (2011); Costa Filho et al. (2016); Monteiro, Costa e Menezes (2002); Lima (2003); Junqueira, Rocha e Nishiyama (2010) e Mcginley e Kmet (1984).

O Quadro 09 contém as informações pertinentes a área de estudo de cada um desses trabalhos quanto ao seu tempo de funcionamento, parâmetros ambientais, tipo e local da disposição final dos resíduos sólidos.

Quadro 09- Características locais das referências

TRABALHO	TEMPO DE FUNCIONAMENTO	NÍVEL ESTÁTICO	CLIMA	SOLO	TIPO	LOCALIDADE
Costa (2004) (TRAB 1)	1967-1972	8,7	Tropical com estação seca	--	Lixão	Belo Horizonte-BH
Lima (2010) (TRAB 2)	1967-2010	--	Tropical úmido	Arenoso	Lixão	Maceió-AL
Santos et al (2004) (TRAB 3)	1989-Hoje	--	--	Arenoso	Lixão	Feira de Santana-BA
Cavalcante et al (2011) (TRAB 4)	1978-1998	--	Tropical semi úmido	Arenoso	Lixão	Fortaleza-CE
Costa Filho et al (2016) (TRAB 5)	Hoje	--	Tropical semi úmido	--	Aterro sanitário	Caucaia-CE
Monteiro, Costa e Menezes (2002) (TRAB 6)	Hoje	--	Megatérmico e úmido	Arenoso	Lixão	Cametá-PA
Lima (2003) (TRAB 7)	1990-2003	--	--	Argilo arenoso	Lixão	São Pedro da Aldeia-RJ
Junqueira, Rocha e Nishiyama (2010) (TRAB 8)	1989-1993	--	Subtropical úmido com inverno seco	Arenoso	Lixão	Uberlândia-MG
Mcginley e Kmet (1984) (TRAB 9)	--	--	--	--	--	Madison-Wisconsin

A Tabela 5 a seguir contém os valores médios e máximos referentes às concentrações dos componentes do chorume referenciados dos trabalhos. Serão utilizados os valores máximos dos componentes em destaque com valores de “concentrações de referência” na aplicação das planilhas de avaliação da CETESB, para se obter os riscos carcinogênicos e toxicológicos para cada cenário de avaliação.

5.2.5 Aplicação das planilhas de avaliação (CETESB)

As planilhas da CETESB são um conjunto de algoritmos disponíveis para cálculo de riscos à saúde humana por meio do programa Microsoft Excel. A modelagem foi definida pelo órgão ambiental paulista, a CETESB, e serve como ferramenta para o cálculo de riscos carcinogênicos e não carcinogênicos. Além disso, é utilizada para a definição de metas de remediação, auxiliando a etapa de intervenção e consequente tomada de decisão sobre a área contaminada. As metas para remediação são definidas a partir das concentrações máximas aceitáveis (CMAs) calculadas pela ferramenta (CETESB, 2001).

Tabela 5- Valores médios e máximos das concentrações

	TRAB 1		TRAB 2		TRAB 3		TRAB 4		TRAB 5	
Unidade (mg/L)										
PARÂMETROS	MÉD	MÁX	MÉD	MÁX	MÉD	MÁX	MÉD	MÁX	MÉD	MÁX
ALUMÍNIO*	1,003	1,7					0,03375	0,09		
AMÔNIA*	56,8	124			3,9425	12,1			8,58	22,20
ARSÊNIO*	0,05	0,05								
BÁRIO*	0,2586	0,176								
BERILO*	0,001	0,001								
BENZENO										
CÁDMIO*	0,022	0,02				<0,005				
CHUMBO	0,1033	0,15			0,0965	0,15				
COBALTO*	0,2366	0,31								
COBRE	0,016	0,03			0,01	0,01				
CLORO							221,87	428		
CLOROBENZENO										
CROMO HEXAVALENTE*	0,026	0,05								
LÍTIO		<0,02								
MANGANÊS*	0,3766	0,48			1,8675	4,23			0,12	0,15
MERCÚRIO*		<0,02				<0,02				
NÍQUEL*	0,2966	0,32								
NITRATOS*	4,93	6,4			30,112	91,8	8,771	18,65	5,59	19,32
TOLUENO										
VANÁDIO*	0,053	0,06								
ZINCO	0,33	0,66								

	TRAB 6		TRAB 7		TRAB 8		TRAB 9	
Unidade: mg/L								
PARÂMETROS	MED	MAX	MED	MAX	MED	MAX	MED	MAX
ALUMÍNIO								
AMÔNIA			19,3					
ARSÊNIO								
BÁRIO								
BERILO								
BENZENO*								1,08
CÁDMIO								
CHUMBO*		1,51						
COBALTO								
COBRE*	0,3583	2,832						
CLORO								
CLOROBENZENO*								0,01
CROMO HEXAVALENTE								
LÍTIO								
MANGANÊS			5					
MERCÚRIO								
NÍQUEL								
NITRATOS							0,7	1
TOLUENO*								3,2
VANÁDIO								
ZINCO*	0,2836	1,64						

*Compostos analisados nos trabalhos referenciados mas utilizados no cálculo de Aqr a partir de concentração encontrados na literatura específica.

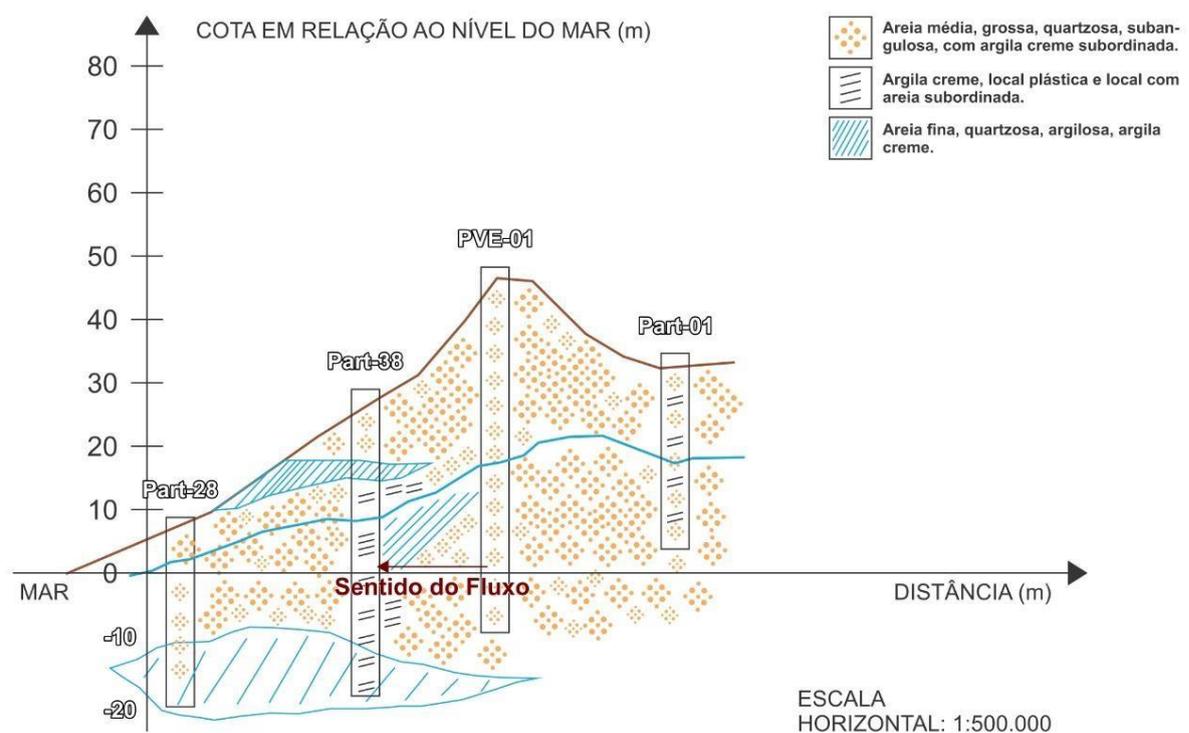
Segundo Maximiano (2011), as planilhas da CETESB são de fácil utilização, e consolidam e unificam dados referentes às substâncias químicas e aos parâmetros de exposição. Elas são aceitas em outros estados do país, com exceção de Minas Gerais, que possui sua própria ferramenta de avaliação de risco.

Na aplicação das planilhas de avaliação da CETESB para os cenários estabelecidos na área de risco do antigo lixão de Maceió-AL, foram seguidos todos os passos da metodologia RBCA adaptada pela CETESB. Os riscos considerados abrangem as categorias carcinogênicas e toxicológicas, sendo determinante para tomadas de decisões nos segmentos dos estudos realizados na área de investigação.

Inicialmente foi determinado o uso da água subterrânea como um risco à saúde humana, devido ao uso da água local para diversos fins, através dos poços de abastecimento.

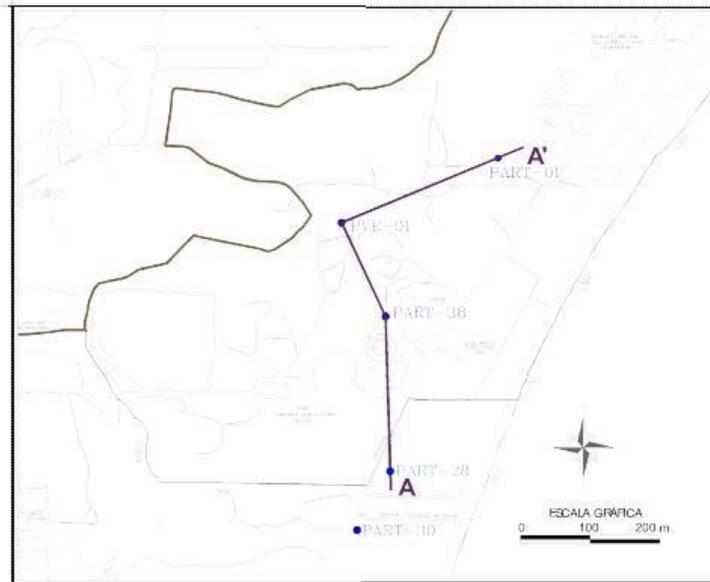
A Figura 07 esquematiza um perfil geológico da área do estudo, elaborado a partir dos relatórios técnicos de poços perfurados por instituições distintas, apresentadas na Tabela 06, conforme suas localizações apontadas na Figura 08.

Figura 07- Perfil esquemático da área do antigo lixão contaminado por chorume



Fonte: Autor (2021)

Complementarmente, a Tabela 06 apresenta as características construtivas dos poços artesianos apresentados no perfil esquemático da área do antigo lixão.

Figura 08- Localização dos poços utilizados para descrição geológica local

Fonte: Autor (2021)

Tabela 06 - Características dos poços

Nomenclatura dos poços	Profundidade do Nível Estático	Profundidade do nível dinâmico	Vazão de teste (m ³ /h)	Profundidade final do poço (m)	Ano de construção	Proprietário
PART-01	16,50	22,50	1,494	27,00	1995	A. Kotovicz
PVE-01	29,85	34,68	15,8	----	1994	CASAL
PART-38	17,82	22,74	36,00	50,00	1993	COBEL
PART-28	3,94	5,60	8,850	----	1989	M. Motel

Fonte: Relatórios técnicos de perfuração dos poços (empresas Hidropoços e Hidrodinâmica)

Em seguida, foram coletados os dados do meio físico relevantes para a avaliação de risco na área em estudo, caracterizando a área abrangente da fonte de contaminação, a caracterização do meio físico e o meio de contaminação, (Tabela 07).

Posteriormente, foi realizada a avaliação de exposição, contendo as informações da caracterização da exposição, da avaliação dos cenários de exposição e da quantificação das doses teóricas de ingresso. Os contaminantes químicos atingem o organismo humano por diversas vias: podem atravessar a barreira da pele e chegar aos tecidos mais profundos e a corrente sanguínea; podem ser inalados e alcançar os pulmões, acomodando-se nos alvéolos pulmonares; e podem ser ingeridos juntos com partículas de solo, frutas e animais.

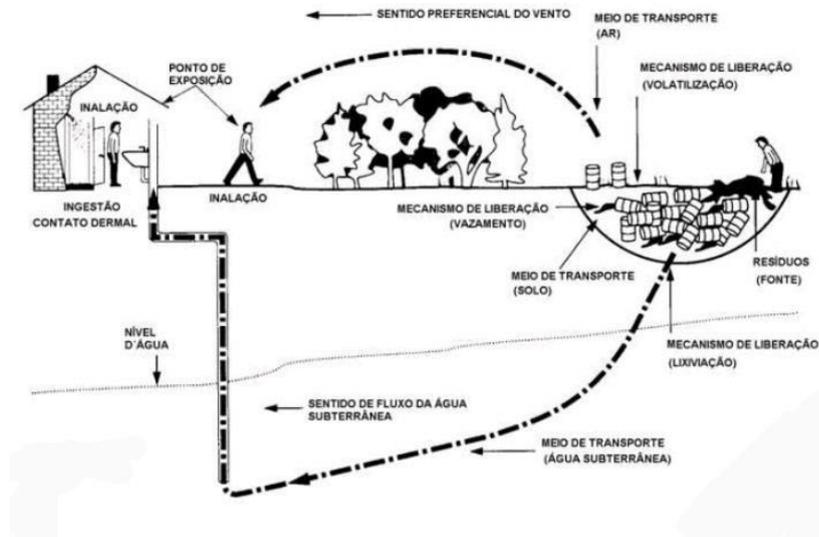
Em geral, a contaminação ocorre através de uma rota de exposição, ou seja, o caminho seguido pelo contaminante até o homem (LIMA, 2010). A Figura 09 mostra quais percursos os contaminantes químicos realizam até chegar as vias de acesso do organismo humano.

Tabela 07 - Dados do meio físico

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALORES ESPECÍFICOS
Cenários Associados a Intrusão de Vapores			
Ab	Área das fundações	cm ²	200000,0
Lb	Pé direito	cm	250,0
Lcrk	Espessura das fundações/paredes de construções	cm	10,0
Cenários Associados a Inalação de Vapores a Partir do Solo e Água Subterrânea			
Lss	Profundidade da fonte no solo subsuperficial	cm	100
dss	Espessura do solo subsuperficial impactado	cm	1000
Wss	Largura do solo subsuperficial	cm	10000
Lgw	Profundidade do nível d'água	cm	450,0
T	Temperatura da água subterrânea	K	298,0
Ww	Largura da área fonte na direção paralela fluxo da água subterrânea	cm	10000
δgw	Espessura da pluma dissolvida na água subterrânea	cm	300
θT	Porosidade total	--	0,460
ρs	Densidade do solo	g/cm ³	1,300
foc	Fração de carbono orgânico no solo	g-c/g-solo	0,0030
Cenários Associados a Lixiviação do Solo Subsuperficial para Água Subterrânea			
SIR	Taxa de infiltração no solo	cm/ano	66,10
Cenários Associados ao Contato Direto com Solo Superficial			
Ls	Espessura do solo superficial impactado	cm	1000
A	Área de emissão de vapores	cm ²	20250000
Ws	Largura do solo superficial impactado	cm	4500
Cenários Associados ao Transporte de Contaminante em Meio Saturado			
Sd	Espessura da fonte na água subterrânea	cm	300,000
Sw	Largura da fonte	cm	10000
i	Gradiente hidráulico	--	0,0500
K	Condutividade hidráulica	cm/dia	11,23
x	Distância entre a área fonte na água subterrânea e o ponto de exposição	cm	20000*
θef	Porosidade efetiva	cm ³ /cm ³	0,1200

*Para os cenários 5,6 e 7 a distância selecionada foi de 3600 cm.

Figura 09- Principais vias de ingresso



Fonte: LAGREGA et al (1994)

A Tabela 08 contém os valores de referência quanto à exposição aos contaminantes químicos avaliados.

Tabela 08- Referências para dose limite

CONTAMINANTE	CONAMA 420 (mg/L)	MS/2017 (mg/L)	CETESB (2010)	CONCENTRAÇÃO MÁX. UTILIZADAS NAS PLANILHAS CETESB (mg/L)
Alumínio	3,5	0,005	NC	1,7
Amônia	--	1,5	NC	124
Arsênio	0,01	0,01	C	0,05
Bário	0,7	0,7	NC	0,176
Berilo	--	--	C	0,001
Benzeno	--	0,005	C	1,08
Cádmio	0,005	0,005	C	0,02
Chumbo	0,01	0,01	NC	1,51
Cobalto	0,07	--	C	0,31
Cobre	2	2	NC	2,832
Clorobenzeno	--	0,12	NC	0,01
Cromo VI	0,05	0,05	C	0,05
Manganês	0,4	0,1	NC	4,23
Mercurio	0,001	0,001	NC	0,02
Níquel	0,02	0,07	C	0,32
Nitrato	10	10	NC	91,8
Tolueno	0,7	0,17	NC	3,2
Vanádio	--	--	NC	0,06
Zinco	1,05	5	NC	1,64

*NC= Não Carcinogênico C= Carcinogênico Fonte: CONAMA(2009), MS(2017), CETESB(2010), Costa (2004), Santos et al (2004), Cavalcante et al (2011), Monteiro, Costa e Menezes (2002), Mcginley e Kmet (1984)

São listadas a seguir, as características dos contaminantes do chorume referenciados para avaliação contendo as informações quanto à classificação de cada componente químico, a forma ao qual pode ser encontrado, seja na natureza ou como resultado de ações antrópicas e quais são os riscos oferecidos à saúde humana, uma vez que haja exposição por vias de contato (dérmico, digestiva ou inalatória) com a água contaminada por chorume.

- Alumínio

Classificação: metal.

Encontrado: É liberado no meio ambiente por processos naturais de erosão do solo, erupções vulcânicas e por ações antrópicas.

Riscos à saúde humana: A maior parte da ingestão do Al provém da alimentação; através de alimentos contaminados por Al, água e alimentos industrializados que possuem o Al como conservante e/ou corante. É na água onde se apresenta a forma mais biodisponível para ser absorvido pelo intestino (FERREIRA et al, 2008).

- Amônia

Classificação: Não metal

Encontrado: A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Entretanto, a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição próximas e locais isentos de saneamento básico.

Riscos à saúde humana: O seu consumo através das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos das águas à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (ALABURDA e NISHIHARA,1998)

- Arsênio

Classificação: Metal

Encontrado: O elemento chega aos corpos d'água por fontes de depósitos naturais ou por práticas agrícolas e industriais, principalmente a mineração.

Riscos à saúde humana: As consequências para a saúde humana da exposição crônica ao arsênio incluem um aumento no risco de várias formas de câncer e numerosos efeitos patológicos, tais como doenças cutâneas, gastro-intestinais, vasculares, diabetes melitus e neuropatias periféricas (RODRIGUES,2008).

- Bário

Classificação: Metal

Encontrado: O bário, juntamente outros tipos de metais, pode ser encontrado em aquíferos através da disposição inadequada dos esgotos industriais e de lixo, aumentando cada vez mais a presença dos metais pesados nestes ambientes.

Riscos à saúde humana: A presença de bário na água pode provocar problemas toxicológicos para os seres vivos devido à sua característica de persistência no ambiente e ser bioacumulativo dentro da cadeia trófica (LIMA et al, 2010).

- Berilo

Classificação: Metal

Encontrado: Pode ser encontrado na natureza em forma de minério e suas principais aplicações são: produção de ligas metálicas, moedas, molas, aeronaves e naves espaciais.

Riscos à saúde humana: É considerado um elemento carcinógeno pulmonar, atingindo traquéia, brônquios e pulmão (OMS,2016).

- Benzeno

Classificação: Não metal (hidrocarboneto aromático)

Encontrado: É um composto orgânico bastante utilizado como matéria-prima nas indústrias, em processos laboratoriais, em companhias siderúrgicas e em indústrias petroquímicas para o refino do petróleo. É um composto comprovadamente cancerígeno.

Riscos à saúde humana: A exposição ao benzeno ocorre pela presença deste no ar, água e alimentos. Os efeitos são diversos desde desestabilidade imunológica até câncer (LIMA, 2010).

- Cádmio

Classificação: Metal

Encontrado: Grande parte da liberação de Cd na natureza deve-se às fontes antropogênicas, devido aos seus usos industriais como agente anticorrosivo, em fabricação de baterias e pigmentos, queima de carvão e a fusão de baterias de Cádmio-Níquel.

Riscos à saúde humana: Ao se acumular no organismo o Cd pode levar a problemas como anemia, hipertensão, câncer, falência cardíaca, disfunções cerebrais, enfisema, proteinúria, osteoporose, formação de pedras nos rins e distúrbios no metabolismo de cálcio (COSTA,2015).

- Chumbo

Classificação: Metal

Encontrado: As possíveis fontes de exposição incluem a origem natural, o processamento industrial, artefatos comerciais, medicamentos populares, alimentos contaminados e produtos fitoterápicos.

Riscos à saúde humana: Pode ser absorvido por três vias distintas: pele, trato gastrointestinal e sistema respiratório. Os aspectos clínicos mais recorrentes são: transtornos neurocognitivos e neurofisiológicos, alterações dos índices hematológicos e problemas renais (CARDOSO,2019).

- Cobalto

Classificação: Metal

Encontrado: Encontra-se na natureza através de fontes naturais e das atividades industriais que dele se utiliza.

Riscos à saúde humana: As principais vias de exposição são a respiratória e a dérmica e os efeitos são: irritação no trato respiratório, dermatite, lesões no miocárdio e câncer de pulmão (ALVES e ROSA,2003).

- Cobre

Classificação: Metal

Encontrado: É encontrado na natureza em diferentes minerais e através das atividades industriais, principalmente na produção de liga metálica.

Riscos à saúde humana: O contato através de doses excessivas de cobre encontrado no solo ou na água pode provocar reações tóxicas à saúde humana, como por exemplo problemas no fígado e no sistema urinário (DE MELO e WAGNER,2020).

- Clorobenzeno

Classificação: Não metal

Encontrado: É encontrado como solvente em agrotóxicos, desengordurante para peças de automóveis, além de intermediário na produção de outros compostos químicos.

Riscos à saúde humana: A exposição ao clorobenzeno se dá através do solo, água potável e água subterrânea por via respiratória e dérmica, ocasionando grave irritação pulmonar, dores de cabeça, sonolência, espasmos musculares, apatia, náuseas e vômitos (CETESB,2012).

- Cromo VI

Classificação: Não metal

Encontrado: O cromo surge naturalmente e pode ser encontrado em rochas, no solo e em poeiras e gases vulcânicos. O cromo hexavalente, geralmente, é produzido por

processos industriais na fabricação de produtos químicos, peles e têxteis e eletropintura.

Riscos à saúde humana: A exposição do cromo-hexavalente pode ocorrer através da inalação, contato com a pele e ingestão. Podendo causar toxicidade para os rins, tumores, grave irritação das vias respiratórias e câncer (CHEIS,2014).

- Manganês

Classificação: Metal

Encontrado: É encontrado na natureza como componente de minerais. É utilizado na produção de baterias, palitos de fósforos, porcelanas e materiais à base de vidro.

Riscos à saúde humana: A exposição acontece normalmente por via inalatória e também pode ocorrer pelas vias oral e dérmica. Apresenta toxicidade ao sistema nervoso central, ao sistema respiratório e a função hepática, chegando a desenvolver câncer (RAMOS, 2013)

- Mercúrio

Classificação: Metal

Encontrado: É encontrado na natureza em estado líquido e é utilizado na fabricação de espelhos, em instrumento de medidas (termômetros e barômetros), lâmpadas fluorescentes e como catalisador em reações químicas.

Riscos à saúde humana: A principal via de exposição humana ao mercúrio é inalatória. Atinge facilmente a circulação sanguínea, prejudicando os rins e o sistema nervoso central (REBELO, 2016).

- Níquel

Classificação: Metal

Encontrado: A maior quantidade de níquel é utilizada na fabricação de ácido inoxidável.

Riscos à saúde humana: O contato da pele com solo ou água contendo níquel pode resultar em contaminação. Além disso, o excesso do metal pode causar embolia pulmonar, parada respiratória, defeitos de nascença, asma e bronquite crônica, reações alérgicas e distúrbios cardíacos (MANZINI et al,2019).

- Nitrato

Classificação: Não metal

Encontrado: A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. O nitrato é um dos íons

mais encontrados em águas naturais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas.

Riscos à saúde humana: O consumo de nitrato através das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (ALABURDA, 1998).

- Tolueno

Classificação: Não metal

Encontrado: O tolueno está naturalmente presente no óleo cru e é produzido através do refinamento de petróleo como subproduto da produção de estireno.

Riscos à saúde humana: Os riscos à saúde dependem da intensidade da exposição ao composto. Quando em menor grau, pode ocorrer apenas irritação dos olhos e garganta. Já quando a exposição ao tolueno é mais longa, o composto pode causar efeitos de intoxicação como cefaleia (dor de cabeça), confusão e tontura (FORSTER et al, 1994).

- Vanádio

Classificação: Metal

Encontrado: Vanádio é um metal que não ocorre livre na natureza mas combinado com outros elementos, existem cerca de 65 minerais diferentes contendo vanádio. É utilizado na indústria, principalmente em metalurgia.

Riscos à saúde humana: Danos renais podem ocorrer imediatamente após o início da exposição ao vanádio, seja em exposição aguda ou crônica (CETESB,2012).

- Zinco Classificação:

Metal

Encontrado: O zinco é um metal brilhante encontrado na crosta terrestre e que pode se combinar com outros elementos formando compostos de zinco. O zinco e seus compostos têm muitos usos na indústria automobilística, de construção civil e de eletrodomésticos.

Riscos à saúde humana: O zinco é um elemento necessário para o organismo em pequenas quantidades. No entanto a ingestão aguda de altas doses pode provocar cólicas estomacais, náuseas e vômitos. A ingestão de altas doses por vários meses pode causar anemia, danos no pâncreas e diminuição do colesterol HDL (CETESB,2012).

De acordo com os cenários de exposição a serem avaliados, através de visita in loco e mapeamento da área de estudo, foi determinada, como mostra o Quadro 10 a seguir, a concepção em razão das exigências das planilhas de avaliação da Cetesb:

Quadro 10- Concepção dos cenários para avaliação

CONCEPÇÃO DOS CENÁRIOS			
Fonte de contaminação	Cenários	Vias de ingresso	Rota de exposição
Água subterrânea contaminada por chorume	1 e 5	Via contato dérmico	Através de poços de abastecimento nas residências do entorno e a jusante do antigo lixão de Maceió-Al
	2 e 6	Via ingestão	
	3 e 7	Via inalatória	

Fonte: Autor

Em seguida, foi realizada a análise da toxicidade, tendo como referência doses de concentrações aceitáveis por cenário de exposição. Na avaliação de exposição são identificados indivíduos e populações expostas e, também as características da exposição. O parâmetro mais utilizado é a dose.

As doses teóricas de ingresso fazem parte da etapa que envolve a caracterização quantitativa do risco. Neste ponto são definidos valores de riscos. O risco é representado por uma probabilidade, em geral, a probabilidade de que indivíduos expostos possam desenvolver algum tipo de câncer associado ao composto em análise.

Para os efeitos não-carcinogênicos não é possível definir a probabilidade do risco de efeito adverso, não obstante, é utilizado o índice de risco ou índice de perigo, demonstrado na equação a seguir:

$$\text{Índice de Perigo} = \frac{\text{Dose Média de Ingresso}}{\text{Dose de Referência}} \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde,

IP – Índice de perigo;

ADD – Dose média de ingresso;

RfD – Dose de referência.

Se o quociente for inferior a 1,0 são esperados efeitos adversos, do contrário, é possível que a dose de ingresso cause efeitos deletérios. Caso exista mais de uma via de exposição deve ser aplicada a Equação Eq. 02, obtendo-se o somatório de todos os índices de perigo.

$$\text{Índice de Risco} = \sum \text{Índice de Perigo} \quad (\text{Eq. 02})$$

A caracterização do risco para compostos carcinogênicos representa a probabilidade adicional do desenvolvimento de câncer em função da exposição a uma substância química no decorrer do tempo de uma vida (USEPA,1989). O risco de câncer é apresentado em resultado adimensional expresso em notação científica. Como por exemplo, um risco aceitável de 10^{-5} , indica que um indivíduo exposto a um determinado contaminante tem uma chance adicional em cem mil de desenvolver câncer durante a sua vida.

A quantificação do risco carcinogênico para um determinado composto químico relacionado a um cenário de exposição n , é estimada por meio da equação:

$$\text{Risco} = I_n \times SF \quad (\text{Eq. 03})$$

Onde: I_n = dose de ingresso para um caminho de exposição n (mg/kg-dia);

SF = fator de carcinogenicidade (mg/kg-dia)⁻¹.

O risco carcinogênico proveniente da exposição simultânea de múltiplas substâncias químicas, denominado de risco carcinogênico total, é estimado por meio da somatória de probabilidades de um mesmo indivíduo desenvolver câncer como consequência da exposição a vários compostos químicos associados a um determinado caminho de exposição. Segundo a USEPA (1989), o risco carcinogênico total por via de exposição (Risco r) é soma dos riscos estimados para cada uma das substâncias carcinogênicas (Risco i) identificadas na área de estudo.

$$\text{Risco}_r = \sum \text{Risco}_i \quad (\text{Eq. 04})$$

Os parâmetros de exposição para os cálculos da avaliação dos riscos toxicológicos e carcinógenos em decorrência da exposição de crianças e adultos estão descritos na Tabela 09, conforme utiliza-se como padrão não passivo de edição das planilhas de avaliação da Cetesb.

Tabela 09-Descrição dos parâmetros de exposição

Parâmetros de exposição			
Descrição	Unidade	Criança	Adulto
Duração da exposição	Anos	6	30
Expectativa de vida	Anos	72	72
Tempo médio para efeitos carcinogênicos	Dias	26280	26280
Tempo médio para efeitos não carcinogênicos	Dias	2190	10950
Massa corpórea	Kg	15	70
Tempo de exposição para inalação de partículas e vapores do solo superficial	Horas/dia	4	2
Tempo de exposição para contato dérmico com água subterrânea	Horas/dia	2	4
Tempo de exposição para inalação de vapores em ambientes abertos	Horas/dia	8	8
Tempo de exposição para inalação de vapores em ambientes fechados	Horas/dia	16	16
Frequência de exposição para contato dérmico com a água subterrânea	Dias/ano	350	350
Frequência de exposição para recreação	Dias/ano	104	104
Frequência de exposição	Dias/ano	350	350
Taxa de inalação diária em ambientes fechados	m ³ /h	0,62	0,95
Taxa de inalação diária em ambientes abertos	m ³ /h	0,78	1,20
Taxa de ingestão diária de água	L/dia	1,00	2,00
Área superficial da pele disponível para contato dérmico-solo e água subterrânea	cm ²	4783	10367
Fração da fonte em contato dérmico	--	1	1
Quociente de risco não carcinogênico	--	1,0	1,0
Risco carcinogênico	--	1,00E-05	1,00E-05

Fonte: CETESB (2009)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É notório que a especulação imobiliária tem desempenhado um forte papel no que concerne à expansão urbana no litoral norte de Maceió. Há terrenos loteados para instalações domiciliares futuras, despertando o interesse dos compradores por ser uma localização próxima a costa litorânea.

Porém, o tempo em que o antigo lixão de Maceió permaneceu ativo no bairro, causou um grande impacto ambiental através da contaminação por chorume em seu solo e água subterrânea, que até hoje é passivo de monitoramento. Dessa forma o impacto ambiental ocasionado não se limita apenas a área ocupada do antigo lixão, se estendendo ao seu entorno, pois a proximidade ao Oceano Atlântico mostra que a contaminação por chorume pode estar atingindo a praia que se encontra na direção do fluxo hidráulico.

Por motivos de contaminação a longo prazo, as áreas em que houve funcionamento de lixões devem ser isoladas e recuperadas ambientalmente. Devem ser realizadas em suas áreas o cercamento total, a drenagem pluvial, a cobertura com solo e vegetação, a implantação de sistema de vigilância e a realocação das pessoas e edificações que se localizem dentro das áreas. Os programas de habitação de interesse social juntamente com o Decreto 7405/10 são referências para ação de remanejamento, que deve ocorrer de forma participativa (Programa Pró-Catador).

A Figura 10 mostra a cobertura vegetal que os resíduos sólidos receberam no antigo lixão de Maceió-AL.

Figura 10- Cobertura vegetal realizada no antigo lixão de Maceió-AL



Fonte: Autor (2019)

Apesar de ter sido realizada a cobertura vegetal, esta não foi expandida por toda área em sua totalidade, visto que ainda há residências domiciliares precárias ocupando o seu entorno e conseqüentemente podem ser vistos também caminhos com solo exposto. As Figuras 11 e 12 conferem a realidade descrita.

Figura 11- Residências domiciliares



Fonte: Autor (2019)

Figura 12- Solo exposto



Fonte: Autor (2019)

Por haver ocupação e uso do solo para a prática de moradia por quem realiza a atividade de catador de lixo, também são vistos resíduos destinados a reciclagem e os que não são, sendo descartados a céu aberto, como mostram as Figuras 13 e 14.

Figura 13- Resíduos destinados a reciclagem



Fonte: Autor (2019)

Figura 14- Resíduos a céu aberto



Fonte: Autor (2019)

Há a presença de um muro de isolamento, apenas em uma parte onde houve cobertura vegetal sentido norte, e em menos de 500m se iniciam as moradias da comunidade Vila Emater, como expõe a Figura 15.

Figura 15- Muro de isolamento em frente à Vila Emater



Fonte: Autor (2019)

Em sentido leste, início do topo do Tabuleiro Costeiro, pode-se ver poluição por descarte irregular de resíduos sólidos e água pluvial acumulada (Figuras 16, 17), entrando em contraste com a visão paisagística a qual a costa atlântica no litoral norte proporciona (Figura 18).

Figura 16- Descarte irregular de resíduos sólidos



Fonte: Autor (2019)

Figura 17- Água pluvial acumulada



Fonte: Autor (2019)

Ao longo do entorno da área é possível ver ainda mais resíduos sólidos descartados a céu aberto e acumulação de água pluvial. Seguem as Figuras 19,20,21 e 22.

Figura 18- Visão sentido Leste a partir do antigo lixão de Maceió-AL



Fonte: Autor (2019)

Figuras 19 e 20 - Resíduos sólidos descartados a céu aberto e acumulação de água pluvial



Fonte: Autor (2019)

Figuras 21 e 22 - Resíduos sólidos descartados a céu aberto e acumulação de água pluvial



Fonte: Autor (2019)

Com base nos registros e informações obtidas na área de estudo foi aplicado o *checklist*, resultando nos seguintes impactos ambientais.

Quadro 11- Lista de impactos ambientais (*checklist*)

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo/Subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
	Dano ao relevo	Sim
	Permeabilidade do solo	$10^{-5} \geq k > 10^{-6}$ cm/s
Ar	Proximidade de núcleos habitacionais	$d < 1000$ m
	Emissão de odores	Moderado
Água	Aquífero subterrâneo foi comprometido	Sim
	Profundidade	$1,5 < p < 2$ m
	Reequilíbrio	Intervenção humana
	Utilidade do aquífero	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação
	Manancial superficial foi comprometido	Sim
	Distância	$d < 200$ m
	Reequilíbrio	Intervenção humana
	Utilidade do manancial	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação
	Gerou prejuízo financeiro à comunidade local	Sim
Paisagem	Alteração na paisagem local- Impacto visual	Sim
	Existe projeto de readequação à paisagem original	Sim
Outros aspectos	A presença do antigo lixão desativado gerou desvalorização dos terrenos vizinhos	Não
	Presença de vetores transmissores de doenças	Sim

Fonte: Autor (2019)

Após aplicação do *checklist* foi elaborada a Matriz de avaliação de impactos ambientais, obtendo-se os resultados consolidados no Quadro 12.

Ao analisar as informações colhidas e compará-las, pode-se afirmar que os impactos ambientais devido às atividades do antigo lixão ainda estão ocorrendo e gerando contaminação no solo e conseqüentemente nas águas subterrâneas e mananciais superficiais.

Diante dos aspectos avaliados, solo/subsolo, ar, água, paisagem e outros, foi observada a presença de sinais de erosão do solo, onde não foi realizada a cobertura vegetal, fato que também interfere na alteração da capacidade de uso da terra. Também foram notados os danos que o acúmulo de resíduos, em altura elevada, trouxe ao relevo, pois os Tabuleiros Costeiros apresentam topo de plano retilíneo e não arredondado como se apresenta hoje. A permeabilidade do solo foi considerada neutra, segundo LIMA (2010).

Quadro 12- Matriz de avaliação de impactos ambientais

CARACTERÍSTICAS							
Meios/Impactos							
Frequência	Reversibilidade	Extensão	Duração	Origem	Sentido	Grau de impacto	
T/Pr/C	Rv/Ir	L/Rg	Cp/Mp/Lp	D/I	P/N	B/M/A	
MEIO FÍSICO							
Aumento dos processos erosivos	T	Rv	L	Lp	D	N	M
Compactação do solo	Pr	Ir	L	Lp	D	N	M
Depreciação da qualidade da água sub.	Pr	Ir	L	Lp	D	N	A
Poluição do ar	Pr	Ir	L	Lp	D	N	A
Poluição do solo	Pr	Ir	L	Lp	D	N	A
Proliferação de micro e macro vetores	T	Rv	L	Cp	D	N	M
MEIO BIÓTICO							
Redução da biota do solo	T	Ir	L	Lp	D	N	M
Redução da capacidade de sustentação da fauna	T	Ir	L	Lp	D	N	M
Redução da biodiversidade nativa	T	Rv	L	Mp	D	N	M
Stress da fauna local	T	Rv	L	Mp	D	N	M
MEIO ANTRÓPICO							
Visual desnudamento do solo	Pr	Ir	L	Lp	I	N	M
Poluição de áreas circunvizinhas	Pr	Ir	L	Lp	D	N	A
Contaminação dos moradores da Vila Emater	Pr	Ir	L	Lp	D	N	A
Poluição visual	T	Rv	L	Mp	D	N	M

Fonte: Autor (2019)

A proximidade de núcleos habitacionais em distância menor que 500m da área do antigo lixão e a emissão de odores dos gases que ainda hoje são expelidos, demonstram não haver cumprimento das recomendações que determinam, como distância mínima, 1.000m.

Quanto ao comprometimento do aquífero e dos mananciais, as características locais expõem as suas realidades, uma vez que há presença de poços de captação de água subterrânea desativado, devido às características físico-químicas que a água chegou a apresentar, indicando que o aquífero pode ter sido atingido pelos contaminantes pertencentes ao chorume. Pois em 2014 a Casal concedeu um relatório técnico a pedido da Associação dos Moradores da Vila Emater II, sobre a qualidade da água de um poço de abastecimento local, onde a análise mostrou resultados de um índice acima do permitido para coliformes totais. O riacho Águas de Ferro, que percorre a área, apresenta forte odor e visível poluição. Diante dos impactos visíveis, para que possa ocorrer um reequilíbrio das águas locais (subterrâneas e superficiais) é necessário a intervenção humana através de planos de manejo e acompanhamento de gestão. As características apresentadas chegaram a causar prejuízo financeiro à comunidade local, que no passado utilizava as águas do riacho Águas de Ferro como fonte da prática de pesca.

Quanto à paisagem local há um impacto visual que perdura até os dias atuais, demonstrando não haver ações de readequação, ainda que a prefeitura de Maceió-AL já tenha divulgado planos de readequação da área.

É necessário mencionar que apesar de todos os danos ambientais ocorridos na área, a mesma ainda seja valorizada, sendo alvo de especulação imobiliária devido à localização próxima ao oceano atlântico, que termina por sobressair aos danos ocorridos, perante a população que privilegia áreas de costas.

Realizada uma análise dos impactos ambientais já mencionados ocorridos na área, dividindo-os em impactos ao meio físico, ao meio biótico e ao meio antrópico, afirma-se que o meio físico apresentou grau de impacto médio em relação aos processos erosivos, à compactação do solo e à proliferação de micro e macro vetores, enquanto a depreciação da qualidade da água subterrânea, a poluição do ar e do solo apresentaram um grau de impacto alto. Uma vez que por ainda existir as comunidades locais há a compactação do solo para fins de moradia e meio de passagem. E a proliferação de micro e macro vetores ocorre devido à atividade de catador dos moradores, onde os mesmos dispõem os materiais destinados à reciclagem na porta das suas residências.

Quanto à qualidade da água subterrânea e do manancial superficial, a atividade do antigo lixão no local sem a devida estrutura de redução de impactos ambientais é indicada como a responsável pelas alterações das qualidades da água e do solo. Também foi realizada uma análise quanto à capacidade de reversibilidade do impacto, apresentando reversibilidade ao acúmulo dos processos erosivos e à proliferação de micro e macro vetores; a extensão do impacto foi classificada como local; a duração do impacto com previsão de 10 anos ou mais; a

origem direta da atividade do antigo lixão e os impactos gerados chegaram a trazer apenas prejuízos ao meio físico. A reversibilidade dos impactos locais mencionados dependem de realocação urbana e correção para minimização dos impactos por parte dos órgãos de governos destinados a esse fim.

O meio biótico foi classificado com grau de impacto médio, onde apresentou-se redução da biota do solo, da capacidade de sustentação da fauna, da biodiversidade nativa e stress da fauna local em uma frequência temporária, com uma extensão que chega a ser de médio prazo em alguns aspectos e também reversíveis. Uma vez que por acomodar comunidade na área se torna mais dificultosa a reversibilidade da biota, da sustentação da fauna e da biodiversidade nativa, pois o indicado seria a desocupação da área. A classificação do meio biótico tem total relação com as características encontradas no meio antrópico.

O meio antrópico apresentou um grau de impacto médio quanto ao visual de desnudamento do solo e poluição visual, pois se trata de impactos reversíveis, enquanto que a poluição de áreas circunvizinhas e a contaminação dos moradores da Vila Emater apresentaram um grau de impacto alto, pois se tratam de impactos irreversíveis, necessitando da intervenção humana.

Considerando que há alta probabilidade da ocorrência de contaminação por chorume atingindo a água subterrânea e que, conseqüentemente, há riscos à saúde humana através do uso da água contaminada, foi definida a área do antigo lixão de Maceió e seu entorno para aplicação da avaliação de risco à saúde humana por uso do solo em área degradada, através do uso das planilhas de avaliação da CETESB. Importante mencionar que o relatório técnico (análises físico-química e bacteriológica) sobre o poço localizado na área da Associação dos Moradores da Vila Emater II não realiza nenhum tipo de análise para metais, como mostra o documento em anexo.

Os resultados da quantificação do risco à saúde humana avaliados através das planilhas da CETESB, foram organizados e apresentados nas Tabelas 10 a 13.

Na Tabela 10, a primeira coluna enumera os cenários avaliados, a segunda coluna os descrevem, a terceira coluna traz os resultados quantificados para os riscos avaliados (risco carcinogênico e risco não carcinogênico ou toxicológico) em crianças e a quarta coluna traz os resultados quantificados dos riscos carcinogênicos e toxicológicos avaliados em adultos. Estão destacados em cor cinza ao fundo os resultados que ultrapassam os valores permitidos pela CETESB.

As Tabelas 11,12,13,14,15 e 16 demonstram os riscos oferecidos por cada contaminante químico em cada cenário avaliado.

Tabela 10- Resultados dos riscos avaliados

CENÁRIOS		CRIANÇA	ADULTO
1	Contato dérmico (Receptores: residentes Vila Emater)	RC: 1,51E-04 RT: 7,80	RC: 7,01E-04 RT: 7,24
2	Ingestão (idem)	RC: 8,49E-04 RT: 149	RC: 0,00182 RT: 63,8
3	Inalatória (idem)	Ambiente Aberto RC: 4,23E-07 RT: 4,93E-02 Ambiente Fechado RC: 2,39E-05 RT: 2,81	Ambiente Aberto RC: 6,98E-07 RT: 0,0163 Ambiente Fechado RC: 3,93E-05 RT: 0,924
4	Somatório dos riscos	RC: 0,001024323 RT: 159,659	RC: 0,002560998 RT: 71,9803
5	Contato dérmico (Receptores: residentes de prédios localizados a 359,38 m de distância do antigo lixão, no sentido do fluxo de águas subterrâneas (litoral))	RC: 2,89E-06 RT: 0,125	RC: 1,342E-05 RT: 0,116
6	Ingestão (idem)	RC: 1,45E-05 RT: 3,52	RC: 3,12E-05 RT: 1,51
7	Inalatória (idem)	Ambiente Aberto RC: 3,22E-13 RT: 9,37E-04 Ambiente Fechado RC: 1,64E-11 RT: 0,0490	Ambiente Aberto RC: 5,30E-13 RT: 3,09E-04 Ambiente Fechado RC: 2,70E-11 RT: 0,0161
8	Somatório dos riscos	RC: 0,000017390016722 RT: 3,694937	RC: 0,00004462002753 RT: 1,642409
	Riscos aceitáveis	RC: 0,00001 RT: 1	RC: 0,00001 RT: 1

Fonte: Autor (2021)

Tabela 11- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 1)

CENÁRIO 1: CONTATO DÉRMICO				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	ND	ND	0,00104	9,66E-04
AMÔNIA	ND	ND	ND	ND
ARSÊNIO	3,82E-06	1,78E-05	0,102	0,0947
BÁRIO	ND	ND	0,00769	0,00714
BERILO	ND	ND	0,0437	0,0406
BENZENO	4,51E-05	2,09E-04	2,46	2,29
CÁDMIO	ND	ND	0,489	0,454
CHUMBO	ND	ND	0,0257	0,0238
COBALTO	ND	ND	0,253	0,235
COBRE	ND	ND	0,0433	0,040
CLOROBENZENO	ND	ND	0,00862	0,00801
CROMO VI	1,02E-04		0,815	0,757
MANGANÊS	ND	ND	2,69	2,50
MERCÚRIO	ND	ND	ND	ND
NÍQUEL	ND	ND	0,0489	0,0454
NITRATO	ND	ND	0,0351	0,0326
TOLUENO	ND	ND	0,761	0,707
VANÁDIO	ND	ND	0,00734	0,00682
ZINCO	ND	ND	0,00201	0,00186

Fonte: Autor (2021) (Adaptado CETESB)

Tabela 12- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 2)

CENÁRIO 2: INGESTÃO				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	ND	ND	0,109	0,0466
AMÔNIA	ND	ND	ND	ND
ARSÊNIO	4,00E-04	8,56E-04	10,7	4,57
BÁRIO	ND	ND	0,0563	0,0241
BERILO	ND	ND	0,0320	0,0137
BENZENO	3,16E-04	6,78E-04	17,3	7,40
CÁDMIO	ND	ND	2,56	1,10
CHUMBO	ND	ND	26,8	11,5
COBALTO	ND	ND	66,1	28,3
COBRE	ND	ND	4,53	1,94
CLOROBENZENO	ND	ND	0,0320	0,0137
CROMO VI	1,33E-04	2,85E-04	1,07	0,457
MANGANÊS	ND	ND	11,3	4,83
MERCÚRIO	ND	ND	ND	ND
NÍQUEL	ND	ND	1,02	0,438
NITRATO	ND	ND	3,67	1,57
TOLUENO	ND	ND	2,56	1,10
VANÁDIO	ND	ND	0,767	0,329
ZINCO	ND	ND	0,349	0,150

Fonte: Autor (2021) (Adaptado CETESB)

Tabela 13- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 3)

CENÁRIO 3: INALATÓRIA				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
AMÔNIA	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
ARSÊNIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BÁRIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BERILO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BENZENO	A.A.: 4,23E-07 A.F.: 2,39E-05	A.A.: 6,98E-07 A.F.: 3,93E-05	A.A.: 2,17E-02 A.F.: 1,23	A.A.: 0,00716 A.F.: 0,403
CÁDMIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
CHUMBO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
COBALTO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND

Continuação da Tabela 13...

CENÁRIO 3: INALATÓRIA				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
COBRE	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
CLOROBENZENO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: 7,02E-05 A.F.: 0,00357	A.A.: ND A.F.: 0,00117
CROMO VI	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
MANGANÊS	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
MERCÚRIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: 2,72E-03 A.F.: 1,56	A.A.: 8,9E-03 A.F.: 0,512
NÍQUEL	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
NITRATO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
TOLUENO	A.A.: ND A.F.: 3,83E-04	A.A.: ND A.F.: 1,26E-04	A.A.: ND A.F.: 0,0220	A.A.: ND A.F.: 0,00724
VANÁDIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
ZINCO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND

Fonte: Autor (2021) (Adaptado CETESB)

Tabela 14- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 5)

CENÁRIO 5: CONTATO DÉRMICO				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	ND	ND	2,84E-05	2,64E-05
AMÔNIA	ND	ND	ND	ND
ARSÊNIO	1,04E-07	4,85E-07	0,00278	2,59E-03
BÁRIO	ND	ND	2,10E-04	1,95E-04
BERILO	ND	ND	0,00119	0,00111
BENZENO	1,25E-10	1,26E-08	1,46E-06	1,36E-06
CÁDMIO	ND	ND	0,0134	0,0124
CHUMBO	ND	ND	0,00701	6,51E-04
COBALTO	ND	ND	0,0690	0,00641
COBRE	ND	ND	0,00118	0,00110
CLOROBENZENO	ND	ND	5,51E-19	5,12E-19
CROMO VI	2,78E-06	1,29E-05	0,0223	0,0207
MANGANÊS	ND	ND	0,0736	0,0684
MERCÚRIO	ND	ND	ND	ND
NÍQUEL	ND	ND	0,00134	0,00124
NITRATO	ND	ND	0,000958	0,00890
TOLUENO	ND	ND	6,11E-45	5,68E-45
VANÁDIO	ND	ND	2,00E-04	1,86E-04
ZINCO	ND	ND	5,48E-05	5,09E-05

Fonte: Autor (2021) (Adaptado CETESB)

Tabela 15- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 6)

CENÁRIO 6: INGESTÃO				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	ND	ND	0,00297	0,00127
AMÔNIA	ND	ND	ND	ND
ARSÊNIO	1,09E-05	2,34E-05	0,291	0,125
BÁRIO	ND	ND	0,00154	6,58E-04
BERILO	ND	ND	0,00873	3,74E-04
BENZENO	1,88E-10	4,03E-10	1,03E-05	4,40E-06
CÁDMIO	ND	ND	0,0698	0,0299
CHUMBO	ND	ND	0,732	0,314
COBALTO	ND	ND	1,80	0,773
COBRE	ND	ND	0,124	0,0530
CLOROBENZENO	ND	ND	2,04E-18	8,76E-19
CROMO VI	3,64E-06	7,79E-06	0,0291	0,0125
MANGANÊS	ND	ND	0,308	0,132
MERCÚRIO	ND	ND	ND	ND
NÍQUEL	ND	ND	0,0279	0,0120
NITRATO	ND	ND	0,100	0,0429
TOLUENO	ND	ND	2,05E-44	8,80E-45
VANÁDIO	ND	ND	0,0210	0,0898
ZINCO	ND	ND	0,00954	0,00409

Fonte: Autor (2021), adaptado da CETESB

Tabela 16- Resultados dos riscos avaliados para cada contaminante (Cenário 7)

CENÁRIO 7: INALATÓRIA				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
ALUMÍNIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
AMÔNIA	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
ARSÊNIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BÁRIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BERILO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
BENZENO	A.A.: 3,22E-13 A.F.: 1,66E-09	A.A.: 5,30E-13 A.F.: 2,70E-11	A.A.: 1,65E-08 A.F.: 8,51E-05	A.A.: 5,44E-09 A.F.: 2,77E-07
CÁDMIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
CHUMBO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
COBALTO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
COBRE	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
CLOROBENZENO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: 6,23E-21 A.F.: 2,70E-19	A.A.: 2,05E-21 A.F.: 8,88E-20
CROMO VI	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
MANGANÊS	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND

Continuação da Tabela 16...

CENÁRIO 7: INALATÓRIA				
Contaminantes	Risco Carcinogênico		Risco Toxicológico	
	Criança	Adulto	Criança	Adulto
MERCÚRIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: 9,37E-04 A.F.: 0,0490	A.A.: 3,09E-04 A.F.: 0,0161
NÍQUEL	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
NITRATO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
TOLUENO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: 3,88E-48 A.F.: 2,03E-46	A.A.: 1,28E-48 A.F.: 6,68E-47
VANÁDIO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND
ZINCO	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND	A.A.: ND A.F.: ND

Fonte: Autor (2021), adaptado CETESB

Diante os resultados quantificados apresentados para cada cenário de avaliação, foram realizados somatórios dos riscos por vias de ingresso aos receptores das moradias mais expostas representados nos Cenários 04 e 08, onde resultaram dados mais específicos sobre quais contaminantes e vias de ingresso mais influenciam aos receptores que estão expostos aos riscos carcinogênico e toxicológico, através do uso da água contaminada por chorume.

De acordo com os cenários avaliados aos residentes da Vila Emater quanto ao risco carcinogênico e toxicológico, os Gráficos 2 e 3 demonstram quais são os contaminantes químicos pertencentes ao chorume que sobressaem quanto aos efeitos causados à saúde humana das crianças caso ocorra contato com a água contaminada por chorume.

Gráfico 2- Composição do RC (Vila Emater-criança)

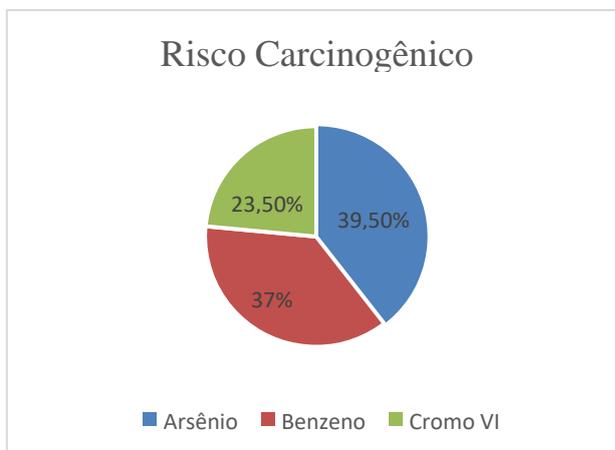
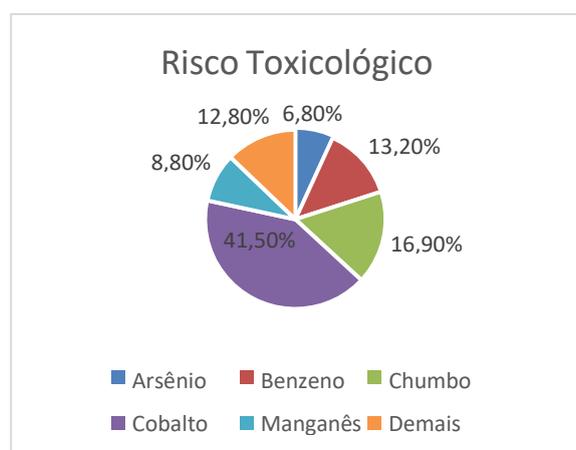


Gráfico 3- Composição do RT (Vila Emater-criança)



Fonte: Autor (2021)

Os Gráficos 4 e 5 trazem as mesmas informações citadas anteriormente, tendo como alvo da avaliação os adultos.

Gráfico 4 Composição do RC (Vila Emater-adulto)

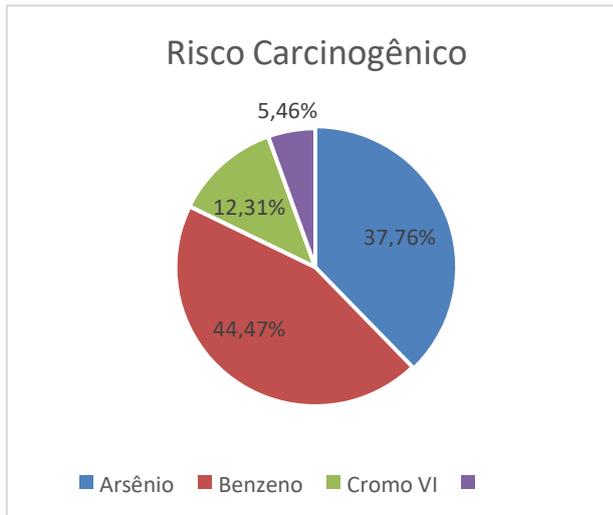
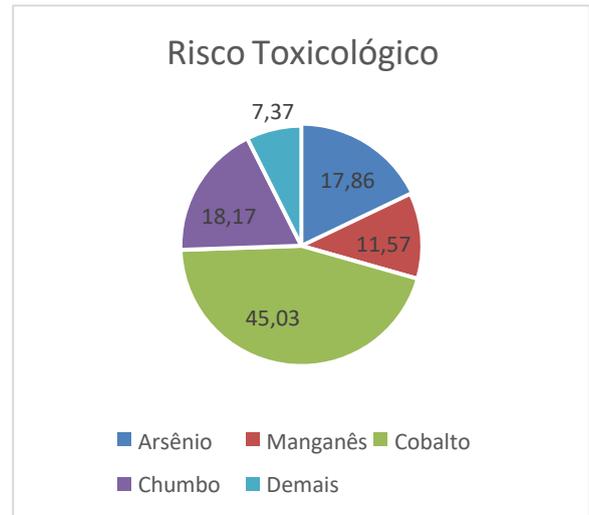


Gráfico 5 Composição do RT (Vila Emater-adulto)



Fonte: Autor (2021)

Os Gráficos 6 e 7 demonstram quais são os contaminantes químicos pertencentes ao chorume que sobressaem quanto aos efeitos que podem ser causados à saúde humana das crianças, residentes do Prédio localizado à jusante do antigo lixão.

Gráfico 6 Composição RC (Prédio à jusante-criança)

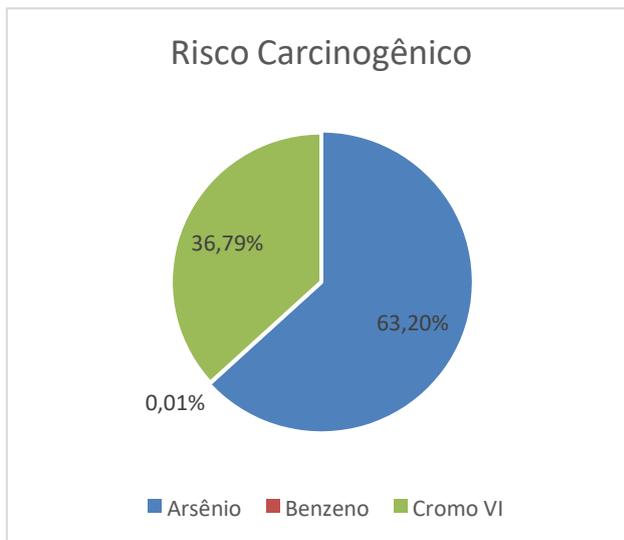
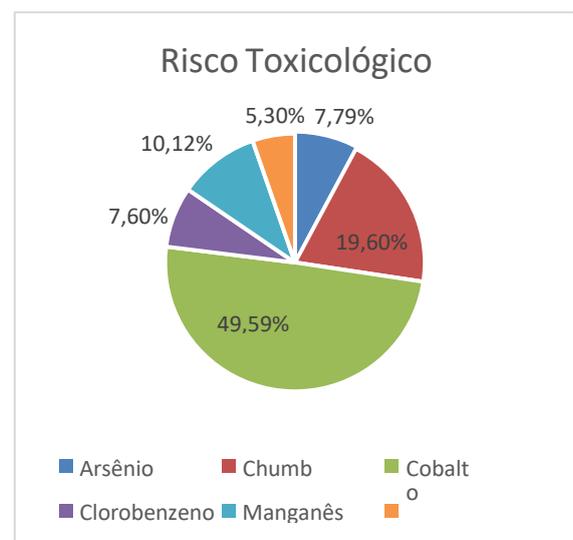


Gráfico 7 Composição RT (Prédio à jusante-criança)



Fonte: Autor (2021)

Os Gráficos 8 e 9 trazem as mesmas informações citadas anteriormente, tendo como alvo da avaliação os adultos.

Gráfico 8 Composição do RC (Prédio à jusante-adulto)

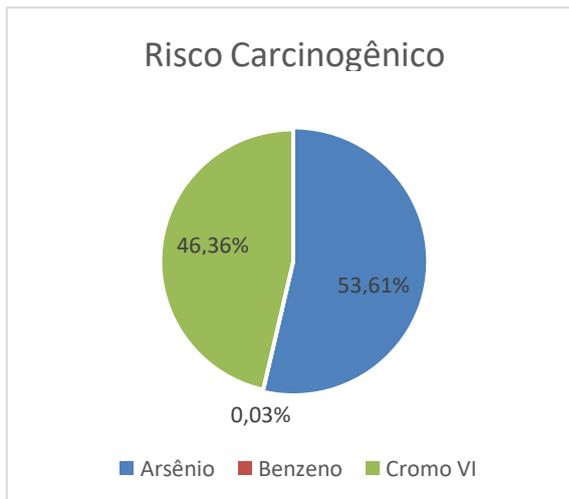
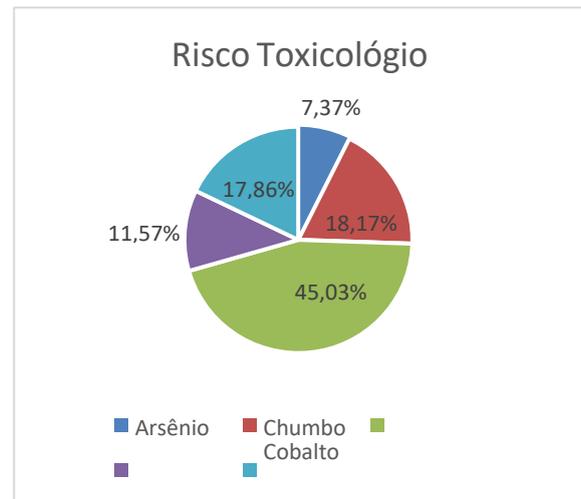


Gráfico 9 Composição do RT (Prédio à jusante-adulto)



Fonte: Autor (2021)

De acordo com os riscos carcinogênicos que a água contaminada por chorume oferece à saúde humana, os Gráficos 10 e 11 demonstram quais são as vias de ingresso mais suscetíveis aos moradores da Vila Emater, quando criança e adulto, respectivamente.

Gráfico 10 Vias de ingresso para RC (Criança-Vila Emater)

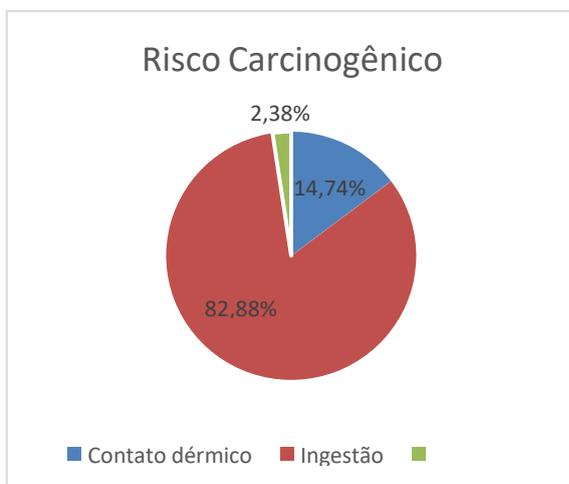
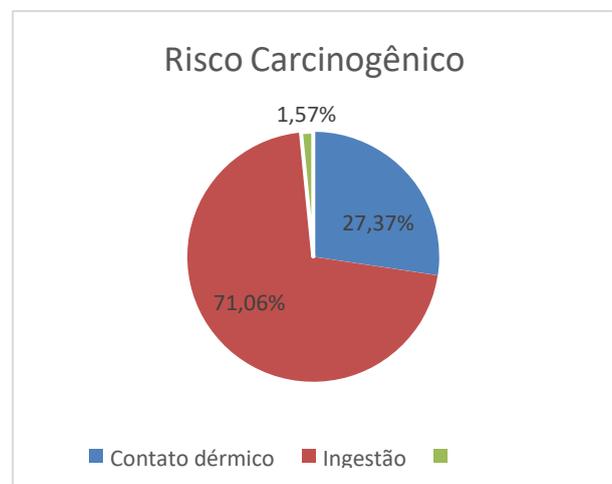


Gráfico 11 Vias de ingresso para RC (Adulto-Vila Emater)



Fonte: Autor (2021)

De acordo com os riscos toxicológicos que a água contaminada por chorume oferece à saúde humana, os Gráficos 12 e 13 demonstram quais são as vias de ingresso mais suscetíveis aos moradores da Vila Emater, quando criança e adulto, respectivamente.

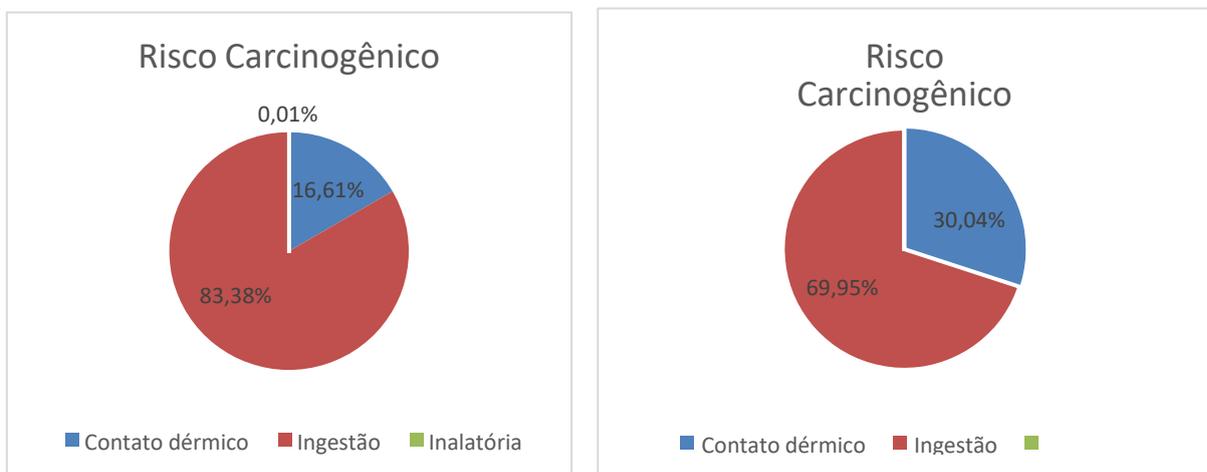
Gráfico 12 Vias de ingresso para RT (Criança-Vila Emater) Gráfico 13 Vias de ingresso para RT (Adulto-Vila Emater)



Fonte: Autor (2021)

De acordo com os riscos carcinogênicos que a água contaminada por choroume oferece à saúde humana, os Gráficos 14 e 15 demonstram quais são as vias de ingresso mais suscetíveis aos moradores do Prédio localizado à jusante da fonte de contaminação, quando criança e adulto, respectivamente.

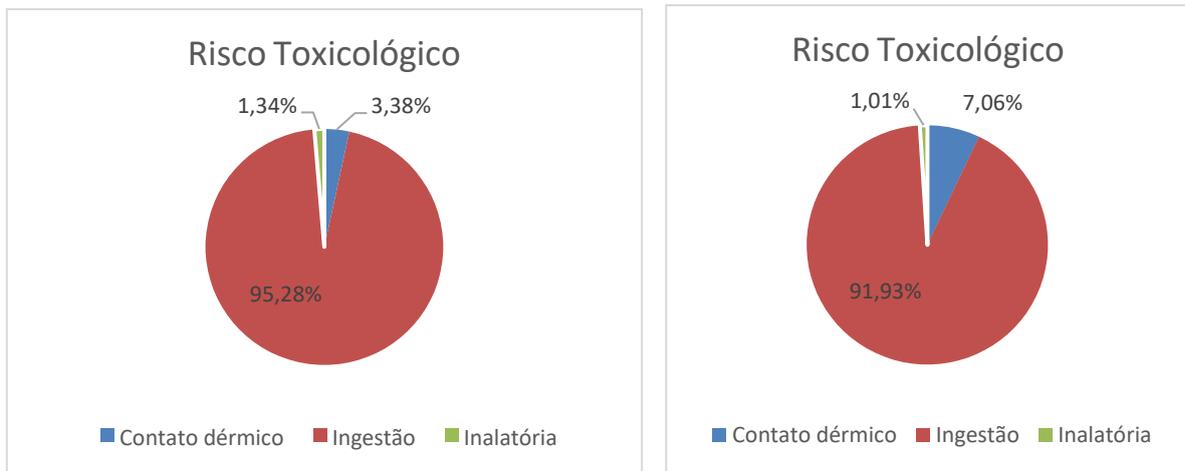
Gráfico 14 Vias de ingresso para RC (Criança-Prédio à jusante) Gráfico 15 Vias de ingresso para RC (Adulto-Prédio à jusante)



Fonte: Autor (2021)

De acordo com os riscos toxicológicos que a água contaminada por choroume oferece à saúde humana, os Gráficos 16 e 17 demonstram quais são as vias de ingresso mais suscetíveis aos moradores do Prédio localizado à jusante da fonte de contaminação, quando criança e adulto, respectivamente.

Gráfico 16 Vias de ingresso para RT (Criança-Prédio à jusante) (Adulto-Prédio à jusante) **Gráfico 17 Vias de ingresso para RC**



Fonte: Autor (2021)

De acordo com os dados apresentados verifica-se que os contaminantes químicos arsênio, benzeno, cromo VI e tolueno sobressaem aos demais contaminantes químicos avaliados, quanto ao risco carcinogênico.

Os contaminantes químicos arsênio e cromo VI são metais com características carcinogênicas ao organismo humano, principalmente através da via de ingresso por digestão, seja a água ou alimento contaminado. Os Gráficos 14 e 15 reforçam a informação quando expõem que 83,38% do risco carcinogênico para criança e 69,95% do risco carcinogênico para adulto ocorrem através da ingestão da água contaminada por chorume.

Os contaminantes químicos benzeno e tolueno por serem hidrocarbonetos aromáticos, têm forte atuação através da inalação crônica, uma vez que há volatilização dos seus compostos presentes na água subterrânea, alcançando a superfície, principalmente em solo não impermeabilizado. É importante mencionar que a água subterrânea na área do antigo lixão de Maceió, através das características físicas locais possui forte concentração dos contaminantes químicos, pois a sua desativação ainda é recente (2010).

Quanto aos riscos toxicológicos os Gráficos 3,5,7 e 9 demonstram que além dos contaminantes químicos arsênio e benzeno, também se mostram com maior atuação os contaminantes químicos chumbo, cobalto, manganês e clorobenzeno, aumentando de forma significativa a potencialidade em reações tóxicas ao organismo humano através do contato com a água contaminada por chorume. Destaca-se que os efeitos do composto se dão de forma acumulativa, ou seja todos os componentes avaliados trazem consequências à saúde humana agravando a situação local nos cenários avaliados.

Uma característica importante para a avaliação local quanto aos riscos oferecidos é a localização em que os receptores se encontram. A Vila Emater está localizada dentro do terreno em que acolheu os resíduos sólidos enquanto funcionou o antigo lixão, uma situação de alta vulnerabilidade somada a falta de acesso a água encanada. Há registro em documentação sobre um poço artesiano local, utilizado para diversos fins, desde uso doméstico à ingestão, em que os resultados de uma avaliação técnica sob responsabilidade da Casal, informam sobre a presença de coliformes totais na água do poço analisada.

Ainda sobre a localização dos receptores mais expostos, o prédio que se encontra à jusante do antigo lixão a 360 m, sentido do fluxo da água subterrânea para o oceano Atlântico também apresenta riscos à saúde humana, uma vez que haja contato com a água contaminada por chorume, através de poços de abastecimento. Os Gráficos 14,15,16 e 17 expõem que a via de ingresso com maior risco ocorre através da ingestão da água contaminada.

7 CONCLUSÃO

Através de uma análise qualitativa juntamente com as informações obtidas na área de estudo, em que poços de abastecimento local foram desativados devido apresentarem forte odor e turbidez da água, pôde-se chegar à conclusão de que há contaminação por chorume no solo e água subterrânea na área em que funcionou por 43 anos o antigo lixão de Maceió.

As metodologias de avaliação de impactos ambientais aplicadas foram essenciais para o diagnóstico da situação atual do antigo lixão desativado, auxiliando para uma melhor compreensão da dimensão dos impactos ocasionados na área. Uma vez que a escolha da área para funcionar como local de disposição final dos resíduos sólidos há 43 anos apresentava uma outra realidade, distante do centro da capital, sem ocupação e uso do solo no seu entorno e não haviam também políticas públicas que servissem como base norteadora para suas atividades. Hoje as problemáticas aos que se encontram na área, poderiam ser mitigadas por ações de remediação de impactos por parte dos governos e seus órgãos gestores que devem incluir não só a reestruturação ambiental, através de revestimento do solo com fauna endêmica, como também a reestruturação social, através de realocações de moradias, isolamento para uso e ocupação do solo no seu entorno com distanciamento seguro à vida humana. No meio físico, a erosão se apresenta como um problema sério, sugiro a necessidade de cobertura vegetal nas áreas de solo exposto como fator importante para frear a erosão acelerada e reduzir potencial infiltração de chorume para o lençol freático.

De acordo com a avaliação quantitativa, através das planilhas de avaliação da CETESB, realizada de acordo com as características e peculiaridades da área alvo, foram quantificados os riscos em que os receptores avaliados estão susceptíveis.

Os resultados da avaliação dos riscos indicam a necessidade de intervenção imediata dos poços artesianos locais, uma vez que os moradores da Vila Emater utilizam a água desses poços para diversos fins, expondo-se ao risco carcinogênico e ao risco toxicológico que a água contaminada por chorume provoca. O mesmo ocorre aos receptores que se encontram no prédio à jusante, onde deve-se desconsiderar perfuração de poços artesianos de captação local.

As avaliações qualitativa e quantitativa confirmam as suspeitas de contaminação do solo e conseqüentemente das águas subterrâneas por chorume. Pois os resultados através da matriz de impacto ambiental e das planilhas de avaliação demonstram em seus modelos que há impactos ocorrendo na área e que a população local encontra-se potencialmente exposta a seus riscos.

Sendo assim, se ratifica a importância e necessidade dos processos de remediação da área.

Destaca-se também a importância deste tipo de trabalho como subsídio para tomada

de decisão quanto às medidas de intervenção a serem utilizadas.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, J. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. Rev. Saúde Pública. 32 (2): 160-5, São Paulo, 1998.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. Rev. Saúde pública. Vol. 32, no. 2. Apr/1998. São Paulo.

ALVES, A.N.L.; ROSA, H.V.D. Exposição ocupacional ao cobalto: aspectos toxicológicos. Rev. Brás. Ciênc. Farm. vol.39, no.2, Apr/junl. São Paulo, 2003.

AMARAL NETO, R.F. **Efeito dos metais pesados na saúde humana**. Disponível em: www.robertofrancoamaral.com.br Acesso em Setembro de 2020

ARAUJO, T.B. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no município de Itaporanga-PB**. (Monografia) Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba. 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma NBR 13896**: São Paulo, 1997. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8419. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

ASTDR. **Agency for tóxico substância and disesse registry**. Disponível em: atarde.cdc.gov Acesso em: Maio de 2019.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maceió-AL**. Disponível em: s. Acesso em: agosto de 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos**. Brasília- DF. 101 p. 2010.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Dieter Muche, organizador. Brasília, 2006.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10004. **Resíduos Sólidos-classificação**. Brasil: ABNT, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 1986. **Resolução Conama nº 001**. Disponível em: www.mma.conama.gov.br. Acesso em: Julho de 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357**. Disponível em: www.mma.conama.gov.br. Acesso em: Julho de 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. **Lei 9795/1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Presidência da República, Brasília.

BRASIL. Lei n 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 09 de maio de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Brasil 2010: uma análise da situação e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde**. Brasília-DF, 2011. 336 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lixo: um grave problema no mundo moderno**. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em Maio de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: www.mma.gov.br.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei n 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Presidência da República Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

CALHEIROS, S.Q.C. Gerenciamento integrado para transferência e destino final dos resíduos sólidos urbanos de Maceió. In: SEMANA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, Maceió, 2011. **Anais...** Maceió: UFAL, 2011.

CAMPOS, L.R. **Aterro sanitário simplificado**: instrumentos de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana)- Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CARDOSO, A.V.P.; PRADO, I.L.; SILVA, J.O.; ANTÔNIO, M.E.D.; RODRIGUES, M.P.B.; SILVA, C.T.X. A toxina do chumbo e seu risco à saúde humana. Revista Educação em saúde. v.7, suplemento 1, Anápolis- GO, 2019.

CAVALCANTE, I.N.; SOUZA, A.K.P.; ALMEIDA, N.M.; GOMES, M.C.R.; MATTA, M.A. **Qualidade das águas subterrâneas entorno do lixão do Jangurussu- Fortaleza, Ceará-Brasil**. 2011. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. CETESB, São Paulo, 2001.

CETESB. Fit- Ficha de informação toxicológica. Divisão de toxicologia humana e saúde ambiental. São Paulo. Dezembro.2012.

CETESB. Informações toxicológicas. Divisão de toxicologia humana e saúde ambiental. São Pa Julho/2012

CHEIS, D. Os danos que o cromo hexavalente pode causar à saúde. Revista TAE. Edição n.16, Ano 3, dez/2013-jan/2014, São Paulo.

Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. 2002. **Resolução Conama n° 306**. Disponível em: www.mma.conama.gov.br Acesso em Julho de 2019.

COSTA FILHO, E.H.; SILVA SOBRINHO, M.; GUILHERME, D.M.R.; MARINHO, M.M. **Estudo da qualidade da água subterrânea na área de influência do aterro sanitário metropolitano oeste de Caucaia, estado do Ceará**. 2016. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

COSTA, L.C. Avaliação da exposição ao chumbo e cádmio em jovens adultos na região metropolitana do Rio de Janeiro. Tese. Doutorado em português. ENSP, FIOCRUZ. s.n., Rio de Janeiro, 2015. 110p.

COSTA, T.G.A.; IWATA, B.F.; CASTRO, C.P.; COELHO, J.V. CLEMENTINO, G.E.S.; CUNHA, L.M. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no município de Cristalândia, estado do Piauí, nordeste do Brasil. **Rev. Bras. Festa. Amb. Sustent.** 2016. p 7986.

COSTA, V.C. **Associação de tratamentos físico-químicos para remoção de matéria orgânica e cor de chorume estabilizado produzido no lixão da cidade de Maceió/AL**. (Dissertação) Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Federal de Alagoas. 2010.

COSTA, W.D. **Contaminação da água subterrânea por resíduo sólido no município de Belo Horizonte- MG**. 2004. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P.A. FEROLDI,M.; CAMARGO, M.P.; KLAJN, F.F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais- REMOA**, Santa Maria- RS, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, dez/2014.

D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 2 ed. SÃO PAULO. IPT/CEMPRE, 2000.

DE MELO, K.; WAGNER, C. Estudo da toxicologia do cobre nas minas do Camaquã. **Anais...** v.8, n.4. fev. Rio Grande do Sul, 2020.

DEUS, R.M.; BATTISTELLE, R.A.G.; SILVA, G.M.R. Resíduos Sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**. v 20. n 4. out/dez 2015. p. 685-698.

DIAS, J.A.; SALGADO, M.G. **Manual do Procurador Público. Programa Lixo e Cidadania: criança no lixo nunca mais**. Procuradoria Geral da República. Brasília, 1999.

DOIS ARCOS GESTÃO DE RESÍDUOS. **Rima- Relatório de Impacto Ambiental para a ampliação do aterro sanitário localizado no município de São Pedro da Aldeia**, sob a responsabilidade da Dois Arcos Gestão de Resíduos. Rio de Janeiro. 2008.

DUTRA, D.S. As consequências da política nacional de resíduos sólidos-PNRS no município de Canguçu/RS. **Anais...** São Paulo, 2016.

FERREIRA, C.A.S.B. **Características físicas da Bacia Hidrográfica do Riacho Águas de Ferro**. Trabalho da disciplina de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Alagoas, 2000.

FERREIRA, P.C.; PIAI, K.A.; TAKAYANAGUI, A.M.M.; SEGURA-MUNOZ, S.I. Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. **Rev. Latino-am enfermagem**. Janeiro-fevereiro 2008, 16 (1). Encontrada em: www.eerp.usp.br Acesso em março de 2021.

FOGLIATTI, M.C.; FILIPPO,S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: interciência, 2014.

FORSTER, L.M.K.; TANNHAOSER, M. TANNHANSER, S.L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. Revista de Saúde Pública. v. 28, no. 2, São Paulo, 1994.

GOOGLE. **Google Earth website**. <http://Earth.google.com>, 2020.

HAMADA, J. **Estimativas de geração e caracterização do chorume em Aterros sanitários**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Trabalhos técnicos**. Rio de Janeiro, ABES, 1997. p 10, Ilus, Tab.

HIDRODINÂMICA, Comércio e perfurações de poços LTDA. Relatório técnico de perfuração do poço Part-38. 1993.

HIDRODINÂMICA, Comércio e perfurações de poços LTDA. Relatório técnico de perfuração do poço Part-01. 1995.

HIDROPOÇOS, LTDA. Relatório técnico de perfuração do poço Part-28. 1989.

HIDROPOÇOS, LTDA. Relatório técnico de perfuração do poço Pve-01. 1994.

IPT, Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo. IPT/CEMPRA. 2000.

JACINTO, A.C.; ZOGAHIB, A.L.N. Política pública de resíduos sólidos: uma análise da lei 12.305 que institui a política nacional de resíduos sólidos-PNRS, por meio dos serviços executados pela secretaria municipal de limpeza pública-SEMULSP no município de Manaus/AM. **Revista de Administração de Roraima-UFRR**, Boa Vista. v 6, n 2, jul-dez. 2016. p. 510-520.

JOÃO, W.S.J. Sobre a política nacional de resíduos sólidos. **Revista Pharmacia Brasileira**. n 81. Abril/Maio, 2011.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J.A.; ROCHA, L.; NISHIYAMA, L. **Qualidade das águas subterrâneas e superficiais numa voçoroca no município de Uberlândia- MG em decorrência da disposição de resíduos sólidos urbanos**. 2010. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

JURAS, I.A.G.M. **Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos**. Câmara dos Deputados. Brasília, DF. 2012.

LAGREGA, M.B.; BUCKINGHAN, P.L.; EVANS, J.C The Environmental Resources Management Group. Hazardous waste management. 1 sted. Singapore: Mc Grnaw-Hill, 1994, 1146p.

LEITE, D.S.; BARROS, S.R.S.; WASSERMAN, J.C.F.A.; LIMA, G.B.A. **Auditorias ambientais obrigatórias na atividade portuária**: analisando o cumprimento da resolução CONAMA n° 306, de 05/07/2002. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: www.inovarse.org Acesso em Agosto de 2019

LEITE, M.M. Análise comparativa dos sistemas de avaliação de impacto ambiental. In: LIRA, W.S. e CÂNDIDO, G.A., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, p. 273-293, 2013.

LIMA, A.C.P.; DIAS, S.M.F.; ORRICO, S.R.M.; ARAÚJO, D.R.S.M. Avaliação das concentrações de bário e chumbo em águas do aquífero freático do entorno do centro industrial do Subaé- Feira de Santana- BA.

LIMA, J.S. **Avaliação da contaminação do lençol freático do lixão municipal de São Pedro da Aldeia- RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

LIMA, J.T. **Análise de risco à saúde humana devido à exposição aos metais pesados na área do lixão de Maceió-AL**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2010.

LIMA, J.T.; NOBRE, R.C.M.; AMORIM, E.L.C. Uso do modelo help para simulação da produção de chorume na área do lixão de Maceió-AL. In: VII Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental, Belo Horizonte. Anais..., 2011.

LIMA, R.M.S. Avaliação de risco à saúde humana decorrentes da contaminação da água subterrânea por BTEX provenientes de postos de revenda de combustíveis em Manaus. Dissertação. Mestrado em ciências do ambiente; Área de concentração em gestão ambiental e políticas públicas. Universidade Federal do Amazonas. 2010.

LÔBO, E.M.P.S. **Estudo comparativo das características dos líquidos percolados gerados no aterro metropolitano-PB e no aterro da Muribeca-PE**. (Dissertação) Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. 2006.

LOPES, A.A.; SILVA, G. FERNANDEZ, A.B.; BATTISTELLE, R.A.G. **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no município de Santa Helena de Goiás- GO**. I Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado, Rio Grande do Sul. 2018.

MAIELLO, A.; BRITO, A.L.N.P.; VALLW, T.F. Implementação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro 52 (1): 24-51. jan-fev. 2018.

MANZINI, F.F.; LIMA, M.F.; CISCATO, E.P. Estudo sobre o efeito do excesso de chumbo, cádmio e níquel nas plantas e no organismo humano. XV Fórum Ambiental. Evento Online. 2019.

MARIANO, G.L., MOURA, M.A.L. Comportamento da temperatura do lixo em duas épocas distintas (seca e chuvosa) no lixão da cidade de Maceió, AL. **Revista Ciência e Natura**, UFSM, v. 31, n 2, p. 57-70, 2009. Disponível em: www.periodicos.ufsm.br. Acesso em: agosto de 2018

MARTINS, K.G. **Expansão urbana desordenada e aumento dos riscos ambientais à saúde humana: o caso brasileiro**. 2012. 65f. (Monografia) Graduação em Gestão Ambiental. Faculdade UNB. Planaltina, Distrito Federal, Brasília, 2012. Disponível em: www.bdm.unb.br Acesso em Junho de 2019

MAXIMIANO, A.M.S. **Determinação de níveis aceitáveis no ambiente para hidrocarbonetos utilizando o procedimento de ações corretivas baseadas no risco (RBCA) para a cidade de São Paulo-SP**. (Dissertação) Mestrado em Recursos minerais e hidrogeologia. Universidade de São Paulo. 2001

McGINLEY, P.M. e KMET, P. Formation, characteristics, treatment and disposal of leachate from municipal solid waste landfills. **Special report, Bureau of Solid Waste Management, Wisconsin Department of Natural Resources**. Madison, Wisconsin. 1984.

MEDEIROS, J.H.D. **Gestão dia resíduos sólidos para municípios de pequeno e médio porte à luz da política nacional de resíduos sólidos**. (Monografia) Graduação em Bacharel em Ciência e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semi-árido campus Angicos. Rio Grande do Norte. 2012.

MEDEIROS, R.D. **Proposta metodológica para avaliação de impacto ambiental aplicada a projetos de usinas eólico-el eu étricas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

MELO, J.D. **Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

MIGUEL JR, A. **Boro- papel nas doenças**. Medicina Geriátrica. Disponível em: www.medicinageriatria.com.br Acesso em Setembro de 2020

MONTAGNA, A. et al. **Curso de capacitação/plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: planejamento e gestão**. Florianópolis: AEQUO, 2012. 98 p.

MONTEIRO, J.M.P.; FIGUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.D.; BRITO, J.C.V.D.; ALMEIDA, T.P.F.D.A.; MANSUR, G.L.; ZUEIBIL, V.Z. (Coords). 2001. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 15 Ed. Rio de Janeiro: IBAM. 200p.

MONTEIRO, L.W.S.; COSTA, T.B.; MENEZES, L.B. **Estudo preliminar da contaminação das águas subterrâneas no entorno do lixão na cidade de Cametá-PA**. 2002. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

MORAES, C.D.; D'ÁQUINO, C.A. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. In: V Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 2016, Araranguá, **Anais...** Araranguá: Instituto Federal de Santa Catarina, 2016.

MURGO, A.R.; RIBEIRO, L.A.A.; RAFAEL, M.F.A. **A importância de um aterro sanitário na cidade de Jaú**. (Monografia) Graduação em Administração. Faculdades Integradas de Jaú. Jaú, 2010.

NASCIMENTO, S.P.G.; SANTOS, J.R.U.; MELO, N.A. Os riscos ambientais ocasionados pela ocupação irregular na comunidade Vila Emater II, Maceió-AL. **Revista Geonorte**. Edição especial, v.1, n.4, p. 929-937, 2012.

NBR 8419:1992. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: www.abntcatalogo.com.br. Acesso em: Maio de 2019.

NOBRE, R.C.M.; NOBRE, M.M.M. Avaliação de aterros de resíduos industriais perigosos através do modelo Help. Revista de Engenharia sanitária. v.6, no.6, p. 103-112, 1993.

NOBRE, R.C.M.; NOBRE, M.M.M.; ROTUNNO FILHO, O.C. et al. Metodologia para o mapeamento do índice de perigo ao consumo de águas subterrâneas vulneráveis à contaminação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.13, p.101-112, 2008.

NOBRE, R.C.M.; ROTUNNO FILHO, O.C.; MANSUR, W.J. et al. Groundwater vulnerability and risk mapping using GIS, modeling and a fuzzy logic tool. Journal of contaminant hydrology. v. 94, p.277-292, 2007.

NOBREGA, M.R.R.; KOHN, L.G.; MILANI, I.C.B.; NEBEL, A.L.C.; TAVARES, V.E.Q.; SUZUKI, L.E.A.S.; COLLARES, G.L. **Caracterização do chorume de um aterro controlado em Pelotas/RS**. Congresso de Iniciação Científica. Pelotas/RS. 2009.

OMS- Organização Mundial da Saúde. O impacto de substâncias químicas sobre a saúde pública: fatores conhecidos e desconhecidos. 2016.

PAIVA, C.C.; RODRIGUES, D.P.S.; SOUZA, D.G.; PEREIRA, I.V.; CERULI, L.R. **Estudo de análise comparativa entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária). Faculdade Presidente Antônio Carlos de Bom Despacho. Bom Despacho, Minas Gerais. 2012.

PIMENTEL, J.B. **A história do antigo povoado que se transformou em bairro nobre**. Jornal de Hoje, Alagoas, 14 Ago. 2003.

PIMENTEL, G.; PIRES, S.H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. **Rev. ADM. Púb.**, p. 56-68, jan/mar, 1992.

PIZZO, M.S.; SALAZAR, P.R.; FREITAS, V.E. Proposta de utilização da matriz de impactos ambientais (Leopold) variada aplicada ao processo ensino-aprendizagem em ies: Disciplinas teóricas. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia- COBENGE, 2014, Juiz de Fora, **Anais...**, Juiz de Fora: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2014.

PORTELLA, M.O.; RIBEIRO, J.C.J. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**. v 4. n 1. 2014. p 115- 134.

POSSAMAI, F.P.; VIANA, E.; SCHULZ, H.E.; COSTA, M.M.; CASAGRANDE, E. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Rev. Ciênc. Saúde coletiva**, mar. 2007.

POTRICH, A.L.; TEIXEIRA, C.E.; FINOTTI, A.R. Avaliação de Impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Rev. Estudos Tecnológicos em Engenharia**. v. 3, n. 3, p. 162-175, out-dez 2007.

Pró-Catador Decreto nº 7405/10. Disponível em www.mnccr.org.br Acesso em Agosto de 2019.

RAMOS, T.D. Avaliação da exposição ambiental ao manganês na população residente no entorno de um estaleiro no município de Angra dos Reis. Dissertação. Mestrado em Ciências

na área de saúde pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arauca. Rio de Janeiro, 2013.

REBELO, R.S. Toxicidade do mercúrio e seus efeitos neurodegenerativas. Dissertação. Mestrado em ciências farmacêuticas. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. Portugal. 2016.

RODRIGUES, A.S.L. Efeitos da exposição ao arsênio na saúde humana. Revista Saúde.com, vol.4, no.2. 2008, Minas Gerais.

RODRIGUES, S.D.C. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o centro integrado de operação e manutenção da CASAN (CIOM)**. (Monografia) Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2015.

SANCHÉZ, L.H. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, C.B.; LEAL, L.R.B.; LUZ, J.A.G.; MELLO, J.C. **Caracterização do impacto na qualidade das águas subterrâneas causado pela disposição dos resíduos sólidos urbanos no aterro municipal da cidade de Feira de Santana- BA**. 2004. Disponível em: www.aguassubterraneas.abas.org. Acesso em Junho de 2019.

SCHEFFER, E.C.M. **Gerenciamento de áreas contaminadas: Uma breve análise dos princípios ambientais conformadores e seus aspectos práticos**. Monografia. Especialidade em direito ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2017.

SERAFIM, A.C. **Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamento**. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 3. Rio Claro, 2003. Disponível em: www.tratamentodeagua.com.br. Acesso em Maio de 2019.

SILVA, L.M.S.; PARAÍSO, L.A.; PINTO JÚNIOR, I.M. Análise crítica da política nacional de resíduos sólidos: principais pontos e aplicabilidade. **Revista Ciências exatas e tecnológicas**. Alagoas. v 4. n 2. p. 37-38. Novembro 2017.

STROH, P.Y. **Cidade, lixo e Cidadania**. Maceió: EDUFAL, 2009. 139 p.

TAKEUCHI, E. **Aplicação da metodologia RBCA para o município de Porto Alegre: Definição de níveis aceitáveis baseados no risco para hidrocarbonetos**. (Dissertação) Mestrado em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, A.S. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues**. Mc Graw-Hill International Editions. Civil Engineering Series, p. 978. 1994.

TEIXEIRA, K.H.; MENDES, I.; GOMES, R. Uma análise do capital social e qualidade de vida dos moradores da Vila Emater II. **Revista Espacios**. v.36, n.11. Ano 2015. Pág 16.

VASCONCELOS JUNIOR, M.R.; CORRÊA, A.R.S.S. **Impactos Socioambientais causados pelo aterro sanitário no município de Marituba-PA**. II Seminário Nacional de Serviço Social, Trabalho e Políticas Sociais. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2017.

XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Feira de Santana-BA. 2010.

ZANTA, V.M.; CAMPOS, L.; MAY, M. **Análise e avaliação da sustentabilidade de aterros simplificados**. Salvador: PROSAB, 102 p., 2006.

ANEXO


ESTADO DE ALAGOAS
COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS
Rua Barão de Atalaia 200, Centro - Maceió - AL-CEP: 57020-510
Fone: (82)3315-3055 - Fax: (82)3315-3085

OFÍCIO Nº 748/2014- GP

Maceió, 09 de outubro de 2014.

A Sua Senhoria a Senhora
ANGELA PAIM
Superintendente de Articulação de Projetos Sociais
da Secretaria de Estado da Infra Estrutura
Rua Cincinato Pinto - Centro
N E S T A /

Senhora Superintendente,

Atendendo solicitação de V.Sa., através do Ofício nº 225/2014 - SAPS, encaminhamos em anexo **RELATÓRIO TÉCNICO** sobre o poço localizado na área da Associação dos Moradores da Vila EMATER II, que não é operado por esta CASAL, como também Laudo de Análises físico-química e bacteriológica daquele poço, em que se verifica alto índice de coliformes totais inviabilizando-o para consumo humano, sendo necessário, portanto, um tratamento de descontaminação.

Atenciosamente,


Eng.º ÁLVARO JOSÉ MENEZES DA COSTA
Diretor Presidente

.../apm...

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS
 Rua Paulo Roberto Farias, S/N - Benedito Barreto - CEP: 57083-124 - Fones: 3315-4357/4533 FAX:
CASAL **GERÊNCIA DE CONTROLE DA QUALIDADE DO PRODUTO** **GEQPRO**
SUPERVISÃO DE LABORATÓRIO DE ÁGUA E ESGOTO **SUPLAB**

LAUDO DE ANÁLISE

DADOS DO INTERESSADO: **COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS**
 Interessado: **CASAL**
 Endereço do Interessado: **Rua Barão de Atalaia, 200 - Poço - Maceió - AL**
 DADOS DA AMOSTRA: **Maceió - Jacarecica**
 Procedência: **Poço novo - VILA EMATER II**
 Data de Coleta: **23/07/2014** **Entrada no Laboratório: 23/07/2014**
 Coletor: **Pedro**

Nº	Parâmetros	Método/Referência	VMP/VR	Resultado	Conclusão
1	pH	Potenciômetro Digital	6,0 a 9,3	4,10	Recomendado
2	Cor aparente	Colorímetro Digital	15,0 uH	1,05	Satisfatório
3	Turbidez	Turbidímetro Digital	5,0 UNT	245,00	Sem Referência
4	Condutância Específica	Condutímetro Digital	ym/m/cm	34,0	Sem Referência
5	Acidez	Titulação	mg/L CaCO ₃	0,0	Sem Referência
6	Alcalinidade OH ⁻	Titulação	mg/L CaCO ₃	0,0	Sem Referência
7	Alcalinidade CO ₃ ²⁻	Titulação	mg/L CaCO ₃	4,0	Sem Referência
8	Alcalinidade HCO ₃ ⁻	Titulação	500,0 mg/L CaCO ₃	28,0	Satisfatório
9	Dureza Total	Titulação	mg/L CaCO ₃	4,0	Sem Referência
10	Dureza (carbonatos)	Titulação	mg/L CaCO ₃	20,0	Sem Referência
11	Dureza (n/carbonatos)	Titulação	mg/L CaCO ₃	2,0	Sem Referência
12	Cloro	Titulação	mg/L CaCO ₃	22,0	Sem Referência
13	Magnésio	Titulação	mg/L CaCO ₃	38,0	Satisfatório
14	Clorretos	Titulação	250,0 mg/L Cl ⁻	9,00	Sem Referência
15	Silica	Espectrofotômetro Digital	mg/L SiO ₂	3,40	Satisfatório
16	Sulfato	Espectrofotômetro Digital	250,0 mg/L SO ₄ ²⁻	0,08	Satisfatório
17	Amônia	Espectrofotômetro Digital	1,0 mg/L N	4,58	Satisfatório
18	Nitrato	Espectrofotômetro Digital	1,0 mg/L N	0,00	Satisfatório
19	Nítrito	Espectrofotômetro Digital	0,30 mg/L N	0,03	Satisfatório
20	Ferro Total	Ferimento de Oxima	300,0 mg/L Fe	NR	Sem Referência
21	Cálcio	Ferimento de Oxima	mg/L Ca	NR	Sem Referência
22	Potássio	Ferimento de Titan	mg/L K	844,89	Sem Referência
23	CO ₂ (graficamente)	Exatidão de Titulação	200,0 mg/L	98,0	Satisfatório
24	Sólidos Totais	Exatidão de Titulação	200,0 mg/L		

25) Cloro Residual Livre: **Comparador Colorimétrico** **0,3 a 2,0 mg/L** **Recomendado**

26) Coliformes Totais: **Tubo Membrana/Bacterio Enrímero** **Análise em 20°C** **48,0** **Inaceitável**

27) Escherichia Coli: **Tubo Membrana/Bacterio Enrímero** **Análise em 37°C** **0,0** **Satisfatório**

Referências Normativas: **Portaria MS Nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011**

Notas:
 1 - VMP: Valor Máximo Permitido na rede de distribuição; VR: Valor de Referência
 2 - SAA: Sistema de Abastecimento de Água
 3 - SAA de responsabilidade do requerente o plano amostral, os dados da coleta, e a coleta
 4 - Lista de não não pode ser utilizado em publicidade, propaganda ou fins comerciais
 5 - NR: Não Realizado

Assinaturas:
 Chefe (GEQPRO): **Adriano B. Gonçalves**
 Chefe (SUPLAB): **José Vinícius do Nascimento**
 DATA: **08/08/2014**



RELATÓRIO TÉCNICO

Como forma de atender ao Ofício nº 225/2014-SAPS, que solicita a avaliação de um poço encontrado num terreno cuja concessão de direito de uso foi dado a Associação dos Moradores da Vila Emater II sendo concedido pelo Estado de Alagoas o uso pro um período de 30 anos a fim de ser construído um equipamento de geração de renda voltado aos recicladores de resíduos sólidos, foi enviado uma equipe de: Mecânico, Eletricista e Auxiliares ao local.

A equipe numa primeira visita solicitou que fosse limpo e desobstruído a área para entrada dos veículos e equipamentos destinados ao serviço de sacar e descer o poço para fins de avaliação. Após atendido esta demanda, nossa equipe sacou o poço, recolheu a motobomba para a CEMEM a fim de realizarmos uma revisão em seus componentes visando o posterior retorno. Ao final dos trabalhos de oficina a motobomba foi devolvida ao poço, esta apresentou desempenho satisfatório mantendo uma vazão constante de 4,714m³/h durante os dois dias em que ficou operando. Ao final do segundo dia foi coletado amostra da água e enviada para análise no laboratório da CASAL (análise em anexo). Como não há tubulação para controle do nível dinâmico, foi solicitado a associação a aquisição de 13 peças de tubo PVC 20mm.

Conforme contato da Sra. Ana Lúcia, representante da associação, esta tem interesse em ceder o uso do poço a CASAL a fim de ser injetado na rede que atende não só a associação mas também a população circunvizinha. Esta solicita contato da CASAL para com a associação como forma de evoluir as tratativas referentes ao pleito acima descrito.

Vale salientar que não há instalações elétricas adequadas no local, sendo necessário a implantação de poste e quadro de comando elétrico.

Segue abaixo dados do poço e contato da administração da associação:

- Diâmetro do poço: 04"
- Motobomba: Leão 1,5cv;
- Nível Estático: 59,5 m
- Altura da Bomba: 78 m;
- Vazão de boca de poço: 4,714 m³/h;
- Coluna Edutora: tubos PVC 1,1/4" com 6m (com corda).

Sra. Ana Lúcia: 9937-7369
 Sra. Ellene: 3241-4739 / 9957-1076

3 / 4
 Maceió: 13/08/2014

Sem mais pelo momento.

Thales de Oliveira Cabral Melo
 SUPERVISOR - QUALIDADE
 Diretor Técnico CREA: 0207-1280



ALAGOAS
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Estado da Infraestrutura – SEINFRA
Superintendência de Articulação de Projetos Sociais

Ofício nº 225/2014-SAPS

Maceió, 27 de junho de 2014

Ilm^o. Senhor:
ÁLVARO MENEZES
Diretor Presidente
Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL
NESTA

REF: Avaliação das condições técnicas/operacionais de poço artesiano.

Senhor Diretor Presidente,

Cumprimentos.

Em 4 de julho de 2012, o Excelentíssimo Governador de Alagoas celebrou, através da Lei nº 7.375, com a Associação de Moradores da Vila Emater II, o Termo de Concessão de Direito Real de Uso, pelo prazo de 30 anos, de uma área para a construção de equipamento de geração de renda voltado aos recicladores de resíduos sólidos, domiciliares, a ser viabilizado por meio de programas federais, especificamente através da FUNASA.

Nos primeiros contatos com a área, para limpeza do terreno a fim de dar início à construção, a comunidade se deparou com a existência de um poço artesiano. Na pretensão de preservá-lo, regularizado, a Associação de moradores procurou esta SEINFRA, para que fizesse uma avaliação das condições técnicas do poço, visando o seu funcionamento para atender as necessidades do equipamento futuro.

Concluindo, vimos através desse, solicitar o apoio de V.Sa., no sentido de envolver a CASAL, no processo, por entendermos que é a única instituição com a expertise necessária para proceder a análise pleiteada.

As ordens agradecemos antecipadamente,

Atenciosamente,

Argea
Argea Paim

RECEBIDO