



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CAMPUS SÃO BENTO
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

CELINA DE JESUS DUARTE DINIZ

**PROPOSTA DE ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE PARA O
MUNICÍPIO DE PALMEIRÂNDIA**

SÃO BENTO- MA

2024

CELINA DE JESUS DUARTE DINIZ

**PROPOSTA DE ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE PARA O
MUNICÍPIO DE PALMEIRÂNDIA**

Monografia apresentada ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão- UEMA como requisito parcial, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Leonardo Dias Oliveira

Diniz, Celina de Jesus Duarte

Proposta de aterro sanitário de pequeno porte para o município de Palmeirândia-MA. São Bento, 2024 / Celina de Jesus Duarte Diniz. – São Bento, 2024.

65p.

Monografia (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Leonardo Dias Oliveira.

1. Lixão 2. Problemas ambientais 3. Resíduos sólidos urbanos-RSU.

CDU: 628.4.003(812.1)

CELINA DE JESUS DUARTE DINIZ

**PROPOSTA DE ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE PARA O
MUNICÍPIO DE PALMEIRÂNDIA**

Monografia apresentada ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA como requisito parcial, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Aprovado em 07/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



BRUNO LEONARDO DIAS OLIVEIRA

Data: 30/03/2024 09:54:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Msc. Bruno Leonardo Dias Oliveira
Orientador-Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

Documento assinado digitalmente



SANARA ADRIELLE FRANCA MELO

Data: 30/03/2024 17:52:19-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. MSc. Sánara Adrielle França Melo - UNIVASF / Doutoranda no PPGCA
Mestra em Ciência Animal e Pastagens – UFRPE. Externo
2º Examinador

Documento assinado digitalmente



CASI SANTOS DOS SANTOS

Data: 29/03/2024 12:37:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. MSc. Casi Santos do Santos - Doutorando em Biotecnologia no Renorbio (UFMA),
mestre em Biotecnologia (UTFPR), graduado em Engenharia Química (UFMA)

Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

3º Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus por ter me dado a chance de viver este momento tão gratificante e a minha família por sempre me apoiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu oportunidade, força de vontade e coragem para superar todos os desafios.

A minha mãe Heloisa, ao meu pai João Nilson e a minha irmã Luciana que nunca me deixaram desistir apesar das dificuldades, estavam sempre me apoiando na construção dos meus sonhos.

Agradeço aos meus amigos de curso Daniele Melo, Edarlisson Pereira, Marinna Ramalho e Railson Diniz que me acompanharam durante a formação acadêmica passando por várias experiências que nos fizeram mais que amigos, irmãos. Agradeço a Universidade Estadual do Maranhão por me permitir vivenciar experiências maravilhosas ao longo curso ao meu orientador Bruno Oliveira pela paciência e dedicação, e também à todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente na construção deste trabalho.

.

RESUMO

Os problemas ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda são grandes. Por mais que ao longo dos anos a atividade de lixões venha diminuindo, esse processo ainda é constante realidade no Brasil, sobretudo nos municípios menores. Segundo o IBGE, até 2020, mais da metade dos municípios brasileiros, ou seja, cerca de 50,8% ainda depositavam seus resíduos sólidos urbanos em lixões, mais conhecidos como vazadouros a céu aberto. Vale ressaltar o quanto à destinação final adequada desses resíduos coletados são importantes para a prevenção ou controle de impactos ao meio ambiente. Este trabalho tem o objetivo de propor um projeto de aterro sanitário de pequeno porte para o município de Palmeirândia-MA. A realização de um aterro sanitário contribui para o controle e descarte correto dos resíduos sólidos, além disso contribui com a minimização de aparecimento de doenças. Metodologicamente, o presente Trabalho de Conclusão de Curso pode ser compreendido como uma análise descritiva, e por tratar de um local específico na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, constitui um estudo de caso. Para o desenvolvimento deste presente trabalho foi necessário o levantamento dos dados da população atual da cidade em epígrafe, segundo IBGE 2022, bem como a quantidade de resíduo sólido produzido diariamente no município. Como conclusão, destaca-se a necessidade da construção de um aterro sanitário de pequeno porte na cidade de Palmeirândia-MA, sendo está uma excelente solução para a problemática da disposição inadequada de resíduos sólidos no município, devido a sua praticidade e simplicidade de construção bem como a operação deste. O aterro sanitário, é a melhor alternativa para disposição final de RSU se comparado aos lixões e/ou aterros controlados, além do mais, o aterro sanitário de pequeno porte na cidade de Palmeirândia-MA armazenará de forma segura os resíduos, minimizando assim os danos causados ao meio ambiente.

Palavras-chave: Lixão, problemas ambientais, resíduos sólidos urbanos-RSU.

ABSTRACT

The environmental problems caused by municipal solid waste (MSW) are still large. Even though landfill activity has been occurring over the years, this process is still a constant reality in Brazil, especially in smaller municipalities. According to IBGE, until 2020, more than half of Brazilian municipalities, that is, around 50.8%, still deposited their urban solid waste in landfills, better known as open dumps. It is worth highlighting that the appropriate final destination of this collected waste is important for preventing or controlling impacts on the environment. This work aims to propose a small landfill project for the municipality of Palmeirândia-MA. The creation of a sanitary landfill contributes to the control and correct disposal of solid waste, and also helps to minimize the emergence of diseases. Methodologically, this Course Completion Work can be understood as a descriptive analysis, and as it deals with a specific location in the city of Palmeirândia in the State of Maranhão, constituting a case study. To develop this present work, it was necessary to collect data on the current population of the city in question, according to IBGE 2022, as well as the amount of garbage produced daily in the municipality. To conclude, the need to build a small sanitary landfill in the city of Palmeirândia-MA stands out, this being an excellent solution to the problem of concentrated disposal of solid waste in the municipality, due to its practicality and simplicity of construction. as its operation. The sanitary landfill is the best alternative for the final provision of MSW compared to landfills and/or controlled landfills, what is more, the small-port sanitary landfill in the city of Palmeirândia-MA will safely store the waste, thus minimizing the damage caused to the environment.

Key-words: Dumping ground, environmental problems, municipal solid waste-MSW.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Modelo de um aterro sanitário.....	18
Figura 02: Localização de Palmeirândia no Maranhão.....	39
Figura 03: Localização de Palmeirândia.....	39
Figura 04: Ligação de Palmeirândia à cidades vizinhas.....	40
Figura 05: Campos de Palmeirândia.....	40
Figura 06: Constuição próximo ao rio.....	41
Figura 07 Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA.....	42
Figura 12: Localização do lixão da Trindade.....	47
Figura 13: Área destinada ao aterro sanitário.....	52
Figura 14: Fluxograma das diretrizes e atividades técnicas do EIA.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Geração de RSU:.....	49
Quadro 02: Funcionários e equipamentos.....	50
Quadro 03: Bairros e rotas:.....	51
Quadro 04: Documentos necessários segundo a capacidade do aterro.....	58
Quadro 05 Critérios para priorização das áreas na fase de pré-seleção.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CF - Constituição Federal

CONDER – Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DLA - dispensa de licenciamento ambiental

DOU - Diário Oficial da União

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

ORTN - Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RAP - Relatório Ambiental Preliminar

RCRA - Resource Conservation and Recovery Act

RCRA - Conservação e Recuperação de Recursos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SEMA - Secretaria do Meio Ambiente

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ZEI - Zona Estritamente Industrial

ZGR - Zona Geradora de reído

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2 OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1 Biodegradação.....	25
3.2 Aterro sanitário em municípios de pequeno porte.....	27
3.3 Licenciamento ambiental de sistemas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte.....	31
3.4 Lixão no município de Palmeirândia no Estado do Maranhão.....	37
4 METODOLOGIA.....	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
5.1 Aterro sanitário de pequeno porte para o município Palmeirândia-MA.....	51
5.2 Critérios para implantação do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA.....	53
5.3 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) / Relatório de Impacto Ambiental (Rima).....	54
5.4 Licenciamento ambiental de aterro sanitário.....	58
5.5 Proposta de projeto de aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA.....	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS	64

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A sociedade moderna é a geração que mais excede em termos de resíduos sólidos (lixo¹). Logo, essa temática é um dos maiores problemas do século XXI em sua disposição final que, se feita de forma adequada, por conseguinte, evitaria ou pelo menos diminuiria a contaminação do meio ambiente bem como a disseminação de doenças. Infelizmente no Brasil, não ocorre adequadamente o sistema de coleta bem como tratamento e a disposição final desses resíduos em grande parte dos 5.568 municípios da Federação.

Trata-se do reprocessamento anual dos valores das áreas territoriais dos 5.568 municípios, mais Distrito Federal e Distrito Estadual de Fernando de Noronha, produzidas pelo IBGE, de acordo com a estrutura político-administrativa vigente em 31/07/2022, data de referência do recebimento das atualizações territoriais. (IBGE², 2022).

Por mais que ao longo dos anos essa atividade de lixões venha diminuindo, os lixões, ainda são uma constante realidade no Brasil, sobretudo nos municípios menores. Segundo o IBGE, até 2008, mais da metade dos municípios brasileiros, ou seja, cerca de 50,8% ainda depositavam seus resíduos sólidos urbanos- RSU em lixões, mais conhecidos como vazadouros a céu aberto. Foi esse contexto que levou o Governo Federal a instituir no ano de 2010 uma lei específica para acabar com os lixões, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que prevê um prazo máximo para que todos os municípios brasileiros erradicassem seus lixões até o ano de 2014.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

TÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

CAPÍTULO I

DO OBJETO E DO CAMPO DE APLICAÇÃO

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

¹ substantivo masculino: 1- Qualquer material sem valor ou utilidade, ou detrito oriundo de trabalhos domésticos, industriais etc. que se joga fora. 2- Tudo o que se retira de um lugar para deixá-lo limpo.

² O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

Art. 2º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta Lei, nas Leis nºs 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama³), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

A Lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS possui uma abordagem atual bem como importantes instrumentos para viabilizar os avanços que o país necessita para enfrentamento dos diversos problemas ambientais, sociais e econômicos derivados do manejo inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos-RSU.

Como mais de 60% dos municípios da Federação não se adequaram, foi prorrogado o prazo para o fim desses lixões para entre os anos de 2018 e 2021, salientando que para as capitais e municípios de regiões metropolitanas teriam um prazo menor, ao passo que para regiões de fronteira bem como aqueles municípios com menor número de habitantes, o prazo seria um pouco maior.

Nesses, principalmente em cidades pequenas, o resíduo, é simplesmente depositado diretamente no solo a céu aberto, sem quaisquer medidas de controle sanitário ou ambiental. Logo, os problemas decorrentes acerca desses depósitos são de previsão fáceis como odor intenso, combustão espontânea com a disseminação dos gases, principalmente o metano⁴, contaminação dos catadores com resíduo hospitalar e oxidantes, proliferação de insetos, ratos e outros animais que servirão de potenciais transmissores de doenças. Catadores esses que sobrevivem da venda de materiais recicláveis que encontram nesses lixões, trabalhando em condições extremamente desumanas, degradantes sobretudo insalubres.

Como no solo desses lixões não é impermeabilizado, o chorume⁵, que é o líquido formado pela degradação de compostos orgânicos que se infiltra no solo, pode contaminar águas subterrâneas (lençol freático). Essa matéria orgânica em decomposição produz também outros gases como por exemplo o gás carbônico (CO₂)⁶, que também é responsável pelo

³ Sisnama - Sistema Nacional do Meio Ambiente, foi instituído pela Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 06 de junho de 1990, sendo constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

⁴ O metano (CH₄) é um gás inodoro e incolor que pertence ao grupo dos hidrocarbonetos. Ele pode ser obtido, por exemplo, na decomposição de matéria orgânica e no processo digestivo de ruminantes.

⁵ O chorume é um líquido escuro gerado pela decomposição da matéria orgânica e que pode causar poluição ambiental. O chorume, também conhecido como lixiviado ou líquido percolado, é um líquido escuro gerado pela decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários e lixões ou em composteiras.

⁶ O dióxido de carbono (CO₂), também conhecido como gás carbônico, é um composto químico gasoso que tem um papel significativo no efeito estufa e nos desequilíbrios climáticos do planeta Terra. Essa substância é composta por um átomo de carbono e dois átomos de oxigênio, sendo inodora (sem cheiro) e insípida (sem sabor) em condições normais, o que dificulta sua detecção.

desequilíbrio do efeito estufa que por consequência contribui para o aquecimento global. Partindo dessa premissa, os problemas causados pelos lixões, além de causar impactos negativos ao meio ambiente, afeta sobretudo na saúde pública.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS, regulamentada pela lei nº 12.305/2010, tinha como meta a extinção dos lixões até o ano de 2014, entretanto, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015) dos 5507 municípios brasileiros, 4026 (73,1%) tem população inferior a 20.000 habitantes e nesses municípios 68,5% dos resíduos gerados são depositados em lixões a céu aberto. A norma brasileira NBR⁷ 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT⁸, 2004), define os resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, 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 de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1)

A poluição do solo e de águas superficiais e subterrâneas, provocadas por resíduos sólidos urbanos, passou a ser motivo de estudos em todo o mundo, principalmente nos países industrializados, dado ao reconhecido potencial poluidor e o grande volume gerado diariamente. A possibilidade de contaminação ambiental, associada à necessidade de grandes áreas para a disposição e tratamento, tornou a solução para o problema do resíduo sólido urbano um dos mais sérios desafios para as administrações públicas municipais.

Assim, a disposição dos resíduos sólidos sem nenhum controle acarreta graves consequências: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, agravando impactos na saúde pública. O manejo inapropriado de resíduos gera desperdícios, contribui assim para a manutenção das desigualdades sociais, consiste em uma ameaça constante a saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida da população e o equilíbrio dos ecossistemas (SCHALCH et al., 2002, p. 1).

⁷ NBR é uma sigla usada para representar a expressão Norma Técnica. É um conjunto de normas e regras técnicas relacionadas a documentos, procedimentos ou processos aplicados a empresas ou determinadas situações. Uma NBR é criada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

⁸ A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma entidade privada sem fins lucrativos que tem por objetivo padronizar as técnicas de produção do Brasil. Embora seja muito associada a trabalhos acadêmicos, a ABNT também define normas e técnicas para produtos industriais e prestação de serviços.

Considerado como o método mais comum de disposição final nos municípios brasileiros, o lixão ou vazadouro é a forma mais inadequada de disposição de resíduos sólidos, e é caracterizada pela simples descarga dos resíduos sobre o solo, associado à queima a céu aberto. Os problemas causados por este método de disposição final não se limitam às áreas próximas ao depósito, e tem uma repercussão estética, sanitária, ambiental e social negativas. No Brasil, estima-se que mais de 90% do rejeito é jogado a céu aberto, gerando uma ameaça constante de epidemias, pois os lixões fornecem condições propícias para a proliferação de doenças.

Para tentar minimizar os impactos ambientais iniciou-se uma busca de locais adequados para depositar os resíduos sólidos urbanos-RSU, sendo o aterro sanitário um dos meios mais utilizados. Essa tendência ganhou força com a lei federal 12.305, de 02 de agosto de 2010, que determinou aos municípios brasileiros que estes adotassem medidas, que previassem a extinção dos lixões e aterros descontrolados até 02 de novembro de 2014, tendo em vista que são práticas inadequadas uma vez que causam a poluição do solo, ar, água, além de possíveis doenças a saúde humana, tais medidas só foram levadas a sério quando implantadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS.

Diante desse contexto, surge a necessidade de mudança, o aterro sanitário⁹ é considerado a medida mais viável para solucionar os problemas gerados pelo descarte indevido dos resíduos sólidos urbanos, pois de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT o aterro sanitário é uma técnica que não causa danos à saúde pública e à segurança ao depositar os resíduos sólidos urbanos no solo. O aterro busca métodos de engenharia para alocar na menor área possível e reduzir ao máximo esses resíduos, além de possuir uma boa relação custo versus benefício e se adaptar aos diferentes tipos de comunidades. Esta disposição de materiais ocasiona diversas reações químicas e biológicas, fazendo dos aterros sanitários reatores dinâmicos, que resulta em emissão de biogás, resíduos mineralizados e efluentes líquidos (lixiviados).

Segundo a norma ABNT NBR 8.419/92 aterro sanitário é:

“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 a 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”. (NBR 8.419/92, p.2).

⁹ Os **aterros sanitários** são obras projetadas para o descarte seguro do lixo urbano. De acordo com as formas de construção e operação adotadas, eles se dividem em dois grupos: **aterros** convencionais e **aterros** em valas.

O aterro Sanitário é uma técnica destinada para a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, o qual emprega técnicas e tecnologias apropriadas para que este procedimento não cause danos ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais, sendo, ainda, possível aproveitar alguns dos subprodutos derivados da decomposição do material orgânico, num período de vida útil, mínima, de 10 anos. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS, os aterros sanitários são menos nocivos ao meio ambiente, pois são construídos para evitar a contaminação do solo, da água e do ar.

Figura 1: Modelo de um aterro sanitário:



Fonte: Diprotec Geo [4] 2021

O aterro sanitário é a técnica mais adequada e segura de se depositar o resíduo produzido pela população e é uma das técnicas mais seguras. Logo, o aterro sanitário, se divide em dois grupos: aterros convencionais e aterros em valas.

O aterro convencional é formado por camadas de resíduos compactados, que são sobrepostas acima do nível original do terreno, resultando em configurações típicas de escadas ou pirâmides. Já o aterro em valas é projetado para facilitar o aterramento dos resíduos e a formação de camadas por meio do preenchimento total de trincheiras, de modo a devolver ao terreno a sua topografia inicial.

Esses dois últimos diferenciam-se do lixão que são vazadouros a céu aberto que não fornecem nenhum tipo de tratamento adequado para o rejeito. Portanto, significa que nos lixões os resíduos advindos de diversos lugares de uma determinada cidade como as residências, indústrias, comércio varejista de diversos produtos que acondicionam seu produtos em embalagens de plástico, isopor e/ou de papelão, bem como hospitais (resíduo

hospitalar¹⁰) e feiras, são simplesmente descartados, jogados, amontoados em grandes depósitos a céu aberto que geralmente ficam distantes dos centros urbanos, apresentando-se como uma falsa solução dessa problemática à população.

O presente trabalho trata-se de uma proposta de aterro sanitário para a cidade de Palmeirândia- MA. O estudo foi realizado na própria cidade, através de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo. Para melhor entendimento este trabalho foi dividido em capítulos, estes discutidos ao longo do trabalho.

O trabalho em questão, foi dividido em partes para um melhor entendimento e fixação de suas abordagens; de início a análise, se refere a classificação dos resíduos sólidos (PNRS) que se dá por meio de critérios sendo estes: quanto a periculosidade, quanto a origem, quanto as características físicas, químicas e biológicas.

Em seguida, adentra-se em biodegradação que pode ser entendida como o processo de transformação dos compostos orgânicos em compostos simples, sendo de suma importância para manutenção da vida na terra. É possível correlacionar a biodegradação com o aterro sanitário, uma vez que estas duas extremidades estão inteiramente ligadas, pois na atividade do aterro sanitário realiza-se a biodegradação que é feita por camada, o que origina a decomposição correta dos materiais.

Para a implementação de um aterro sanitário de pequeno porte serão necessários os estudos da área que irão permitir sua instalação. O licenciamento ambiental é indispensável no que se refere a prevenção de impactos ambientais oriundos de uma atividade, logo esse instrumento é capaz de garantir que a instalação de uma atividade não venha causar danos acentuados ao meio ambiente e conseqüentemente aos seres humanos.

A realidade do município de Palmeirândia-MA não é diferente dos demais, vivência a ausência de um aterro e vive ao descarte indevido dos seus resíduos, contribuindo com diversos impactos ambientais que ressoa sobre seus habitantes.

Ademais, o presente estudo realizado na cidade de Palmeirândia-MA, mostra a importância de aterro sanitário apresentando um bom gerenciamento dos resíduos sólidos que trará benefícios ao município, evitando os problemas gerados pelo descarte indevido e desordenado dos resíduos sólidos urbanos-RSU. Outro fato de relevância desse estudo está no benefício para estudantes ou pesquisadores futuros que necessitem de informações técnicas e aplicadas sobre o assunto.

¹⁰ Resíduos de serviços de saúde, mais conhecidos como “lixo hospitalar”, são os resíduos gerados nos locais de atendimento à saúde humana e animal. Caracterizam-se por serem potencialmente contaminantes biológicos e podem trazer risco à saúde das pessoas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Propor um projeto de aterro sanitário de pequeno porte para o município de Palmeirândia- MA.

2.2 Objetivos Específicos

- Apontar os problemas causados pela destinação final inadequada de resíduos sólidos urbanos no município de Palmeirândia para o lixão da Trindade;
- Descrever o funcionamento de um aterro sanitário.
- Apresentar os benefícios de um aterro sanitário para a população do município.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)¹¹ qualificou e aprofundou as discussões acerca da disposição dos resíduos, discussão recorrente essa na esfera nacional sobretudo na esfera internacional, devido à coletiva expansão acerca da consciência correlacionado ao meio ambiente.

Os resíduos sólidos urbanos-RSU têm sido um tema recorrente nas últimas décadas, quando se começou a perceber a gravidade do assunto acerca dos impactos ambientais. Com o crescimento urbano, veio a importância de se repensar as práticas da sociedade sobre a proteção do meio ambiente. Com isso veio a surgir a busca de boas práticas, que auxiliassem um correto manejo dos resíduos, tornando-se indispensáveis diante da constatação dos danos à saúde da sociedade como um todo, o bem-estar dos seres humanos e o equilíbrio ecológico devido à má destinação dos resíduos sólidos.

A PNRS propõe uma articulação entre as instituições envolvendo todos os estados e municípios da Federação bem como o setor produtivo e a sociedade em geral, buscando assim, soluções para as problemáticas acerca da gestão resíduos sólidos urbanos-RSU que ora comprometem a qualidade de vida dos brasileiros, pois a complexidade dessa problemática acerca das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas remete-se a um novo posicionamento dos três níveis de governo (Município, Estado e Federação) junto à sociedade civil bem como a iniciativa privada.

O Brasil, segundo o IBGE (2023), país com 203 milhões de habitantes, é um dos países que mais gera resíduos sólidos, substâncias e objetos descartados cujo seu destino final deveria receber tratamento com soluções economicamente viáveis, de acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, legislação essa que ainda não foi colocada em prática como um todo o país. Logo, esses resíduos sólidos, acabam, ainda em parte, sendo despejados a céu aberto ou até queimados.

Fazendo um breve histórico acerca da Lei de resíduos sólidos nos Estados Unidos, instituída em 1965, passou por muitas mudanças e complementações. Garantias essas do uso adequado de aterros sanitários bem como lixões com o objetivo de estender sua vida útil, equacionando o problema do volume crescente de resíduos sólidos gerados na época. Em 1976, Resource Conservation and Recovery Act - RCRA, a Lei de Conservação e Recuperação trouxe premissas como proteger a saúde humana bem como o meio ambiente

¹¹ A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) trouxe ao país uma série de inovações para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos. A Lei foi resultado de 21 anos de discussões sobre o tema no Congresso Nacional.

dos perigos advindos da disposição desses resíduos no solo. Logo, a RCRA dá autoridade para controlar resíduos perigosos do berço ao túmulo. Isso inclui a geração, transporte, tratamento, armazenamento e eliminação de resíduos perigosos.

Já na França, a lei 75-633 de 1975 também define, mais resumidamente, resíduos sólidos como sendo:

“todo resíduo de processo de produção, transformação ou utilização, toda substância, material, produto ou, mais geralmente, todo bem móvel abandonado ou que seu detentor destina ao abandono”.

Portanto, a destinação final dos resíduos com algum risco ambiental seja no Brasil, Alemanha, Estados Unidos ou qualquer que seja o País, é preciso adotar a reciclagem como prática produtiva bem como reduzir a quantidade de resíduo produzido nas casas e nas indústrias, aproveitar tudo o que puder dos alimentos, economizando também nas quantidades e pensar bem antes de jogar fora os restos dos alimentos. Logo, sob a ótica ambiental, um dos elementos mais importantes na infraestrutura das cidades é o saneamento e os componentes que o constituem, o manejo dos resíduos sólidos está diretamente associado à qualidade ambiental, pelo seu impacto tanto na saúde pública quanto nos ecossistemas. Portanto é preciso consciência por parte de todos.

Ainda de acordo com a ABNT, 2014/NBR 10.004, os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua atividade dada a origem de seus componentes bem como de suas características e pela comparação dos constituintes com listagens de resíduos e substâncias das quais os impactos à saúde e ao meio ambiente.

Logo, para efeitos das normas de caracterização e classificação o resíduo sólido é necessário verificar as condições de cada material, quanto às características físicas, químicas, biológicas bem como à origem do resíduo. O objetivo desta diferenciação é possibilitar o adequado gerenciamento do resíduo de acordo com sua classificação.

Quanto à periculosidade:

A norma técnica NBR 10.004/2004 classifica o resíduo de acordo com o potencial de contaminação do meio ambiente e à saúde pública.

- a) Resíduos Classe I – Perigosos;
- b) Resíduos Classe II – Não Perigosos:
- c) Resíduos Classe IIA – Não inertes.
- d) Resíduos Classe IIB – Inertes.

Para a classe I são considerados os materiais que apresentam características de periculosidade como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Já para os resíduos não perigosos, divididos em IIA e IIB, considera-se para a classe IIA, que o material apresente características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. E para o IIB considera-se que o resíduo submetido a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, não tenha nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A PNRS também descreve a o critério de periculosidade como classificatório, mas não distingue os não inertes dos inertes.

Quanto à origem:

Outro critério utilizado pela lei 12.305/2010 é o da origem do resíduo, que podem ser:

- a) resíduos domiciliares: oriundos da atividade doméstica;
- b) resíduos de limpeza urbana: provenientes da limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas);
- c) resíduos sólidos urbanos: a soma das alíneas “a” e “b” da Lei 12.305/2010;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: são os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j” da Lei 12.305/2010;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: resíduos gerados nessas atividades, excluindo os referidos na alínea “c” da Lei 12.305/2010;
- f) resíduos industriais: gerados na indústria e no seu processo de produção;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme regulamento e normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS¹² ;
- h) resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: oriundos das atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: provenientes da atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Características físicas:

De acordo coma FUNASA, 2007 as características físicas analisadas devem ser:

¹² SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária coordenado pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)

a) Compressibilidade: é a redução do volume dos resíduos sólidos quando submetidos a uma pressão (compactação);

b) Teor de umidade: compreende a quantidade de água existente na massa dos resíduos sólidos;

c) Composição gravimétrica: determina a porcentagem de cada constituinte da massa de resíduos sólidos, proporcionalmente ao seu peso;

d) Per capita: é a massa de resíduos sólidos produzida por uma pessoa em um dia (kg/hab. dia), calculadas pela fórmula:

$$\text{Geração per capita} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hab. dia}} \right) = \left(\frac{\text{Quantidades de RS coletados}}{\text{número de habitantes (hab)}} \right)$$

e) Peso específico: é o peso do resíduo solto, em relação ao volume ocupado por ele, expresso em Kg/m³. Esse valor é determinante no dimensionamento de equipamentos e instalações. Na ausência de dados mais precisos, podem-se utilizar os valores de 230kg/m³ para o peso específico do rejeito domiciliar e de 1.300kg/m³ para o peso específico de entulho de obras (IBAM, 2001).

Características Químicas:

As características químicas são importantes para a escolha do tratamento mais adequado ao resíduo. O manual de saneamento da FUNASA¹³ descreve as características que devem ser analisadas:

- i- Poder calorífico: indica a capacidade potencial de um material desprender calor quando durante a combustão;
- ii- Potencial de hidrogênio (pH): indica o teor de acidez ou
- iii- Alcalinidade dos resíduos;
- iv- Teor de matéria orgânica: consiste na determinação dos teores de cada constituinte da matéria orgânica (cinzas, gorduras, macro e micronutrientes, resíduos minerais entre outros);
- v- Relação carbono/nitrogênio (C/N): determina o grau de degradação da matéria orgânica do resíduo no processo de tratamento/disposição final.

Características Biológicas: As características biológicas dos resíduos sólidos são determinadas pela população microbiana e pelos agentes patogênicos presentes no material

¹³ A Fundação Nacional de Saúde (Funasa), órgão executivo do Ministério da Saúde, é uma das instituições do Governo Federal responsável em promover a inclusão social por meio de ações de saneamento para prevenção e controle de doenças, bem como por formular e implementar ações de promoção e proteção à saúde relacionadas.

(IBAM,2001, apud RODRIGUES, 2015, p. 5, 6 e 7).

Segundo o Art. 13 da Lei nº 12305, de 2 de agosto 2010, Resíduos Sólidos Urbanos-RSU são resíduos originários de várias atividades, sejam elas domésticas e/ou empresariais nas áreas urbanas somando ainda com os resíduos originários da limpeza de logradouros e vias públicas bem como outros serviços de limpeza urbana. Os, os resíduos sólidos urbanos constituem-se em diversos tipos de componentes tais como, plásticos, metais, vidros, pedras, madeiras, têxteis, resíduos orgânicos dentre outros, formando assim, uma gama de propriedades de comportamento próprio, apresentando cada deles um propriedades biológicas, físicas e mecânicas diversificadas.

“muitos componentes sólidos sofrem transformações biológicas, sendo transformados em biogás e em líquidos, alterando assim o volume dos materiais depositados como as propriedades geotécnicas do maciço ao longo do tempo” (CARVALHO, 1999, p. 27).

Percebe-se então que apesar dessas leis serem em épocas distintas e de diferentes países, o conceito é muito semelhante, ambos acreditam que o que é descartado pelo seu detentor é considerado um resíduo sólido. No entanto a lei da Lei nº 12305/2012 acrescenta ainda que este objeto abandonado, só será um resíduo sólido se não puder ser submetido a soluções técnica ou economicamente viável em face da melhor tecnologia disponível. Ou seja, para o indivíduo, o que é avaliado como inútil, indesejável ou descartável, pode ser de proveito de outra, podendo tornar-se matéria-prima para um novo produto ou processo. Desta feita, atrelando os diversos conceitos, pode-se agregar valores quanto à definição de resíduos sólidos como sendo todo o material que não possui mais utilidade para o fim que está destinado, sendo assim descartado para ser reutilizado, reaproveitado, ou reintroduzido na cadeia natural do seu ciclo de vida, ou ainda, quando há a perda total de seu valor, disposto em aterro sanitário.

Nesse contexto, há a necessidade de se desenvolver nas políticas públicas mais ainda a ideia da redução da produção e do reaproveitamento dos resíduos sólidos bem como a correta destinação dos mesmos, sobretudo da inclusão e participação da sociedade para que sejam mais efetivas no sentido de evitar agressões ao meio ambiente e à saúde da população. Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos passa a se tornar imprescindível a essa gestão integrada em todos os setores da sociedade.

3.1 Biodegradação

Nos últimos anos, há uma extrema preocupação em caráter mundial com as questões do meio ambiente, sobretudo com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos Urbanos-

RSU. Nesse contexto, a biodegradação¹⁴, é vista como uma das alternativas que contribuem para a preservação ambiental, diminuindo assim o tempo de permanência dos resíduos sólidos Urbanos-RSU na natureza. Muitas são as pesquisas acerca da fabricação de produtos biodegradáveis e atualmente é possível encontrar no mercado diversos produtos com essas características, sendo identificados com um selo específico.

A biodegradação consiste então no processo natural de transformação dos compostos orgânicos em compostos simples. Ocorrendo então, no meio ambiente, pela ação de seres vivos, sobretudo os microscópicos (algas, fungos e bactérias) e é fundamental importância para o equilíbrio do ecossistema.

Os microrganismos que atuam nesse processo chamam-se decompositores¹⁵ e utilizam parte dessa matéria orgânica contida no material em degradação como fonte de nutrientes para a realização de suas atividades metabólicas. Por conseguinte, a outra parte desta matéria é devolvida ao meio ambiente na forma de compostos mais simples, como fosfatos, nitratos e gás carbônico, posteriormente reutilizados pelos seres vivos produtores e reintroduzidos nos ciclos biogeoquímicos.

Consiste na transformação de componentes orgânicos complexos em biogás, líquidos (chorume), matéria orgânica mineralizada e em compostos orgânicos mais simples. Essa degradação é feita através de processos de decomposição da matéria orgânica, através de processos aeróbios, que ocorrem na presença de oxigênio e tem curta duração (em média algumas semanas) e de processos anaeróbios, que ocorrem logo após o consumo total de oxigênio, sendo o de maior predominância e duração (CARVALHO, 1999).

Portanto, a biodegradação é de suma importância para a manutenção da vida na terra. A mesma, permite a formação de húmus¹⁶, que é um processo de retorno de nutrientes para as plantas, regulando assim as populações de micro-organismos tornando os solos férteis.

Então, já que a biodegradação consiste no processo natural de transformação de compostos orgânicos em compostos simples, percebe-se que os materiais biodegradáveis são todos aqueles que, pela ação dos microrganismos, sofrem decomposição quando entram em contato com o meio ambiente. Logo, materiais esses de origem animal e vegetal são biodegradáveis como animais mortos, folhas, galhos, frutas, restos de comida, etc.

¹⁴ A biodegradação refere-se à transformação de moléculas xenobióticas por microrganismos e a biorremediação refere-se ao uso de microrganismos para desintoxicar áreas contaminadas.

¹⁵ Os decompositores são microrganismos, bactérias e fungos que, juntamente com pequenos animais, como as minhocas, o minhocaçu e os gôngolos, formam um batalhão de bichinhos que vivem no solo e são responsáveis pelo trabalho de reciclagem de detritos e de resíduos depositados em sua superfície.

¹⁶ Em uma definição clássica: “O húmus, matéria marrom-escura da camada superficial do solo, é produzido pela decomposição de matéria vegetal e animal. O húmus é rico em carbono e geralmente ácido devido ao seu conteúdo de ácido húmico.

Entretanto, os materiais não biodegradáveis são os que não se decompõem de forma natural, podendo levar centenas de anos para a conclusão da decomposição e assim desaparecerem por completo do meio ambiente como plásticos, vidros, metais dentre outros. Partindo dessa premissa, um dos materiais que mais tem sido foco de pesquisas é o plástico, material esse derivado do petróleo, sendo um produto extremamente versátil e utilizado em praticamente todas as atividades industriais para fins comerciais, escolares, sobretudo domésticos. Mas, leva-se em consideração que essa matéria supracitada pode levar séculos para se degradar por completo e extinguir-se do meio ambiente.

É nesse contexto que se aborda sobre essas matérias. Através de diversos estudos mostram que esse tipo de material está presente em todos os lugares que se pode imaginar, nas indústrias, comércios, supermercados, papelarias, escolas, sobretudo em nossas residências como produtos de limpeza, como sabões e detergentes, canudos plásticos, roupas, com tecidos feitos de fibras artificiais com base natural, ou fibras sintéticas biodegradáveis, cosméticos, como protetores solares, pois muitos deles possuem produtos químicos que ao entrarem em contato com a água do oceano podem agredir os ecossistemas.

Os oxi-biodegradáveis são exemplos de materiais utilizados no dia a dia da população mundial que são as sacolas plásticas que constantemente utilizamos em feiras e supermercados, esses polímeros sofrem degradação por fenômenos oxidativos, então durante a composição desse tipo de plástico, adicionam-se os chamados anti e pró oxidantes, enquanto os Biopolímeros são compostos a base de fontes renováveis, como amido de milho, celulose, quitina, cana de açúcar tendo assim um ciclo de vida mais curto, assim, eles são considerados como polímeros verdes.

A biodegradação é a propriedade biológica mais importante da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, a qual consiste na transformação dos componentes orgânicos complexos, com o tempo e em condições de anaerobiose¹⁷, em biogás (metano, dióxido de carbono e outros), em líquidos, em matéria orgânica mineralizada e em compostos orgânicos mais simples (TCHOBANOGLOUS apud CARVALHO,1999, p. 27).

Ainda segundo a autora, uma série de fatores influenciam os processos de biodegradação, podendo-se citar teor de umidade, composição dos resíduos, temperatura, tamanho de partículas e grau de compactação do RSU, além de medidas de operação do aterro como compactação, existência de cobertura diária e drenagem. O teor de umidade é o fator principal no processo, a umidade, é a causadora de maior impacto, pois promove um ambiente

¹⁷ Respiração anaeróbia ou anaerobiose é o processo metabólico celular condicionado em ambientes caracterizados pela ausência de gás oxigênio (O₂). Muitas bactérias não são tolerantes ao oxigênio, por isso são denominadas anaeróbias obrigatórias (elas somente sobrevivem em ambientes redutores).

aquoso que é um ambiente com água como solvente principal e é fundamental para reações químicas e processos biológicos no qual facilita o transporte de nutrientes e de microrganismos para o lençol freático.

Partindo dessa premissa, a importância do meio ambiente atrela-se ao papel de principal fornecedor dos elementos necessários para a formação bem como a continuação da vida no planeta. Logo, a degradação ambiental é um processo muito complexo que ameaça o equilíbrio de um todo um ecossistema, não se trata apenas de fatos ou ações isoladas, mas, sim, de um contexto global.

Em outras palavras, a degradação ambiental através da retirada dos recursos essenciais para o funcionamento da sociedade bem como a manutenção da vida, por mais que seja pelo desenvolvimento da economia mundial, a degradação, é a precarização e danificação das condições ambientais que por conseguinte ocasionam problemas graves sobretudo irreversíveis para o meio ambiente.

3.2 Aterro sanitário em municípios de pequeno porte

O aterro sanitário, é um processo que se fundamenta nos critérios de engenharia bem como as normas específicas da ABNT/NBR's, permitindo assim a confinamento segura dos resíduos sólidos em termos de controle de poluição ambiental bem como a proteção à saúde pública. Logo, os aterros sanitários são obras de engenharia conforme a Norma NBR 8.419 que têm como objetivo o confinamento seguro dos resíduos no solo.

Uma técnica para a disposição de lixo no solo, sem causar prejuízo ao meio ambiente e sem causar moléstia ou perigo à saúde pública, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar o lixo na menor área possível, reduzindo o seu volume ao mínimo praticável e cobrindo o lixo depositado com uma camada de terra, pelo menos ao final de cada jornada (HADDAD, 1981, p.7).

Partido dessa premissa Castilhos et al, 2002 entende que: o aterro sanitário pode ser projetado como um biorreator, cuja finalidade é tratar os resíduos sólidos urbanos ou reaproveitar o biogás. Então, por mais que seja dado qualquer tratamento à esses resíduos sólidos com técnicas inovadoras, sempre existirão rejeitos que obrigatoriamente devem ser descartados, ainda que por ordens técnicas e econômicas em específico nos municípios, o aterro sanitário ainda é indispensável.

Para o IBGE, municípios de pequeno porte são aqueles com população inferior a 20.000 habitantes. Segundo o IBGE, 2020, dos 5.561 municípios brasileiros, 4.004 têm população inferior a 20.000 habitantes.

A NBR 13.896 define aterro sanitário de pequeno porte como:

Aterro sanitário para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, até 20t/dia ou menos, quando definido por legislação local, em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, adequando os sistemas de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. (ABNT, 2010, p.2)

Logo, a maioria absoluta dos municípios brasileiros, que correspondem a 72% da totalidade. A pesquisa do IBGE 2022 também aponta que o Maranhão tem uma densidade demográfica de 20,55 habitantes por km² e uma média de 3,23 moradores por residência. Já a capital São Luís (MA) chegou a 1.037.775 pessoas no Censo de 2022, o que representa um aumento de 2,21% em comparação com o Censo de 2010. Ainda no Maranhão, segundo o IBGE, (2022) dos 217 municípios, 129 deles tem menos de 20.000 habitantes.

Na contrapartida, a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 308 de 21 de março de 2002 no Art 3º adota como critério de classificação para municípios de pequeno porte aquele que não ultrapasse uma população total de 30.000 habitantes.

Art. 3º Aplica-se o disposto no art. 1º desta Resolução a municípios ou associações de municípios que atendam a uma das seguintes condições:

I - população urbana até trinta mil habitantes, conforme dados do último censo do IBGE; e

II - geração diária de resíduos sólidos urbanos, pela população urbana, de até trinta toneladas. (CONAMA, 2002, P. 1).

Logo, há um contrassenso entre as instituições acerca da definição da quantidade de habitantes para municípios de pequeno porte, mesmo quando esta classificação é feita por órgãos federais.

Aterro sanitário de pequeno porte aterro sanitário para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, até 20 t por dia ou menos, quando definido por legislação local, em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, adequando os sistemas de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. (ABNT NBR 15849:2010, p. 2).

Porém, independente desse contrassenso entre instituições, pauta-se neste presente Trabalho de Conclusão de Curso sob à luz da NBR 13.896 onde apresenta diferentes tipos de instalações para disposição no solo de resíduos Sólidos Urbanos-RSU como em:

3.2.1: aterro sanitário de pequeno porte em valas instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação com profundidade limitada e largura variável, confinada em todos os lados, oportunizando operação não mecanizada;

3.2.2: aterro sanitário de pequeno porte em trincheiras instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação sem limitação de profundidade e largura, que se caracteriza por confinamento em três lados e operação mecanizada;

3.2.3: aterro sanitário de pequeno porte em encosta instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pelo uso de taludes preexistentes, usualmente implantado em áreas de ondulações ou depressões naturais e encostas de morros;

3.2.4: aterro sanitário de pequeno porte em área instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pela disposição em áreas planas acima da

cota do terreno natural. (ABNT NBR 15849:2010, p. 2)

Logo, o objetivo da NBR 13.896 é fixar exigências de condições mínimas para projeto de implantação e operação de aterros, de forma que venha a proteger adequadamente o lençol freático bem como aqueles que ali operam tais instalações e a população circunvizinha.

Objetivo Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas. (NBR 13.896, 1997, p. 1).

A seleção de um adequado local para implantação de um aterro sanitário é fundamental na elaboração do projeto. Segundo (CARVALHO et al, 2003) além dos fatores ambientais, outros devem ser levados em consideração, como fatores técnicos, econômicos, legais e sociais em conformidade com condicionantes topográficos, hidrológicos e geotécnicos da área.

A NBR 15.849/2010 estabelece de forma mais abrangente, onde especifica os requisitos mínimos para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte, para a disposição final de resíduos sólidos urbanos. No entanto, entende-se que algumas estruturas ou sistemas comuns a esses empreendimentos podem, sob certas condições, ser facultativas em aterros de pequeno porte.

Logo, esta Norma estabelece o sistema de disposição final bem como define em suas diretrizes no Artigo 4, para localização os condicionantes físicos locais que permitem sua adoção.

- Minimize o potencial de impacto ambiental e sanitário associado à instalação, operação e encerramento do aterro, consonância com a legislação ambiental;
- Minimize os custos envolvidos;
- Maximize a aceitação da população;
- Esteja de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo, com a legislação ambiental e demais normas pertinentes. (ABNT NBR 15849:2010, p. 4)

A NBR 15.849/2010 em seu inciso 4.1 também estabelece critérios de avaliação da adequabilidade de um local considerando vários aspectos técnicos.

- a) para tipo consistência e granulometria das camadas de subsolo na base do aterro; recomenda-se a utilização de solos naturalmente pouco permeáveis (solos argilosos, argilo-arenosos ou argilosiltosos);
- b) no caso de existência de corpos d'água superficiais na área ou em seu entorno imediato; recomenda-se o respeito a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso d'água;
- c) proximidade do freático em relação à base do aterro ou em seu entorno imediato;
- d) ocorrência de inundações: as áreas com essas características não devem ser utilizadas;
- e) as características topográficas da área devem ser tais que permitam uma das soluções adotáveis para o preenchimento do aterro, recomendando-se locais com declividade superior a 1 % e inferior a 30 %;
- f) recomenda-se distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais vizinhos mínima de 500 m;

g) a vida útil previsível do aterro sanitário de pequeno porte passível de ser implantado na área deve ser superior a 15 anos. (ABNT NBR 15849:2010, p. 4).

A NBR 15.849/2010 ainda também estabelece em seu inciso 5.1.1 - Sistemas de proteção ambiental/Proteção das águas que aborda acerca da obrigatoriedade de investigações que avaliem o risco de poluição das águas, bem como as condições de estabilidade dos maciços e a capacidade de suporte do solo da fundação, constando obrigatoriamente entre as investigações realizadas, o mapeamento de superfície e a sondagem de simples reconhecimento com ensaio SPT (Standard Penetration Test), realizados conforme a ABNT NBR 6484/2001.

Além disso solicita ensaios de permeabilidade in situ associados, com número de sondagens a ser realizado a permitir a identificação adequada das características do subsolo. Podendo ser tomados como base os ensaios de carga, realizados como ensaios de infiltração ou de rebaixamento, executáveis em furos de sondagem, cavas ou poços.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições da NBR 6502 e as seguintes:

3.1 SPT (standard penetration test): Abreviatura do nome do ensaio pelo qual se determina o índice de resistência à penetração (N).

3.2 N: Abreviatura do índice de resistência à penetração do SPT, cuja determinação se dá pelo número de golpes correspondente à cravação de 30 cm do amostrador-padrão, após a cravação inicial de 15 cm, utilizando-se corda de sisal para levantamento do martelo padronizado.

3.3 solos grossos: Aqueles nos quais a fração predominante dos grãos é visível a olho nu, compreendendo as areias e os pedregulhos.

3.4 solos finos: Aqueles nos quais a fração predominante dos grãos não é visível a olho nu; compreendendo as argilas e os siltes.

3.5 solos orgânicos: Aqueles que contêm uma quantidade significativa de matéria orgânica, apresentando geralmente cores escuras (por exemplo, preto e cinza escuro).

3.6 plasticidades: Propriedade dos solos finos argilosos de sofrerem grandes deformações permanentes, sem ruptura, fissuramento ou variação de volume apreciável. (NBR 6484:2001, p. 2).

Logo, a disposição de resíduos no solo não deve comprometer a qualidade das águas subterrâneas. Percebe-se então que a contaminação da água ocorre por vários meios, um dos mais comuns é o descarte inadequado de resíduos no solo e ou nas águas, ao chegar nos rios e/ou no lençol freático, esses resíduos provocam desequilíbrio ambiental, representando uma grande ameaça à vida aquática, além da contaminação da própria água utilizada para o consumo humano, que ora inapropriada, passa a ser causadora de diversas doenças.

Essas são apenas algumas das inúmeras consequências do descarte incorreto do resíduo. Portanto, é de suma importância todos os municípios de nosso país, seja de pequeno, médio ou grande porte, se adequarem através das NBR's em seus lixões para a construção de aterros sanitários par evitar as graves consequências ambientais e sanitárias à

população.

3.3 Licenciamento ambiental de sistemas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte

A Constituição Federal, promulgada em 1988, em seu artigo 225, parágrafo 1º., inciso IV, determinou a exigência de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental- EIA para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental.

No Artigo 23, inciso VI, estabelece que:

“compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”.
(CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Como já abordado no capítulo anterior, o aterro sanitário é considerado uma atividade poluidora, causando graves consequências ambientais, sobretudo graves consequências sanitárias à população. Logo, se faz necessário que cada município tenha seu licenciamento ambiental. Neste tópico, serão tratados os aspectos legais com ênfase nas questões relacionadas à licença ambiental bem como a instalação e operação de aterros de disposição final dos resíduos sólidos urbanos-RSU em municípios de pequeno porte.

Para o Ministério do Meio Ambiente o licenciamento ambiental passa a ser um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental autoriza a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA,

Faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:
Art. 1º Esta lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. (“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 8.028, de 12/4/1990)

Logo, o licenciamento ambiental é necessário e de suma importância por ser um instrumento que prevê condições para o estabelecimento de empreendimentos bem como atividades, de forma a tentar eliminar ou minimizar quando possível danos ao meio ambiente e, ao passo em garantir o desenvolvimento social e econômico do país.

Quanto à Política Nacional do Meio Ambiente em seu Artigo 2º aborda que:

Art. 2º A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança

nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

- I - Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV - Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII - recuperação de áreas degradadas;
- IX - Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, p.1).

Surge então a primeira diretriz acerca do licenciamento ambiental no Brasil, surgiu com a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, no qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. No artigo 10, a lei determina que:

A “construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.” (LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, p.6).

A Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, dispondo-se da Política Nacional do Meio Ambiente bem como seus mecanismos de formulação e seus fins, no seu artigo 3º, inciso I, define o 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". (LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, p.2).

Portanto, a Lei em epígrafe tem um conjunto de instrumentos de avaliação de impactos ambientais, tendo por sua vez o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, incentivos à produção e à instalação de equipamentos bem como a criação ou absorção de tecnologia voltada para a melhoria da qualidade ambiental. No Artigo 6º nos incisos I a VI, os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado:

I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais; (Inciso com redação dada pela Lei nº

8.028, de 12/4/1990);

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida; (Inciso com redação dada pela Lei nº 8.028, de 12/4/1990);

III - órgão central: a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente; (Inciso com redação dada pela Lei nº 8.028, de 12/4/1990);

IV - órgãos executores: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, com a finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências; (Inciso com redação dada pela Lei nº 12.856, de 2/9/2013, retificada no DOU de 4/9/2013);

V - Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental; (Inciso com redação dada pela Lei nº 7.804, de 18/7/1989);

VI - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições; (Inciso com redação dada pela Lei nº 7.804, de 18/7/1989). (LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, p.3).

Portanto, a Política Nacional do Meio Ambiente tem o objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, condições ao desenvolvimento socioeconômico e à proteção da dignidade da vida humana.

Partindo dessa premissa, deve-se dar uma especial atenção ao Art. 14, pelo fato deste definir que o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou à correção dos danos causados pela degradação do meio ambiente, sujeitará os transgressores, independente da sua culpabilidade, a promover uma indenização ou reparo por danos causados ao meio ambiente.

Art. 14. Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

I - à multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil) Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional - ORTNs, agravada em casos de reincidência específica, conforme dispuser o regulamento, vedada a sua cobrança pela União se já tiver sido aplicada pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos Municípios.

II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

IV - à suspensão de sua atividade.

§ 1º Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de

responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

§ 2º No caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário do Meio Ambiente a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.

§ 3º Nos casos previstos nos incisos II e III deste artigo, o ato declaratório da perda, restrição ou suspensão será atribuição da autoridade administrativa ou financeira que concedeu os benefícios, incentivos ou financiamento, cumprindo resolução do CONAMA.

§ 4º (Revogado pela Lei nº 9.966, de 28/4/2000)

§ 5º A execução das garantias exigidas do poluidor não impede a aplicação das obrigações de indenização e reparação de danos previstas no § 1º deste artigo. (Parágrafo acrescido pela Lei nº 11.284, de 2/3/2006)

Logo, percebe-se que no inciso 1º que não é necessário que se prove a culpabilidade do responsável pelas condutas e atividades que causam agressões ao meio ambiente para que ele seja responsabilizado civilmente pelos danos ambientais bem como a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.

Na Constituição Federal de 1988 no Artigo 225 explicita que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Entretanto, a Constituição do Estado do Maranhão, texto constitucional promulgado em 05 de outubro de 1989 com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nºs 01/1989 a 081/2019, a exemplo da Constituição Federal, contém o Capítulo VIII, destinado ao meio ambiente e, no seu Art. 239, determina que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade da vida, impondo-se a todos, e, em especial, ao Estado e aos Municípios, o dever de zelar por sua preservação e recuperação em benefício das gerações atuais e futuras. (CONSTITUIÇÃO DO MARANHÃO, EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 081/2019, p.115).

No Art. 239, o Estado e Municípios têm, entre outras obrigações acerca da defesa do meio ambiente. O Estado e os Municípios levarão em conta as condições dos aspectos locais e regionais, e assegurarão:

I – a implantação de unidades de conservação representativas de todos os ecossistemas originais da área territorial do Estado, vedada qualquer utilização ou atividade que comprometa seus atributos;

II – a proteção à fauna e à flora, vedadas as práticas que submetam os animais à crueldade;

III – a manutenção das unidades de conservação atualmente existentes;

IV – a proteção das seguintes áreas de preservação permanente: a) os manguezais; b) as nascentes dos rios; c) áreas que abriguem exemplares raros da fauna e da flora e as que sirvam como local de pouso ou reprodução de espécies migratórias e nativas; d) recifes e corais das reentrâncias; e) as paisagens notáveis; f) as dunas; g) a Lagoa da Jansen; h) faixa de, no mínimo, cinquenta metros em cada margem dos mananciais e rios; i) as nascentes dos rios e as faixas de proteção de águas superficiais.

V – a definição como áreas de relevante interesse ecológico e cujo uso dependerá de prévia autorização: a) os campos inundáveis e lagos; b) a Ilha dos Caranguejos; c) a cobertura florestal da pré-Amazônia e a zona florestal do rio Una, na região do

Munim; d) a zona costeira; e) os cocais;
VI – o gerenciamento costeiro dos recursos hídricos continentais;
VII – o zoneamento agrícola do seu território, estimulando o manejo integrado e a difusão de técnicas de controle biológico;
VIII – a elaboração de estudo de impacto ambiental, a que se dará publicidade, e a realização de audiências públicas, como condicionamento a implantação de instalações ou atividades efetivas ou potencialmente causadoras de alterações significativas do meio ambiente;
IX – a criação e o livre acesso de informação que garanta à população o conhecimento dos níveis de poluição, da qualidade do meio ambiente, das situações de risco de acidentes e da presença de substâncias potencialmente danosas à saúde, na água potável, nos mares e rios e nos alimentos;
X – a promoção de medidas judiciais e administrativas de responsabilização dos causadores de poluição ou degradação ambiental;
XI – a conscientização da população e a adequação do ensino de forma a incorporar os princípios e objetivos da proteção ambiental. (CONSTITUIÇÃO DO MARANHÃO, EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 081/2019, p.116).

O Estado, através da constituição de 05 de outubro de 1989 e as emendas constitucionais ora citadas, a partir do artigo 239, visa garantir amplo acesso da comunidade às informações acerca das fontes e causas de poluição bem como da degradação ambiental, informar sistematicamente à população no tocante à qualidade do meio ambiente, os níveis de poluição, a presença de substâncias potencialmente danosas ao meio ambiente e à saúde nos alimentos, água, ar e solo e as situações de riscos de acidente.

Assim, também estabelece e controla os padrões de qualidade ambiental. O Estado, através da Secretaria do Meio Ambiente, exige o estudo prévio de impacto ambiental para a instalação de alguma obra e/ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental, também segundo o inciso IV letra “c” protege a fauna e a flora, em especial as espécies ameaçadas de extinção.

Durante o levantamento prévio de informações, realizado por meio de consulta ao site da Secretaria do Meio Ambiente-SEMA/MA acerca do processo de licenciamento ambiental no estado do Maranhão, foram identificados os instrumentos legais/normativos diversos, ressalta-se que o presente levantamento não esgota o universo de normativas utilizadas para os processos de licenciamento bem como autorizações para intervenção ambiental.

Uma delas, é a Portaria Sema nº 62, de 28 de maio de 2012, que:

Institui o Termo de Referência para elaboração do item específico Unidades de Conservação e Compensação Ambiental no conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) a serem apresentados no procedimento de Licenciamento Ambiental. ((MARANHÃO, 2012a).

Nesse contexto, a Secretaria do Meio Ambiente-SEMA/MA por meio da Superintendência de Gestão de Resíduos, que é o setor responsável pelo controle da geração de resíduos sólidos, controla os padrões e proteção contra poluição, tem também como finalidade fomentar a adoção de estratégias visando a redução da degradação ambiental no

Estado do Maranhão, bem como desenvolver diversas ações articuladas nas diversas esferas de governo do Estado tanto quanto em diversos segmentos da sociedade para a gestão integrada de resíduos sólidos no Maranhão.

A Secretaria do Meio Ambiente-SEMA/MA, classifica os empreendimentos e atividades passíveis de licenciamento ambiental como potenciais poluidores, cada tipologia é enquadrada nos níveis Baixo, Médio e Alto, conforme fixado no Decreto Estadual nº 13.494/1993 (MARANHÃO, 1993).

“o porte é classificado entre Mínimo, Pequeno, Médio e Grande e os parâmetros para a definição variam de acordo com as características próprias dos grupos de tipologia” (MARANHÃO, 1993, Seção V, Art 25, inciso II).

Ainda, a SEMA/MA:

“as definições do referido decreto são elencadas para efeito de cálculo da cobrança de taxa de análise do requerimento de licenças e autorizações ambientais” (MARANHÃO, 1993).

Segundo a SEMA/MA, os vários impactos ambientais decorrentes das diferentes formas de disposição de resíduos sólidos no nosso Estado, oferecem riscos importantes tanto ao Bioma quanto à saúde humana. Sua disposição no solo, em lixões ou aterros, constitui uma importante fonte de exposição humana a várias substâncias tóxicas.

O lixo, como popularmente é conhecido o conjunto dos resíduos sólidos, que pode apresentar diversos problemas correlacionados ao seu mau acondicionamento bem como sua disposição, entre eles questões relacionadas à saúde, sua disposição inadequada contribui para o desenvolvimento de diversos agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de diversas doenças. Portanto, constitui-se como um problema de caráter sanitário.

Acreditasse então que condutas ou atividades agressivas ao meio ambiente são suscetíveis a penalidades conforme o previsto na Lei de crimes ambientais nº 9.605/1998. Estas penalidades podem ser aplicadas para quem executou o ato, bem como para o diretor, administrador, gerente, auditor ou qualquer outra pessoa que sabia da conduta criminosa de outrem e não agiu para impedir.

Art. 2º Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la. (LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998).

Portanto, desenvolver uma gestão de resíduos eficiente nos municípios face às Leis Ambientais é de fundamental importância, visando garantir o máximo reaproveitamento no

sentido de preservar a imagem o meio ambiente sobretudo minimizar os impactos ambientais, sociais e econômicos para a população.

3.4 Lixão no município de Palmeirândia no Estado do Maranhão

O município de Palmeirândia-MA, cidade brasileira do Estado do Maranhão com sua população estimada, conforme dados do IBGE de 2022 em 21.059 habitantes. Para os gentílicos, chamados de comedores de anum¹⁸. A cidade de Palmeirândia-MA, às margens da MA 014, limita-se ao Norte e ao Leste com o município de Perimirim; ao Sul com o município de São Bento; e a Oeste com o município de Pinheiro. Localiza-se a Latitude: 2° 40' 54" Sul, Longitude: 44° 55' 1" oeste, estando a uma altitude de 20 metros do nível do mar, **(figura 2)**. O município da Baixada Maranhense e conta com um clima tropical úmido, segundo o IBGE /2022 vivendo em uma área territorial de 532,161 km² e tem sua densidade demográfica, segundo o IBGE/2022 com 39,57 habitantes/ Km². **(figura 3)**.

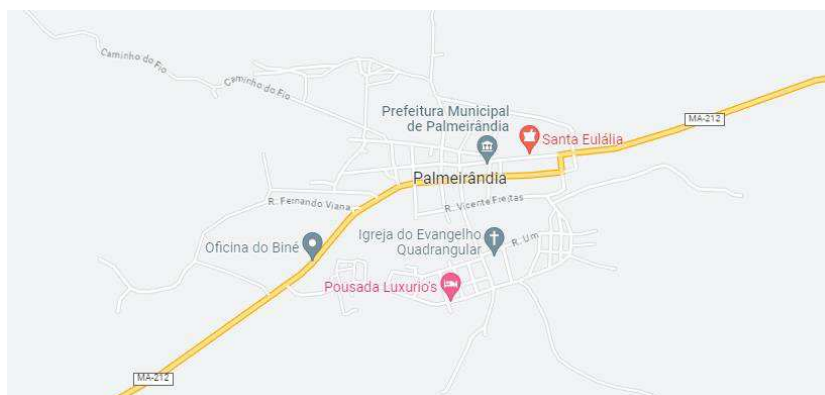
Figura 2: Localização de Palmeirândia no Maranhão:



Fonte: Wikipédia, 2023

¹⁸ Anum: Pássaro preto do gênero *Crotophaga*, Linneu. É um pássaro popularíssimo no nordeste do Brasil, que a imaginação popular associa ao negro, de maneira jocosa. Assim, quando um negro tem os lábios muito grossos, diz-se que tem bico de anum. O termo vem do tupi anu, vulto preto, indivíduo negro.

Figura 3: Localização de Palmeirândia:



Fonte: Google maps, 2023

Encontra-se a uma distância percorrida da capital São Luís até o município é de 317 km, seguindo pela BR 135, BR 222 e MA 014 e por via ferry Boat são 67 km. Todavia, em função das péssimas condições das estradas, que possuem diversos buracos, extensos trechos de terra bem como animais na pista, o tempo médio de viagem atual é de cinco hora.

O município de Palmeirândia está assentado predominantemente na bacia dos rios: rio Barro, rio do Meio, Igarapé-Açú, Rio Canarana, São Manuel e o mais importante, o rio Pericumã. A cidade em epígrafe é cortada pela MA 212 fazendo ligação à cidade de Perimirim, cerca de 13 km de distância (**figura 4**), o que é um fator de exposição dos recursos nesta área (matas ciliares, solos, etc.) à potenciais impactos ambientais.

Figura 4: Ligação de Palmeirândia à cidades vizinhas:



Fonte: Google Earth, 2023

O Bioma da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, rios, mata ciliares, etc. possuem uma dinâmica anual correlacionada à fatores como precipitação pluviométrica (chuva), topografia e escoamento das águas e acúmulo de matéria orgânica e sedimentos.

Os campos naturais inundáveis da Baixada são ambientes extremamente complexos do ponto de vista ecológico, com estrutura e funcionamento bem diversificados, sendo constituídos por lagos rasos temporários, que ocupam toda a planície de inundação; por lagos marginais; e também por importantes sistemas lacustres permanentes. (BERNARDI,2005, p. 100).

Nos campos de Palmeirândia no Estado do Maranhão, tem-se aproximadamente os 6 (seis) meses de estiagem correspondentes de agosto a janeiro, se desenvolve uma grande produção de gramas, capim, junco, dentre outras), propícias ao pastoreio animal, (**figura 5**). Nos campos de Palmeirândia/MA a topografia da área investigada determina um menor ou maior acúmulo de água (formação de lagos).

Figura 5: Campos de Palmeirândia:



Fonte: Google maps, 2023

O acúmulo dessas águas conforme figura anterior é de material orgânico no fundo dos lagos proporcionam o desenvolvimento dos cardumes de modo que há uma abundância de peixes de várias espécies no período em que há a baixa do nível do rio.

Logo, a cidade de Palmeirândia-MA, assume um papel socioeconômico de suma importância a contribuir para o surgimento de diversos problemas ambientais. Os maiores problemas decorrem da construção irregulares de casas na beira do rio sem sequer ter saneamento básico, onde as redes de esgoto dessas construções são despejadas diretamente nos rios, acúmulo de resíduo da construção civil, resíduo doméstico (**figura 6**), isso acontece pela falta de fiscalização do Poder Público, por falta de local adequado e de uma coleta de resíduo eficiente.

Figura 6: Construção próximo ao rio:



Fonte: Google Earth, 2023

Nesse contexto, conforme (**figura 6**), construções à beira dos rios bem como o despejo de esgoto direto nos campos de Palmeirândia-MA estão destruindo a fauna e flora bem como se intensificando na apropriação irregular de áreas por particulares. Faz-se aqui, o ponto mais relevante de análise para este Trabalho de Conclusão de Curso, faz parte do contexto do ambiente natural e da vida da população do território da cidade em epígrafe, dado ao descarte dos Resíduos Sólidos Urbanos-RSU em um lixão que tem sua localização próxima à zona urbana, sobretudo próximo aos campos da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão. Logo, o descarte do resíduo a céu aberto sobre o solo, sem as devidas medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública caracteriza o lixão.

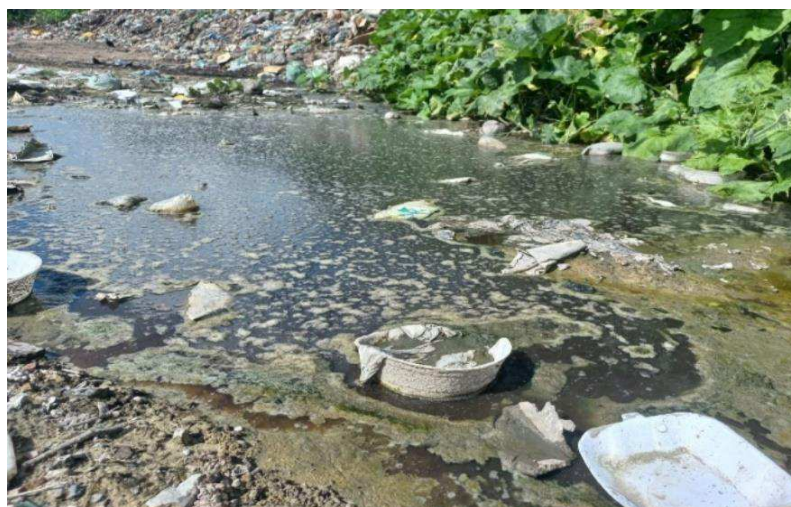
No lixão não existe nenhum controle sobre os tipos de resíduos depositados e quanto ao local de disposição dos mesmos. Nesses casos, resíduos domiciliares e comerciais de baixa periculosidade são depositados juntamente com os industriais e hospitalares, de alto poder poluidor. Nos lixões pode haver outros problemas sociais como a presença de animais, a presença de catadores (que na maioria dos casos reside no local) além dos riscos de incêndios causados pelos gases gerados pela decomposição dos resíduos e de escorregamento, quando da formação de pilhas muitos íngremessem critérios técnicos. (FORMAS..., 2010).

Figura 7: Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA



Fonte: autoral- 2023

Figuras 8: Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA:



Fonte: autoral- 2023

Porém, cada dia que decorre, o que se ouve dos pescadores bem como a comunidade em geral é que o impacto causado no solo e nas águas da cidade de Palmeirândia sobretudo o acúmulo de resíduo e chorume nos campos da cidade supracitada vem sendo primordialmente um causador da falta de peixes, caças e culpado pela impropriedade das águas e solos da região bem como a proliferação de insetos, ratos, etc. Principalmente a aquisição de doenças oriundas da contaminação das águas.

Dado o exposto acima, faz-se inquietar sobre as garantias legais as quais o Bioma¹⁹ da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão necessita ter como punir os culpados na

¹⁹ Bioma pode ser classificado como um conjunto de ecossistemas ou uma área geográfica que abriga organismos de diversos Reinos biológicos que interagem entre si e com o ambiente. A palavra bioma expressa o significado de um conjunto de vida.

forma do que regem nossas leis e principalmente no que concerne a reparação dos danos causados àquele bioma.

Essa área ora citada por estar assentada em uma área de relevo predominantemente baixo e plano, característico de planícies fluviais, ela, a Baixada Maranhense, constitui-se em um complexo que inclui lagos, rios, estuários, e extensos campos inundáveis (várzeas) que lhe conferem enorme importância ecológica. Por outro lado, na Baixada Maranhense estão assentados cerca de 9% de toda população do Estado, o que atribui uma importância socioeconômica para essa região (BERNADI, 2005, P. 101).

Logo, é de responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios em colaboração com a sociedade civil na criação de políticas públicas para a preservação e restauração da vegetação nativa tanto quanto as áreas de resíduo a céu aberto da cidade de Palmeirândia/MA. Baseado nessa premissa que, a proteção do meio ambiente, em específico os recursos naturais, fauna e flora, bem como o controle da poluição, foram incluídos entre as matérias de competência comum da União, dos Estados e dos Municípios.

“A Constituição Federal previu dois tipos de competência para legislar, com referência a cada um dos membros da Federação: a União tem competência privativa e concorrente; os Estados e o Distrito Federal têm competência concorrente e suplementar; e os Municípios têm competência para legislar sobre assuntos de interesse local e para suplementar a legislação federal e estadual”. (MACHADO, 1999).

Dando enfoque à cidade de Palmeirândia/MA, assim como todas as cidades do mundo inteiro, a cidade em epígrafe, é o esforço materializado da apropriação e transformação da natureza pelo próprio homem. Logo, nas áreas urbanas a naturalidade do meio ambiente está cada vez mais sendo suprimida face ao desenvolvimento econômico. Fatores esses, quando conjugados à concentração de massa e a desigualdade de renda, logo geram uma potencialização de consequências agravantes que podem desencadear na degradação ambiental, inseguranças sociais, precariedade nas condições habitacionais, bem como a insuficiência de oferta de infraestrutura e serviços urbanos por parte do governo municipal, serviços esses adequados e comprometidos à qualidade de vida das populações.

É preciso estabelecer soluções para os impactos ambientais produzidos através de um planejamento integrado, equilibrado a dinâmica social, econômica, cultural, política e ambiental no âmbito espacial, pela efetiva participação das comunidades que vivenciam estes problemas no seu dia-dia. (Pires, 2000, p.213)

Segundo SANTOS (2004), Impacto Ambiental consiste em qualquer alteração da qualidade ambiental, que resulta da modificação de processos naturais ou sociais, provocada por ação humana, uma alteração significativa no componente ambiental biótico e abiótico.

As evidências acumuladas acerca dos impactos ambientais negativos causadas pelas

ações humanas colocam em um questionamento de que forma a gestão municipal da cidade de Palmeirândia-MA se coloca nas relações homem-natureza, colocando assim, um debate social em torno desses conflitos ambientais. O resíduo, enterrado inadequadamente, contamina o lençol freático, quando é queimado alguns materiais liberam gases tóxicos como gás carbônico-CO², metano, etc. que são prejudiciais à saúde bem como são poluentes para atmosfera, afetando assim a qualidade de vida da população palmeirandense e comprometendo os recursos naturais para as gerações futuras.

Logo, tal objetivo procura reconstituir, a partir dos estudos parciais apresentados de forma interligada ao resíduo descartado no chamado lixão com o meio ambiente tornando-se uma questão ambiental. O lixão (**figura 9**), da cidade de Palmeirândia-MA, resulta então, na descarga ou depósito do resíduo a céu aberto, sem levar quaisquer considerações da área que está sendo feita essa descarga, pois, não existe nenhum controle quanto aos tipos de resíduos depositados.

Figura 9: Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA



Fonte: autoral- 2023

Há a percolação dos líquidos derivados da decomposição do lixo, a liberação de gases para a atmosfera, a presença de animais, a presença de catadores e os riscos de incêndios causados pelos gases gerados pela decomposição dos resíduos, por se formarem grandes pilhas de lixo, sem critérios técnicos, ou seja, consiste numa forma inadequada e ilegal de deposição de resíduos sólidos (LIRA, 2009, p.83).

Sobre a problemática ambiental Rodrigues, 1998 escreve que:

[...] a problemática ambiental tornou-se parte das agendas nacionais e internacionais, como pode ser verificado nos seminários preparatórios para a Conferência nas Nações Unidas para Assentamentos Humanos – Habitat II de Istambul. Nestes seminários cuja ênfase é a questão da habitação nas áreas urbanas, os trabalhadores apontam para o necessário (re) pensar sobre a qualidade de vida, os problemas de abastecimento e infraestrutura de equipamentos de consumo coletivo, das políticas públicas, enfim de um ambiente urbano. (Rodrigues, 1998, p.93).

Logo, esses resíduos sólidos urbanos-RSU, devem ser compreendidos e interpretados sob a luz do processo da industrialização, que acelerou a urbanização e esse avanço que hoje vivemos com a globalização. A partir da revolução industrial, a sociedade urbana em suas várias formas de exploração dos recursos naturais, bem como a produção e consumo, contribuem para o aumento da geração desses resíduos sólidos. Logo, na mesma proporção que cresce essa população urbana, por conseguinte, aumenta também a produção de resíduos sólidos e junto com ela, os problemas urbanos, daí a necessidade de definir os locais adequados para a deposição dos resíduos.

Por conseguinte, segundo Rodrigues, 1998, analisa que:

O lixo considerando um elemento fundamental da ordem próxima, do concreto vivido. Explicando melhor, o tema lixo é um assunto do cotidiano de todas as classes sociais. A autora complementa outra análise: o lixo tornou-se uma “mercadoria”. Era “resto” de um valor de uso e adquiriu um novo valor de troca, mercadoria “sui generis”. Na análise, essa forma de mercadoria pode representar um valor de troca, como o caso das indústrias que reusam ou reciclam; por outro lado, pode ser descartável, sem valor, nesse caso, para a população em geral (RODRIGUES, 1998, p.137).

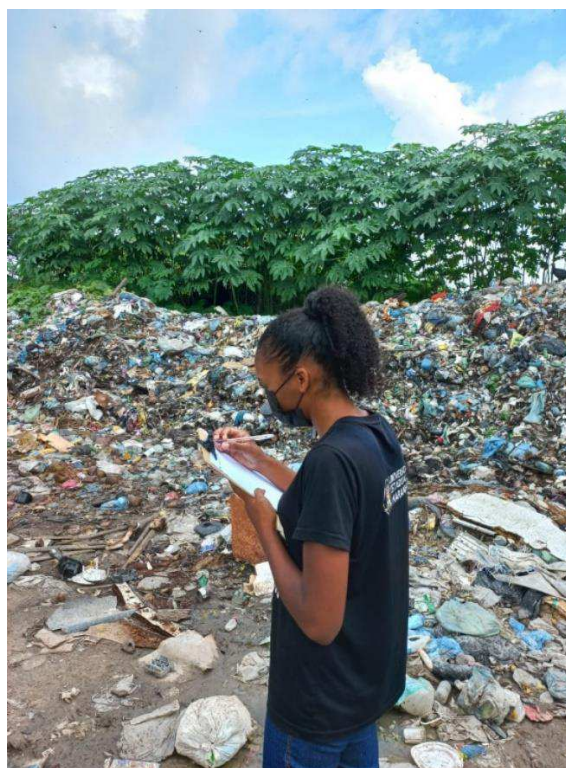
Desta feita, do ponto de vista psicológico, há a percepção de que o resíduo é negativo, desprovido de valor, é sujeira que causa odor. Portanto, o resíduo (**figura 10**), é inútil e deve desaparecer. Já na visão econômica, o rejeito não tem valor de mercado positivo, essa concepção varia de pessoa para pessoa. Do ponto de vista ecológico, RSU aparecem como elemento impactante que causam risco e degradação ao meio ambiente. Enquanto na visão política e social passa a ser uma situação de limpeza urbana. Portanto, passa a ser responsabilidade do Poder Público. E por último, para os indivíduos daquela sociedade, o problema provocado pelo resíduo termina ao passo que o carro da coleta passa recolhendo o resíduo de suas residências.

Figura 10: Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA



Fonte: autoral- 2023

Figura 11: Lixão a céu aberto em Palmeirândia-MA



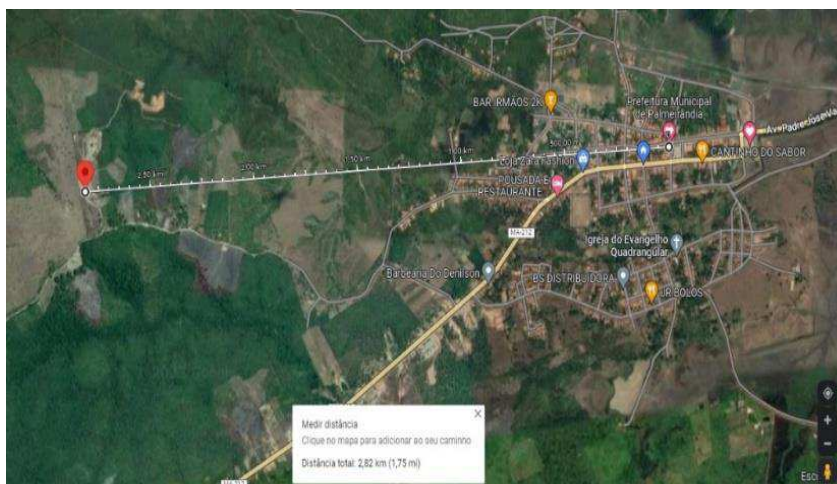
Fonte: autoral- 2023

De acordo com o município de Palmeirândia-MA, verificou-se que há uma geração de resíduos sólidos em área urbana de 6 toneladas/mês, sendo população urbana de 8.160 habitantes. Ressalta-se que no município de Palmeirândia-MA não existe disposição final adequada para os resíduos sólidos urbanos-RSU, todo os resíduos são depositados no lixão da cidade, a cerca de 2,82 km do centro urbano da cidade, tendo acesso pelo Km 2, da Rodovia MA-212.

O estudo foi realizado no povoado Trindade que está localizado no município de

Palmeirândia se estende por 525,6 km², situada a 20 metros de altitude, o mesmo tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 2° 40' 54" Sul, Longitude: 44° 55' 1" Oeste com população de 21.059 habitantes conforme dados do IBGE de 2022. Na cidade em questão, não existem aterros sanitários, existe apenas um lixão que fica localizado no povoado Trindade, que fica a 2,82 km do centro da cidade, desse modo, após coletado, os resíduos são direcionados para esse local. O lixão da Trindade no município de Palmeirândia-MA possui as seguintes coordenadas Latitude -2.646954, Longitude -44.920895 (**Figura 12**).

FIGURA 12: Localização do lixão da Trindade



Fonte: Google Earth, 2023

4 METODOLOGIA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso pode ser compreendido como uma análise descritiva, e por tratar de um local específico na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, constitui um estudo de caso. Segundo GIL, 2012, p. 54, afirma que: “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Para o desenvolvimento deste presente Trabalho de Conclusão de Curso foi necessário o levantamento dos dados através da pesquisa de campo, a população atual da cidade em epígrafe, segundo IBGE 2022 bem como a quantidade de resíduo produzido diariamente no município. A população atual e a taxa de crescimento do município de Palmeirândia no Estado do Maranhão, foram coletadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE 2022, e a produção de resíduo diário na cidade em epígrafe foi obtida a partir de informações dos funcionários da prefeitura como caçambeiros, garis, etc. que ora estão envolvidos diretamente na coleta do resíduo da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão.

O primeiro passo para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso foi o

resgate bibliográfico com análise de livros, teses, dissertações, monografias e artigos acerca do tema supra citado, bem como o crescimento urbano, desigualdade social nas áreas urbanas tanto quanto os problemas ambientais urbanos e rurais. Com base em leituras preliminares, foram selecionados alguns indicadores, que melhor se enquadravam para revelar a configuração da questão ambiental na cidade de Palmeirândia-MA de maneira mais clara e precisa. No segundo momento foram efetivadas coletas de dados junto a órgãos e entidades públicas do município em epígrafe como Secretaria do Meio Ambiente, Educação, Saúde, Planejamento e Administração.

Foi realizada a estimativa populacional de acordo com o método aritmético, para o tempo mínimo de 15 anos de funcionamento do aterro sanitário de pequeno porte para a cidade supracitada, considerando que a produção per capita desses resíduos sólidos urbanos-RSU não se altere ao longo dos anos e o peso específico adotado para resíduos novos, não decompostos com pouca compactação equivalente a mais ou menos 600 Kg/m³.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados obtidos, a investigação adquiriu bons resultados acerca do lixão, bem como a proposta de implantação de um aterro sanitário no município da Palmeirândia no Estado do Maranhão, em uma análise preliminar desenvolvida pelo autor, foi observado e apresentado neste Trabalho de Conclusão de Curso diversas irregularidades. Antes do período de ocupação do terreno, os resíduos produzidos pelo município de Palmeirândia eram dispostos em um terreno particular na entrada da cidade, a partir da paralização desses descartes, houve a necessidade da constituição de uma área para a disposição desses resíduos.

Mas, na época da ocupação do terreno, que ainda não existiam Leis Ambientais, tampouco fiscalização dessas, a gestão municipal reservou uma área do município para o descarte dos resíduos sólidos urbanos-RSU. Mas, infelizmente, a área ora escolhida fica próxima a mananciais, sem qualquer conhecimento técnico acerca da proteção ambiental, foram despejados os resíduos domésticos, resíduo hospitalar, etc. logo, ao longo dos anos, a cidade já começou a apresentar problemas ambientais, socioeconômicos, sobretudo de saúde.

De acordo com a Secretaria de Infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, o lixão possui área aproximada de 122.500m², com volume de resíduos estimados em aproximadamente 1.000 m³, segundo cubagem feita a partir de levantamento planialtimétrico realizado em outubro de 2023. Esse lixão recebe todos os tipos de resíduos, desde o resíduo doméstico até o resíduo hospitalar. Foram identificados ainda resíduos da construção civil tanto quanto foram detectados resíduos provenientes de abatedouros e/ou granjas locais que

são despejados como resíduo qualquer dentro do lixão da Trindade no município de Palmeirândia-MA.

Além disso, foi estimado pela Secretaria de Infraestrutura do município de Palmeirândia-MA a população bem como a geração de resíduos sólidos urbanos- RSU para os anos entre 2022 a 2037 para o município, ilustrados conforme **(Quadro 1)**, a Secretaria de Infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, estima a quantidade de rejeitos do município para o ano de 2024, totalizando 6,91 toneladas por dia.

Quadro 1: Geração de RSU:

Estimativa populacional e de quantidade de RSU do município de Palmeirândia-MA						
Ano	2022	2024	2026	2030	2034	2037
População	21.059	21.454	21.904	23.704	25.504	26.854
Geração de RSU em toneladas/mês	20,42	20,72	21,02	21,64	22,28	22,77

Fonte: Secretaria de infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, 2023.

De acordo com os dados coletados na secretaria de infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, a quantidade estimada de resíduos sólidos urbanos-RSU gerado por dia no município em epígrafe é equivalente a 6 toneladas/mês, diante disso, são geradas 180 toneladas mensalmente de resíduos sólidos urbanos-RSU. Vale ressaltar que nos povoados do município de Palmeirândia-MA não existe coleta de resíduo, e sim, os moradores fazem a queima dos seus resíduos domésticos e/ou enterram em seus quintais.

Ainda de acordo com a secretaria de infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, o perímetro urbano da cidade em epígrafe é equivalente a 8 Km², sendo interligados por 3 vias de acesso, onde é feita a varrição dessas vias, poda de arvores no centro da cidade, capina e roçagem. Nessa roçagem, o mato, o capim e as ervas daninhas trazem real prejuízo à limpeza urbana, pois ocasionam o acúmulo de resíduo lançado pelos próprios moradores. Para realização desses serviços, o município tem um quadro de funcionários contratados bem como equipamentos específicos para cada serviço conforme mostrado no **(Quadro 2)**.

Quadro 2: Funcionários e equipamentos:

Item	Especificação	Coleta transporte tratamento destinação	Varrição manual de vias	Capina manual e raspagem de vias	Pintura de guias de vias	Roçagem manual e mecânica de vias	Poda arbórea limpeza rebaixament o conformação
1.0	FUNCIONARIOS						
1.1	Chefe de Equipe	2					
1.2	Gari Coletor	6					2
1.3	Gari Varredor		20				
1.4	Capinador			10			
1.5	Pintor				2		
1.6	Podador						2
1.7	Roçador					2	
1.8	Motorista	2					
	Subtotal	10	20	10	2	2	4
2.0	VEICULOS						
2.1	Caminhão resíduo	2					
2.2	Caminhão Poda	0					
	Subtotal	2					
	Total	12	20	10	2	2	4

Fonte: Secretaria de infraestrutura do município de Palmeirândia-MA

O município de Palmeirândia-MA também tem um plano de coleta de resíduos sólidos urbanos-RSU onde apresenta as diretrizes que devem ser seguidas pelo município e sua população para a melhor realização desse serviço. Nesse contexto, o plano a cidade em epígrafe foi dividido em áreas que recebem o nome de zonas geradoras de resíduo (ZGR), onde a coleta é efetuada, de segunda a sexta, das 7:00 às 17:00 horas com tempo de descarga de 2 horas. Aos sábados é realizada em apenas um turno, das 7:00 às 12 horas. No total, o município foi dividido em 7 bairros com diferentes rotas, detalhadas especifica o (**Quadro 3**).

Quadro 3: Bairros e rotas:

ZGR	BAIRRO	FREQUÊNCIA	Nº DE VIAGENS
ZGR 1	Centro	Diariamente	1
ZGR 2	São José	Segundas, Quartas e Sextas	1
ZGR 3	Cerâmica	Terças, Quintas e Sábados	1
ZGR 4	Raimundo Pereira	Segundas, Quartas e Sextas	1
ZGR 5	São Francisco	Terças, Quintas e Sábados	1
ZGR 6	Alto do amor	Segundas, Quartas e Sextas	1
ZGR 7	Belíria	Terças, Quintas e Sábados	1

Fonte: Secretaria de Infraestrutura de Palmeirândia-MA

A coleta dos resíduos sólidos urbanos- RSU sempre é efetuada nos mesmos dias e horários conforme cronograma fornecido pela Secretaria de Infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, a frota necessária para coleta de cada zona, foi estimada a partir da fórmula sugerida pelo Manual de Saneamento elaborado pela FUNASA, 2015, aplicável a cidades pequenas, que relaciona a quantidade de veículos com a quantidade de resíduo a ser coletada e o número de viagens por dia (respeitando o valor máximo de até três viagens diárias).

Devido à dificuldade de acesso à análise orçamentária do município, tampouco documentos acerca dos recursos financeiros destinados aos resíduos sólidos urbanos-RSU da cidade de Palmeirândia-MA para a viabilidade de execução e manutenção de um aterro sanitário de pequeno porte com recursos próprios do município. Logo, a cidade de Palmeirândia-MA deveria encontrar meios mais práticos e organizados para disponibilizar dados orçamentários para a população, não apenas para pesquisa de dados, mas, para facilitar a fiscalização das atividades públicas.

Dos dados coletados junto da secretaria municipal de infraestrutura do município de Palmeirândia no Estado do Maranhão acerca dos gastos mensais estimados da gestão de resíduos sólidos urbanos-RSU, tem-se que o gasto mensal com equipamentos usados na coleta, transportes, destinação de resíduos sólidos urbanos-RSU bem como a limpeza municipal, que consiste em duas caçambas para a realização do transporte desses resíduos, mas, não se obteve valores monetários exatos acerca dos custos mensais. Em relação a mão de obra, que é composta por chefes de equipes, garis, capinadores, podadores, roçadores e motoristas conforme (**quadro 2**), todavia, sem os encargos trabalhistas e sociais, já que todos são contratados pelo município. Logo, não tem nenhum vínculo empregatício para obtenção de férias, décimo terceiro, etc.

Portanto, o lixão da cidade de Palmeirândia- MA caracteriza-se, conforme figuras anteriores, pela simples disposição final dos resíduos sólidos urbanos-RSU em uma área aberta. Logo, esses resíduos, ao serem depositados dessa forma, os resíduos, da cidade em epígrafe não são analisados previamente. Por conseguinte, torna-se impossível saber quais substâncias são lançadas no meio ambiente e sobretudo o grau de poluição e contaminação que elas, as substâncias, podem provocar para o meio ambiente.

5.1 Aterro sanitário de pequeno porte para o município Palmeirândia-MA

Devido à falta de estudos sobre a caracterização do solo e mapas planialtimétricos e a impossibilidade de realização dos mesmos pelo autor deste trabalho, foi necessário estabelecer parâmetros hipotéticos ideais para a realização do estudo. A área necessária para a

implantação do aterro sanitário para a cidade de Palmeirândia-MA é de 122.500m², sendo um quadrado aproximado de 350 x 350 metros. A localização sugerida para o aterro fica a 6 Km da MA 014, bem distante do lixão municipal, área essa com latitude 2°40'42"S e longitude 44°56'40"W, a inclinação do terreno é de 15°, dentro das recomendações estabelecidas pela NBR 15849.

Portanto, as vias de acesso ao aterro bem como as áreas de circulação interna, devem garantir o acesso permanente dos veículos coletores de resíduos, caso necessário se construirá uma edificação de apoio, dotada de instalações necessárias à permanência prolongada do funcionário incumbido do controle.

Figura 13: Área destinada ao aterro sanitário.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).

Na construção do aterro sanitário da cidade de Palmeirândia-MA, deve ser realizado o isolamento do aterro, por meio de barreira física com o objetivo de impedir o acesso tanto de pessoas como de animais, acompanhado de cerca viva (arbustos) ou arbórea (árvores), ao redor de todo o perímetro do aterro sanitário e de faixa de proteção sanitária e controle com aceiro para prevenção de incêndios.

Logo, a proposta do aterro sanitário de pequeno porte da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão-MA deve contemplar a técnica de operação em valas, onde a profundidade máxima é de 3 metros, variando sua largura conforme os equipamentos que forem utilizados na escavação. Entretanto, recomenda-se uma largura dessas valas na superfície inferior a 5 metros, conforme especificações da norma ABNT NBR 8419/1992, tendo o formato trapezoidal com a base maior(superior) equivalente a 5 metros e a menor(inferior) a 3 metros.

Portanto, a gestão dos aterros sanitários deve seguir a norma ABNT NBR 8419/1992, de forma que a sua vida útil seja de no mínimo dez anos. Após o encerramento das atividades

dessa construção, o aterro sanitário, deve ser monitorado por mais dez anos, pois a produção de chorume bem como os gases tóxicos continua acontecendo.

A escavação de cada vala do novo aterro sanitário da cidade de Palmeirândia deve ser executada de uma só vez bem como suas dimensões devem ser calculadas para se ter uma vida útil equivalente a 30 dias de acordo com a ABNT NBR 8419/1992.

Partindo dessa premissa, é que se faz necessário a construção a construção de um aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA, construção essa que não pode ser feita aleatoriamente, mas sim, como obra de engenharia que por sua vez irá seguir todos os padrões impetrados pelas NBR's vigentes em nosso país. Como todas as outras obras de engenharia, a construção de um aterro sanitário requer planejamento e projeto, como essa atividade é modificadora do meio ambiente, requer a realização de estudos primários que apontem os potenciais impactos ambientais tanto quanto as medidas necessárias para atenuá-los.

Logo, este tópico abordará vários aspectos para a implantação do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA, pois, existem critérios de implantação do aterro sanitário segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 alinhados à Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT e as normas brasileiras regulamentadoras NBR's. Na premissa, Estudo de Impacto Ambiental-EIA/Relatório de Impacto Ambiental - Rima, o licenciamento ambiental para a construção do empreendimento, o projeto do aterro sanitário, a implantação, a operacionalização bem como o encerramento desse aterro sanitário.

5.2 Critérios para implantação do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA

Para a obtenção do licenciamento ambiental das instalações de tratamento e disposição final de resíduos sólidos na cidade de Palmeirândia-MA será realizado a partir da aplicação da Resolução 001/86²⁰ do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que define e institui a obrigatoriedade as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental-EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - Rima, para as atividades modificadoras do meio ambiente. Segue relação de atividades sujeitas à realização de EIA, conforme BRASIL, 1986:

- Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- Aeroportos e Ferrovias;
- Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

²⁰ Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

- Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos como: barragem para fins hidrelétricos acima de 10MW, saneamento, irrigação;
- Obras para abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias;
- Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;
- Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;
- Extração de minério; oleodutos, gasodutos e esgotos sanitários;
- Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
- Complexo, unidades industriais e agroindustriais (siderúrgicos, cloroquímicos, petroquímicos, destilarias de álcool, extração e cultivo de recursos hídricos);
- Distritos industriais e zonas estritamente industriais – ZEI;
- Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores;
- Atividades que utilizam carvão vegetal, derivados ou produtos similares, em quantidade superior a dez toneladas por dia;
- Projetos Agropecuários com áreas acima de 1.000 ha ou menores;
- Projetos urbanísticos, acima de 100 hectares ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes.

5.3 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) / Relatório de Impacto Ambiental (Rima)

A partir do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), esse documento técnico de avaliação do impacto ambiental faz a análise de qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam conforme lista a seguir:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III- a biota²¹;
- IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.” (BRASIL, 1986).

As diretrizes e atividades do Estudo de Impacto Ambiental-EIA são apresentadas esquematicamente através do fluxograma a seguir, **(Figura 14)**:

²¹ conjunto de todos os seres vivos de uma região.

Figura 14: Fluxograma das diretrizes e atividades técnicas do EIA

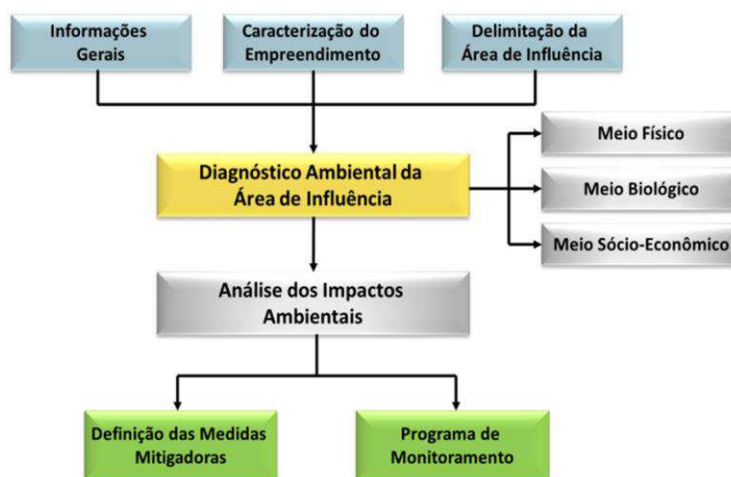


Figura 14 – Fluxograma das diretrizes e atividades técnicas do EIA

A partir do organograma, segue as informações acerca das atividades de cada item para a implementação do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA:

Informações Gerais:

- Informações relativas ao porte do empreendimento;
- Descrição das atividades a serem desenvolvidas (principais e secundárias);
- Justificativa em termos de importância no contexto econômico do país, da região do estado e do município;
- Vias de acesso e localização geográfica;
- Previsão das etapas de implantação;
- Compatibilidade com empreendimento similares em outras localidades.

Caracterização do empreendimento:

- Caracterização nas fases de planejamento, implantação, operação e se for o caso desativação;
- Deve-se avaliar a compatibilidade do empreendimento com os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto.

Área de influência:

- Apresentar os limites da área geográfica a ser afetada direta e indiretamente pelo empreendimento;
- Apresentar a justificativa da definição das áreas de influência e incidência dos impactos, acompanhada de mapeamento;
- Normalmente utiliza-se como recorde para estudo de impacto a bacia hidrográfica onde

se insere o empreendimento.

Diagnóstico Ambiental da Área de Influência:

- Compreende a caracterização do meio físico, biológico e antrópico

Meio Físico:

- Caracterização climática: dados pluviométricos, predominância e direção dos ventos, temperaturas máximas, médias e mínimas anuais;

- Qualidade do ar e níveis de ruído;

- Caracterização geomorfológica, geológica, solo e relevo;

- Dados sobre a hidrologia superficial, rede hidrográfica, características físicas da bacia, mananciais, usos da água (montante e jusante), demandas atuais e futuras em termos de qualidade e quantidade;

- Dados sobre a hidrogeologia, caracterizando os aquíferos subterrâneos, fluxos e recargas e caracterização físico-químicas;

- Dados sobre a qualidade das águas, bem como os principais usos, demandas atual e futura, em termos de qualidade e quantidade.

Meio Biológico:

- Análise de ecossistemas terrestre, aquáticos e de transição existentes na área do empreendimento, com mapas, retratando estágios de coberturas vegetais e corpos de água, identificando espécies animais e vegetais endêmicas e em perigo de extinção;

- Nos ecossistemas de transição deverão ser enfatizados seu papel regulador, abrangendo banhados e brejos.

Meio Antrópico:

- Distribuição populacional nas áreas circunvizinhas, tendências de crescimento;

- Identificação das redes viária e hidrográfica;

- Deslocamentos diários e sazonais;

- Uso e ocupação do solo, indicando vias e meios de acesso, áreas de interesse ambiental, histórico, científico e arqueológico;

- Estrutura fundiária;

- Infraestrutura de serviços: portos aeroportos, redes de abastecimento, saneamento ambiental;

- Níveis de vida: estrutura ocupacional, educação, saúde, alimentação, lazer, turismo e cultura;

- Organização social: conflitos e tensões sociais, grupos comunitários, forças políticas e associações.

Análise Ambiental - Estudo de viabilidade ambiental:

Consiste na análise dos impactos ambientais do empreendimento e de suas alternativas, através da identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando-os em:

- Positivos e negativos;
- Diretos e indiretos;
- Imediatos e a médio e longo prazos;
- Temporários ou permanentes;
- Grau de reversibilidade;
- Propriedades cumulativas e sinérgicas;
- Distribuição do ônus e benefícios sociais;
- Deve-se confrontá-los com a hipótese de não execução do empreendimento.

Proposição de Medidas Mitigadoras:

As medidas mitigadoras devem ser definidas para as várias fases do projeto, a implantação, a operação e desativação e em caso de acidentes de acordo com o fator ambiental, seja ele físico, biótico e antrópico que são classificando em relação a:

- Natureza: Preventiva ou Corretiva;
- Fase em que serão adotadas: implantação, operação, desativação e em casos de acidentes;
- Fator ambiental a qual se destina: físico, biótico e antrópico;
- Adequação da eficiência dos equipamentos de controle da poluição em relação aos critérios de qualidade ambiental, padrões de lançamento de efluentes líquidos, emissões gasosas, ruídos e resíduos sólidos.

Deverão ser mencionados os impactos adversos que não possam ser evitados ou mitigados.

Programa de Monitoramento:

Deve ser elaborado um programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos negativos e positivos onde estarão descritos os fatores e parâmetros utilizados para se avaliar a eficácia das medidas mitigadoras para o fim a que se propuseram.

- Os programas deverão conter:
- Justificativa dos parâmetros selecionados;
- Justificativa da rede de amostragem;
- Justificativa dos métodos de coleta e análise das amostras;
- Periodicidade de amostragem de cada parâmetro;

- Informação sobre a evolução dos impactos ambientais, eventualmente causados pelo empreendimento;
- Previsão do uso futuro da área.

Logo, o Relatório de Impacto Ambiental-RIMA é um documento que reflete as conclusões do EIA. Esse relatório, deve ser apresentado de forma clara e objetiva, de modo que na sua confecção, facilite sua compreensão pelos profissionais da área possibilitando assim a tomada de decisões acerca das variáveis econômicas, sociais e sobretudo a variáveis ambientais. Assim, segundo BRASIL, 1986, afirma que:

todas as informações do Rima devem ser apresentadas em linguagem acessível e serilustradas por mapas, quadros, gráficos e outras formas de comunicação visual, de modo que a sociedade em geral possa “entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação” (BRASIL, 1986).

Desta feita, segue Quadro abaixo, tem-se:

Quadro 4: documentos necessários segundo a capacidade do aterro

documentos necessários segundo a capacidade do aterro	
Quantidade diária recebida no aterro	Documentos necessários
Até 25 t/dia	RAP
de 25 a 100 t/dia	RAP ²² + EIA/RIMA ²³
Acima de 100 t/dia	EIA/Rima obrigatório

Observação: Uma vez aprovado o RAP e/ou o EIA, caso este tenha sido necessário, dá-se início ao processo de licenciamento ambiental propriamente dito, isto é, de obtenção das licenças ambientais.

5.4 Licenciamento ambiental de aterro sanitário

O licenciamento ambiental é um processo administrativo obrigatório para a instalação e operação de aterros sanitários. O licenciamento ambiental, tem como objetivo garantir que o empreendimento seja implantado e operado de forma segura, com o mínimo possível de impacto ambiental. Logo, segundo BRASIL, 1997 comenta que:

Licenciamento Ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação

²² RAP- O Relatório Ambiental Preliminar-RAP: é um estudo técnico elaborado por uma equipe multidisciplinar, o seu objetivo é oferecer elementos para analisar a viabilidade ambiental de empreendimentos ou atividades consideradas potencial e efetivamente causadoras de degradação do meio ambiente.

²³ RIMA - Relatório de Impacto Ambiental – é o relatório que traz todas as conclusões apresentadas no EIA – Estudo de Impacto Ambiental. Geralmente, é elaborado de forma objetiva e possível de se compreender, ilustrado por mapas, quadros, gráficos, ou seja, por todos os recursos de comunicação visual.

de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997).

Portanto, o licenciamento ambiental de um empreendimento se dá em três etapas, conforme a resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997, a resolução SMA nº 54 de 30 de novembro de 2004 bem como a Portaria Sema nº 9/2014 (MARANHÃO, 2014c), o processo de obtenção da dispensa de licenciamento ambiental-DLA:

- Licença Prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- Licença de Operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

5.5 Proposta de projeto de aterro sanitário na cidade de Palmeirândia-MA

A proposta de projeto de um aterro sanitário no Brasil em específico na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão a nível de Gestão Ambiental deve seguir as orientações técnicas da norma NBR 13896/97, e ter seu projeto apresentado conforme orientações da norma NBR 8419/92. Desta feita, na fase de pré-seleção de áreas, devem ser reunidas algumas informações fundamentais, já que na Lei Orgânica da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, tampouco a Secretaria do Meio Ambiente do município em epigrafe não existe documentos e/ou normativas que abordam sobre o tema proposto.

Logo, para a implementação do aterro sanitário da cidade supracitada, será necessário seguir todas as orientações das NBR's bem como as orientações da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Maranhão/SEMA, basicamente são:

- Tamanho da população atual e futura, no horizonte de projeto;
- Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos;
- Informação sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos;

- Dados sobre águas superficiais;
- Identificar principais mananciais, bacias e corpos d'água na região;
- Identificar a qualidade e os usos dessas águas;
- Verificar áreas de proteção de mananciais;
- Dados sobre o clima: série histórica do regime de chuvas, direção e intensidade dos ventos;
- Informações referentes à legislação Federal, Estadual e Municipal;
- Informações socioeconômicas: aspectos políticos, valor da terra, uso e ocupação do solo, distância do centro produtor de resíduos, integração à malha viária, aceitabilidade da população.

A proposta desenvolvida neste Trabalho de Conclusão de Curso para um aterro sanitário na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, quanto à sua localização do aterro sanitário deve ser tal que:

- O impacto ambiental a ser causado pela instalação seja minimizado;
- A aceitação da instalação pela população seja maximizada;
- Esteja de acordo com o zoneamento da região, definido pelo Plano Diretor;
- Possa ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras no início da operação (ABNT, 1997).

Logo, a localização sugerida para o aterro sanitário na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão fica a 6 Km da MA 014, bem distante do lixão municipal, área essa com latitude 2°40'42"S e longitude 44°56'40"W, a inclinação do terreno é de 15°, dentro das recomendações estabelecidas pela NBR 15849/2010 que aborda acerca dos resíduos sólidos urbanos-RSU, bem como a seguindo os preceitos da NBR 13896/97, devendo fazer a análise de adequabilidade do local para a instalação do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão considerando fatores diversos como:

- Topografia: declividade do terreno deve ser entre 1° e 30°, (percebe-se então que, a área escolhida está dentro dos padrões propostos pela legislação);
- Aspectos geológicos e tipo de solos na área: que segundo as NBR's é desejável que se tenha uma zona não saturada com espessura maior 3,0m e um depósito natural de solo com coeficiente de permeabilidade inferior a 10-6 cm/s.

Portanto, o local proposto neste Trabalho de Conclusão de Curso, as condições influíam positivamente na capacidade de depuração do solo e na velocidade de infiltração no solo, já que a distância mínima exigida é de 200m de recursos hídricos, a distância dos rios e mananciais, bem como da área urbana é de 6Km da rodovia MA 014.

Logo, Consoni, Silva e Gimenez Filho, 2000, sintetizam os critérios para a pré-

seleção da construção do aterro sanitário na cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão conforme quadro a seguir:

Quadro 5: Critérios para priorização das áreas na fase de pré-seleção

Parâmetros	Classificação das áreas		
	Recomendada	Recomendada com restrições	Não recomendada
Vida útil	Maior que 10 anos	Menor que 10 anos (a critério do órgão ambiental)	
Distância do centro	Até 10 km	10 a 20 km	Menor que 5 km Maior que 20 km
Zoneamento ambiental	Áreas sem restrições no zoneamento ambiental		Unidades de conservação ambiental
Zoneamento urbano	Vetor de crescimento mínimo	Vetor de crescimento intermediário	Vetor de crescimento máximo
Densidade populacional	Baixa	Média	Alta
Uso e ocupação do solo	Áreas pouco utilizadas		Ocupação intensa
Valorização da terra	Baixa	Média	Alta
Declividade do terreno (%)	3 ≤ declividade ≤ 20	20 ≤ declividade ≤ 30	declividade < 3 ou declividade > 30
Aceitação da população	Boa	Razoável	Inaceitável
Distância dos cursos d'água	Maior que 200 m	Menor que 200 m com aprovação do órgão ambiental responsável	

Quadro 5- critérios para priorização das áreas na fase de pré-seleção

Portanto, as observações in loco dos estudos preliminares desenvolvidos, as condições da área escolhida preliminarmente pelo autor na proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso é área não alagada, logo atende as legislações vigentes para o uso do solo.

As vantagens do aterro sanitário são diversas, sendo a solução mais econômica, se comparada a outros processos e dispõe do lixo de forma adequada. Além disso, possui grande capacidade de absorção diária de resíduos e condições que garantem a decomposição biológica da matéria orgânica no lixo (LIMA, 1991).

Assim, a proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso para a implantação do empreendimento do aterro sanitário da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, através da gestão municipal, faz-se necessário uma equipe multidisciplinar de profissionais das áreas de Geologia, Topografia, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, etc. Afim de desenvolver estudos mais específicos para selecionar e verificar o solo onde será implantado um aterro sanitário, bem como verificar se a localidade se adequa as necessidades da construção do aterro sanitário da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão. Portanto,

com essa equipe de profissionais especializados, evitaria possíveis imprevistos devido ao planejamento adequado da obra.

[...] o projeto de um aterro sanitário deve prever a instalação de elementos para captação, armazenamento e tratamento dos lixiviados e biogás, além de sistemas de impermeabilização superior e inferior. Esses elementos são de fundamental importância, pois, quando bem executados e monitorados, tornam a obra segura e ambientalmente correta, com reflexos diretos na melhoria da qualidade de vida da população do entorno do aterro (PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS, 2009).

Assim, a eficiência da equipe multidisciplinar de profissionais envolvida neste projeto de construção de um aterro sanitário na cidade da Palmeirândia no Estado do Maranhão está intimamente ligada à qualidade de execução das obras civis, ao atendimento das especificações estipuladas em projetos nas NBR's, bem como o licenciamento ambiental da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos-Sema/MA nº 9/2014, ao monitoramento do meio ambiente próximo bem como a utilização de tecnologias que venham a garantir integridade ou, pelo menos minimizar os impactos possíveis ao meio ambiente, sobretudo, todo esse processo deve estar diretamente respeitando a Lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS.

Por fim, espera-se que este Trabalho de Conclusão de Curso, embora que seja um pequeno passo, possa servir de alerta para a gestão municipal da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, bem como as cidades circunvizinhas, para que surjam novos projetos e para que sejam desenvolvidas novas tecnologias na busca do desenvolvimento sustentável sobretudo a minimização dos impactos ao meio ambiente pelas atividades causadas pelo homem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática deste presente Trabalho de Conclusão de Curso é de suma importância para ampliar a discussão acerca dos resíduos sólidos urbanos-RSU, seus meios de coleta, bem como seu tratamento e destinação final, sobretudo nos pequenos centros urbanos como é o caso da cidade de Palmeirândia no Estado do Maranhão, onde a cidade em supracitada, se encontra com dificuldades financeiras para gestão efetiva desses resíduos sólidos urbanos-RSU, deixando essa problemática em segundo plano em detrimento a outras atividades, sem considerar os danos socioeconômicos, sobretudo acarretados pela má gestão desses resíduos sólidos urbanos.

Além dos danos ambientais e sociais, a inadequação na disposição final desses resíduos sólidos urbanos-RSU, é um grande proliferador de doenças, sobretudo o aumento de

animais próximos ao lixão da Trindade como ratos, baratas e moscas, dos quais são vetores de incontáveis doenças, tais como, dengue, leptospirose, dengue, disenteria, cólera, leishmaniose, dentre outras.

O município de Palmeirândia-MA, assim como diversos municípios de pequeno porte, segue o perfil onde possuem população urbana pequena, sobretudo a baixa renda per capita dos munícipes, longe de grandes centros urbanos e por conseguinte, a carência em infraestrutura. O município de Palmeirândia-MA apresenta baixos índices de saneamento, principalmente na rede de esgoto da cidade supra citada, onde é precária a coleta de resíduo tanto quanto no tratamento desses resíduos, casos esses que são relativamente comuns na região da baixada maranhense.

Segundo o representante da secretaria de infraestrutura do município de Palmeirândia-MA, apesar das dificuldades, os índices de coleta dos resíduos sólidos urbanos são satisfatórios, entretanto a destinação final desses resíduos, ainda é feita no lixão municipal, mais conhecido como lixão da Trindade, que acarreta diversos problemas ora citados anteriormente. Ressalta-se que devido a inconsistência nos dados encontrados perante às informações coletadas pelas secretarias do município supracitado, seria de grande valia que o prefeito da cidade de Palmeirândia-MA, através de seu corpo técnico, realize uma avaliação mais criteriosa para identificação real dos índices de coleta e descarte dos resíduos sólidos urbanos-RSU no município.

Portanto, a construção de um aterro sanitário de pequeno porte na cidade de Palmeirândia-MA, é uma excelente proposta para a problemática da disposição inadequada de resíduos sólidos no município, devido a sua praticidade e simplicidade de construção bem como a operação deste, o aterro sanitário, é a melhor alternativa para disposição final de resíduos sólidos urbanos-RSU se comparado aos lixões e/ou aterros controlados, pois o aterro armazenará de forma segura os resíduos, minimizando assim os danos causados ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010. **NBR15.849**: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para elaboração, projeto, implantação, operação e encerramento.

BRASIL. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010. **NBR 6484/2001**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio.

BRASIL. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985. **NBR 9061/1985**: **Segurança de escavação a céu aberto.**

BRASIL. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação, 1997.

ABRELPE – **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Públicas e Resíduos Especiais.**

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Disponível em <www.abrelpe.org.br>. Acesso em 27 fev. 2017.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 10.004**:

Resíduos Sólidos – Classificação. São Paulo, 2004. 71 p.

BERNARDI, Cristina Costa. **Conflitos socioambientais decorrentes da bubalinocultura em territórios pesqueiros artesanais**: o caso de Nova Olinda do Maranhão. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2005. (Dissertação de Mestrado).

CÂMARA DOS DEPUTADOS, Centro de Documentação e Informação, LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981.

CARVALHO, M. F. **Comportamento mecânico de resíduos sólido urbanos**. Tese (Título de Doutor em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de, OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.

CASTILHOS JÚNIOR, A. B. *et al.* (Org.) **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. Rio Janeiro: RiMa: ABES, 2002. 104p.

CONSONI, A. J.; SILVA, I, C.; GIMENEZ FILHO, A. Disposição final do lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (coord.). **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, p. 251-291. 2000.

Consumo sustentável: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC. 2005.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DO ESTADO DO MARANHÃO, 05 de outubro de 1989, EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 081/2019.

DECRETO ESTADUAL Nº 13.494 DE 12 DE NOVEMBRO DE 1993

EUA. Pollution Prevention Act, 1990. Disponível em: . Acesso em: 10 de out.2005.

FORMAS de Disposição de Resíduos, **Disposição de Resíduos**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/residuos/res12.html>>. Acesso em: 20 setembro 2013.

Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (Funasa; Brasil; Distrito Federal; BRASILIA 2015).

Gil, Antônio Carlos Métodos e técnicas de pesquisa social / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008

GOLDENBERG, J. Procedimentos para Implantação de Aterro Sanitário em Valas. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio ambiente (SMA). 2005 Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/valas/proced_implantacao/proc_implant.pdf. Acessado em outubro 2023.

HADDAD, J. F. **Disposicion final de resíduos sólidos: manual de instruccion**. Lima: Programa Regional OPS / EUP / CEPIS de Mejoramiento de Los Servicios de Aseo Urbano, 1981.

IBAM, Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001. 200 p.

BRASIL. IBGE (28 de junho de 2022). «Panorama do Censo de 2022»

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Lixo Municipal*: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

JURAS, I. A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos: exemplos da Europa, estados unidos e Canadá. Biblioteca Digital da Câmara dos deputados, 2005. Disponível em: Acesso em: 20 de out.2015.

LIMA, L. M. Q. **Tratamento de Lixo**. 2. Ed. São Paulo. Hermus, 1991.

LIRA, J. B. de M. **Gestão de Resíduos Sólidos**. IFPE: D-EaD, 2009. 83p.

MACHADO, Paulo Afonso Leme. “Direito Ambiental Brasileiro”. 7ª ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1999.

BRASIL. MARANHÃO, Portaria Sema nº 62, de 28 de maio de 2012.

BRASIL. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. IBGE. 2008.

PIRES, Claudia Luisa Zeferino. Impactos ambientais decorrentes de ocupação irregular nas nascentes da bacia hidrográfica do arroio do Salso: o caso da Lomba do Pinheiro – Porto Alegre/RS “In” SUERTEGERAY, Dirce M.A.; BASSO, Luis Alberto; VERDUM, Roberto (Org.s). Ambiente e lugar no urbano: A Grande Porto Alegre, Porto Alegre, 2000.

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS: Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários / **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: MMA, 2009.

BRASIL. Proposta de revisão da Resolução CONAMA nº 308, de 21 de março de 2002

RODRIGUES, Arlete M. **Produção e consumo do e no espaço**: problemática ambiental urbana. São Paulo: HUCITEC, 1998. 239 p.

RODRIGUES, D.C. Proposição de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN (CIOM), Florianópolis, 2015, 130p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROUQUAYROL, M. Z.; GOLDBAUM, M. Epidemiologia, história natural e prevenção de doenças. In: ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. (Org.). Epidemiologia e saúde. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. p. 15-30.

ROUQUAYROL, M. Z; ALMEIDA FILHO, N. Epidemiologia e Saúde Pública. 5 ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999, 500 p.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização**. Rio de Janeiro, Record, 2000.

SCHALCH, V., LEITE, W. C. A., FERNANDES JUNIOR, J. L., CASTRO, M. C. A. A. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2002.

SEATI | www.seati.ma.gov.br. Senado aprova prorrogação do prazo para extinção de lixões. G1. 2015.

SISSINO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 515-523, 1996.

SOUZA, K.R.; KERBAUY, M.T.M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. In: **Educação e Filosofia**. Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21-44, jan./abr. 2017. ISSN 0102-680.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. (1993). Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc, 1993, 978p. <http://www.sema.ma.gov.br/paginas/view/Default.aspx>.