

FACULDADE EDUFOR

ENGENHARIA CIVIL

FABIANO SANTOS ALVES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ATERRO SANITÁRIO, DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
DOMÉSTICOS COMO FORMA DE CONTROLE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS
NO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO, MARANHÃO**



São Luís

2023

A474a Alves, Fabiano Santos

Aterro sanitário, destinação final dos resíduos sólidos domésticos como forma de controle dos impactos ambientais no município de Rosário, Maranhão / Fabiano Santos Alves — São Luís: Faculdade Edufor, 2023.

25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (ENGENHARIA CIVIL) — Faculdade Edufor - São Luís, 2023.

Orientador(a) : Franklin Roosevelt Rodrigues

1. Aterro sanitário. 2. Resíduos sólidos domésticos. 3. Rosário-MA. I. Título.

FACULDADE EDUFOR SÃO LUÍS

CDU 628.544(812.1)

**ATERRO SANITÁRIO, DESTINAÇÃO FINAL DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS COMO FORMA
DE CONTROLE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO
MUNICÍPIO DE ROSÁRIO, MARANHÃO.**

**ATERRO SANITÁRIO, FINAL DISPOSAL OF DOMESTIC
SOLIDWASTE AS A MEANS OF CONTROLLING
ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE CITY OF
ROSÁRIO, MARANHÃO**

**Fabiano Santos Alves¹
Franklin Roosevelt Rodrigues²**

RESUMO:

Atualmente, nossos aterros sanitários desempenham um papel importante ao lidar com uma parte considerável dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil. Quando se trata dos resíduos que geramos em nossas casas, a maior parte é composta por materiais orgânicos, superando a quantidade de resíduos secos. Essa fração orgânica é a principal responsável pela produção de lixiviado e gás metano. Quando não separamos esses resíduos da maneira adequada, eles acabam sendo enviados para os aterros sanitários, o que causa vários impactos negativos no local e nas áreas ao redor. Este trabalho abordará a questão da destinação final de resíduos sólidos domésticos como uma estratégia crucial para mitigar os impactos ambientais no município de Rosário, Maranhão. A pesquisa investigará a eficácia da coleta como uma abordagem para reduzir a poluição do solo e da água, a emissão de gases de efeito estufa e outros problemas ambientais na região. Serão examinadas as leis, regulamentos e políticas públicas relacionados à gestão de resíduos sólidos em Rosário, bem como o funcionamento prático do sistema de coleta. O estudo avaliará o envolvimento da comunidade e os resultados alcançados até o momento. Por fim, este trabalho apresentará desafios enfrentados pelo programa de coleta e oferecerá recomendações para melhorar a eficiência e a eficácia do sistema, destacando a importância da coleta e sua destinação final como uma ferramenta valiosa para promover a sustentabilidade ambiental em Rosário Maranhão.

Palavras chaves: Aterro sanitário. Resíduos sólidos domésticos. Rosário-MA.

ABSTRACT:

Currently, our landfills play a significant role in handling a considerable portion of urban solid waste (USW) in Brazil. When it comes to the waste generated in our homes, the majority comprises organic materials, surpassing the quantity of dry waste. This organic fraction is the main contributor to the production of leachate and methane gas. When we

¹Aluno do 10º período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Edufor.

E-mail: Fabiano.santos.alves@alunoedufor.com.br

²Professor Msc. e orientador do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Edufor

don't separate these waste materials properly, they end up being sent to landfills, causing various negative impacts on the site and its surroundings. This study will address the issue of the final disposal of household solid waste as a crucial strategy to mitigate environmental impacts in the municipality of Rosário, Maranhão. The research will investigate the effectiveness of waste collection as an approach to reduce soil and water pollution, greenhouse gas emissions, and other environmental issues in the region. Laws, regulations, and public policies related to solid waste management in Rosário will be examined, as well as the practical functioning of the collection system. The study will assess community involvement and the results achieved thus far. Finally, this work will present challenges faced by the collection program and provide recommendations to enhance the efficiency and effectiveness of the system, emphasizing the importance of collection and its final disposal as a valuable tool for promoting environmental sustainability in Rosário, Maranhão.

Keywords: Sanitary landfill. Household solid waste. Rosário-MA.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, enfrentamos desafios significativos de natureza social, econômica e ambiental que estão intrinsecamente ligados ao nosso modelo de desenvolvimento. Esse modelo tem como premissa fundamental a produção e o consumo de bens, dentro de um sistema econômico que prioriza a busca por lucro imediato, muitas vezes sem considerar as implicações para a sustentabilidade ambiental. Além disso, uma grande parte da população é marginalizada e excluída socialmente dentro desse paradigma em vigor (AQUINO, 2007).

O rápido crescimento urbano desordenado está gerando uma série de impactos ambientais e gerando crescentes preocupações tanto entre a população quanto entre os gestores urbanos. Diante desse cenário, é cada vez mais crucial identificar os fatores que afetam a qualidade do meio ambiente (GAVA, 2012). Os impactos ambientais decorrentes das ações humanas estão se expandindo de forma exponencial, acompanhando o crescimento populacional global, e isso está resultando em uma deterioração significativa na qualidade de vida.

A questão da sustentabilidade urbana se tornou central entre as prioridades dos órgãos ambientais do país. Atualmente, mais de 165 milhões de pessoas, o que representa 85% da população brasileira, reside em áreas urbanas. A qualidade de vida dessas pessoas está diretamente relacionada às políticas públicas implementadas por diversos setores administrativos, sendo essencial que tais políticas considerem os aspectos ambientais (BRASIL - MMA, 2012).

A ausência de um planejamento adequado no âmbito do saneamento básico

desempenha um papel significativo na perpetuação das disparidades sociais. Essa lacuna representa uma ameaça constante à saúde pública e à deterioração do ambiente, resultando em um impacto substancial na qualidade de vida das comunidades (GALVÃO, et al., 2010).

Um dos indicadores mais evidentes do modelo insustentável da sociedade contemporânea é o aumento constante na produção e disposição de resíduos sólidos. A geração de resíduos deve ser avaliada não apenas em termos de quantidade, mas também de diversidade, uma vez que isso representa um desperdício de recursos materiais e energéticos, além de contribuir para a degradação e poluição ambiental (AQUINO, 2007). É importante reconhecer que a produção de resíduos sólidos é uma realidade inevitável e inerente a todos os processos, desde os mais simples processos metabólicos das células até os complexos processos industriais (GONÇALVES, 2003 citado por STARK, 2009).

A disposição inadequada de resíduos sólidos é reconhecida como um dos principais fatores agravantes da crise ambiental atual, com impactos significativos tanto no ambiente quanto na saúde pública. Este problema está diretamente relacionado ao aumento contínuo na produção de resíduos, à gestão deficiente e à falta de instalações apropriadas para sua disposição. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, há uma crescente busca por práticas que visem reduzir a geração de resíduos e encontrar métodos adequados para seu descarte responsável (MANO, et al., 2010).

Conforme mencionado pelo mesmo autor, a quantidade de resíduos sólidos gerados por pessoa a cada dia no mundo está atingindo proporções alarmantes. A industrialização e as transformações na sociedade têm levado a uma ampla gama de produtos com embalagens cada vez mais descartáveis. Em décadas passadas, a maioria dos resíduos era predominantemente orgânica, devido à disponibilidade limitada de alimentos, como legumes, vegetais, grãos, frutas e carnes, e as refeições eram frequentemente preparadas e consumidas em casa. No entanto, atualmente, a realidade é muito diferente, com a busca predominante por alimentos e produtos que simplifiquem a vida cotidiana sendo uma prioridade para a maioria das pessoas ao fazer compras. Essas mudanças resultaram em uma produção descontrolada de resíduos sólidos, e quando esses resíduos não recebem uma disposição adequada, isso gera problemas ambientais, sociais e de saúde pública com os quais convivemos atualmente. A intensa industrialização do mundo contemporâneo e a incorporação de novos padrões de consumo na sociedade deram origem às embalagens descartáveis.

Antes da pandemia, a produção de resíduos estava dispersa nas várias partes das cidades, uma vez que as atividades cotidianas eram realizadas em locais diferentes, como escritórios, escolas e centros comerciais, cada um com seus próprios sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos. No entanto, com mais pessoas concentradas em suas residências devido à pandemia, observou-se uma centralização na geração de resíduos nesses locais, que passaram a ser atendidos diretamente pelos serviços de limpeza urbana. Essa mudança foi observada por Carlos Silva Filho, diretor presidente da ABRELPE e presidente da ISWA (International Solid Waste Association).

Com o objetivo de alcançar resultados ainda mais notáveis, as cidades estão se adaptando à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e elaborando seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Essa abordagem é de extrema importância na gestão abrangente dos resíduos sólidos, abarcando aspectos sociais, econômicos e ambientais, na busca pelo desenvolvimento sustentável.

De acordo com a Lei 14.528, promulgada em abril de 2014, que estabeleceu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, a gestão integrada de resíduos sólidos é definida no Artigo 5º da seguinte maneira:

XIV - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções objetivando conceber, implementar e gerenciar os resíduos sólidos, considerando as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais no âmbito estadual e municipal, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

O município de Rosário localizado no nordeste do estado do Maranhão, elaborou em 2017 o seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) com o objetivo de se adequar às exigências estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Este plano aborda medidas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos gerados no município e às adaptações necessárias para garantir um destino apropriado, através de diretrizes e orientações específicas.

O PMGIRS tem desempenhado um papel crucial ao fornecer informações essenciais tanto para os gestores municipais quanto para a comunidade local. Isso tem contribuído para a implementação de práticas mais racionais na gestão dos resíduos sólidos, promovendo a conscientização dos cidadãos por meio de atividades de educação ambiental e enfatizando a importância da redução e do correto descarte dos resíduos.

Este trabalho trás como propostas a destinação final de resíduos sólidos

domésticos no município de Rosário - MA, que tem como objeto geral analisar a eficácia do aterro sanitário em relação aos impactos ambientais. Não foi possível visitar o aterro devido a um regimento interno, mas foi consultada a Prefeitura Municipal de Rosário para informações sobre quantidades de resíduos coletados e rota do caminhão basculante. Foram consultados o plano diretor e o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, além de normas vigentes e a população.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RESÍDUO SÓLIDOS: ORIGEM E SIGNIFICADO

O manejo de resíduos ao longo da história da civilização assumiu diversas abordagens. Desde a pré-história, evidências sugerem a prática da queima de resíduos para reduzir o odor desagradável, acompanhada da segregação de cinzas e ossos em locais específicos. Em outras palavras, desde tempos remotos, as preocupações com a gestão de resíduos e o desafio de lidar com detritos malcheirosos já eram evidentes. Essas questões, inclusive, influenciavam a disposição das pessoas em se estabelecer em aldeias e cidades (EIGENHEER, 2006, p. 15 e 16).

Na antiguidade, civilizações como os sumérios, babilônios, assírios, hindus, egípcios, gregos e romanos desenvolveram diversos sistemas para enfrentar questões de saneamento antes da clara distinção do que consideramos resíduos. Cada uma dessas culturas adaptou soluções específicas às suas necessidades, incluindo a criação de canais subterrâneos, sistemas de irrigação e canalização, utilização de tubos de argila, desenvolvimento de sistemas de coleta de águas servidas (esgotos), construção de canais para drenagem, instalação de latrinas e cloacas, e até mesmo o uso de fezes humanas e de animais como adubo (EIGENHEER, p. 26 a 32).

O conceito de resíduos está intrinsecamente ligado às atividades humanas ao longo do tempo e em diferentes contextos espaciais. Desde os primórdios da humanidade, a gestão de resíduos tem sido uma preocupação constante, à medida que as sociedades moldam o ambiente natural de maneira significativa. Durante o período paleolítico, os habitantes de cavernas costumavam depositar seus resíduos nas fendas das rochas. No entanto, na antiguidade, uma das áreas de maior destaque foi a preocupação em lidar com os resíduos agrícolas, que eram predominantemente compostados e aplicados de

maneira comum (WALDMAN, 2010, p.11)

“A atenção relacionada com o gerenciamento do lixo pode ser atestada por prescrições de considerável antiguidade. Mesmo que de modo não premeditado, compilações jurídicas do passado... implicaram na noção de medidas associadas com a gestão de resíduos” (WALDMAN, 2010, p. 11). Eigenheer (2006, p. 17 e20) destaca que, ao examinarmos a história da limpeza urbana na Antiguidade, é importante direcionar nossa atenção para as tradições dos povos gregos, israelitase romanos. No final do século XIX, começaram a surgir empresas especializadasem serviços relacionados ao lixo e ao esgoto. O autor também descreve que, na Antiguidade, os dejetos e resíduos orgânicos gerados nas cidades desempenhavam um papel importante na agricultura. Além disso, durante o período medieval, muitos desses avanços em higiene, inicialmente desenvolvidospelos romanos, foram preservados e aplicados em monastérios.

Já em termos atuais, na época contemporânea, tangente ao conceito, Waldman (2010, p. 18) insere que “de um ponto de vista semântico, podemos certificar que lixo seria todo material inútil, descartado posto em lugar público, tudo aquilo que “que se joga fora”, “não presta”. Condição a qual são evocadaslongas catilinárias devotadas à sua nocividade, periculosidade, intratabilidade etc.”

Com base nos desafios enfrentados pelo Brasil na gestão de resíduos sólidos, especialmente em cidades de menor porte, foi promulgada a Lei nº 12.305/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), incluindo a implementação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRSU). O PGIRSU representou um passo significativo para o Brasil na melhoria do tratamento de resíduos, garantindo uma destinação adequada e ampliando a cobertura da coleta de resíduos domiciliares (BRASIL, 2010).

O aumento contínuo na produção de resíduos sólidos representa um dos principais desafios ambientais da atualidade. O gerenciamento adequado desses resíduos tem despertado a atenção de pesquisadores de diversas disciplinas, tornando-se um dos grandes desafios a serem enfrentados pelas cidades nas próximas décadas (SANTIAGO, 2012).

A administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar deforma abrangente os resíduos sólidos, abrangendo desde a coleta até a disposiçãofinal, que deve ser ambientalmente segura. O descarte inadequado de resíduos não

coletados ocorre de maneira irregular em vias públicas, rios, córregos e terrenos

baldios, resultando em problemas como o assoreamento de corpos d'água, obstrução de sistemas de drenagem, aumento das inundações durante períodos de chuva, degradação de áreas verdes, odores desagradáveis e a proliferação de pragas como moscas, baratas e ratos. Todos esses impactos têm sérias implicações diretas ou indiretas na saúde pública (JACOBI et al., 2011).

O gerenciamento de resíduos sólidos abrange diversos aspectos relacionados à sua origem, produção, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final. O excesso de geração de resíduos e a má gestão não apenas acarretam problemas de saúde, mas também têm implicações sociais, econômicas e ambientais. No Brasil, a gestão de resíduos sólidos não recebeu a devida atenção do setor público até a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305 de 2010. A PNRS estabelece uma distinção entre resíduos (materiais passíveis de reutilização ou reciclagem) e rejeitos (materiais sem possibilidade de reaproveitamento) e estabelece as diretrizes para a gestão adequada de resíduos sólidos (RODRIGUEZ et al., 2013).

2.2 ATERRO SANITÁRIO: PRINCIPAIS DEFINIÇÕES

Conforme apontado por Fonseca (1999), a finalidade primordial de um aterro sanitário consiste em assegurar a higiene e salvaguardar tanto a saúde pública quanto o meio ambiente, ao realizar a disposição adequada dos resíduos de maneira segura e controlada. Além disso, os aterros sanitários podem desempenhar um papel importante na restauração de áreas que foram degradadas devido à exploração de recursos naturais, como extração de materiais como brita, areia, argila, rochas e escavações, entre outros. No entanto, para atingir efetivamente esses objetivos mencionados, é fundamental conduzir estudos apropriados que garantam a adequada proteção da área utilizada.

Entre as alternativas de destinação final de resíduos, o aterro sanitário permanece como a opção de menor impacto ambiental. Isso se deve ao fato de ser um método especialmente concebido para evitar a infiltração do líquido poluente conhecido como chorume no subsolo, que é gerado a partir dos resíduos. Para assegurar esse bloqueio, é necessário que o local onde esses resíduos são

depositados seja dotado de uma base eficazmente impermeabilizada e contenha sistemas de drenagem para o chorume e os gases produzidos.

Segundo Laureano (2007), é recomendado que o aterro seja regularmente coberto

com uma camada de cascalho ou terra, a fim de prevenir a entrada de vetores externos. Dado que a atividade no aterro é estritamente controlada, a presença de catadores de resíduos não é permitida, a menos que haja um centro de destinação de lixo designado. No entanto, é importante observar que a criação de tais centros não é aconselhável em municípios que não dispõem de sistemas de coleta seletiva.

De acordo com as observações de Bidone (1999), o aterro sanitário é, de fato, um sistema de gestão estritamente regulado por critérios de engenharia e normas operacionais específicas que devem ser rigorosamente observados. Essa abordagem visa assegurar a proteção do meio ambiente e a redução da poluição. Como resultado, essa abordagem contribui para melhorar a qualidade de vida da população.

Segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2005), o aterro sanitário, embora seja um processo aparentemente simples, requer exigências e precauções específicas. Portanto, é crucial considerar procedimentos detalhados que abrangem desde a seleção do local de instalação até todas as etapas de operação e monitoramento. Conforme as diretrizes da FEAM, é recomendado que um aterro tenha uma vida útil superior a 10 anos e que o controle e o monitoramento sejam mantidos por, no mínimo, uma década após o seu encerramento.

2.2.1 TIPOS DE ATERROS SANITÁRIOS

Dado que os aterros sanitários podem ter finalidades e usos diversos, é compreensível que existam diferentes categorias para classificá-los. Conforme Valente (1980), os aterros sanitários podem ser agrupados da seguinte maneira:

Aterros de Superfície: São estabelecidos em áreas planas ou terrenos nivelados, onde se podem aplicar diferentes técnicas, como o método de trincheira, o método de escavação progressiva, o método de rampa e o método da área.

Aterros em Depressões: São desenvolvidos em regiões com topografia acidentada, como vales, fundos de vales ou até mesmo em lagoas formadas a partir de antigas pedreiras de extração de materiais como areia, argila ou pedras. No entanto, os casos mais comuns envolvem aterros em lagoas ou em depressões e ondulações naturais do terreno.

2.2.2 IMPORTÂNCIA

O principal propósito do aterro sanitário é garantir a destinação apropriada dos resíduos sólidos urbanos, com ênfase na prevenção da contaminação do solo, da água e do ar. Além disso, procura-se mitigar os efeitos negativos associados à disposição inadequada de resíduos, tais como a propagação de doenças, a poluição visual e odores desagradáveis.

A relevância do aterro sanitário reside na necessidade de gerenciar de forma eficaz e sustentável o descarte de resíduos. A utilização de técnicas modernas, como compactação e impermeabilização do solo, permite reduzir os impactos ambientais e preservar a saúde pública.

Ademais, o aterro sanitário desempenha um papel fundamental na conservação dos recursos naturais, ao evitar a extração desnecessária de matérias-primas para a produção de novos bens, promovendo assim a economia circular.

Consequentemente, a gestão adequada dos resíduos por meio do aterro sanitário é de importância vital para garantir a qualidade de vida da população, promover o desenvolvimento sustentável e assegurar a preservação do meio ambiente para as futuras gerações.

2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

2.3.1 CONCEITO

A fim de esclarecer o significado de resíduo sólido, é crucial estabelecer uma distinção clara entre esse conceito e o conceito de lixo, que, à primeira vista, pode parecer semelhante, mas apresenta diferenças essenciais que precisam ser compreendidas.

De acordo com o dicionário Aurélio, o termo "lixo" refere-se a tudo o que não possui valor, utilidade ou propósito, sendo destinado ao descarte. O dicionário define lixo como "tudo o que é removido de casa, do jardim e descartado."

O problema do lixo no Brasil é um tópico de considerável importância, especialmente quando se considera a quantidade produzida e o seu descarte inadequado, que ocorre diariamente em várias regiões do país. Azevedo (2014), em seu livro "Eco civilização," aborda esse tema, focalizando, em particular, a questão do descarte de resíduos em larga escala, com destaque para os lixões que estão dispersos por várias áreas do país.

O problema do lixo está intrinsecamente ligado à questão da pobreza, uma vez que as condições desumanas em que muitas pessoas vivem frequentemente asforçam a se expor a ambientes e situações prejudiciais à saúde, caracterizadas pela degradação. Nalini (2010), em seu livro "Ética Ambiental," explora a conexão existente entre o problema do lixo e a situação precária que afeta grande parte da população.

O conceito de resíduos sólidos encontra uma definição precisa na legislação brasileira, mais especificamente na Lei 12.305/2010, que estabelece a "Política Nacional de Resíduos Sólidos". Nessa legislação, resíduos sólidos são conceituados como:

Art.3º. Para os efeitos desta lei, entende-se por: [...] XVI –resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como os gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos-d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

Com base na definição legal, fica evidente que a categoria de resíduos sólidos não se limita ao termo "lixo". Os resíduos sólidos apresentam características distintas relacionadas ao seu material, forma e composição, que não são necessariamente inadequadas para serem reutilizadas ou reaproveitadas no futuro.

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS

A geração de resíduos sólidos nas cidades do Brasil é um evento incontornável, ocorrendo de forma diária e variando em quantidade e composição de acordo com o tamanho da população e o nível de desenvolvimento econômico. Os sistemas de gestão de resíduos urbanos, sob responsabilidade das autoridades municipais, têm a responsabilidade de coletar e dar um destino apropriado do ponto de vista ambiental e sanitário a esses resíduos.

A produção de resíduos sólidos é uma consequência direta dos padrões de consumo, refletindo o estilo de vida da sociedade e as atividades econômicas em andamento. Estudos evidenciam que a quantidade de resíduos sólidos gerada por habitante

é mais expressiva em áreas urbanas densamente povoadas e em locais com concentrações de maior desenvolvimento econômico. Isso ocorre devido à maior circulação de mercadorias, ao aumento do uso de embalagens descartáveis e à rápida obsolescência de produtos e equipamentos, resultando na diminuição da parcela de resíduos orgânicos, como cascas de frutas e vegetais.

Conforme (PHILIPPI, 2010), existem vários fatores-chave que exercem influência na considerável geração de resíduos, entre eles:

- O surgimento de demandas artificiais impulsionadas pelas tendências passageiras;
- O avanço tecnológico contínuo, que resulta em produtos rapidamente tornando-se obsoletos;
- A sobre exposição à informação, que leva ao uso de embalagens maiores e mais chamativas para atrair o consumo de produtos;
- O estilo de vida que promove o consumo de alimentos altamente processados.

Conforme a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em conformidade com a Norma Brasileira Regulamentadora NBR 10.004 de 2004, os resíduos sólidos e semissólidos englobam materiais provenientes de uma ampla gama de fontes, abrangendo atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, serviços e varrição. Essa norma técnica estabelece a classificação de resíduos em três categorias, divididas em duas classes distintas, de acordo com seu nível de periculosidade.

- **Classe I - Resíduos Perigosos:** Esses resíduos são caracterizados por apresentar riscos significativos para o meio ambiente e a saúde pública, podendo incluir substâncias tóxicas, corrosivas, radioativas, patogênicas e inflamáveis.
- **Classe II - Resíduos Não Inertes:** Resíduos que não exibem características de periculosidade. Isso engloba resíduos domiciliares e materiais biodegradáveis, como madeira, papel e vegetação.
- **Classe III - Resíduos Inertes:** Esses resíduos são direcionados para aterros sanitários ou processos de reciclagem, uma vez que não apresentam características de periculosidade e não sofrem alterações significativas em sua composição ao longo do tempo. Alguns exemplos de resíduos inertes incluem entulhos, metais como aço e ferro, que não se solubilizam na água.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

2.4.1 CAUSAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DE ATERROS SANITÁRIOS

Conforme o "Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos," publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2012, ao analisar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil, observou-se que a maioria dos resíduos encaminhados para aterros sanitários consiste em matéria orgânica, representando mais de 50% do total. Em seguida, em ordem de quantidade, encontram-se materiais recicláveis, resíduos diversos, plástico em geral, papel, papelão e embalagens tipo tetrapak, plástico filme, plástico rígido, metais, vidro, aço e alumínio.

Neste contexto, os Aterros Sanitários estão emergindo como uma escolha preferível em comparação com os vazadouros a céu aberto (lixões) e aterros controlados nos últimos anos no Brasil, como observado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008). Embora tenham se tornado a opção de destinação de resíduos mais amplamente adotada nas áreas urbanas, é importante reconhecer que os aterros sanitários têm consequências ambientais, tornando essencial avaliar os impactos associados a essas instalações impactantes.

Conforme a explicação de Silva (1999, p. 65), um "Empreendimento Impactante" é um projeto com a capacidade de causar tanto mudanças positivas quanto negativas no ambiente, caso seja implementado. Exemplos disso incluem atividades como a bovinocultura, mineração, ferrovias e agricultura.

Por outro lado, a "Atividade Impactante," conforme conceituada por Silva (1999, p. 66), se refere às ações necessárias para planejar e executar empreendimentos impactantes, ou seja, aquelas ações que são indispensáveis para a realização desses projetos. Exemplos disso podem incluir etapas como preparo do terreno, semeadura mecanizada, capina manual, colheita mecanizada e assim por diante, especialmente no contexto da agricultura.

Sánchez (2008) destaca a importância de levar em consideração todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento ao avaliar seus impactos ambientais. Isso abrange não apenas a fase de planejamento e implantação, mas também a fase de operação, desativação

e encerramento.

Na Tabela 1, conforme descrito por Sánchez (2008, p. 187), são apresentadas as principais fases que compõem o ciclo de vida de um aterro sanitário.

FASES DE UM ATERRO SANITARIO
FASE DE PLANEJAMENTO
FASE DE IMPLANTANÇÃO: ATIVIDADES PREPARATORIAS
FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO TERRENO
FASE DE OPERAÇÃO
FASE DE DESATIVAÇÃO

Tabela 1: Principais fases componentes de um aterro sanitário

Fonte: Sánchez (2008, p. 187)

Planejamento

No início, é essencial encontrar o local adequado para o aterro sanitário. Isso envolve um cuidadoso estudo do ambiente, considerando fatores como impacto ambiental, proximidade com comunidades e questões regulatórias. A obtenção de licenças e autorizações é um passo crucial para garantir que a construção seja feita de acordo com as leis e regulamentos ambientais.

Implantação

Nesta fase, é hora de construir as instalações do aterro. Isso envolve a criação de sistemas de drenagem, estruturas para acomodar os resíduos e medidas para prevenir a contaminação do solo e da água. É um momento de muita atenção aos detalhes para assegurar que tudo seja feito de forma segura e respeitando o meio ambiente.

Operação

Quando o aterro está em funcionamento, os resíduos são recebidos, descarregados e dispostos corretamente, com camadas de cobertura diária para reduzir odores e impactos no entorno. Durante esta fase, o monitoramento constante é essencial para assegurar que não haja impactos negativos no meio ambiente, além da implementação de medidas para controlar odores e gases.

Desativação

Após o encerramento das atividades do aterro, procedimentos são realizados para

garantir sua estabilidade. Isso inclui a cobertura final do local e a continuação do monitoramento para garantir que o local permaneça seguro após o fechamento. Em alguns casos, são realizados planos de reabilitação para devolver à área sua forma natural ou buscar novos usos que atendam aos requisitos ambientais e comunitários.

Ao considerar a construção de um aterro sanitário, um empreendimento impactante que provoca alterações no ambiente, é fundamental realizar os procedimentos relacionados às fases delineadas por Sánchez (2008). Além disso, é relevante ressaltar que, para atender aos requisitos dos órgãos de fiscalização, é necessário obter três tipos de licenças. Essas licenças fazem parte do processo de licenciamento ambiental e englobam a Licença Prévia, a de Instalação e a de Operação.

Segundo a FEPAM (2014), o licenciamento ambiental é conceituado como: o procedimento administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, que pode ser federal, estadual ou municipal, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental.

A prática do licenciamento ambiental por órgãos de fiscalização foi instituída em 1981, por meio da promulgação da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938).

No caso de empreendimentos impactantes, a avaliação dos impactos abrange todas as fases do projeto, incluindo o planejamento, a implantação, a operação e a desativação. Portanto, devido à natureza impactante desses empreendimentos, a construção, operação e fiscalização de aterros sanitários demandam uma abordagem especializada.

Também é importante ressaltar que o órgão mencionado disponibiliza diretrizes em seus formulários de licenciamento para atividades relacionadas a resíduos sólidos urbanos. Essas diretrizes abordam os requisitos específicos do processo de licenciamento para essa atividade, incluindo uma lista de documentos que devem ser fornecidos juntamente com o formulário preenchido.

Com base no que foi apresentado, antes de iniciar qualquer empreendimento impactante, é crucial considerar a necessidade de obter uma licença prévia junto ao órgão de fiscalização competente. Somente após a obtenção dessa licença, a construção e operação da atividade podem começar. No entanto, é fundamental que o tipo específico de empreendimento seja detalhadamente especificado junto ao órgão de fiscalização, uma vez que existem várias classificações que se encaixam em cada uma das atividades listadas pela FEPAM.

No que diz respeito aos aterros sanitários, eles são classificados de acordo com diversas categorias, como descrito no portal da FEPAM. Algumas dessas categorias incluem: aterro de resíduo sólido industrial I, aterro de resíduo sólido industrial classe II A, aterro de resíduo sólido industrial classe II A - casca de arroz, aterro de resíduo sólido industrial classe II A - cinza da casca de arroz, aterro sanitário com central de triagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), aterro sanitário com central de triagem e compostagem de RSU, aterro sanitário de RSU, outra forma de destinação de RSU com aterro (não especificada), aterro de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS), aterro com autoclavagem de RSSS, aterro com micro-ondas de RSSS, aterro de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC), aterro de RSCC com beneficiamento, central de triagem e aterro de RSCC com beneficiamento e, finalmente, central de triagem com aterro de RSCC. A obtenção de licenciamento ambiental é uma exigência fundamental para empreendimentos relacionados à gestão de resíduos sólidos urbanos. Conforme destacado por Vilhena (2010, p. 312), qualquer empreendimento considerado com potencial para causar impactos ambientais deve passar pelo processo de licenciamento ambiental, que define sua localização, instalação e operação, sendo supervisionado pelo órgão competente, que pode ser federal, estadual ou municipal.

No que diz respeito às licenças exigidas para a construção e operação de um aterro sanitário, Vilhena (2010, p. 312) oferece a seguinte definição:

- Licença Prévia (LP): Solicitada ainda na fase de concepção do empreendimento, esta licença geralmente requer apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o qual deverá conter as alternativas tecnológicas e locais consideradas e a análise de viabilidade ambiental do empreendimento.
- Licença de Implantação (LI): Uma vez demonstrada a viabilidade ambiental do empreendimento (o que ocorre com a obtenção da LP), a LI permitirá ao empreendedor iniciar a implantação das obras. Para a emissão dessa licença, deverá ser apresentada documentação técnica e demais autorizações que comprovem o cumprimento de todas as exigências estabelecidas na fase de LP.

Licença de Operação (LO) ou Licença de Funcionamento: a LO permitirá ao empreendedor dar início a suas atividades normais. Assim como nas anteriores, requer apresentação de documentação técnica que comprove o cumprimento das exigências e condicionantes estabelecidas nas fases anteriores (LP e LI), tais como medidas compensatórias, assinatura de termos de compromisso, reposição vegetal, entre outras.

Além disso, de acordo com Vilhena (2010), podem ser requeridos documentos adicionais antes da emissão da Licença Prévia (LP). Um exemplo notável é o caso da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, que estabeleceu diretrizes para os processos de licenciamento ambiental.

A regulamentação estabelecida pelo Estado de São Paulo introduziu a obrigação de fornecer documentos adicionais antes de obter a Licença Prévia (LP), dependendo da natureza do empreendimento impactante. De acordo com a Figura 1, a apresentação do Relatório Ambiental Preliminar (RAP) é necessária para determinar se a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é necessária para obter a LP, ou se a LP pode ser concedida sem essa exigência.

Vilhena (2010, p. 315) destaca que a avaliação de impacto ambiental é uma ferramenta de planejamento que possibilita a integração de medidas de precaução ambiental nas estratégias de desenvolvimento socioeconômico, com o objetivo de reduzir os danos ambientais decorrentes de um projeto.

2.4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS

Os aterros sanitários têm um impacto significativo no ambiente e nas áreas vizinhas. O lixo depositado nesses locais pode contaminar o solo com substâncias prejudiciais, como metais pesados e produtos químicos, afetando a qualidade do solo e impossibilitando seu uso para agricultura ou construção futura.

Além disso, a lixiviação proveniente dos resíduos nos aterros pode poluir as águas subterrâneas e superficiais. Os líquidos provenientes da decomposição do lixo, conhecidos como "chorume", contêm substâncias nocivas que podem contaminar rios, lagos e lençóis freáticos próximos.

Os aterros também emitem gases como metano, dióxido de carbono e outros compostos orgânicos voláteis devido à decomposição dos resíduos. O metano, em especial, é um gás de efeito estufa potente, contribuindo para as mudanças climáticas.

A decomposição dos resíduos pode gerar odores desagradáveis e liberar substâncias no ar que podem afetar a saúde das pessoas que vivem nas áreas próximas aos aterros sanitários.

Além disso, a disposição inadequada de resíduos pode afetar a vida selvagem e a vegetação local, pois modifica e degrada o habitat natural. Isso pode atrair vetores de doenças, como insetos e roedores, que impactam a saúde da fauna local.

A poluição do ar, da água e do solo proveniente dos aterros sanitários pode causar problemas de saúde para as comunidades vizinhas, como doenças respiratórias, dermatológicas e gastrointestinais.

Para diminuir esses impactos, é fundamental adotar práticas mais sustentáveis na gestão de resíduos, como a reciclagem, a compostagem e a redução do desperdício. Além disso, a implementação de tecnologias avançadas nos aterros, como a coleta de gases para produção de energia e métodos mais eficientes de tratamento do lixo, pode reduzir os efeitos negativos no ambiente nas áreas próximas.

3 ATERRO SANITARIO COMO DESTINO FINAL DO LIXO DOMÉSTICO NO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO/MA

3.1 O MUNICÍPIO DE ROSÁRIO/MA

O Município é encarregado de planejar e realizar de maneira regular e contínua os serviços de limpeza municipal, detendo a responsabilidade pela prestação direta desses serviços, independentemente de serem executados por meio de terceiros.

Nos grandes centros urbanos, o aumento da produção de resíduos sólidos urbanos em uma taxa superior ao crescimento populacional resulta no despejo diário de milhares de toneladas de resíduos em lixões ou aterros sanitários, o que reduz significativamente a expectativa de vida desses locais de disposição de resíduos.

O município de Rosário testemunhou um crescimento populacional e econômico que resultou no aumento da produção de diversos tipos de resíduos sólidos, abrangendo desde resíduos domésticos até os provenientes da saúde e da construção civil.

A gestão dos serviços de limpeza urbana em Rosário (MA) é estabelecida conforme o Código de Posturas municipal, Lei Complementar nº 02/2001. Esses serviços são gerenciados pela Secretaria Municipal de Infraestrutura do município de Rosário (MA).

O município carece de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição. Estes resíduos são predominantemente compostos por materiais trituráveis, tais como restos de alvenaria, argamassa, concreto e asfalto, além de solo, todos classificados como RCC classe A, que representam cerca de 80% do conteúdo típico. Grande parte desses resíduos tem sido descartada em bota-fora e terrenos vazios.

No município a presença de pontos irregulares para descarte de resíduos de

construção civil é notória, decorrente da ausência de um programa que oriente tanto pequenos quanto grandes geradores sobre o manejo adequado desses resíduos. Isso leva as pessoas a se livrarem desses materiais ao depositá-los em terrenos baldios ou em áreas distantes da região urbana.

3.1.1 POPULAÇÃO

A população da cidade de Rosário (MA) chegou a 38.475 pessoas no Censo de 2022, o que representa uma queda de -2,78% em comparação com o Censo de 2010. Os resultados foram divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A pesquisa do IBGE também aponta que a cidade em Rosário tem uma densidade demográfica de 59,38 habitantes por km² e uma média de 3,16 moradores por residência.

3.1.2 LOCALIZAÇÃO

O município de Rosário está localizado no estado do Maranhão, é uma cidade rica em história e cultura, tendo desempenhado um papel importante ao longo dos séculos. Sua história remonta ao período colonial brasileiro e inclui influências indígenas, europeias e africanas. No século XX, Rosário passou por um processo de urbanização e modernização. As atividades econômicas diversificaram-se ainda mais, incluindo a agricultura, a pesca e o comércio. A cidade preservou seu patrimônio histórico, incluindo edifícios coloniais e igrejas, tornando-se um destino para quem busca apreciar a história e a cultura maranhense.

Rosário é um município do estado do Maranhão localizado na região Nordeste do Brasil. O município de Rosário está localizado na latitude - 2.93444 e longitude -44.2531 e possui uma área total aproximada de 685,04 quilômetros quadrados (km²) divididos em bairros.

3.2 ATERRO SANITÁRIO

A Central de Gerenciamento Ambiental TITARA S/A obteve sua Licença de Operação emitida pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão - SEMA, datada de 13/01/2014, para operar suas duas unidades de disposição final existentes: o aterro sanitário, classificado como Classe I, e o aterro industrial, categorizado como Classe II para resíduos perigosos. Suas operações tiveram início em março de 2014 com o recebimento inicial de resíduos inertes de borracha. Com a instalação da CGA - TITARA, o antigo lixão foi desativado, passando o município a

direcionar todos os seus resíduos sólidos urbanos para o aterro, com as devidas medidas de proteção para prevenir a contaminação do solo.

Atualmente as cidades de Axixá, Bacabeira, Icatu, Morros, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, Raposa, Rosário, São José de Ribamar e Santa Rita fazem o descarte de seus resíduos na Cidade de Rosário - MA. A cidade de Rosário encaminha para o aterro sanitário da empresa CGA - Titara, em média por mês 400,00 toneladas e conseqüentemente 10,00 ou 12 toneladas por dia segundo informações da Secretaria Municipal de Infraestrutura.

Figura 1: CGA TITARA – Impermeabilização de Fundo



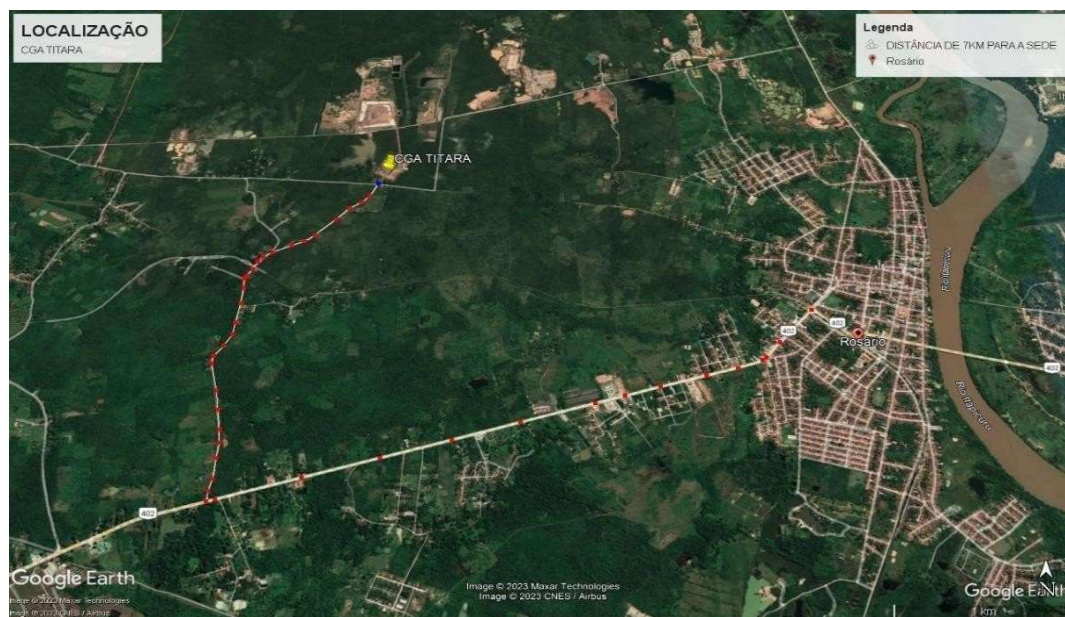
Fonte: CGA TITARA

3.2.1 LOCALIZAÇÃO

A CENTRAL DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL TITARA S/A – CGA TITARA, inscrita no CNPJ sob o nº 13.742.401/0001-69, com sede na Fazenda Arapixi, bairro Buenos Aires – Zona Industrial do Município de Rosário – MA

O aterro sanitário pertencente a empresa CGA Titara está localizado cerca de 7 quilômetros da sede do município de Rosário.

Figura 2: Mapa de Localização CGA TITARA



Fonte: Google Earth

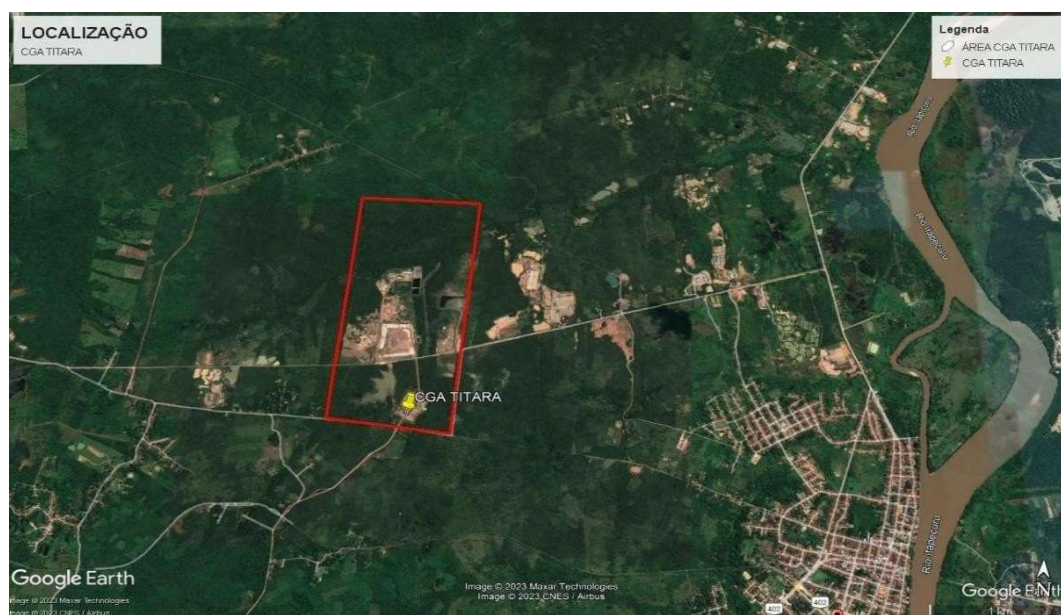
3.2.2 DIMENSÕES – PLANTA BAIXA

Infraestrutura da Empresa CGA – Titara é composta por:

- Área administrativa;
- Refeitório;
- Portaria;
- Balança de entrada e saída;
- Área para a retirada de lonas e inspeção de resíduos;
- Célula impermeabilizada;
- Estação de tratamento de percolados;
- Oficina mecânica

A área do empreendimento (Central de Gerenciamento Ambiental - CGA)abrange 1.987.00 metros quadrados, conforme imagem a seguir:

Figura 3: Mapa CGA TITARA



Fonte: Google Earth

A Central de Tratamento de Rosário foi projetada para incluir, ao longo de sua vida útil, diversas unidades essenciais, tais como:

- Aterro Sanitário para Resíduos Domiciliares, com capacidade para até 1.400 toneladas por dia.
- Aterro Industrial para Resíduos Classe II, com capacidade de até 800 toneladas por dia.
- Células destinadas aos Resíduos Industriais Classe I, com capacidade para aproximadamente 40 toneladas por dia.
- Unidade de Processamento de Resíduos Classe I, composta por Sistema de Blendagem Líquida, atendendo a uma demanda de 5 toneladas por dia.
- Unidade de Processamento de Resíduos Classe I, com Sistema de Blendagem Sólida para uma demanda de 5 toneladas por dia.
- Unidade de Processamento de Resíduos Classe I, com Sistema de Blendagem Sólida para uma demanda de 5 toneladas por dia.
- Unidade de Solidificação de Resíduos Classe I, composta por Sistema de Solidificação, atualmente em fase de implementação, para uma demanda de 5 toneladas por dia.
- Unidade de Incineração de Resíduos Classe I, para uma demanda de até 40 toneladas por dia.
- Unidade de Autoclavagem de Resíduos de Serviços de Saúde,

atendendo a uma demanda de 4 toneladas por dia.

- Unidade de Tratamento de Chorume, utilizando a Tecnologia de Geotubos para uma vazão de 5 litros por segundo.

Complementando suas instalações, a Central de Tratamento dispõe das seguintes unidades de apoio:

- Área de Recepção e Balança para entrada de resíduos.
- Instalação destinada à amostragem dos resíduos recebidos.
- Laboratório para análises e testes específicos.
- Espaço administrativo e escritórios.
- Área de vestiário e lavanderia para os funcionários.
- Refeitório para refeições dos trabalhadores.
- Centro dedicado à Educação Ambiental.
- Galpão designado para o Armazenamento Provisório de Resíduos Industriais.

A capacidade de suporte da Central de Tratamento de Rosário para resíduos é planejada da seguinte forma:

- Aterro Sanitário para Resíduos Domiciliares: 14.972.000 toneladas.
- Aterro para Resíduos Industriais Classe II: 10.580.000 toneladas.
- Células para Resíduos Industriais Classe I: 361.730 toneladas.

Considerando as demandas médias previstas, as vidas úteis dos aterros são estimadas da seguinte maneira:

- Aterro Sanitário para Resíduos Domiciliares (Demanda de 1400t/dia): 29 anos.
- Células para Resíduos Industriais Classe I (Demanda de 40t/dia): 25 anos.
- Aterro Sanitário e Industrial Classe II tem uma vida útil de 32 anos.

De acordo com a Licença de Operação nº 1000343/2014, a empresa CGA - Titara se compromete, como parte de suas responsabilidades em termos de compensação ambiental, a realizar o seguinte:

- Efetuar o fechamento e recuperação ambiental da área conhecida como "Lixão".
- Apoiar a prefeitura no desenvolvimento de um Projeto de Educação Ambiental, fornecendo material didático e capacitando os professores da rede pública do município.

- Oferecer suporte institucional à prefeitura de Rosário para o desenvolvimento e implementação de um projeto de coleta seletiva de resíduos no município.

Figura 4: CGA TITARA



Fonte: CGA TITARA

Figura 5: Pesagem, entrada e saída dos caminhões



Fonte: CGA TITARA

3.2.3 COLETA E DESTINAÇÃO FINAL DO LIXO

Compete ao município planejar e executar de forma contínua e regular os serviços públicos relacionados à limpeza municipal. A Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA) é o órgão responsável na administração pública pelo planejamento, coordenação e execução dos serviços municipais, incluindo varrição, coleta de resíduos, capina, poda e limpeza de sarjetas, com o suporte de uma equipe composta por servidores públicos municipais.

A coleta convencional tem abrangência domiciliar que cobre 100% dos domicílios da zona urbana e a coleta está estruturada em dois setores de alternância. A coleta é sempre realizada no período diurno, como volume médio total coletado entre 70 a 84 toneladas por semana.

No local de destino, o motorista estaciona o caminhão compactador na balança para a pesagem inicial. Posteriormente, dirige-se para o aterro onde os resíduos são descarregados. Após a descarga, o caminhão retorna para uma nova pesagem. Em certos casos, o motorista pode reiniciar o processo de coleta para completar a rota diária.

Os resíduos provenientes de serviços de saúde são armazenados em depósitos temporários. As unidades de saúde privadas são encarregadas de coletar, transportar e dar destino final aos RSS (Resíduos de Serviços de Saúde) de suas instalações, geralmente por meio da contratação de empresas especializadas para essa prestação de serviços.

Os responsáveis pela geração de resíduos de construção são incumbidos de separar os materiais em suas diversas classes no local de origem. Os resíduos equiparados aos resíduos domiciliares geralmente são encaminhados para a coleta convencional realizada pela Secretaria de Infraestrutura, que atende à região onde a obra está em andamento.

4 CONCLUSÃO

4.1 O ATERRO RESOLVE O PROBLEMA?

O aterro resolve o problema em partes, ajuda a resolver os problemas dos lixões ao ar livre em boa parte das áreas urbanas, mas devido a falta de fiscalização e educação ambiental por parte do município, existem lixões em áreas distantes do centro, e o carro compactador não passa todos os dias nas portas dos moradores, o morador faz o descarte do lixo em terrenos baldios por ser de fácil acesso.

4.2 A COLETA SELETIVA AJUDA A DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS?

O município não possui um sistema de coleta seletiva, isso acaba dificultando bastante a coleta com o carro compactador, devido os resíduos não estarem separados por categorias, muita das vezes a pessoa que faz a coleta acaba se machucando devido ter resquícios de vidros e outros materiais cortantes junto ao lixo.

4.3 HÁ IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS?

Os moradores das áreas circunvizinhas não fazem muitas reclamações devido a empresa CGA TITARA terem o beneficiado com empregos, mas em tempos chuvosos o aterro exala um odor incontrolável que chega até no centro do município, o chorume é tratado de forma que não atinja o lençol freático, impermeabilizando o fundo.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2004: Classificação de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2004.

ATERRO Controlado e Aterro Sanitário, Aterro. Disponível em:< [Aterro Sanitário, Lixo, O que é, Tipos, Processo Aterro Sanitário \(portalsaofrancisco.com.br\)](#)> Acesso em: 1 novembro 2023

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; CAIXETA-FILHO, José Vicente. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990**. Disponível em: <[D99274 \(planalto.gov.br\)](#)> Acesso em 1 de novembro de 2023.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <[L6938 \(planalto.gov.br\)](#)> Acesso em 1 de novembro de 2023.

_____. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <[Lei nº 11.445 \(planalto.gov.br\)](#)> Acesso em 1 de novembro de 2023.

_____, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº001 de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <[Ministério do Meio Ambiente — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima \(www.gov.br\)](#)> Acesso em 1 de novembro de 2023.

BENSUSAN, NURIT. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. Disponível em < <http://www.fepam.rs.gov.br/>> Acesso em 1 de novembro de 2023.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, EVA MARIA; MARCONI, MARINA DE ANDRADE. **Metodologia Científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

M.M.A. Ministério do Meio Ambiente. 54% dos municípios têm plano de resíduos sólidos. Disponível em: <[Ministério do Meio Ambiente — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/mma)>. Acesso em: 1 novembro 2023

OLIVEIRA, E. C. A. et al. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p 1-19, 2008.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. **Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites**. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro: 1992. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8812/7568>> Acesso em 1 de novembro de 2023.

SÁNCHEZ, LUIS ENRIQUE. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVA, ELIAS. **Apostila Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental**. Viçosa/MGs: Editora UFV, 2004.

TINOCO, JOÃO EDUARDO PRUDÊNCIO; KRAEMER, MARIA ELISABETH PEREIRA. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2011.

VERGARA, SYLVIA CONSTANT. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

VILHENA, ANDRÉ. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 3.ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.