

PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE (PMI)

ESTUDOS TÉCNICOS

ESTUDOS E LEVANTAMENTOS – RESÍDUOS SÓLIDOS – CONCESSÃO



CHAMAMENTO PÚBLICO Nº 001/2023 – SEMURB

CADERNO I – LEVANTAMENTO PRELIMINAR

SANTARÉM – PARÁ
2024

EMPRESA ELABORADORA DO ESTUDO TÉCNICO



CRI GESTAO DE RESIDUOS LTDA

CNPJ: 00.239.339/0001-45

ROD SC 154, S/N, KM 90, CEP 89.790-000, IPUMIRIM/SC

Contato: (049) 3438-1575

WWW.CRICOLETA.COM.BR

[Handwritten signatures in blue ink]

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. OBJETIVO.....	09
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	09
3.1 Histórico de Santarém.....	09
3.2 Localização e acesso.....	10
3.3 Aspectos Físicos e Naturais.....	12
3.3.1 Clima.....	12
3.3.2 Vegetação.....	13
3.3.3 Hidrografia.....	13
3.3.4 Geologia Local.....	14
4. SANEAMENTO BÁSICO	15
5. PANORAMA ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTARÉM/PA.....	18
5.1 Prognóstico Para Resolução Dos Problemas Encontrados.....	21
5.1.1 Aterro Sanitário.....	21
5.1.2 Plano Municipal de Saneamento.....	22
5.1.3 Plano Municipal de Educação Ambiental.....	22
5.1.4 Poluição das Embarcações.....	23
5.1.5 Poluição por Meio de Fretes.....	24
6. COLETA SELETIVA.....	25
6.1 Implantação da Coleta Seletiva.....	27
7. ÁREA DE ABRANGENCIA DO PROJETO.....	30
8. PROJEÇÃO POPULACIONAL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	32
9. SELEÇÃO DA ÁREA.....	35
10. ESPECIFICAÇÕES DO ATERRO SANITÁRIO.....	41
10.1 Características Operacionais do Aterro Sanitário	42
11. ANÁLISE DE BENCHMARKING: REALIZAR ANÁLISE DE BENCHMARKING EM RELAÇÃO À CONCESSÃO DE SERVIÇOS DE COLETA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS ESPECIAIS E DE LIMPEZA URBANA EM OUTROS LOCAIS NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES. ESPECIFICAMENTE, BUSCAR MODELOS DE NEGÓCIOS QUE PROMOVAM SINERGIAS ENTRE OS SERVIÇOS A SEREM CONCESSIONADOS.....	45
11.1 Eficiência na Coleta.....	46
11.2 Tecnologias Utilizadas.....	47

11.3 Sustentabilidade.....	47
11.4 Satisfação do Cliente.....	48
11.5 Custos Operacionais.....	49
11.6 Conformidade Regulatória.....	50
11.7 Operação do Aterro Sanitário.....	51
12. ESTUDOS DE IMPACTO: VERIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE TRANSBORDO, UNIDADES DE RECEBIMENTO E DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ESPECIAIS.....	52
13. ANÁLISE SWOT.....	53
14. SÍNTESE DOS DEMAIS CADERNOS TÉCNICOS A SEREM APRESENTADOS.....	54
EQUIPE TÉCNICA ELABORADO DO ESTUDO.....	58
LEGISLAÇÃO UTILIZADA NO ESTUDO TÉCNICO.....	59
REFERENCIAS.....	62



1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos municípios e o aumento populacional automaticamente trazem consigo a necessidade de aperfeiçoamento no que diz a respeito à prestação de serviços públicos essenciais, dentre estes, um dos principais segmentos é o saneamento básico, onde está englobado o gerenciamento de resíduos sólidos, que compreende o seu acondicionamento para coleta até a sua destinação final ambientalmente correta. O município de Santarém, Pará, também vivencia esta realidade.

A definição de Saneamento Básico está disposta no Marco do Saneamento, no art. 3º da Lei Federal 11.445/07 (atualizada pela Lei Federal 14.026/20):

Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:

I - Saneamento básico: conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).

Ainda, o diploma legal estabeleceu que tais serviços devem ser prestados diretamente pelo poder público, ou, quando feitos por terceiros contratados, devem ocorrer através de concessões públicas. Veja-se:

Art. 10. A prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação, nos termos do art. 175 da Constituição Federal, vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

Assim sendo, gerenciar adequadamente os resíduos sólidos desde seu acondicionamento até destinação final torna-se um desafio para os municípios, buscando sempre alternativas ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para o poder público, focado na saúde e bem-estar dos munícipes.

Ao abordar as implicações legais e ambientais, buscamos estabelecer uma cultura organizacional que internalize a responsabilidade ambiental em cada fase do ciclo de vida dos resíduos.

Com isto, ressalta-se que em razão dos altos impactos sociais e ambientais do não gerenciamento ou gerenciamento incipiente de resíduos sólidos, foi promulgada a Lei nº 12.305/2010 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que veio fomentando mecanismos e instrumentos para melhorar a gestão e gerenciamento de resíduos, tais como planos de resíduos sólidos, educação ambiental, dentre outros, afim de estabelecer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e a logística reversa.

No Brasil, as questões relacionadas à seleção, coleta, transporte e descarte dos resíduos sólidos são gerenciadas por órgãos como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, onde possuem a prerrogativa de orientar, definir regras e regular a conduta dos diferentes agentes que geram resíduos.

A Política Nacional de Saneamento, por sua vez, definida pela Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007, sub-rogada através do Decreto 7.217/2010, que a partir de janeiro de 2014, estabeleceu que o acesso a recursos federais dependeria da existência do



Plano de Saneamento Básico, o qual deve abranger quatro componentes: 1) Abastecimento de Água; 2) Esgotamento Sanitário; 3) Manejo de Resíduos Sólidos e 4) Drenagem de Águas Pluviais.

Além destes quatro componentes, o Plano de Saneamento deve conter um Plano de Segurança da Água (PSA) e um Plano de Defesa Civil, totalizando 06 (seis) temas para os quais se deve fazer o mesmo que foi feito para o caso do PMGIRS, ou seja, um Diagnóstico e um Plano. A pedido dos municípios este prazo foi prorrogado até 31 de dezembro de 2015, através do Decreto 8.211 de 21 de março de 2014. Mas o prazo para que o Município crie, através de Lei, mecanismos de controle social do saneamento continua sendo dezembro de 2014.

Dentre os vários pontos importantes das resoluções da ANVISA (RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004) e do CONAMA (Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005), apoiado pela lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; destacam-se: a responsabilidade dos geradores pelo gerenciamento dos resíduos até a disposição final; a exigência de se fazer a segregação na fonte; a orientação para tratar a fração dos resíduos que realmente necessitam de tratamento; e a possibilidade de solução diferenciada para a disposição final, desde que aprovada pelos órgãos de meio ambiente, limpeza urbana e de saúde.

A norma ISO 14001:2015, referente ao Sistema de Gestão Ambiental, traz a necessidade de que as organizações identifiquem os impactos dos resíduos sólidos, que vão além de seu ambiente interno de gestão. Portanto, toda empresa que possui ou pretende ter certificação ISO 14001 irá buscar meios de avaliar e potencializar a gestão do ciclo de vida dos produtos consumidos e produzidos por ela.

De acordo com o Art. 13º da PNRS, Resíduos Sólidos Urbanos são constituídos por resíduos domiciliares, que são os originários de atividades domésticas em residências urbanas, resíduos de limpeza urbana, e resíduos comerciais. Assim, os RSU são compostos basicamente por resíduos recicláveis (papel, plástico, metal, vidro, matéria orgânica) e rejeitos, todavia, destacam-se entre esses resíduos que podem possuir características de periculosidade, podendo provocar riscos à saúde pública e o meio ambiente.

O município de Santarém, além de possuir uma Política Municipal de

Saneamento Básico (Lei N° 20.876, 30 de dezembro de 2019, atualizada pela Lei N° 21.862, de 22 de dezembro de 2022), possui também um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Sabe-se que o Plano Municipal de Saneamento Básico é a ferramenta que garante aos municípios o recebimento de verbas para obras de saneamento que abrange quatro áreas: serviços de água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais, e deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição.

O PMSB de Santarém contempla todos os aspectos inerentes ao Diagnóstico do sistema de abastecimento de água e do sistema de esgotamento sanitário do município e o prognóstico do sistema de abastecimento de água e do sistema de esgotamento sanitário de Santarém.

Atualmente todos os resíduos coletados no município de Santarém – PA, são destinados ao aterro do município. Porém, este tem apresentado diversos problemas técnicos quanto a destinação dos resíduos e ao tratamento e vazamento dos efluentes gerados pela atividade do aterro sanitário, sendo alvo de inúmeras discussões sobre sua forma de operação e pelos problemas causados. Portanto, o atual aterro controlado enquadra-se como uma opção inadequada da disposição de resíduos sólidos, sendo necessária a construção e operação de um novo modelo de aterro sanitário.

A gestão de resíduos sólidos é parte integrante do saneamento básico e apresenta-se como um importante item dentre as políticas públicas do meio urbano, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/10 é uma importante ferramenta de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos que visa padronizar o serviço público adequando a realidade ambiental, social, sanitária e econômica local, utilizando tecnologias disponíveis e economicamente aplicáveis.

A fim de se construir e manter a longo prazo uma boa qualidade ambiental e de saneamento, atendendo a PNRS e da Política de Saneamento Básico (PNSB), Lei Federal nº 11.445/07 (atualizada pela Lei Federal nº



14.026/20), e buscando contemplar destinação ambientalmente correta dos resíduos, o estudo apresentado vem trazer parâmetros para uma gestão compartilhada de destinação final de resíduos do município de Santarém, como também apresentar viabilidade econômica para o serviço.

2. OBJETIVO

Apresentar um estudo com viabilidade técnica, econômico-financeira e jurídica para a realização de investimentos e operação de estrutura para tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos gerados no município de Santarém/PA e região.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

3.1 Histórico de Santarém

A história de Santarém remonta a um grande processo de imigrações que deixou diversas heranças culturais que, unidas, formam a identidade do município e do povo santareno.

A cidade foi fundada no dia 22 de junho de 1661 pelo padre português João Felipe Bettendorf durante missões jesuítas na região. Nesta data ainda não havia o formato de cidade nem o nome que conhecemos hoje, mas o dia em que o padre instalou a missão na aldeia dos Tapajós foi o que deu início a formação do município em que vivemos.

No dia 14 de março de 1758, o local foi elevado à categoria de vila pelo governador da Província Grão Pará, capitão-geral Francisco Xavier de Mendonça Furtado, recebendo o nome de Santarém. Em viagem ao Rio Tapajós, ele instalou as vilas de Alter do Chão, onde era a aldeia dos Boraris; Boim, onde era aldeia dos Tupinambás; Vila Franca, onde era aldeia dos Arapiuns e Cumarús; e Pinhel, onde era Aldeia dos Matapuz. Vários eventos políticos ocorreram desde então. Construção de fortalezas; movimentos rebeldes contra a dominação portuguesa, como foi o caso da Cabanagem em Santarém, de 1833 a 1840; imigrações em busca de novos horizontes durante o Ciclo Econômico da Borracha, etc.

E em 24 de outubro de 1848, Santarém finalmente foi elevada à categoria de cidade pelo presidente da Província, Jerônimo Francisco Coelho. Uma cidade que

reúne até hoje os descendentes indígenas, portugueses, estadunidenses e nordestinos, que com muito trabalho promovem o crescimento da nossa sociedade.

3.2 Localização e acesso

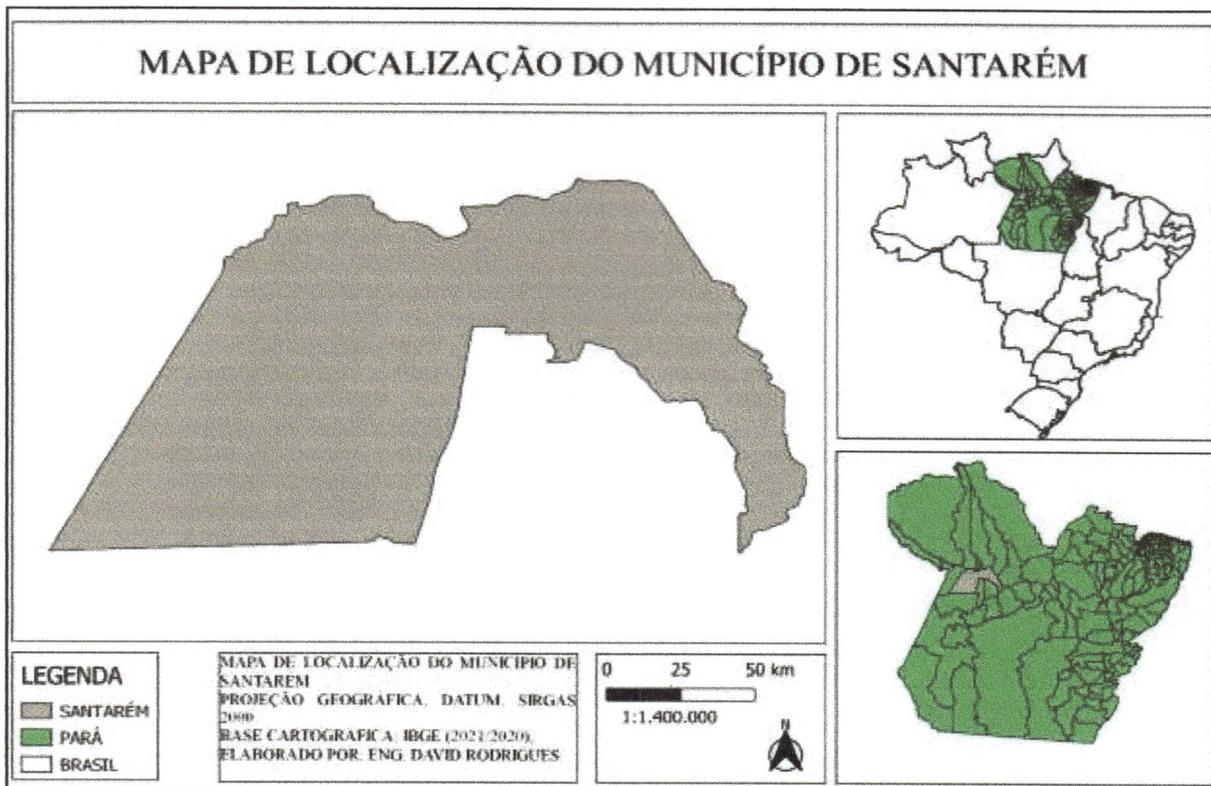
Santarém é o principal centro urbano financeiro, comercial e cultural do oeste do estado do Pará. É um dos municípios antigos da região amazônica, e que apesar de ser uma cidade do interior, possui características de cidade grande, e é a sede da Região Metropolitana de Santarém, o segundo maior aglomerado urbano do Pará.

Em 2019, sua população foi estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 304.589 habitantes, sendo então o 3º município paraense mais populoso, o 8º mais populoso da Região Norte e o 91º mais populoso município do Brasil. Ocupa uma área de 22 887,080 km², sendo que 97 km² estão em perímetro urbano.

Santarém é um município localizado no Oeste do Estado do Pará no Norte do Brasil. Seus habitantes são chamados de santarenos. Está localizado a uma altitude de 51 metros, com clima equatorial AM, e fuso horário UTC-3. Situa-se a 2º 24" 52" de latitude sul e 54º 42" 36" de longitude oeste, na região do oeste paraense, na meso região do Baixo Amazonas, na microrregião de Santarém e localiza-se na margem direita do rio Tapajós, na sua confluência com o rio Amazonas. Dista cerca de 807 km, em linha reta, da capital do Estado. O município se estende por 17.898,389 km² e de acordo com o último censo realizado em 2022, sua população atual é de 331.942 hab, perfazendo uma densidade demográfica de 18,55 hab/km².



Imagem 01: Localização município de Santarém – PA.



O acesso ao município pode ocorrer de diferentes formas; por meio aéreo, terrestre (rodoviário) ou ainda hidroviário. O acesso aéreo acontece por meio de voos diários, com aeronaves de diferentes dimensões/tamanhos. As aeronaves a jato de grande porte, levam aproximadamente uma hora de viagem até as cidades de Belém e Manaus, se estendendo, a partir das mesmas, para outras regiões do país (nordeste, centro-oeste, sul, sudeste) e exterior.

Por via terrestre o acesso até a Capital do Estado é possível através da BR-163 (Rodovia Federal Santarém-Cuiabá), ligando Santarém ao município de Rurópolis, com 229 km de estrada, cruzando a partir daí a BR-230 (Rodovia Transamazônica), percorrendo 90 km até o município de Placas, passando por diversos municípios (Uruará, Medicilândia, Brasil Novo, Altamira, Belo Monte, Anapu, Pacajá, Novo Repartimento) até chegar em Tucuruí via BR-422, em seguida percorre os municípios de Breu Branco, Goianésia, Tailândia, Moju, Abaetetuba, Barcarena, Ananindeua, para finalmente alcançar a BR-316, e a cidade de Belém, através de linhas regulares de ônibus.

Já por meio hidroviário, são 880 quilômetros de distância de Santarém à capital do Estado, e para Manaus são 756 quilômetros. Sendo que a modalidade hidroviária é a forma de locomoção mais importante, tanto para passageiros, quanto para transporte de cargas devido à rede hidrográfica existente (Amazonas, Tapajós, Arapiuns, Curuá-Una, Moju e Mojuí), desempenhando um importante papel na economia local.

De acordo com um levantamento dos setores que mais geram emprego e renda, e contribuem para o desenvolvimento econômico da região, obteve-se que os setores com maior desenvolvimento socioeconômico são os serviços, comércio e construção civil. De acordo com Censo realizado em 2022, Santarém possui um PIB per capita de R\$ 20.725,66 e um percentual das receitas oriundas de fontes externas (censo 2021) 83,1 %.

Tabela 01: Dados econômicos de Santarém – PA

PIB per capita (2021)	20.725,66 R\$
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2020)	0,691
Total de Receitas realizadas (2017)	581235,34 (x1000)
Total de Despesas empenhadas (2017)	573388,16 (x1000)
IPCA (novembro 2023 para o estado do Pará)	0,14%
IPCA (últimos 12 meses)	4,68%

Fonte: IBGE, 2023

3.3 Aspectos Físicos e Naturais

3.3.1 Clima

O clima dominante na região é do tipo equatorial úmido AM, segundo a classificação de Köppen (SUDAM, 1984). Segundo os dados referentes a estações meteorológicas situadas dentro do contexto focalizado, as características climáticas mostram a precipitação pluviométrica anual média de 1911,2 mm, atingindo até 2.000 mm e a temperatura anual média de 28.6 ° C. O período chuvoso de maior intensidade concentra-se nos meses de fevereiro a maio e o período mais seco, de agosto a novembro. A umidade relativa do ar é da ordem de 80%.

Especificamente em Santarém, na estação chuvosa tem-se a presença de céu encoberto; e na estação seca o céu fica parcialmente encoberto. Durante o ano inteiro,



o clima é quente e opressivo. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 24 °C a 33 °C e raramente é inferior a 22 °C ou superior a 35 °C.

A probabilidade de dias com precipitação em Santarém varia acentuadamente ao longo do ano. A estação de maior precipitação dura 5,7 meses, de 25 de dezembro a 14 de junho, com probabilidade acima de 46% de que um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em Santarém é abril, com média de 24,1 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação. A estação seca dura 6,3 meses, de 14 de junho a 25 de dezembro. O mês com menor número de dias com precipitação em Santarém é setembro, com média de 3,6 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

3.3.2 Vegetação

A flora terrestre de Santarém é um complexo ecológico muito rico em termos de biodiversidade (região amazônica), sendo que a sua cobertura vegetal original é composta pela floresta, cerrado e a vegetação de várzea, variando de acordo com o tipo de solo e da drenagem das águas, porém devido à ocupação humana desordenada, essa vegetação foi alterada, apresentando uma baixa conectividade estrutural e funcional.

A região tem muita vegetação que interessa a economia, como as madeiras com alto valor comercial Tauari (*Courati* spp), Jarana (*Leeythis lucida*) e Itauba (*Mezilaurus itauba*), entre outras). Entretanto, a área de cerrado já consiste em abundância vegetação, apresenta solos de baixa fertilidade e extremamente arenoso (areias quartzosas). A mata de várzea permanece parte do ano inundada pela variedade de espécies florestais de porte mediano e ocorrência de alguns indivíduos de menor porte (EIA/RIMA DO TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS DA CARGIL, 2010).

Na escala dos biomas, a região em estudo insere-se no Domínio da Floresta Amazônica, destacando-se de acordo com a Classificação Fitogeográfica Brasileira IBGE (1993) as fisionomias de Florestas Ombrófila Densa (Montana, Submontana) e Ombrófila Aberta (Submontana). (RCA DO PORTO DE SANTARÉM, 2013).

3.3.3 Hidrografia

O município de Santarém está localizado na bacia hidrográfica do rio Amazonas. Mesmo sendo chamada e definida como mesorregião do Baixo Amazonas, a localização desta região é na parte do médio rio Amazonas. A descarga líquida do rio Tapajós em sua foz, localizada em Santarém é de 13.540 m³/s e a descarga líquida anual média do rio Amazonas em Óbidos (situada a 130 km a montante de Santarém) é de 165.740 m³/seg (MOLINIER, et al 1992).

O rio Tapajós é o principal curso d'água, cortando a porção central do município de Santarém, de sul para norte, e deságua no rio Amazonas em frente à cidade de Santarém. Na margem direita do Tapajós predomina uma vegetação exuberante, com presença de árvores de grande porte, caracterizando uma Floresta Densa de "terra firme", onde está inserida a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA). O rio Amazonas possui importância para o município, não apenas pela sua alta navegabilidade, mas principalmente pelas suas terras de "várzeas", com elevada fertilidade natural, em virtude da deposição cíclica de sedimentos ricos em nutrientes (SOUZA et al., 1996; RODRIGUES et al., 2001).

3.3.4 Geologia Local

O contexto geológico desta região é representado principalmente pelos sedimentos clásticos da formação Alter do Chão, a qual ocorre em boas exposições no baixo curso do rio Tapajós e em outros locais e pelos depósitos aluviais quaternários.

Após os estudos realizados pela PETROBRÁS houve um melhor conhecimento da Formação Alter do Chão, definida a partir de uma perfuração petrolífera na localidade de Alter do Chão. Essa Formação é pobre em fósseis. Sua idade neocretácea foi baseada em um dente de dinossauro terópodo, encontrado em uma perfuração petrolífera em Nova Olinda e seu posicionamento corresponde à idade Eocenomaniana a Maastrichtiana. Os estudos micropaleontológicos mais recentes a esta descoberta indicaram que deposição se iniciou no Albiano Médio ou Inferior (Cretáceo Inferior), estendendo-se pelo Cenomaniano e Turoniano (Cretáceo Superior).

A sequência litológica da Formação Alter do Chão apresenta arenitos e argilitos, com conglomerados subordinados e níveis de lateritas. Os arenitos são finos a

médios, geralmente com estratificação cruzada, sendo de cor vermelha e variegada, com intercalações argilosas. Os argilitos têm cor vermelha, creme, branca, roxa e variegada, sendo pouco consolidados e com lentes de areia. Os conglomerados possuem seixos de quartzo claro de até 5 cm de diâmetro e seixos de quartzo leitoso de até 15 cm de diâmetro.

Na área situada ao norte do rio Amazonas, há a ocorrência de um arenito de textura média, com cimento caolínico e silicoso, branco, geralmente manchado de vermelho, com impregnações de óxido de ferro. O mesmo foi considerado por muito tempo com uma formação geológica distinta, chamada de arenito Manaus, contudo esta litologia configura-se apenas como um horizonte da Formação Alter do Chão.

Os processos de evolução da paisagem incidentes sobre a Formação Alter do Chão, na região de Santarém, resultaram em morfologias com formas tabulares chamadas de platôs na parte sul do município, constituindo os chamados Planalto Tapajós-Xingu e Planalto Rebaixado da Amazônia. Mais ao norte, margeando os rios Amazonas e Tapajós situa-se uma região aplainada, em locais onde a erosão atuou com maior intensidade à qual convencionou-se chamar de Superfície de Aplainamento e Inselbergs.

Analisando-se o perfil geológico de um poço petrolífero no âmbito da Formação Alter do Chão, perfurado na vila homônima, pode-se definir sua litologia como predominantemente arenosa, com uma espessura de pouco mais de 600 metros. A litologia apresenta em sua parte superior um capeamento argiloso com uma sequência arenosa, está com níveis argilosos e lentes de seixo em matriz arenosa.

Esse capeamento é constituído de argilas de cor amarelada a creme, vermelha, às vezes claras, caolínicas, argilas siltosas de coloração roxa e níveis de laterização. Essa parte superior está situada nos platôs e atinge espessura de mais de 50 metros. A sequência arenosa subsequente apresenta níveis argilosos e lentes de seixos em matriz arenosa. As areias e arenitos são de cor creme e clara, às vezes vermelhas com granulometrias e seleções variadas e apresentam estratificações cruzadas. Esses sedimentos apresentam-se inconsolidados ou pouco consolidados.

4. SANEAMENTO BÁSICO

Em 5 de janeiro de 2007, foi publicada a Lei 11.445, a qual regulou os serviços

de saneamento básico. A Lei do Saneamento foi recentemente alterada pela Lei 14.026/2020 em diversos aspectos; dentre eles, uma significativa alteração na definição dos serviços públicos de saneamento básico. Em suma, a Lei do Saneamento identifica o saneamento básico com quatro atividades, todas consideradas serviços públicos.

Por “saneamento básico”, o art. 3º I, definiu como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: (a) abastecimento de água potável; (b) esgotamento sanitário; (c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e (d) drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Esses serviços foram regulados pelo Decreto 7.217/2010 (“Regulamento do Saneamento”).

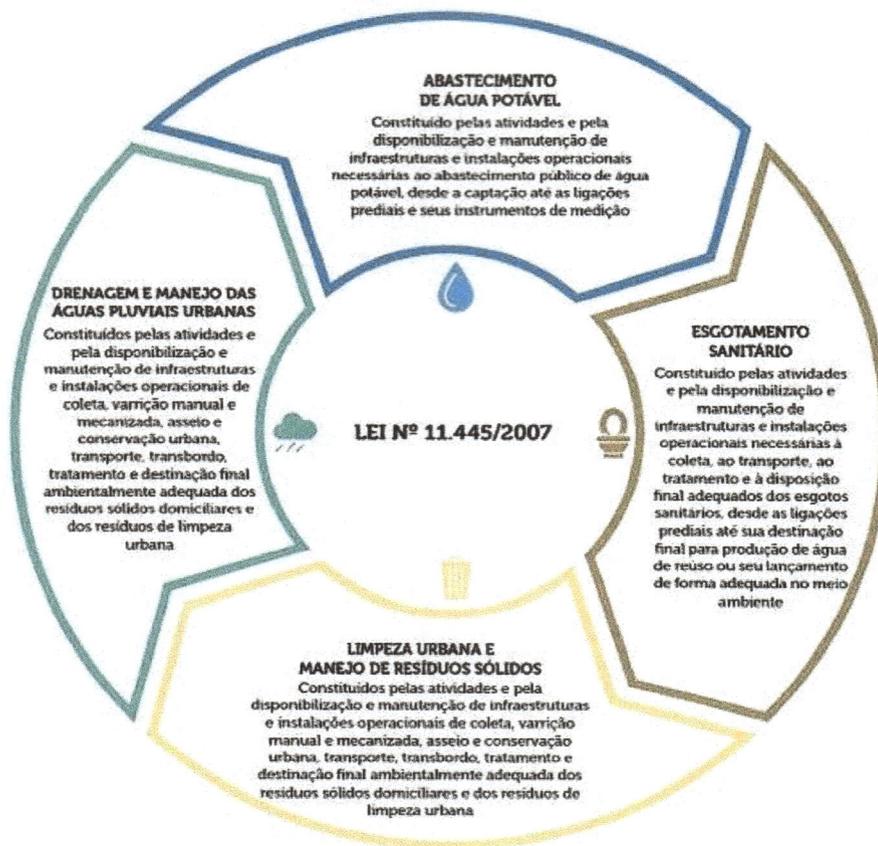
Dessa forma, sob a perspectiva jurídica, a distinção entre “saneamento ambiental” e “saneamento básico” tomando como base a inserção ou não dos serviços de limpeza urbana e drenagem pluvial, não tem mais sentido. Convém tratar desses serviços de forma separada.

São princípios do Saneamento Básico:

- Universalização do acesso com integralidade das ações, segurança, qualidade e regularidade;
- Promoção da saúde pública, segurança da vida e do patrimônio, proteção ao meio ambiente;
- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, proteção ambiental e interesse social;
- Adoção de tecnologias apropriadas as peculiaridades locais e regionais;
- Gestão com transparência baseada em sistemas de informações, processos decisórios institucionalizados;
- Promoção da eficiência e sustentabilidade econômica, considerando a capacidade de pagamento dos usuários.



Imagem 02: Serviços destacados no Saneamento Básico



Fonte: SNIS, 2019.

A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos considerados na lei como serviços públicos são compostos pelas atividades de: coleta, transbordo e transporte dos resíduos; triagem para fins de reuso ou reciclagem; tratamento, incluindo compostagem, e disposição final dos resíduos. Refere-se também aos resíduos originários da varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros serviços de limpeza pública urbana, relacionados no art. 3º da Lei.

Neste estudo será abordado a destinação final dos resíduos sólidos do município de Santarém e região, item essencial na gestão e saneamento básico. O município de Santarém possui seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que foi instituído em 30 de dezembro de 2019, no entanto, este se encontra desatualizado, havendo a necessidade iminente de que ocorra a revisão do mesmo, adicionando as novas metas que exigem a legislação federal nº 14.026/2020.

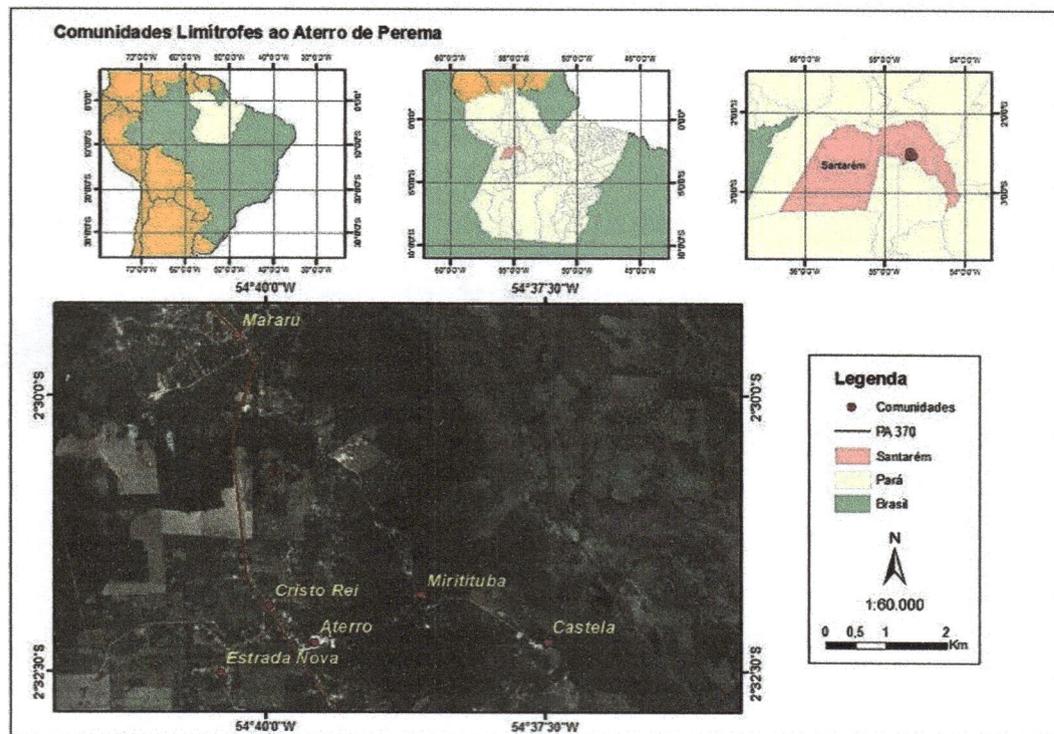
Nele são instituídos os programas, projetos e ações, prevendo sua sustentabilidade ambiental, social e econômica, de forma a possibilitar a universalização na prestação dos serviços de saneamento básico, no intuito de melhorar as condições de salubridade ambiental, de reduzir os riscos à saúde da população e promover o uso racional dos recursos hídricos.

5. PANORAMA ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTARÉM/PA

O Município de Santarém/PA, distante a 1.387 Km da capital Belém/Para, realiza a coleta dos resíduos sólidos, através de empresa terceirizada contratada para a execução da atividade. Os Resíduos sólidos domiciliares que são coletados no município, são encaminhados para o Aterro Controlado do Perema.

O Aterro Controlado do Perema está localizado na Rodovia Santarém Curuá Una, no Km 14, na Comunidade do Perema. CEP: 68.045-991 – Santarém/PÁ. Sobre a administração da Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos - SEMURB. No seu entorno estão as comunidades de Castela, Miritituba, Mararu, Perema, Estrada Nova e Cristo Rei.

Imagem 02: Localização do Aterro Controlado do Perema em Santarém – PA.



O Aterro em questão entrou em operação no dia 15 de outubro de 2003 e surgiu como uma solução para a questão da destinação de resíduos do município de Santarém, que contava na época com o Lixão do Cucurunã (Comunidade Cucurunã), desativado por muitas razões, incluindo a quantidade de urubus que colocava em perigo o tráfego aéreo do aeroporto Internacional Maestro Wilson Fonseca, único aeroporto da cidade de Santarém.

O Município possui coleta regular de lixo executada por uma empresa terceirizada. A abrangência se dá em 100% da área urbana e 30% da área rural do município, estando inclusas a Vila de Alter do Chão, Eixo Forte, Planalto, Boa Esperança e Lago Grande.

Com isto, contabiliza-se que aproximadamente 80% da população possui abrangência de coleta de lixo. Após a coleta ser realizada na cidade, está é levada ao Aterro do Perema para disposição final.

A atividade principal do Aterro se enquadra como o Tratamento e disposição de resíduos não perigosos. Com área de 64 ha de acordo com seu projeto inicial, recebe em média 5.784,21 t mensal (média de 222 t/dia) de resíduos domiciliares (Divisão de Saneamento – SEMURB/PMS, 2021).

No Aterro existe um galpão de 810,9 m² de área construída, nela anexada dois banheiros, sendo 1 (um) masculino e 1 (um) feminino. A mesma é cedida (concessão) para a Cooperativa de Reciclagem de Santarém - COOPRESAN, a mesma tem licenciamento ambiental para seu funcionamento nas dependências do aterro, fazendo também com que tenham autorização para descarga e/ou retirada de resíduos.

A COOPRESAN atual no mercado com coleta de resíduos não-perigosos. Comércio atacadista de resíduos de papel e papelão, comércio atacadista de resíduos e sucatas não-metálicos, exceto de papel e papelão e comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicos. Recuperação de sucatas de alumínio, recuperação de materiais metálicos entre outros. A cooperativa na sua operacionalidade utiliza, uma esteira para iniciar o processo de separação dos resíduos, uma mesa de triagem, dois carrinhos plataforma, duas prensas e um caminhão.

Apesar do local onde ocorre a destinação dos resíduos sólidos urbanos de Santarém, ter disso construída para a finalidade de um aterro controlado, sabe-se que essa perdeu sua característica ao longo do tempo. No entanto, a Secretaria gerenciadora do mesmo, vem trabalhando para devolução da característica da qual foi criada, devendo este ser licenciado para um processo de finalização das atividades.

Por apresentar diversos problemas e dificuldades em sua forma de operação e manutenção, podemos caracterizar tal área como “lixão”. Nesta área são depositados diversos tipos de resíduos gerados dentro do município, e quando do encerramento de suas atividades e implantação de um novo aterro sanitário atendendo as normas vigentes estabelecidas, esta poderá ser revertida em uma Área de Transbordo Temporário – ATT, recebendo os resíduos volumosos (limpeza pública, construção civil e poda de árvores).

A disposição de resíduos sem tratamento adequado além de poluir o meio ambiente e degradar a área, é prejudicial à saúde humana, sendo um problema de ordem pública. Em julho de 2021 ocorreu uma manifestação por parte dos moradores das comunidades próximas, interditando a entrada do aterro, isso deu-se devido a fumaça, odores e proliferação de moscas na circunvizinhança.

Além deste fato, em 2015 ocorreu um grande incêndio no local, devido ao acúmulo de gases confinados por anos, este incêndio durou mais de um mês, trazendo danos ambientais e transtornos aos moradores que habitam na redondeza.

Outro ponto negativo na gestão de resíduos seria a falta de educação ambiental de parte da população. Observa-se que peculiaridades no município de Santarém, também afetam o sistema de gerenciamento de resíduos. Podemos pontuar, por exemplo, a disposição de lixo em frente a residências fora do horário de coleta, possibilitando a proliferação de mosquitos, roedores e outros animais que possa espalhar o lixo pelas vias.

Durante o diagnóstico, notamos ainda que as embarcações e comércios lançam parte de seus resíduos em canaletas e/ou direto no rio em frente a cidade de Santarém. Constatamos que no local há coleta de lixo três vezes ao dia, devido esta



ser uma área central e de grande fluxo de pessoas, mas mesmo assim, uma quantidade incalculável de lixo é disposta de forma inadequada.

Embora este seja um problema nacional, em Santarém se acentua devido a educação ambiental ser ainda muito “tímida”, havendo um centro especializado, mas que funciona de forma inadequada ou abaixo de sua capacidade.

Por fim, constatamos a tração animal muito evidente no município, sendo que estes não despejam o lixo recolhido no aterro municipal. Geralmente esta disposição ocorre em vias de acesso não pavimentadas e em terrenos sem moradias.

5.1 Prognóstico Para Resolução Dos Problemas Encontrados

Podemos afirmar que há um histórico de problemas relacionados aos resíduos sólidos no município de Santarém/PA, sendo que o maior seria a área atual de destinação final de resíduos, e que vem se arrastando ao longo dos anos.

Mediante isto, podemos sugerir ao município algumas adequações para que possam estabelecer um plano de ação para solucionar a problemática e que diante disso há uma justificativa plausível para que a Prefeitura Municipal de Santarém se regularize a legislação vigente.

5.1.1 Aterro Sanitário

Em visita realizada pela empresa CRI Gestão de Resíduos LTDA *in loco* no atual aterro do município, onde há a existência e operação do Aterro Controlado, constatou-se a disposição de lixo no solo, sem que houvesse qualquer tipo de isolamento, ocasionando contaminação do mesmo.

Observou-se ainda inúmeras aves, mau odor, e existência de focos de incêndios causados pelos gases que são gerados a partir da decomposição dos resíduos. Esses problemas detectados *in loco*, podem acarretar na proliferação de doenças. Além de várias pessoa que trabalham diariamente coletando resíduos recicláveis sobre a massa de resíduos sem nenhuma proteção.

Estando com o prazo para desativação deste modelo de aterro extrapolado (Lei Federal nº12.305/2010 e 14.026/2020), planeja-se e se torna viável a implantação de



um novo aterro sanitário, dentro das normas técnicas e de engenharia, visando a resolução dos problemas com a atual forma de destinação dos resíduos sólidos urbanos.

5.1.2 Plano Municipal de Saneamento

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSM), é um instrumento fundamental para se alcançar o acesso universal do saneamento básico, definido pela Lei 11,445 de 2007, e o Plano Municipal de Saneamento Básico é a ferramenta que garante aos municípios o recebimento de verbas para obras de saneamento que abrange quatro áreas: serviços de água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais.

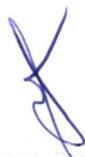
O Plano municipal de Saneamento deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição.

Comprovando sua importância ao município, enfatizamos que o mesmo deve ser atualizado em caráter de urgência, expondo novas metas e cumprimento da legislação vigente. Este deve dispor de ampla participação da sociedade, onde tirão a oportunidade de contribuir com propostas que atendam às suas necessidades, juntamente com o conhecimento técnico dos especialistas, como Engenheiros, Professores e estudantes.

5.1.3 Plano Municipal de Educação Ambiental

O Plano Municipal de Educação Ambiental é um instrumento de planejamento que define objetivos, estratégias e ações para promover a conscientização e a educação ambiental dentro de um município. Ele geralmente aborda questões como preservação dos recursos naturais, gestão de resíduos, conservação da biodiversidade e promoção do desenvolvimento sustentável, visando engajar a comunidade local na proteção do meio ambiente e na adoção de práticas mais sustentáveis.

Um Plano Municipal de Educação Ambiental pode incluir atividades como:



- Implementação de programas educacionais em escolas e instituições públicas e privadas;
- Realização de campanhas de conscientização e mobilização comunitária;
- Criação de espaços verdes e áreas de lazer sustentáveis;
- Promoção de eventos e workshops sobre temas ambientais;
- Desenvolvimento de parcerias com organizações não governamentais e instituições de pesquisa;
- Incentivo à participação da comunidade em atividades de conservação e recuperação ambiental;
- Integração da educação ambiental em políticas públicas e planos de desenvolvimento urbano;
- Monitoramento e avaliação periódica das ações implementadas para ajustes e melhorias contínuas.

O Município de Santarém possui um centro especializado de Educação Ambiental (CIAM – vinculado à Secretaria Municipal de Educação Ambiental), no entanto, precisa se estabelecerem metas e planos de ação para o desenvolvimento da mesma, tendo em vista que a falta desta, afeta a população e o meio ambiente.

Com isto, sugerimos que seja elaborado um Plano Municipal de Educação Ambiental, podendo este ser licitado ou feito em conjunto com o Conselho Municipal de Meio Ambiente.

5.1.4 Poluição das Embarcações

O lixo das embarcações nos rios é uma preocupação ambiental séria. É importante que os operadores de embarcações adotem práticas responsáveis de gestão de resíduos para evitar a poluição dos rios e proteger os ecossistemas aquáticos. Além disso, a conscientização e a educação sobre o descarte adequado de resíduos são fundamentais para combater esse problema.

Existem várias medidas que podem ser adotadas para reduzir o lixo das embarcações nos rios:



- **Educação e conscientização:** Promover a conscientização entre os operadores de embarcações sobre os impactos do lixo nos rios e a importância do descarte adequado dos resíduos;
- **Implementação de regulamentações:** Estabelecer e fazer cumprir regulamentações que exijam que as embarcações tenham sistemas de gestão de resíduos a bordo e que descartem seus resíduos em locais apropriados;
- **Instalação de lixeiras adequadas:** Disponibilizar lixeiras adequadas nas embarcações e ao longo das margens dos rios para que os resíduos possam ser descartados corretamente;
- **Campanhas de limpeza:** Organizar campanhas de limpeza periódicas para remover o lixo dos rios e suas margens, envolvendo a comunidade local, operadores de embarcações e organizações ambientais;
- **Incentivos econômicos:** Oferecer incentivos econômicos para as embarcações que adotarem práticas de gestão de resíduos ambientalmente responsáveis, como descontos nas taxas de ancoragem ou incentivos fiscais;
- **Tecnologia e inovação:** Investir em tecnologias inovadoras para reduzir a quantidade de resíduos gerados pelas embarcações, como sistemas de reciclagem a bordo ou tecnologias de tratamento de águas residuais.

Essas medidas combinadas podem ajudar a mitigar o problema do lixo das embarcações nos rios e a proteger os ecossistemas aquáticos.

5.1.5 Poluição por Meio de Fretes

A tração animal para frete é uma prática tradicional que ainda é utilizada em muitas partes do mundo, especialmente em áreas rurais onde os veículos motorizados podem não ser acessíveis ou práticos. É uma alternativa sustentável e econômica em alguns casos, mas requer cuidados com o bem-estar dos animais e consideração pelos impactos ambientais.

Acabar completamente com a tração animal em fretes pode ser desafiador, especialmente em áreas onde os recursos são limitados e os veículos motorizados podem não ser uma opção viável. No entanto, algumas soluções para reduzir sua dependência e, eventualmente, eliminar a tração animal em fretes incluem:



- **Incentivos para Modernização:** Oferecer incentivos financeiros e apoio técnico para ajudar os proprietários de animais de carga a adquirir veículos motorizados mais eficientes e sustentáveis.
- **Desenvolvimento de Infraestrutura:** Investir na melhoria da infraestrutura de transporte, como estradas e pontes, para facilitar o uso de veículos motorizados em áreas anteriormente dependentes da tração animal.
- **Educação e Treinamento:** Fornecer programas de educação e treinamento para comunidades rurais sobre alternativas de transporte mais sustentáveis e sobre os benefícios de se afastar da tração animal.
- **Alternativas de Emprego:** Criar oportunidades de emprego em setores alternativos que não dependam da tração animal, incentivando a diversificação econômica nas áreas afetadas.
- **Regulamentação e Fiscalização:** Implementar e fazer cumprir regulamentações que limitem ou proíbam o uso de tração animal em fretes, garantindo a transição para métodos de transporte mais humanos e sustentáveis.

Essas medidas devem ser implementadas gradualmente e com sensibilidade para garantir uma transição suave e justa para todas as partes envolvidas.

6. COLETA SELETIVA

A coleta seletiva é uma estratégia essencial para lidar com o crescente desafio dos resíduos sólidos urbanos. Ao separar os materiais descartados conforme sua composição, a coleta seletiva possibilita a reciclagem eficiente, reduzindo a quantidade de lixo enviado para aterros sanitários e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Essa prática não apenas conserva recursos naturais, mas também promove uma consciência ambiental coletiva, incentivando ações sustentáveis em comunidades e organizações. Neste contexto, a coleta seletiva emerge como uma resposta crucial para mitigar os impactos ambientais negativos e promover um futuro mais sustentável.

Este sistema de seleção visa o gerenciamento de resíduos que envolve a separação e a recolha de materiais descartados, como plástico, papel, vidro e metal, de forma individualizada. Esses materiais são então processados em instalações de reciclagem para serem transformados em novos produtos ou reintegrados à cadeia



produtiva. Além de reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, a coleta seletiva ajuda a conservar recursos naturais, economizar energia e reduzir a poluição ambiental. Essa prática requer a participação ativa da comunidade, empresas e governos para garantir o seu sucesso e contribuir para um ambiente mais limpo e sustentável.

No cotidiano de nossas cidades, são produzidos milhares de toneladas de resíduos. Há muito tempo este resíduo é um dos grandes problemas que o poder público e a sociedade têm enfrentado, buscando soluções que nem sempre atendem às necessidades e que geram degradação do meio ambiente, tais como as contaminações dos nossos rios, a poluição do ar, ruas sujas, proliferação de insetos, ratos, etc., tornando-se deste modo um problema de saúde pública.

A solução mais eficiente para evitar tais problemas, é a separação dos materiais recicláveis para o reaproveitamento, transformando o problema do resíduo em solução econômica, ambiental, política e social. É um método eficiente por permitir a redução do volume de resíduo para disposição final.

Ao desenvolver a atividade de coleta dos resíduos recicláveis, visando à comercialização, o catador colabora para a diminuição do gasto com energia nos processos de produção que utilizam esses materiais como input industrial.

Além de contribuir para a redução da exploração das matérias-primas que seriam utilizadas, eles ajudam a reproduzir o capital aplicado nesse circuito econômico, favorecendo a vida útil dos aterros sanitários dos municípios ao evitar que toneladas de materiais recicláveis sejam depositadas indevidamente.

O resíduo é um dos grandes problemas que o poder público e a sociedade têm enfrentado, buscando soluções que nem sempre atendem às necessidades e geram degradação do meio ambiente.

Como consequências da disposição inadequada temos: a proliferação de vetores de doenças; contaminação de lençóis subterrâneos e do solo pelo chorume; contaminações dos rios, a poluição do ar, tornando-se deste modo um problema de saúde pública. A solução mais eficiente para evitar tais problemas, é a separação dos materiais recicláveis para o reaproveitamento e sua transformação em solução



econômica, ambiental, política e social. A coleta seletiva não é a solução final para os resíduos, mas, uma possibilidade de redução do problema.

6.1 Implantação da Coleta Seletiva

A Prefeitura de Santarém, por meio das Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SEMMA) e de Urbanismo e Serviços Públicos (SEMURB), instalou 35 Pontos de Entregas Voluntárias (PEVs), áreas onde a população pode depositar o lixo reciclável, com a finalidade de ser coletado e destinado ao reaproveitamento sustentável. O projeto de instalação dos PEV's é uma iniciativa do governo municipal mediante convênio com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), e contemplou todas as zonas do município, bem como o distrito de Alter do chão.

O Ponto de Entrega Voluntária é uma excelente iniciativa de coleta seletiva, mas esta deve ser auxiliada por uma excelente política de educação ambiental. Deve-se nesta situação de implantação realizar visitas porta a porta, reuniões com associações de bairros, palestras em escolas e divulgação em mídias sociais, a fim de se conscientizar o maior número de pessoas para que o projeto evolua.

Havendo a inconstância deste mecanismo, a maioria dos PEV's já foram deteriorados e os resíduos ali despejados não condizem com sua real finalidade. Sugere-se a remoção destes PEV's para manutenção e elaboração de novo projeto com os mesmos.

Outro ponto importante que falta no município de Santarém, seria a coleta seletiva porta a porta. O município, junto ao Plano Municipal de Educação Ambiental a ser elaborado, deverão implantar a princípio um projeto piloto que devem seguir as informações no decorrer desta.

A coleta seletiva porta a porta é um sistema em que os resíduos são separados pelos moradores em suas casas e recolhidos diretamente nas residências, facilitando a reciclagem e o tratamento adequado dos materiais. Esse método ajuda a aumentar a taxa de reciclagem e reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários.

Para iniciar um projeto piloto de coleta seletiva porta a porta, sugerimos seguir estas etapas:



1. ***Identificação da área piloto*:** Escolha uma região de tamanho gerenciável para lançar o projeto. Pode ser um bairro, uma rua ou até mesmo um conjunto habitacional;
2. ***Levantamento inicial*:** Faça um levantamento das características demográficas da área, como o número de residências, perfil socioeconômico dos moradores e tipos de resíduos gerados;
3. ***Engajamento da comunidade*:** Realize reuniões com os moradores para apresentar o projeto e obter feedback. Explique os benefícios da coleta seletiva porta a porta e incentive a participação ativa da comunidade;
4. ***Planejamento logístico*:** Desenvolva um plano detalhado para a coleta seletiva, incluindo a distribuição de contêineres para separação dos materiais, roteamento das coletas e cronograma de implementação;
5. ***Implementação gradual*:** Inicie o projeto piloto em etapas, começando com uma fase de teste em um número reduzido de residências. Isso permitirá ajustes conforme necessário antes da expansão para toda a área piloto;
6. ***Avaliação contínua*:** Monitore regularmente o progresso do projeto, coletando dados sobre a quantidade e qualidade dos materiais recicláveis coletados, o nível de participação da comunidade e eventuais desafios enfrentados;
7. ***Ajustes e expansão*:** Com base nos resultados da fase piloto, faça os ajustes necessários no projeto e planeje sua expansão para incluir mais residências ou áreas. Use as lições aprendidas para melhorar o programa conforme ele cresce;
8. ***Divulgação dos resultados*:** Compartilhe os resultados e experiências do projeto piloto com outras comunidades, órgãos governamentais e parceiros interessados em promover a coleta seletiva porta a porta.

Ao seguir essas etapas e manter uma abordagem flexível e adaptável, você poderá lançar um projeto piloto de coleta seletiva porta a porta com sucesso e estabelecer as bases para sua expansão futura. Ressaltamos que este piloto poderá

ser feito em um bairro central pelo período de 06 meses à 1 ano, sempre avaliando e ajustando quando necessário for.

A educação ambiental se torna fundamental para o sucesso deste projeto.

Não podemos de antemão, quantificar valores para que este mecanismo ocorra. Tudo vai depender da metodologia adotada pelo ente público. No entanto, deixamos como sugestão que está coleta, bem como a educação ambiental porta a porta, seja realizada por alguma cooperativa de materiais recicláveis do município de Santarém.

Para que isto ocorra, a Prefeitura, juntamente com a empresa gestora do futuro aterro sanitário, disponibilizem recursos materiais e financeiros para que se atendam às necessidades deste serviço de coleta.

O município por sua vez, poderá se utilizar das legislações federais 12.305/2010 e 14.026/2020, para dispor de recursos apropriados para pagamento dos serviços prestados pela cooperativa.

Após implementado o projeto piloto e visto que o mesmo funciona para o município, este deverá expandir os serviços de coleta porta a porta, seguindo a estas etapas:

1. ***Planejamento***: Avalie a viabilidade do sistema, considerando fatores como a densidade populacional, infraestrutura de reciclagem disponível e custos envolvidos;
2. ***Educação e conscientização***: Informe os moradores sobre a importância da separação de resíduos e os benefícios da coleta seletiva. Forneça orientações claras sobre como separar e armazenar os materiais recicláveis;
3. ***Infraestrutura***: Organize a logística para coletar os materiais separados diretamente nas residências. Isso pode envolver a aquisição de contêineres específicos, veículos de coleta e equipe dedicada;
4. ***Roteamento***: Desenvolva um plano de roteamento eficiente para garantir que todas as áreas sejam atendidas regularmente. Considere a frequência de



coleta necessária com base na demanda e na capacidade de armazenamento dos materiais recicláveis;

5. ***Monitoramento e avaliação***: Estabeleça mecanismos para acompanhar o desempenho do sistema, como a quantidade de materiais recicláveis coletados e a satisfação dos moradores. Use essas informações para fazer ajustes e melhorias contínuas;

6. ***Parcerias***: Colabore com empresas de reciclagem e órgãos governamentais para garantir o processamento adequado dos materiais coletados e promover iniciativas de reciclagem mais amplas na comunidade.

Ao seguir esses passos e adaptar o processo às necessidades locais, você pode implementar com sucesso um programa de coleta seletiva porta a porta.

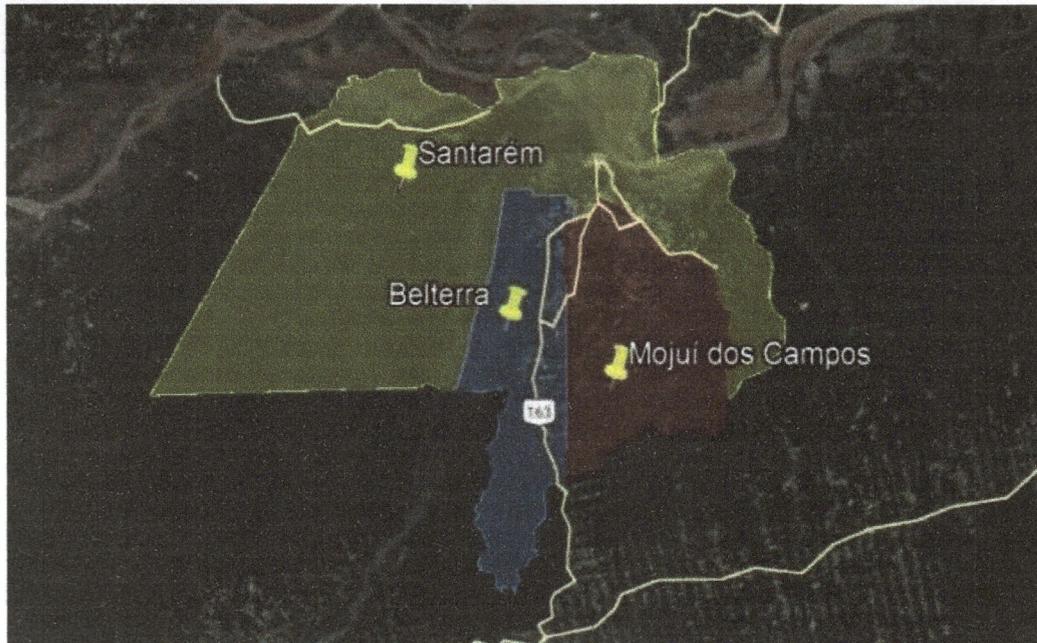
7. ÁREA DE ABRANGENCIA DO PROJETO

O Projeto visa a Concessão de serviços de implantação e operação do Aterro Sanitário, incluindo a destinação final e monitoramento dos resíduos sólidos urbanos do Município de Santarém, e também a possível regionalização, inicialmente para dois municípios vizinhos, Mojuí dos Campos e Belterra. O projeto servirá para a realização de serviço de implantação e operação do aterro sanitário, incluindo a destinação final e monitoramento de resíduos sólidos urbanos. Registra-se que para fins de composição de custos considerou-se a totalidade dos municípios que, eventualmente, farão parte da gestão compartilhada de resíduos sólidos, podendo gerar cerca de 7.470,84 t mensal (média de 249,03 t/dia).

Os resíduos serão coletados e transportados pelo sistema público de limpeza urbana do município até o futuro empreendimento. A população total que perfaz a área de abrangência do projeto foi estimada de acordo com IBGE, através do Censo 2022, e totalizou uma população urbana média de 373.542 habitantes.

The bottom left of the page features three handwritten signatures in blue ink. Below the signatures is the logo for 'cri', which consists of a colorful circular graphic with the letters 'cri' in a bold, lowercase font.

Imagem 03: Mapa regional Aterro Sanitário.



Fonte: Dados do autor, 2024

Considerando o município como região metropolitana, a população total que perfaz a área de abrangência do projeto foi estimada de acordo com IBGE, através do Censo 2022, e totalizou uma população urbana média de 373.542 habitantes. Na tabela abaixo, observa-se a distância e a população urbana, rural e total dos municípios até o município de Santarém.

Se considerarmos a totalidade dos municípios que, eventualmente, farão parte da gestão compartilhada de resíduos sólidos, com uma produção de resíduos de 0,60 kg/hab/dia, totalizaria 7.470,84 ton/mês de RSU (média projetada). Considerando os projetos sociais de catadores e recicladores de materiais recicláveis existentes na região, podemos considerar que aproximadamente 20% destes resíduos gerados diariamente pela população receba outra forma de tratamento que não seja o aterro sanitário.

Tabela 02: Estimativa população

Nº	MUNICÍPIO	DIST. (KM)	POP. TOTAL 2022	POP. URBANA	POP. RURAL
1	Santarém	-	331.942	243.159	88.783
2	Belterra	48,60	18.099	7.600	10.499
3	Mojuí dos Campos	33,00	23.501	17.214	6.287

TOTAL	373.542	267.974	105.568
--------------	----------------	----------------	----------------

Fonte: Dados do autor, 2024.

8. PROJEÇÃO POPULACIONAL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A população estimada atualmente pelo IBGE para Santarém é de 331.942 habitantes. A população total de Santarém e dos municípios adjacentes contabilizados neste estudo, somam um total de aprox. 373.542 hab, segundo dados do IBGE 2022. Sendo estimada a soma da população urbana atual destes municípios aproximadamente 267.974 habitantes, já a estimativa de população da zona rural é cerca de 105.568 habitantes.

Sabendo que a soma da população urbana é de 267.964 hab., e com base neste dado populacional dimensionou-se a área para recebimento dos resíduos, para suprir a todas as demandas e exigências ao longo da vida útil do aterro sanitário, que é projetado para uma operação de 30 anos. Lembrando que para este projeto somente a população da área urbana será contemplada.

O Horizonte de Projeto adotado foi de 30 anos – período de 2023 (base) a 2053. Para a análise das projeções populacionais foram realizados estudos através de dados históricos do IBGE. Através dos dados pesquisados e obtidos, analisou-se o comportamento da evolução do crescimento populacional nos últimos anos, bem como a tendência de crescimento para o horizonte de projeto.

Na Tabela abaixo será apresenta a evolução populacional do município de Santarém para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2022, de acordo com os censos efetuados, pelo IBGE e dados históricos do Datapédia.info.

Tabela 03: Evolução populacional de Santarém, conforme últimos Censos IBGE

ANO	POPULAÇÃO (MIL HAB)
1991	265.062
2000	262.538
2010	294.580
2022	331.942

Fonte: Dados do autor, 2024.

A partir de dados extraídos do datapédia.info para o ano de 1991 e dos censos do IBGE (períodos de 2000, 2010 e 2022) para cada uma das cidades contempladas neste projeto e estudo, buscou-se encontrar a equação da curva que melhor representasse a tendência de crescimento populacional verificada nos municípios.

A seguir são apresentadas os crescimentos populacionais dos três municípios.

Tabela 04: Crescimento populacional nos anos de 1991, 2000, 2010 e 2022

ANO	1991			2000			2010			2022		
SITUAÇÃO	Pop. Urb	Pop Rural	Total	Pop. Urb	Pop Rural	Total	Pop. Urb	Pop Rural	Total	Pop. Urb	Pop. Rural	Total
Santarém	194.167	70.895	265.062	192.319	70.219	262.538	215.790	78.790	294.580	243.159	88.783	331.942
Belterra	Emancipada em 1995			6.126	8.467	14.594	6.853	9.471	16.324	7.600	10.499	18.099
Mojú dos Campos	Emancipada em 2013									17.214	6.286	23.501

Fonte: dados do autor, 2024.

Na tabela 05, podemos observar a projeção populacional e de geração de resíduos para o horizonte de 30 anos.



Tabela 05: Projeção populacional e geração de resíduos

ANO	POPULAÇÃO URBANA	% CRESCIMENTO POP.	POPULAÇÃO PROJETADA	Kg/hab/dia			ton/m ³		PROJEÇÃO VOLUME RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA
				TONELADAS DE RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS ANUAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA	PROJEÇÃO VOLUME RESÍDUOS ANUAL	
BASE	2024	254609		6.195,48	6.110,61	73.327,31	73.327,31	77.186,64	77.186,64
1	2025	256853	0,88%	2.245	6.164,48	73.973,74	147.301,05	77.867,09	155.053,73
2	2026	259121	0,88%	2.268	6.218,91	74.626,93	221.927,98	78.554,66	233.608,40
3	2027	261413	0,88%	2.292	6.273,92	75.287,00	297.214,98	79.249,48	312.857,87
4	2028	263729	0,89%	2.316	6.329,51	75.954,06	373.169,04	79.951,64	392.809,52
5	2029	266070	0,89%	2.341	6.385,69	76.628,22	449.797,26	80.661,29	473.470,80
6	2030	268436	0,89%	2.366	6.442,47	77.309,61	527.106,87	81.378,53	554.849,34
7	2031	270828	0,89%	2.391	6.499,86	77.998,33	605.105,20	82.103,50	636.952,84
8	2032	273245	0,89%	2.417	6.557,88	78.694,52	683.799,71	82.836,33	719.789,17
9	2033	275689	0,89%	2.444	6.616,52	79.398,29	763.198,01	83.577,15	803.366,32
10	2034	278159	0,90%	2.470	6.675,82	80.109,78	843.307,79	84.326,09	887.692,41
11	2035	280657	0,90%	2.498	6.735,76	80.829,13	924.136,92	85.083,29	972.775,70
12	2036	283182	0,90%	2.525	6.796,37	81.556,45	1.005.693,37	85.848,90	1.058.624,60
13	2037	285736	0,90%	2.554	6.857,66	82.291,90	1.087.985,27	86.623,05	1.145.247,65
14	2038	288318	0,90%	2.582	6.919,63	83.035,61	1.171.020,88	87.405,90	1.232.653,55
15	2039	290930	0,91%	2.612	6.982,31	83.787,72	1.254.808,60	88.197,60	1.320.851,16
16	2040	293571	0,91%	2.641	7.045,70	84.548,39	1.339.356,99	88.998,31	1.409.849,47
17	2041	296242	0,91%	2.671	7.109,81	85.317,77	1.424.674,76	89.808,18	1.499.657,64
18	2042	298944	0,91%	2.702	7.174,67	86.096,00	1.510.770,77	90.627,37	1.590.285,02
19	2043	301678	0,91%	2.734	7.240,27	86.883,26	1.597.654,02	91.456,06	1.681.741,08
20	2044	304443	0,92%	2.765	7.306,64	87.679,69	1.685.333,72	92.294,41	1.774.035,49
21	2045	307241	0,92%	2.798	7.373,79	88.485,47	1.773.819,19	93.142,60	1.867.178,10
22	2046	310072	0,92%	2.831	7.441,73	89.300,77	1.863.119,96	94.000,81	1.961.178,91
23	2047	312937	0,92%	2.865	7.510,48	90.125,76	1.953.245,73	94.869,22	2.056.048,13

24	2048	315835	0,93%	2.899		7.580,05	90.960,62	2.044.206,35	95.748,02	2.151.796,15
25	2049	318769	0,93%	2.934		7.650,46	91.805,53	2.136.011,88	96.637,40	2.248.433,56
26	2050	321738	0,93%	2.969		7.721,72	92.660,68	2.228.672,56	97.537,56	2.345.971,12
27	2051	324744	0,93%	3.005		7.793,86	93.526,26	2.322.198,82	98.448,70	2.444.419,81
28	2052	327786	0,94%	3.042		7.866,87	94.402,47	2.416.601,29	99.371,02	2.543.790,83
29	2053	330866	0,94%	3.080		7.940,79	95.289,50	2.511.890,79	100.304,74	2.644.095,57
MÉDIA PROJETADA MENSAL						6.977,47				
TONELADAS PROJETADA PARA 30 ANOS							2.511.890,79			
NOTA :	População Urbana, IBGE 2010									2.644.095,57
	Resíduos, Regional de Santarém / PA									VOLUME EM 30 ANOS
	Operação Ano 01 ao Ano 30 (30 anos)									
	Densidade resíduo aterrado = 0,95 ton/m³									

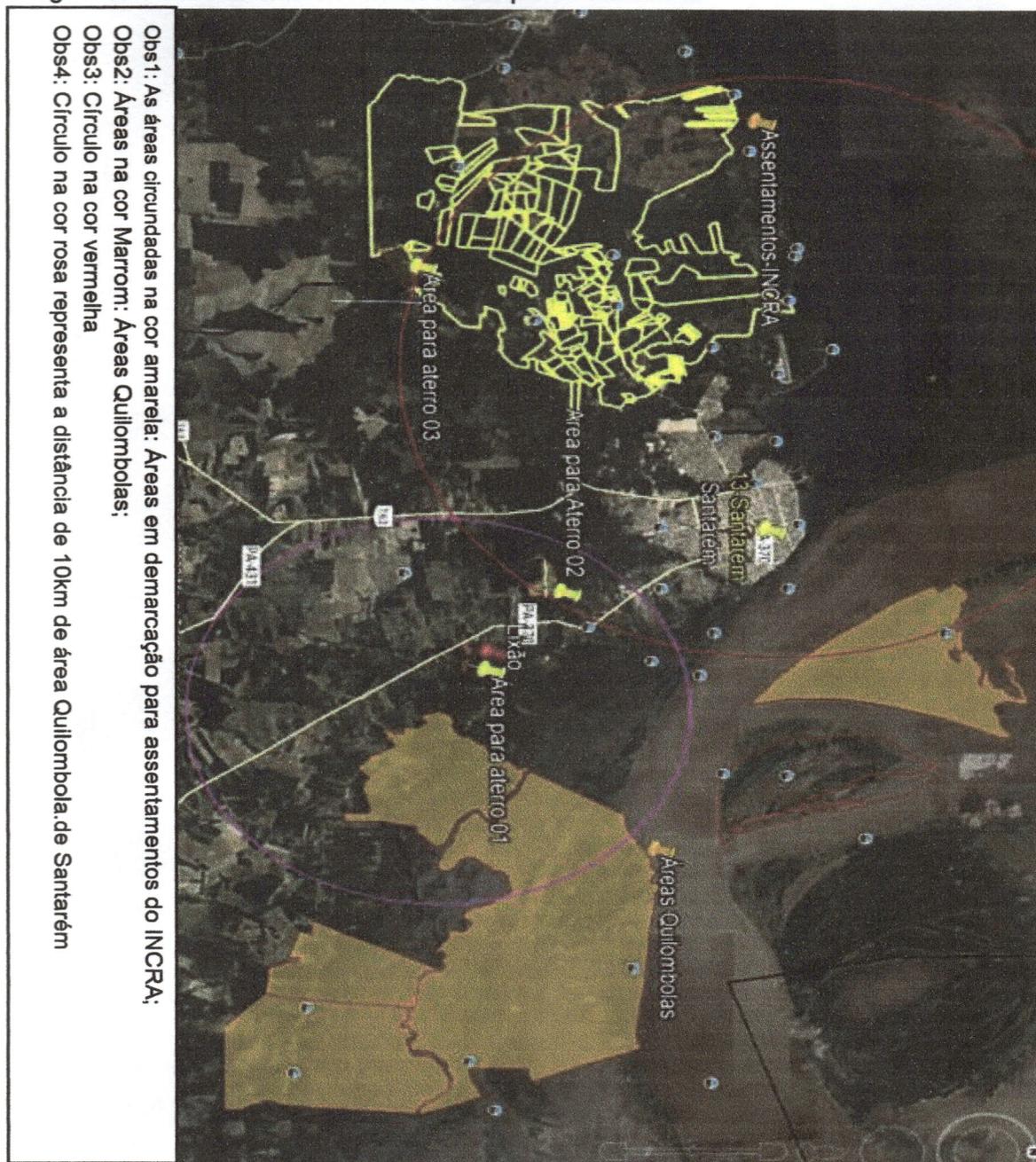
Fonte: Dados do autor, 2024.

9. SELEÇÃO DA ÁREA

Nesta etapa sugere-se que a definição da área esteja a cargo do município, mais especificamente a secretaria de habitação, seguindo as orientações do órgão ambiental, ou da empresa que realizará o empreendimento. Uma área adequada significa menores riscos ao meio ambiente e a saúde pública, sendo fundamentais os trabalhos de campo para conhecer as principais características e realizar os levantamentos.

Neste Caderno I não será indicada uma área específica para implantação do novo aterro sanitário, apenas será apresentada as áreas de interferência do município de Santarém.

Imagem 04: Áreas de interferência do município de Santarém.



Fonte: Google Earth, 2024.

Lembrando que para escolha da área deve-se levar em consideração alguns critérios como:

- Distância de transporte;
- Extensão da área;
- Facilidade de acesso;
- Condições do solo e topografia;
- Hidrologia;
- Distância do perímetro urbano;
- Zonas de interferência.

Imagem 05: Seleção das áreas para o Aterro Sanitário de Santarém-PA.



Fonte: Google Earth, 2024.



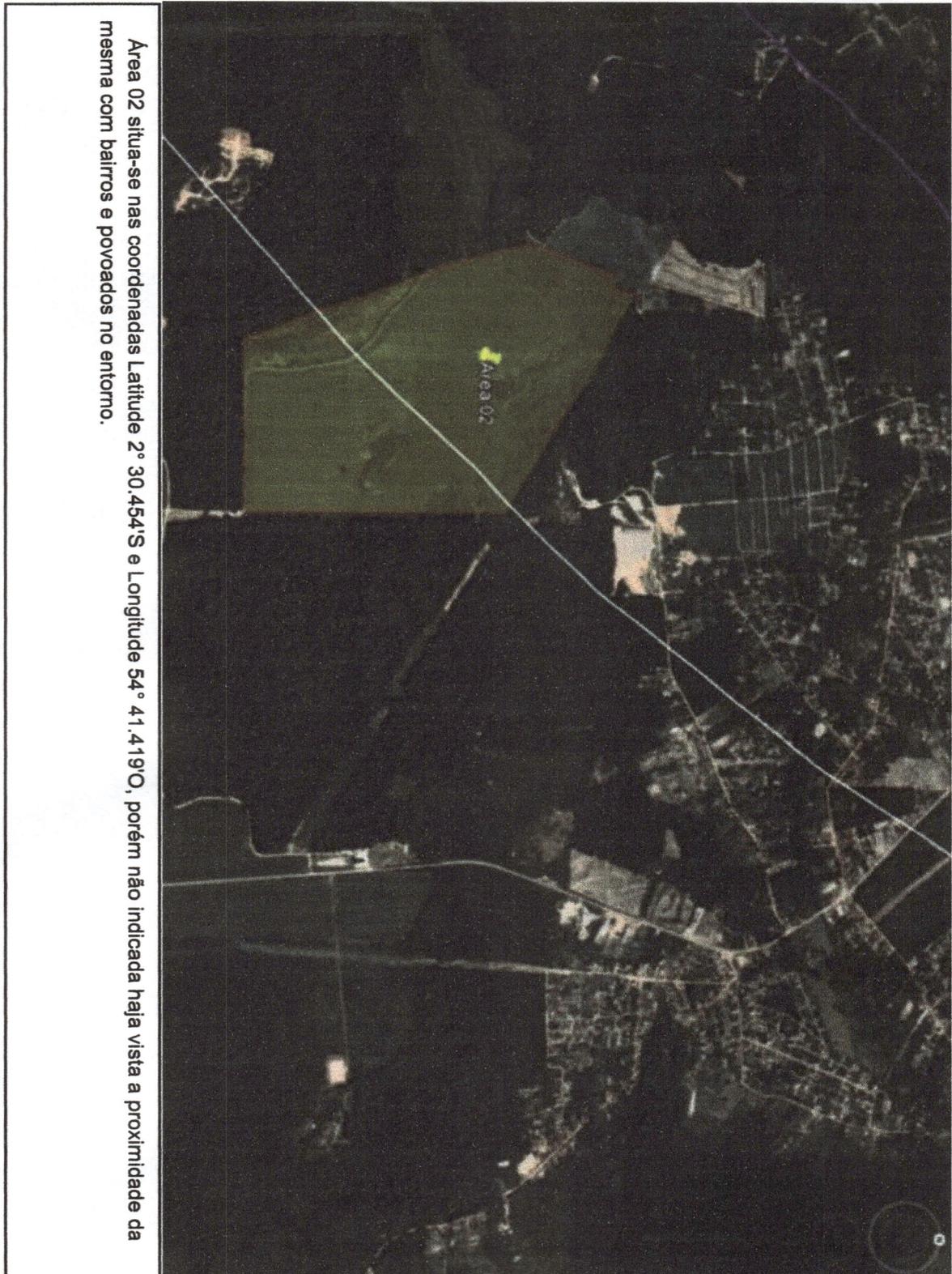
Imagem 06: Área 01 para o Aterro Sanitário de Santarém-PA.

A Área 01 situa-se nas coordenadas Latitude 2° 32.250'S e Longitude 54° 38.813'O, no entorno da área atualmente de destinação final de resíduos do município de Santarém, porém não indicada haja vista a proximidade da mesma com bairros e povoados no entorno, estando ainda a montante de nascentes de fontes de água para consumo humano de povoados e áreas Quilombolas.



Fonte: Google Earth, 2022

Imagem 07: Área 02 para o Aterro Sanitário de Santarém-PA.



Fonte: Google Earth, 2024.



Imagem 08: Áreas 03, 04 e 05 para o Aterro Sanitário de Santarém-PA.

A Área 03 situada nas coordenadas Latitude 2° 32.420'S e Longitude 54° 48.336'O, Área 04 situada nas coordenadas Latitude 2° 33.468'S e Longitude 54° 49.487'O e Área 05 situada nas coordenadas Latitude 2° 34.614'S e Longitude 54° 49.375'O estão fora das áreas de Assentamentos e de áreas Quilombolas, distantes mais de 10km do aeroporto, sem povoados e bairros nas proximidades, portanto poderão receber as atividades de destinação final de resíduos através de aterro sanitário devidamente executados dentro das normas técnicas de engenharia.



Fonte: Google Earth, 2024.



A seleção destas áreas deverá ser realizada futuramente pela empresa vencedora do certame do edital de Concessão mediante ainda, a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) a ser apresentado ao Órgão Ambiental competente – SEMAS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade), bem como toda a documentação necessária para o licenciamento ambiental. Não obstante, o mesmo deve ser apresentado a população de Santarém/PA através de audiência pública.

De forma mais específica, a documentação solicitada para o licenciamento de um aterro sanitário pode variar dependendo das leis e regulamentações locais, mas geralmente incluem:

1. Estudos de impacto ambiental;
2. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
3. Projeto técnico do aterro sanitário;
4. Documentação de propriedade ou autorização de uso do terreno;
5. Licenças ambientais prévias;
6. Relatório de monitoramento e controle de poluição do solo e da água;
7. Documentação de conformidade com as normas de segurança e saúde ocupacional;
8. Plano de emergência e contingência;
9. Prova de capacidade financeira para operar e manter o aterro sanitário;
10. Outros documentos específicos exigidos pela legislação local ou estadual.

10. ESPECIFICAÇÕES DO ATERRO SANITÁRIO

De acordo com a ABNT NBR 8.419/92, o aterro sanitário é uma forma de disposição de resíduos sólidos no solo sem causar danos à saúde pública e a sua segurança, reduzindo impactos ambientais. Este método confina os resíduos sólidos na menor área possível, cobrindo com uma camada de terra, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, visando a preservação do meio ambiente. E respeitando rigorosamente a legislação ambiental.

No Brasil, de acordo com o SNIS (2022), 73,74% dos municípios destinam seus resíduos em aterros sanitários, existindo hoje 626 unidades que são operadas de acordo com a legislação ambiental vigente, não oferecendo risco ao meio ambiente e a saúde pública.

Imagem 09: Estimativa Disposição Final no solo



O projeto conceitual a ser implantado em um aterro depende de vários aspectos, incluindo as características topográficas do terreno, sendo um dos fatores primordiais para a escolha do modelo de operação do aterro sanitário.

Os aterros são diferenciados basicamente pelas formas construtivas e operacionais adotadas como:

- Método de Rampa: Denominado como método convencional, onde as operações são realizadas acima do terreno;
- Método de Área: Operações também realizadas acima do terreno;
- Método de Valas ou Trincheiras: São realizadas abaixo do nível original do terreno, aproveitando escavações das existentes ou preenchendo valas.

10.1 Características Operacionais do Aterro Sanitário

A operacionalidade de um aterro sanitário envolve uma série de aspectos, como a gestão de resíduos sólidos, o controle ambiental, a segurança e o monitoramento. Isso inclui a compactação e cobertura dos resíduos, o tratamento do chorume, o



controle de odores e gases, além do monitoramento da qualidade da água subterrânea e do solo ao redor do local.

As características de um aterro sanitário geralmente incluem:

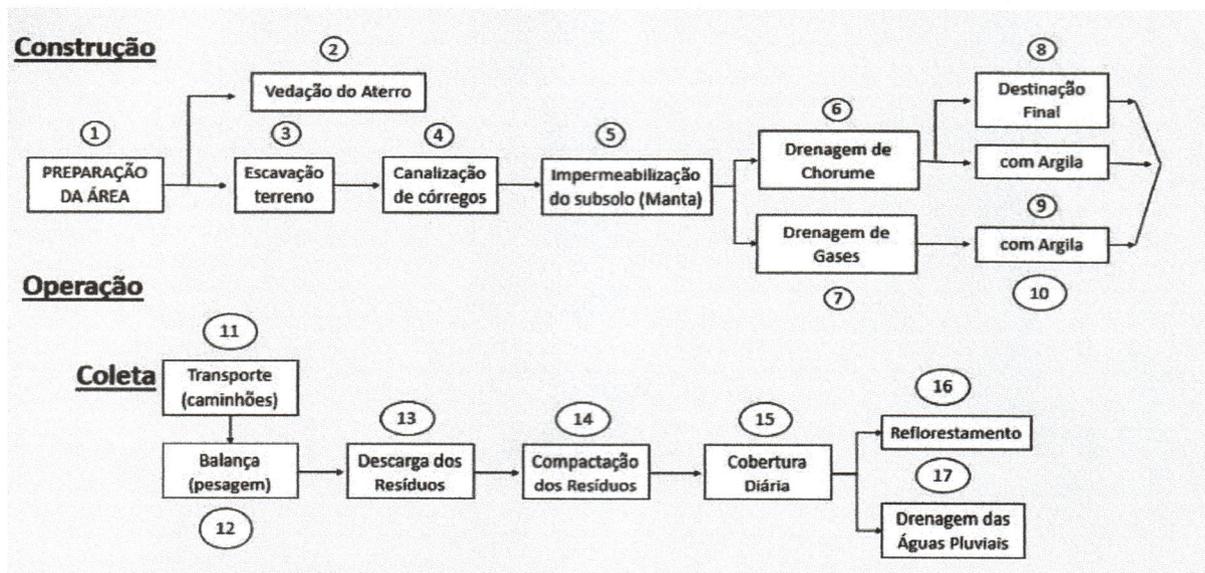
1. **Localização adequada:** Escolha de um local afastado de áreas residenciais e de proteção ambiental, com solo adequado e longe de lençóis freáticos.
2. **Infraestrutura de contenção:** Barreiras físicas, como geomembranas e sistemas de drenagem, para evitar a contaminação do solo e das águas subterrâneas.
3. **Compactação e cobertura:** Os resíduos são compactados regularmente para otimizar o espaço e reduzir a propagação de odores. Uma cobertura diária com material inerte ajuda a controlar os odores e a reduzir a infiltração de água.
4. **Sistemas de coleta de gases:** Instalação de sistemas de coleta e tratamento de gases gerados pela decomposição dos resíduos, como o metano.
5. **Tratamento de chorume:** O chorume, líquido resultante da decomposição dos resíduos, é coletado e tratado para evitar a contaminação do solo e das águas subterrâneas.
6. **Monitoramento ambiental:** Monitoramento constante da qualidade do ar, da água subterrânea e do solo ao redor do aterro para garantir a conformidade com os padrões ambientais.
7. **Gerenciamento de resíduos:** Implementação de práticas eficazes de segregação, reciclagem e disposição final dos resíduos, de acordo com regulamentos locais e nacionais.

Este ponto em específico irá ser detalhado pormenor no caderno II, no entanto, em resumo os aterros sanitários demandam várias atividades que podem ser divididas em três áreas principais e todas as áreas são compostas por diversas atividades conforme fluxo abaixo.

- Infraestrutura que corresponde a fase de construção do aterro;
- Operações que correspondem as atividades funcionais do aterro sanitário;
- Encerramento e pós operação.



Imagem 10: Fluxo de atividades da construção e operação do aterro



Fonte: Fabio Rubens Soares, 2016.

No Caderno II (Implantação, Infraestrutura e Operação) será apresentado e detalhada todas as atividades necessárias para o bom funcionamento de um aterro sanitário, como suas características operacionais, dentre delas:

- Pesagem dos resíduos;
- Compactação;
- Cobertura com solo;
- Drenagem e tratamento percolado;
- Drenagem de gases;
- Monitoramento ambiental;
- Infraestrutura;
- Máquinas e veículos operacionais.

O Caderno III (Modelagem Econômico-financeira) apresentará os custos de implantação e operação do empreendimento demonstrando o ponto de equilíbrio financeiro, isto é, revelando qual é o valor da adequada da tonelada aterrada/tratada considerando o volume recebido para que o projeto tenha viabilidade financeira.

O Caderno III é será composto por descritivo de composição de custos e respectivas planilhas (Pessoal, Veículos/Máquinas, projeção populacional, Aterro/Células, Implantação, Operação, Fluxo de Caixa e Resumo de custos).



Ainda, o Caderno IV (Modelagem jurídica) apresentará toda a estrutura jurídica necessária para que o empreendimento ocorra com a maior segurança jurídica, tanto para parceiro privado como para o parceiro público. Ainda, serão apresentadas em anexo ao Caderno IV as minutas de atos normativos (Edital, Contrato, Leis, Decretos, Termo de Convenio, Resoluções entre outras). Eventuais Cadernos complementares poderão ser apresentados.

11. ANÁLISE DE BENCHMARKING: REALIZAR ANÁLISE DE BENCHMARKING EM RELAÇÃO À CONCESSÃO DE SERVIÇOS DE COLETA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS ESPECIAIS E DE LIMPEZA URBANA EM OUTROS LOCAIS NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES. ESPECIFICAMENTE, BUSCAR MODELOS DE NEGÓCIOS QUE PROMOVAM SINERGIAS ENTRE OS SERVIÇOS A SEREM CONCESSIONADOS

Ao analisar os serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e de limpeza urbana, o benchmarking pode incluir a comparação de várias métricas, como eficiência na coleta, taxa de reciclagem, adoção de tecnologias sustentáveis, satisfação do cliente, custos operacionais e conformidade com regulamentações ambientais. É importante identificar empresas ou municípios que são referências nesse setor e entender as práticas que os tornam bem-sucedidos. Com base nessa análise comparativa, podem ser identificadas oportunidades de melhoria e estratégias para otimizar os serviços oferecidos.

Vamos focar em aspectos específicos para benchmarking de serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e de limpeza urbana:

1. Eficiência na Coleta: Comparar a frequência e a abrangência da coleta de resíduos especiais e urbanos em diferentes localidades ou empresas;
2. Tecnologias Utilizadas: Avaliar as tecnologias adotadas para coleta, tratamento e disposição final dos resíduos, incluindo sistemas de gestão de frota, equipamentos de tratamento e métodos de reciclagem;
3. Sustentabilidade: Analisar as práticas sustentáveis adotadas, como programas de reciclagem, uso de veículos elétricos ou de baixa emissão, e políticas de redução de resíduos;



4. **Satisfação do Cliente:** Investigar a percepção e o feedback dos clientes em relação aos serviços prestados, incluindo tempos de resposta, qualidade da coleta e atendimento ao cliente;
5. **Custos Operacionais:** Comparar os custos operacionais relacionados à coleta, tratamento e disposição de resíduos entre diferentes prestadores de serviços ou municípios;
6. **Conformidade Regulatória:** Verificar a conformidade com regulamentos ambientais e normas de segurança relacionadas à gestão de resíduos.

Esses pontos podem ajudar a identificar áreas de melhoria e estratégias para aprimorar os serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e de limpeza urbana.

11.1 Eficiência na Coleta

Para avaliar a eficiência na coleta de resíduos especiais e urbanos, você pode considerar os seguintes indicadores de benchmarking:

1. **Frequência de Coleta:** Comparar a frequência e a regularidade da coleta em diferentes localidades ou empresas. Isso inclui a programação da coleta e se ela atende adequadamente à demanda e à quantidade de resíduos gerados;
2. **Cobertura da Coleta:** Analisar a extensão da área coberta pelos serviços de coleta em comparação com a área total de serviço. Isso inclui áreas residenciais, comerciais e industriais;
3. **Tempo de Coleta:** Avaliar o tempo necessário para concluir a coleta em diferentes áreas. Isso pode incluir o tempo médio de espera entre os agendamentos de coleta e a eficiência no cumprimento dos horários programados;
4. **Utilização de Recursos:** Comparar o número de recursos, como veículos e equipe, necessários para realizar a coleta em relação à quantidade de resíduos coletados. Isso pode indicar a eficiência na alocação de recursos;
5. **Taxa de Cobrança:** Verificar a taxa de cobrança dos serviços de coleta em comparação com a qualidade e a eficiência do serviço prestado. Isso pode incluir uma análise do custo por unidade de resíduo coletado em diferentes locais.

Ao analisar esses indicadores, você pode identificar oportunidades de melhoria na eficiência da coleta de resíduos e implementar estratégias para otimizar os serviços oferecidos.

11.2 Tecnologias Utilizadas

Ao avaliar a tecnologia utilizada nos serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e urbanos, você pode considerar os seguintes aspectos para benchmarking:

1. Frota de Veículos: Comparar a composição da frota de veículos, incluindo caminhões de coleta, compactadores, veículos de transporte e equipamentos especializados para tratamento de resíduos, como trituradores ou prensas;
2. Sistemas de Rastreamento e Gestão de Frota: Analisar a adoção de sistemas de rastreamento GPS e de gestão de frota para monitorar a localização dos veículos, otimizar rotas de coleta e programar manutenções preventivas;
3. Tecnologias de Triagem e Separação: Verificar a utilização de tecnologias avançadas de triagem e separação de resíduos, como esteiras transportadoras automatizadas, separadores magnéticos e ópticos, para facilitar o processo de reciclagem e reduzir a contaminação;
4. Tratamento de Resíduos: Avaliar os métodos e equipamentos utilizados para o tratamento de resíduos, incluindo compostagem, incineração, digestão anaeróbica e processos de reciclagem de materiais específicos, como plásticos, vidros e metais;
5. Tecnologias Sustentáveis: Investigar a adoção de tecnologias sustentáveis, como veículos elétricos, células de combustível, energia renovável para alimentar instalações de tratamento e sistemas de captura de gases de aterro para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Ao comparar a tecnologia utilizada por diferentes prestadores de serviços ou municípios, você pode identificar práticas inovadoras e eficientes que podem ser implementadas para melhorar a gestão de resíduos.

11.3 Sustentabilidade

Ao analisar a sustentabilidade nos serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e urbanos, você pode considerar os seguintes aspectos para benchmarking:



1. **Programas de Reciclagem:** Comparar a eficácia dos programas de reciclagem implementados, incluindo a taxa de reciclagem alcançada e a variedade de materiais recicláveis coletados;
2. **Redução de Resíduos:** Avaliar as estratégias adotadas para reduzir a geração de resíduos, como campanhas de conscientização, incentivos para a reutilização de produtos e embalagens sustentáveis;
3. **Emissões de Gases de Efeito Estufa:** Verificar as iniciativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas aos serviços de coleta e tratamento de resíduos, incluindo a captura de gases de aterro e a utilização de tecnologias de baixa emissão;
4. **Eficiência Energética:** Analisar a eficiência energética das operações de coleta e tratamento de resíduos, incluindo o uso de energia renovável e a implementação de medidas para reduzir o consumo de energia;
5. **Conservação de Recursos Naturais:** Investigar as práticas para promover a conservação de recursos naturais, como a reutilização de água nos processos de tratamento de resíduos e a utilização de materiais reciclados em infraestruturas e equipamentos;
6. **Responsabilidade Social:** Considerar as iniciativas de responsabilidade social corporativa, como programas de inclusão social e capacitação de comunidades locais, promovidas pelos prestadores de serviços de coleta e tratamento de resíduos.

Ao comparar a sustentabilidade dos serviços prestados por diferentes empresas ou municípios, você pode identificar melhores práticas e oportunidades de melhoria para tornar as operações mais ambientalmente amigáveis e socialmente responsáveis.

11.4 Satisfação do Cliente

Para avaliar a satisfação do cliente nos serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e urbanos, você pode considerar os seguintes aspectos para benchmarking:



1. **Pesquisas de Satisfação:** Comparar os resultados de pesquisas de satisfação realizadas com os clientes para avaliar a qualidade dos serviços prestados, incluindo a pontualidade, a eficácia na resolução de problemas e a cortesia da equipe;
2. **Taxa de Retenção de Clientes:** Analisar a taxa de retenção de clientes ao longo do tempo para determinar a fidelidade dos clientes aos serviços de coleta e tratamento de resíduos. Uma alta taxa de retenção geralmente indica um alto nível de satisfação do cliente;
3. **Feedback Online e Offline:** Verificar o feedback recebido tanto online (por meio de plataformas de mídia social, sites de avaliação etc.) quanto offline (por meio de formulários de feedback, contatos telefônicos etc.) para identificar pontos fortes e áreas de melhoria;
4. **Tempo de Resposta a Solicitações:** Avaliar a rapidez com que as solicitações dos clientes são atendidas, como pedidos de coleta especial, reclamações ou solicitações de informações adicionais;
5. **Qualidade do Atendimento ao Cliente:** Investigar a qualidade do atendimento ao cliente, incluindo a cortesia, a disponibilidade e a capacidade de resolver problemas por parte da equipe de atendimento.

Ao comparar a satisfação do cliente entre diferentes prestadores de serviços ou municípios, você pode identificar práticas eficazes e áreas de melhoria para garantir um alto nível de satisfação e fidelidade dos clientes.

11.5 Custos Operacionais

Ao analisar os custos operacionais nos serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e urbanos, você pode considerar os seguintes aspectos para benchmarking:

1. **Custo por Tonelada Coletada:** Comparar o custo médio por tonelada de resíduos coletados e tratados em diferentes prestadores de serviços ou municípios;
2. **Estrutura de Custos:** Analisar a composição dos custos operacionais, incluindo custos de pessoal, combustível, manutenção de veículos, investimentos em tecnologia, tratamento de resíduos e disposição final;

3. **Eficiência na Utilização de Recursos:** Verificar a eficiência na utilização de recursos, como o número de funcionários por unidade de resíduo coletado, o consumo de combustível por quilômetro percorrido e a taxa de ocupação dos veículos de coleta;
4. **Economias de Escala:** Avaliar se há economias de escala sendo alcançadas com o aumento do volume de resíduos coletados, e se há oportunidades para consolidar operações e reduzir custos;
5. **Comparação com Referências de Mercado:** Comparar os custos operacionais com os de outras empresas do mesmo setor ou municípios de tamanho similar para identificar discrepâncias e oportunidades de otimização;
6. **Investimentos em Eficiência:** Verificar se estão sendo feitos investimentos em medidas de eficiência operacional, como a modernização da frota, a adoção de tecnologias de gestão de frota e a automatização de processos para reduzir custos a longo prazo.

Ao analisar esses aspectos, você pode identificar áreas onde os custos podem ser reduzidos ou otimizados, permitindo uma prestação de serviços mais eficiente e econômica.

11.6 Conformidade Regulatória

Ao analisar a conformidade regulatória nos serviços de coleta e tratamento de resíduos especiais e urbanos, é crucial considerar os seguintes aspectos para benchmarking:

1. **Cumprimento das Normas Ambientais:** Comparar o grau de conformidade com as regulamentações ambientais locais, regionais e nacionais relacionadas à gestão de resíduos, como disposição final adequada, tratamento de resíduos perigosos e controle de poluição;
2. **Licenciamento e Certificações:** Avaliar se os prestadores de serviços possuem as licenças e certificações necessárias para operar legalmente, incluindo licenças de operação de aterros sanitários, certificados de transporte de resíduos perigosos e certificações de qualidade ambiental;

3. **Monitoramento e Relatórios:** Verificar se estão sendo realizados monitoramentos regulares das operações de coleta e tratamento de resíduos e se os relatórios exigidos pelas autoridades ambientais estão sendo devidamente elaborados e enviados dentro dos prazos estipulados;
4. **Gestão de Riscos:** Analisar as práticas adotadas para identificar e mitigar os riscos ambientais associados às operações de coleta e tratamento de resíduos, incluindo vazamentos, contaminação do solo e poluição do ar;
5. **Atualização e Adaptação às Mudanças Regulatórias:** Verificar se os prestadores de serviços estão acompanhando e se adaptando às mudanças regulatórias no setor de resíduos, garantindo que suas operações estejam sempre em conformidade com as novas exigências legais.

Ao comparar a conformidade regulatória entre diferentes prestadores de serviços ou municípios, é possível identificar boas práticas e áreas de melhoria para garantir o cumprimento efetivo das regulamentações ambientais e evitar problemas legais e ambientais.

11.7 Operação do Aterro Sanitário

Esta análise de benchmarking restringirá neste estudo a operação de aterro sanitário. Por tratar-se de um novo modelo de negócio, formalizados através de PPP's, ainda não possuem muitos dados para a realização de um estudo comparativo, os cases que servirão de modelos para o negócio.

No Brasil as SPEs Amazônia Resíduos (Guarantã do Norte/MT), Portal do Araguaia (Água Boa/MT) e SPE CTR Agreste, formada entre o consórcio do Agreste (Conagreste) e a empresa Alagoas Ambiental, poderão ser utilizados como modelo de negócios para o estudo apresentado.

Para uma análise de benchmarking da operação de aterro sanitário, você pode considerar comparar métricas como eficiência na gestão de resíduos, taxas de reciclagem, métodos de coleta e transporte, tecnologias de tratamento de resíduos, conformidade regulatória e impacto ambiental. Isso ajudará a identificar práticas exemplares e áreas de melhoria em sua operação.



Aqui estão algumas áreas específicas que você pode considerar ao realizar uma análise de benchmarking da operação de aterro sanitário:

1. **Taxas de compactação:** Compare a eficiência da compactação de resíduos em seu aterro em relação a outros aterros similares para garantir a utilização eficiente do espaço disponível;
 2. **Controle de odores e geração de gases:** Avalie os métodos utilizados para minimizar odores e capturar gases gerados pela decomposição de resíduos, comparando com outras instalações para identificar as melhores práticas;
 3. **Tecnologias de cobertura e impermeabilização:** Analise os materiais e métodos utilizados para cobrir e impermeabilizar o aterro, visando minimizar a contaminação do solo e da água subterrânea;
 4. **Monitoramento ambiental:** Compare os programas de monitoramento ambiental em vigor em seu aterro com os de outras instalações para garantir a conformidade com regulamentações ambientais e identificar áreas de melhoria;
 5. **Gestão de resíduos perigosos:** Se o aterro recebe resíduos perigosos, compare os protocolos de gestão desses materiais com os de outras instalações para garantir a segurança e conformidade;
 6. **Eficiência energética:** Avalie o uso de energia no aterro e compare com outras instalações para identificar oportunidades de redução de custos e impacto ambiental;
 7. **Programas de reciclagem e compostagem:** Compare os programas de reciclagem e compostagem em seu aterro com os de outras instalações para aumentar a recuperação de materiais e reduzir a quantidade de resíduos enviados para disposição final.
- 12. ESTUDOS DE IMPACTO: VERIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UNIDADES DE TRANSBORDO, UNIDADES DE RECEBIMENTO E DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ESPECIAIS.**

A importância das estações de transbordo, para o sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos está diretamente ligada ao custo operacional da coleta e



transporte até o tratamento final. Estas soluções são aplicadas em municípios de médio ou grande porte, áreas rurais ou arranjos/agrupamentos de municípios, para minimização dos custos de transporte durante a coleta. A realidade dos município de Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra/PA, em tratando-se da distância da área urbana destes municípios ser relativamente pequena em relação a área do futuro aterro, não existe a necessidade para a implantação das estações de transbordo.

13. ANÁLISE SWOT

Esta análise representa as forças e fraquezas dentro de uma matriz, com ações externas e internas ao projeto, demonstrando o resultado dos dados coletados para a formulação dos estudos.

A função dessa ferramenta é avaliar os ambientes interno e externo de uma empresa/negócio. A ideia é encontrar caminhos para o crescimento do mercado. Táticas para otimizar o desempenho no mercado. Assim, são analisadas também as oportunidades e as ameaças.

Em relação ao ambiente interno, a análise SWOT identifica, dentre os aspectos internos, o que é considerado força e fraqueza. Eles podem ser reforçados ou reduzidos com os recursos do próprio negócio.

Já no que diz respeito ao ambiente externo, a SWOT analisa o que pode ser uma ameaça e tudo aquilo que pode ser uma oportunidade de crescimento para a empresa/negócio. Neste último caso, tais fatores estão fora do controle do negócio.

Quadro 01: Análise SWOT

	FORÇAS	OPORTUNIDADES
	Alinhamento político região	Facilidade no convencimento político para contratos futuros
	Todos os municípios possuem algum tipo coleta	Facilidade regional para transbordo dos resíduos
	Aquisição da área – custo médio	
	Rotas de transporte	Mínimo desgaste de frota



POSITIVO	asfaltadas	
	Mão de obra excedente	Transporte oneroso até o aterro mais próximo
	Aterro particular mais próximo – curta vida útil	Criação de novas empresas (reciclagem e transporte)
	Judicialização do problema	Geração de impostos para município
NEGATIVO	FRAQUEZAS	AMEAÇAS
	Geração de resíduos sólidos pequena ou média	Médias distâncias entre localização aterro e o arranjo proposto para outros municípios.
	Regiões distantes grandes centros reciclagem (indústria)	Problemas obtenção licenças ambientais
	Pagamento pelos serviços vinculados pela arrecadação	Desinteresse empresarial no negócio

14. SÍNTESE DOS DEMAIS CADERNOS TÉCNICOS A SEREM APRESENTADOS

O Caderno II compreenderá o descritivo do projeto/empreendimento detalhando os pormenores desde a implantação, infraestrutura e operação.

No Caderno III será detalhado a Modelagem Econômico-financeira do empreendimento contendo planilhas de composição de custos de operação-pessoal, operação-veículos, projeção de crescimento populacional, dimensionamento do Aterro, custos de operação, fluxo de caixa e folha resumo com notas técnicas.

Ainda, será apresentado a Preparação do modelo de negócio, considerando os investimentos e custos iniciais que deverão ser regularizados para operacionalização do Aterro Sanitário, contendo quadro de indicadores de desempenho financeiro para posterior avaliação das atividades atribuídas à concessionária, pelo Município.



O Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira, conterá no mínimo:

- I - Modelo Operacional: Modelo de Negócio e de Serviços a serem prestados;
- II - Modelo de despesas (despesas diretas, indiretas, tributos, depreciação, remuneração do investidor etc.), através da apresentação de planilhas abertas demonstrando tais custos, conforme já referido;
- III - Plano de Investimentos e Reinvestimentos contendo no mínimo: Detalhamento dos Investimentos; Cronograma de Investimento.

Estratégias de Implantação e Comunicação; Detalhamento dos Reinvestimentos; Critérios para Reversibilidade de Bens Reversíveis; TIR máxima aceitável; Cronograma dos Reinvestimentos.
- IV - Estudo de Viabilidade Econômica, que contemple demonstração da viabilidade econômico-financeira com detalhamento, ao longo do período de concessão, dos recebimentos, custos, margens, lucro e EBITDA; fluxo de Caixa Projetado; indicadores econômicos (TIR, VPL, Break-even-point, Payback, dentre outros);
- V - Demonstrativo da viabilidade do negócio e definição das garantias de pagamento;
- VI - Estimativa do Orçamento Geral da concessão;
- VII - Análise do impacto orçamentário e fiscal do projeto nas finanças públicas municipais, considerando a regulamentação pertinente.

Com base em todos os elementos anteriormente estudados, deverá ser analisado os impactos da modalidade, contemplando a elaboração da documentação necessária à licitação, como o quadro de referência dos indicadores de desempenho, a matriz de riscos e garantias, e a análise da eficiência financeira da concessão vis-à-vis o investimento direto pelo Município (value for money), elementos estes, fundamentais para a modelagem.

Os estudos, levantamentos, projetos e modelagens apresentados deverão ser consolidados em um Plano de Negócios, estruturado para orientar a obtenção de financiamento pelo futuro concessionário, junto ao mercado financeiro e ao mercado de operadores. Para tanto, é necessário que sejam avaliados os aspectos e riscos

operacionais, econômico-financeiros, ambientais e outros que possam ser considerados importantes para o processo decisório.

No Caderno IV, compreenderá todo o arcabouço jurídico necessário para a estruturação do projeto. Os Estudos Técnicos de Modelagem Jurídica serão apresentados propondo modelo de concessão na modalidade administrativa¹ observando-se os conceitos a seguir.

As PPPs admitem duas modalidades de concessão: concessão patrocinada e concessão administrativa. Conforme definido no art. 2º, da Lei nº 11.079/2004, a concessão patrocinada é a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado, e a concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens.

Assim, na concessão patrocinada o concessionário irá se remunerar pela prestação dos serviços contratados por meio de duas fontes diversas, uma decorrente do pagamento das respectivas tarifas pelos usuários, e outra, de caráter adicional, oriunda de contraprestação pecuniária devida pelo poder concedente.

Já na concessão administrativa, o concessionário será remunerado exclusivamente pelo poder concedente. Tendo em vista os levantamentos iniciais, o Modelo ideal a ser adotado na implantação e operação do Aterro Sanitário, incluindo a destinação final dos resíduos sólidos urbanos é a Concessão Administrativa, porém, desde logo registrando-se, que será possível a regionalização da presente solução ambiental incluindo municípios circunvizinhos.

Por fim, as respectivas análises e eventuais modificações na Legislação Contábil (LOA, LDO e PPA) deverão ser realizadas oportunamente, em caso de concretização da futura concessão. Também serão apresentadas as seguintes minutas de projeto de leis e outros documentos, a serem oportunamente analisadas a utilização:

¹ art. 2º, § 2º, da Lei Federal 11.079, de 2004.

- Para viabilizar os convênios entre municípios;
- Sugerindo alterações nos Códigos Tributários Municipais;
- Criação da concessionária, através da Sociedade de Propósito Específico – SPE (Contrato Social);
- Sugestões e diretrizes para o edital de concorrência;
- Minuta de Convenio com Agência Reguladora ou criação da mesma;

Ainda, em tal Caderno Jurídico serão apresentados em Anexo:

I - Minuta de Edital, com todos os anexos, incluindo as diretrizes gerais, documentos e condições de habilitação, qualificação técnica e econômico-financeira das licitantes e específicas para elaboração de layout e recomendações para elaboração de todos os projetos necessários, inclusive com incentivo de adoção de padrão construtivo inovador, levando em consideração custo, prazo, sustentabilidade e qualidade;

II - Termo de referência;

III - Modelo de proposta econômico-financeira;

IV - Modelos de cartas e declarações;

V - Minuta do contrato de concessão;

VIII - Parecer jurídicos conclusivo sobre o modelo de negócio, o modelo de concessão proposto e os aspectos relevantes da minuta do contrato e do edital;

IX - Matriz de distribuição de riscos técnicos do projeto, da construção, operacional, financeiro, contratual, regulatório, legal, institucional e político;

X - Mecanismos de pagamento;

XI – Demais documentos, a serem elaborados quando solicitados pelo Município.

Por fim, eventuais ajustes ou alterações requeridas ou sugeridas pela municipalidade poderão ser realizados em diligências de conformidade, comprometendo-se desde logo a proponente.



EQUIPE TÉCNICA ELABORADA DO ESTUDO

Santarém - PA, 02 de maio de 2024.

**BRUNA
KLEIN:09365
731984**

Assinado de forma
digital por BRUNA
KLEIN:09365731984
Dados: 2024.05.02
06:47:32 -03'00'

CRI – GESTÃO DE RESÍDUOS LTDA

CNPJ -00.239.339/0001-45

Bruna Klein

CPF nº 093.657.319-84

Administradora

ITACIR

PASINI:72169133968

Assinado de forma digital por
ITACIR PASINI:72169133968
Dados: 2024.05.02 20:35:39
-03'00'

CRI – GESTÃO DE RESÍDUOS LTDA

CNPJ -00.239.339/0001-45

Itacir Pasini

CREA/SC – 058813-9

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Documento assinado digitalmente



DANIEL GROSSI

Data: 02/05/2024 06:58:31-0300

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

DANIEL GROSSI SOCIEDADE INDIVIDUAL DE ADVOCACIA

CNPJ nº 30.257.134/0001-53

Daniel Grossi

OAB/MT – 25.998

OAB/RS – 73.717

OAB/SC – 40.613

LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO ESTUDO TÉCNICO

LEGISLAÇÃO FEDERAL

- Política Nacional de Saneamento

Lei nº14.026 de 15 de julho de 2020: Atualiza o marco legal do saneamento básico;

Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007: Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico;

Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010: Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

Lei nº 11.445 de 2007 – Política Nacional de Saneamento.

Decreto nº 7.217 de 2010 – Regulamenta a Lei 11.445 de 2007.

- Política Nacional de Consórcios Públicos

Lei nº 11.107 de 2005 – Política Nacional de Consórcios Públicos.

Decreto nº 6.017 de 2007 - Regulamenta a Lei 11.107 de 2005.

- Política Nacional de Resíduos Sólidos

Lei nº14.026 de 15 de julho de 2020

Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Decreto Federal nº. 7404/2010: Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

Lei nº 9.795 de 1999 – Política Nacional de Educação Ambiental.

Decreto nº 7.405 – Programa Pró-catador.

Decreto nº 5.940 de 2006 – Coleta Seletiva em órgãos públicos federais.

Decreto Federal nº 5.940, de 25 de Outubro de 2006 - Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública



federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis.

Instrução Normativa nº 1 de 2010 – Estabelece critérios ambientais para compras na Administração Pública Federal.

- Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC)

Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009.

Decreto nº 7.390 de 09 de dezembro de 2010, regulamenta a Lei nº 12.187/09.

- Política Nacional de Meio Ambiente

Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: Dispõe sobre a Política nacional do Meio Ambiente seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

LEGISLAÇÃO ESTADUAL

- Política Estadual de Saneamento

Lei nº 7.731 de 2013 - Política Estadual de Saneamento

- Política Estadual de Consórcios Públicos

Lei nº 7.088 de 2008 - Política Estadual de Apoio e Desenvolvimento dos Consórcios Públicos

Decreto nº 1.117 de 2008 – Regulamenta a Lei nº 7.088 de 2008.

- Política Estadual de Resíduos Sólidos

Decreto nº 801 de 2008 - Institui a separação de resíduos sólidos recicláveis, na fonte geradora, em todos os órgãos da Administração Estadual.



LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Lei nº21.862, de 22 de dezembro de 2022: Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico;

Lei nº21.862, de 22 de dezembro de 2022: Atualiza a Política Municipal de Saneamento Básico;

Lei nº 17.894, de 15 de dezembro de 2004. Institui o Código Ambiental do Município de Santarém e dá outras providências.

NORMAS TÉCNICAS

Norma da ABNT – NBR 8.419/92 – Apresentação de Projetos de Aterro Sanitário;

Norma da ABNT – NBR 1.183 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos;

Norma da ABNT – NBR 9.191 – Especificação de sacos plásticos para acondicionamento de lixo;

Norma da ABNT – NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação;

Norma da ABNT – NBR 10.005 – Lixiviação de Resíduos – Procedimento;

Norma da ABNT – NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos – Procedimento;

Norma da ABNT – NBR 10.007 – Amostragem de Resíduos – Procedimento;

Norma da ABNT – NBR 11.174 – Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III - inertes;

Norma da ABNT – NBR 12.980 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos;

Norma da ABNT – NBR 13.221 – Transporte de resíduos;

Norma da ABNT – NBR 13.463 – Coleta de resíduos sólidos – classificação.

REFERENCIAS

FILHO, F.L.; GOMES, E.R. Relatório Diagnóstico do Município de Turilândia. Ano 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Cidades, 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em 31 de outubro de 2023.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F. A. G. V.; SIMONETTI, F. D.; BATISTA, G.; MONTEIRO, T.; SANTOS, L.F.S.; CAMARGO, V.; RIBEIRO, L. F. M. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo. V. 05, nº 02, p. 169-186, 2008.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Diretrizes para definição da Política e Elaboração do Plano de Saneamento Básico. Ano 2011.

SNIS—SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnostico Temático Resíduos Sólidos. 2019/2020. <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em 31 de dezembro de 2023.

TANCREDI, A. C. F. N. S. Recursos hídricos subterrâneos de Santarém: Fundamentos para uso e proteção. 1996. 153f. Tese (Doutorado) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

