



ECONORTE
AMBIENTAL

CADERNO II - ENGENHARIA

VOLUME I - GESTÃO DE RESÍDUOS

MIP 001/2025

PREFEITURA MUNICIPAL
DE ARIPUANÃ - MT

2025

ORDEM DE
SERVIÇO
MIP N° 01/2025



VOLUME I

ENGENHARIA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Manifestação de Interesse Privado – MIP

Objeto: apresentação de estudos técnicos de engenharia, econômico-financeiro e jurídico, a fim de promover a estruturação de modelo de delegação dos serviços públicos de gestão de resíduos sólidos urbanos, abastecimento de água e esgoto sanitário no Município de Aripuanã/MT.

Data da Publicação da Autorização: 04 de abril de 2025

Data de início da OS: 04 de abril de 2025.

Prazo: 180 dias.

DEZEMBRO 2025

APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante do **CADERNO II – ENGENHARIA** do estudo de modelagem para a Manifestação de Interesse Privado (MIP) para a concessão dos serviços de saneamento para as áreas urbanas no município de Aripuanã/MT.

O presente relatório apresenta o VOLUME I – Gestão de Resíduos Sólidos, deste CADERNO II do trabalho, cujo objetivo consiste na avaliação da prestação do serviço e das estruturas componentes do sistema para o atendimento à população do município quanto aos serviços de saneamento.

Os documentos que compõem o trabalho são elencados a seguir:

CADERNO I – DIAGNÓSTICO

VOLUME I – Gestão de Resíduos Sólidos

VOLUME II – Sistema de Abastecimento de Água

VOLUME III – Sistema de Esgotamento Sanitário

VOLUME IV – DIAGNÓSTICO JURÍDICO- INSTITUCIONAL

CADERNO II – ENGENHARIA

VOLUME I – Gestão de Resíduos Sólidos

VOLUME II – Sistema de Abastecimento de Água

VOLUME III – Sistema de Esgotamento Sanitário

CADERNO III – MODELAGEM ECONÔMICA FINANCEIRA

CONTROLE DE VERSÃO		
Versão	Data	Responsável
01 - Preliminar	04/08/2025	Caique Santana Pereira
02 - Preliminar	28/11/2025	Caique Santana Pereira

VERSÃO CONSULTA PÚBLICA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO PROJETO	11
2.1	Classificação dos Resíduos contemplados no Projeto.....	12
2.2	Abrangência Geográfica da Concessão	13
2.3	Rota Tecnológica	16
2.4	Mensuração e Projeção de Demanda	19
2.4.1	Projeção Populacional	19
2.4.2	Evolução da Geração de Resíduos – RSU.....	20
2.4.2.1	Índices per capita de geração	21
2.4.2.2	Estimativas de Geração Resíduos Sólidos Urbanos	22
2.4.3	Evolução e Geração de RCC, Volumosos e Resíduos de Limpeza Pública – RPU.....	25
2.4.3.1	Definição de pequenos e grandes geradores de resíduos da construção civil	26
3	DESCRIÇÃO DAS TÉCNOLOGIAS DISPONÍVEIS	28
3.1	Processo Físico.....	30
3.1.1	Triagem.....	30
3.2	Processos Biológicos	31
3.2.1	Compostagem.....	31
3.2.2	Digestão Anaeróbia – DA.....	33
3.3	Processos Físico-Químicos (Térmicos).....	34
3.3.1	Incineração	34
3.3.2	Gaseificação	35
3.3.3	Pirólise	36
3.3.4	Coprocessamento de Resíduos Sólidos.....	38
3.4	Processo Físico-Químicos e Biológicos	39

3.4.1	Aterro Sanitário	39
3.5	Justificativa da escolha da opção tecnológica	41
4	PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS	55
4.1	Especificações dos Serviços e Empreendimentos	56
4.1.1	Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU	56
4.1.1.1	Procedimentos Operacionais	56
4.1.1.2	Premissas Técnicas e Operacionais.....	59
4.1.1.3	Dimensionamento a Guarnição (mão de obra)	64
4.1.1.4	Rota de coleta.....	66
4.1.2	Coleta Seletiva.....	68
4.1.3	Implantação de Central de Tratamento de Resíduos – CTR.....	69
4.1.3.1	Descrição das Instalações	70
4.1.3.2	Transbordo	75
4.1.3.3	Processamento de Resíduos Volumosos e Massa Verde	80
4.1.3.4	Implantação, Operação, Manutenção e Transporte de Resíduos do Ecoponto	81
4.1.3.5	Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduos do PEV no distrito de Conselvan;	86
4.1.4	Disposição final dos rejeitos em aterro sanitário;.....	86
4.1.5	Estudo de Passivo Ambiental;	87
4.1.5.1	Descrição das Etapas	88
4.1.6	Programa de Educação Ambiental.....	90
4.2	Plano de Segurança e Higiene do Trabalho	92
4.3	Estrutura Administrativa e Operacionais	93
5	Cronograma de Implantação	94
	REFERÊNCIAS.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordem de Prioridade Definida na PNRS	9
Figura 2 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a PNRS.	12
Figura 3 - Delimitação Área de Abrangência da Concessão – Zona Urbana.	13
Figura 4 – Mapa da área de abrangência do distrito de Conselvan	14
Figura 5. Aglomerado de domicílios na Comunidade Lontra.....	14
Figura 6. Aglomerado de domicílios na Comunidade Morena.....	15
Figura 7. Aglomerado de domicílios na Comunidade Milagrosa.	15
Figura 8 - Fluxo dos serviços	18
Figura 9 - Subprodutos da Pirólise.	37
Figura 10 - Rota Tecnológica para municípios com população até 250 mil habitantes.	44
Figura 11 - Rota Tecnológica para municípios com população entre 250 e 500 mil habitantes.....	45
Figura 12 - Rota Tecnológica para municípios com população entre 500 mil e 1 milhão habitantes.....	46
Figura 13 - Rota Tecnológica para municípios com população acima de 1 milhão de habitantes.....	47
Figura 14 - Custos iniciais para implantação de Aterro Sanitários Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional – MDR.....	54
Figura 15 - Veículos Coleta Convencional.	58
Figura 16 - Roteiro de Coleta Convencional do Município de Aripuanã/MT.....	66
Figura 17 - Estação de Transbordo para RSU – Modelo.	76
Figura 18 - Modelos de Estação de Transbordo de RSU.....	76
Figura 19 - Modelo de Estação de Transbordo Provisória.	78
Figura 20 - Modelos de Ecopontos.....	82
Figura 21 - Localização da Área de Passivo em Conselvan.	87
Figura 22- Localização da Área de Passivo em Aripuanã.	88

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Evolução do Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos.....	29
Quadro 2 - Comparativo entre as Tecnologias de Tratamento Térmico.	38
Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens do processo físico.....	48
Quadro 4 – Vantagens e Desvantagens do processo Biológico.....	48
Quadro 5 - Vantagens e Desvantagens do processo Físico-químicos (Tratamento Térmico).	50
Quadro 6 - Vantagens e Desvantagens do processo Físico-químicos e Biológicos..	52
Quadro 7 - Identificação dos equipamentos da estação de transferência/transbordo.	79

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Projeção populacional de Aripunã/MT para 35 anos.....	20
Tabela 2 - Geração Per Capita Estimada – Município de Aripuanã	21
Tabela 3 - Variação do Índice Per Capita no horizonte planejado (kg/hab/dia).....	22
Tabela 4 - Estimativa da geração de resíduos urbana, aplicando o índice per capita ajustado para cada período do plano (2026-2060).....	23
Tabela 5 - Estimativa de produção de RCC, volumosos e Resíduos de Limpeza Pública – RPU.	25
Tabela 6 - Exemplos de definição quantitativa de pequeno gerador.	26
Tabela 7 - Premissas Técnicas e Operacionais - Coleta Porta a Porta.....	59
Tabela 8 - Estimativa de geração e quantidade de resíduos a ser coletada diariamente.	60
Tabela 9 - Estimativa de Geração de Resíduos e Dimensionamento de Frota.	63
Tabela 10 - Dimensionamento da Mão de Obra – Primeiro Ano da Concessão.	65
Tabela 11 - Estimativa de Km por Rota de Coleta	67
Tabela 12 - Equipamentos Necessários para Processamento de Volumoso e Massa Verde.....	81
Tabela 13 – Cronograma de implantação das estruturas da concessão.....	94

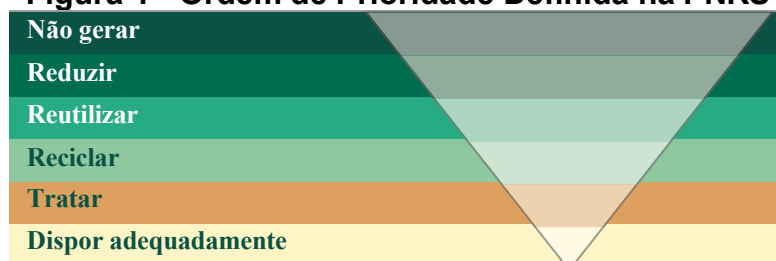
1 INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste documento a Gestão de Resíduos Sólidos relacionada a subsidiar a contratação de Parceria Público-Privada, desenvolvida de acordo com as premissas técnicas dos cadernos anteriores.

O objetivo deste documento é de constituir uma referência, apresentando as estimativas e as premissas utilizadas para desenvolvimento do presente estudo, porém, em caráter não vinculante. Ele não poderá ser usado como amparo para qualquer questionamento sobre completude e exaustão dos assuntos abordados. É responsabilidade de cada LICITANTE realizar o seu diagnóstico, prognóstico e adequação das premissas deste estudo, conforme julguem necessário para executarem o OBJETO do presente estudo. Para mais detalhes, ver ANEXO 6 - MATRIZ DE RISCO. Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são regulados por diversas políticas e diretrizes que devem ser seguidas quando da sua execução. Esse tema possui grande complexidade e apresenta interconectividade com diversas outras áreas, tais como processos de produção e consumo, comportamentos e hábitos da sociedade, e se insere no amplo contexto do saneamento básico (BID, 2023).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) estabelece diretrizes, responsabilidades, princípios e objetivos que norteiam os diferentes participantes **na implementação da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos**, sendo um dos grandes desafios à gestão ambiental urbana nos municípios brasileiros na atualidade. Na PNRS, em seu art. 9º, a ordem de prioridade a ser seguida na gestão e no manejo de resíduos sólidos é definida conforme ilustrado pela **Figura 1** abaixo.

Figura 1 - Ordem de Prioridade Definida na PNRS



Fonte: Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional.

O gerenciamento de resíduos sólidos é definido na PNRS como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.

Todas as etapas que dizem respeito ao gerenciamento dos resíduos foram cuidadosamente analisadas durante a fase de diagnóstico (**CADERNO I**) e permitiu uma compreensão mais aprofundada da situação atual do município, detalhando como são executadas, tanto pelo município quanto por meio de serviços indiretos, como empresas contratadas.

Segundo o Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessões e Manejo de Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos o estudo de engenharia contempla as análises e estimativas de engenharia necessárias à proposição do modelo de concessão.

Durante esse estudo, são analisadas a projeção de demanda, as possibilidades de rotas tecnológicas para estruturação do projeto, a estimativa dos investimentos para implantação e custos de operação da alternativa escolhida, os riscos e as responsabilidades envolvidas no projeto, bem como as medidas institucionais necessárias à implantação do estudo em tela.

Com a implementação do novo modelo de gestão integrada de resíduos sólidos, o Município de Aripuanã/MT atenderá às disposições da Lei Federal n.º 11.445/07, que estabelecem diretrizes nacionais para o saneamento básico, além de:

1. Promover mudanças efetivas de curto, médio e longo prazo nos serviços de limpeza pública do Município, atingindo os objetivos propostos pela Lei Federal n.º 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
2. Aplicar uma visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública;
3. Atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos no tocante à não geração, à redução, à reutilização, à reciclagem e ao tratamento dos resíduos sólidos e a

- disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
4. Universalizar a prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares à população urbana da cidade e tratar adequadamente tais resíduos;
 5. Implantar programas de educação ambiental.

2 DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO PROJETO

Com base no sistema de manejo de resíduos sólidos apresentado no Diagnóstico (Caderno I) deste estudo, e na previsão de demanda de geração de resíduos no decorrer da concessão, juntamente com as ações previstas no Plano de Saneamento Básico e os objetivos propostos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi escolhida a rota tecnológica que representa o melhor modelo para execução dos serviços a longo prazo.

De acordo com as diretrizes estabelecidas no Termo de Autorização nº 0001, este capítulo inicia a descrição da Modelagem de Engenharia relacionada aos Serviços de manejo de resíduos sólidos, abrangendo todas as suas etapas, desde a coleta até a disposição final.

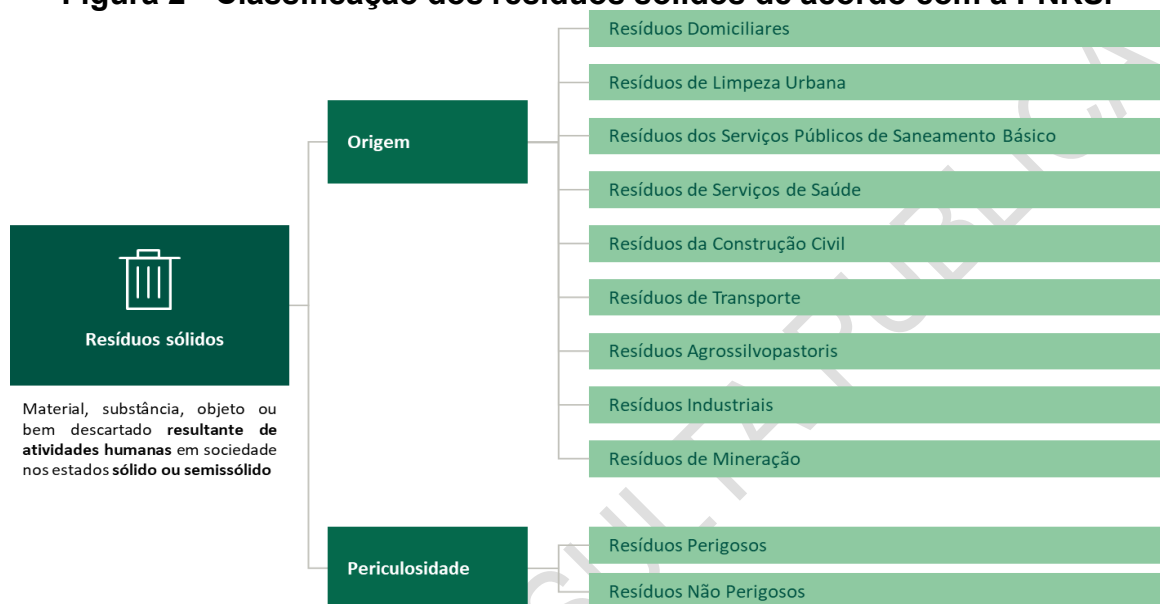
Os serviços previstos nesta MIP são definidos da seguinte maneira:

- 1 Coleta e transporte de resíduos sólidos Urbanos (RSU);
- 2 Implantação de Central Tratamento de Resíduos – CTR, composta por:
 - 2.1. Transbordo;
 - 2.2. Ecoponto com processamento de Resíduos Volumosos e massa verde oriunda da limpeza pública (podas)
- 3 Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduos do PEV no distrito de Conselvan;
- 4 Transporte dos resíduos para aterro sanitário;
- 5 Disposição final dos rejeitos em aterro sanitário;
- 6 Estudo de Passivo Ambiental;
- 7 Educação Ambiental.

2.1 Classificação dos Resíduos contemplados no Projeto

Conforme a Lei Federal Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Art. 13 classifica os resíduos sólidos quanto à origem, subdividindo-os em (**Figura 2.**):

Figura 2 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a PNRS.



Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos, 1ª Sessão de Treinamento, 14 de abril de 2023.

A classificação quanto à origem dos resíduos sólidos, relevantes para este projeto, incluir a seguinte terminologia:

Resíduos sólidos domiciliares (RSD): os originados de atividades domésticas em residências urbanas;

Resíduos de limpeza urbana (RLU): os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

Resíduos sólidos urbanos (RSU): os englobados nos resíduos sólidos domiciliares e nos resíduos de limpeza urbana;

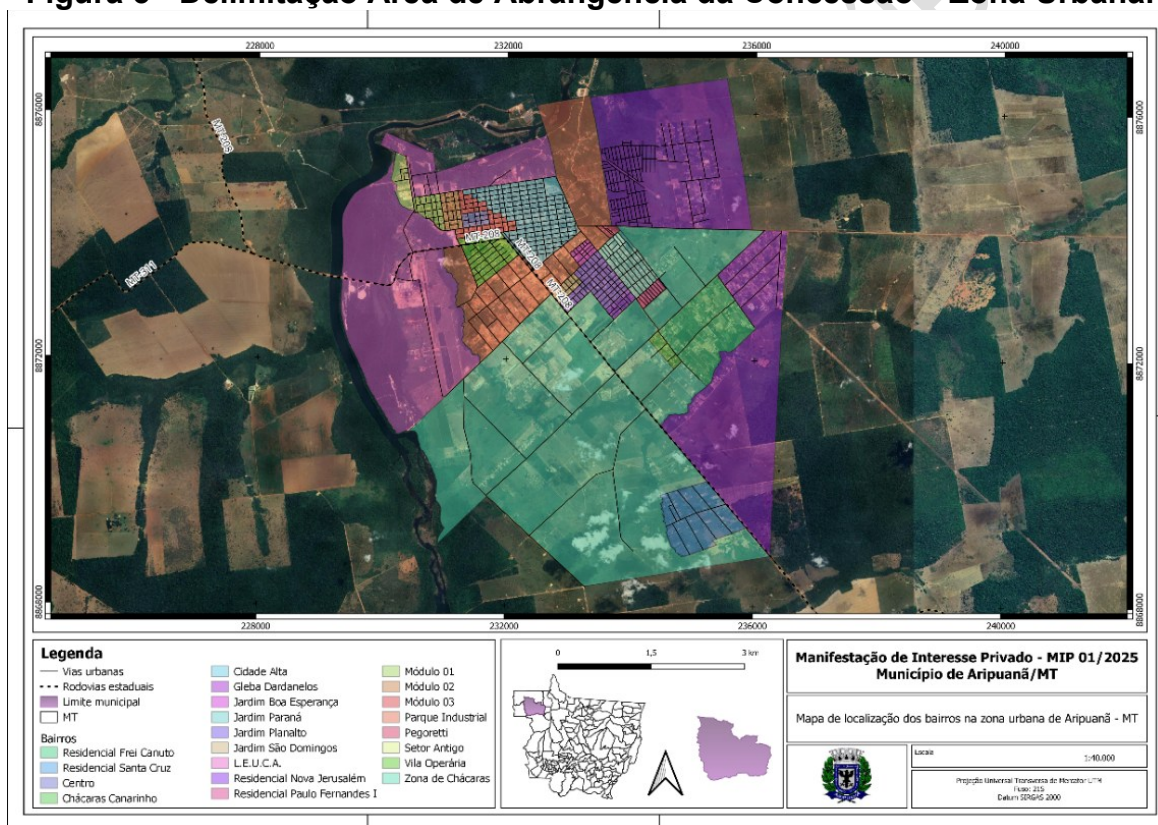
Resíduos da construção civil (RCC): os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis gerados por pequenos geradores.

2.2 Abrangência Geográfica da Concessão

Foi admitida como área de abrangência deste estudo as áreas urbanas da sede e do distrito de Conselvan, bem como as comunidades de Lontra, Morena e Milagrosa em função da delimitação dos setores censitários definidos pelo IBGE, mas sobretudo considerando o uso e ocupação do solo local.

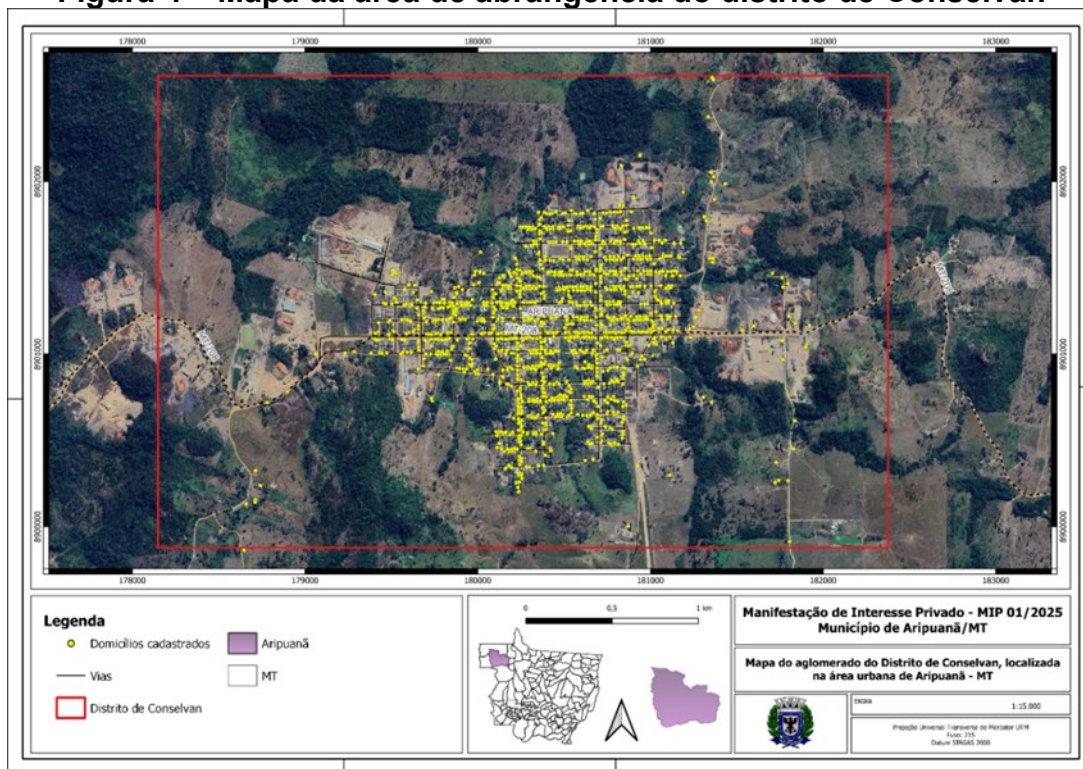
Vale destacar que a área de abrangência está inserida dentro do perímetro urbano conforme delimitado pela Lei Nº 335 de 1998, (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 06 Figura 07) a seguir:

Figura 3 - Delimitação Área de Abrangência da Concessão – Zona Urbana.



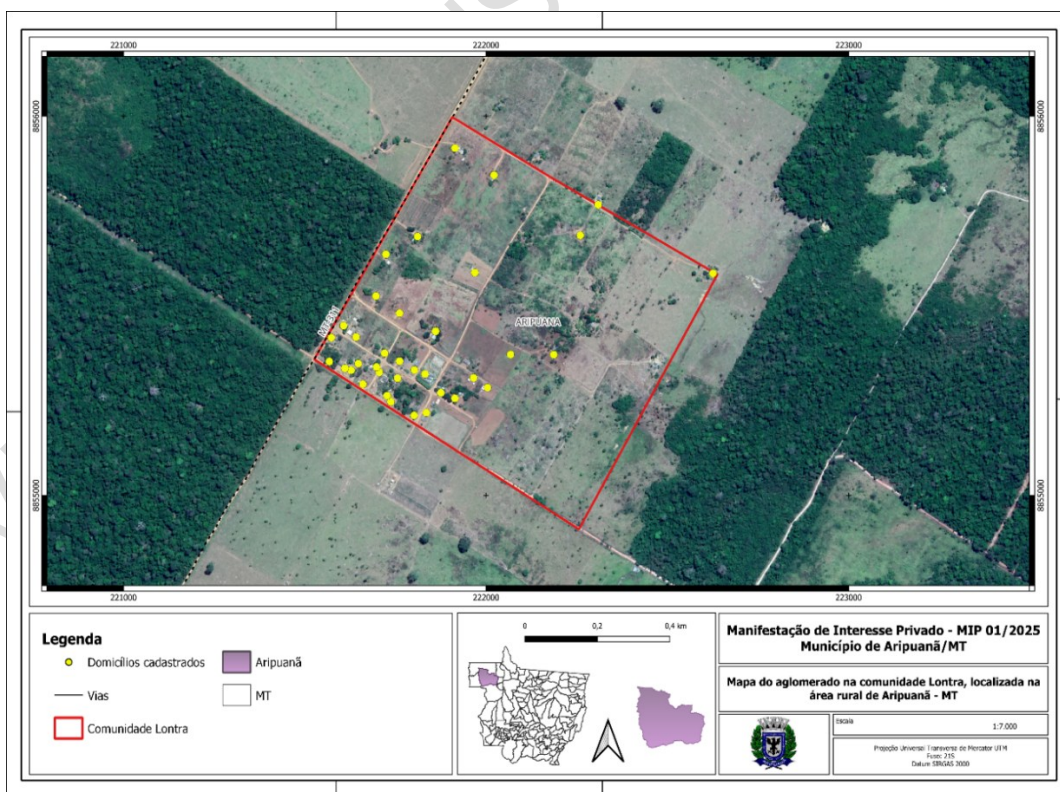
Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Figura 4 – Mapa da área de abrangência do distrito de Conselvan



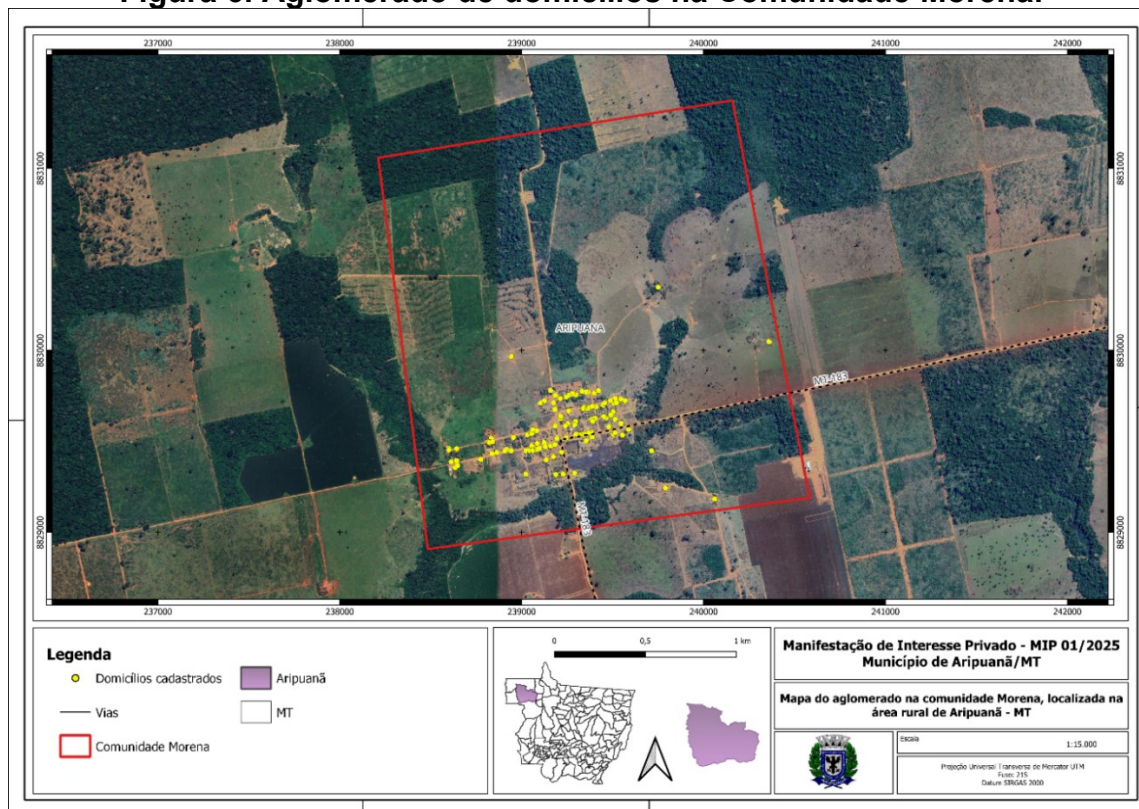
Fonte: Econorte Ambiental (2025).

Figura 5. Aglomerado de domicílios na Comunidade Lontra.



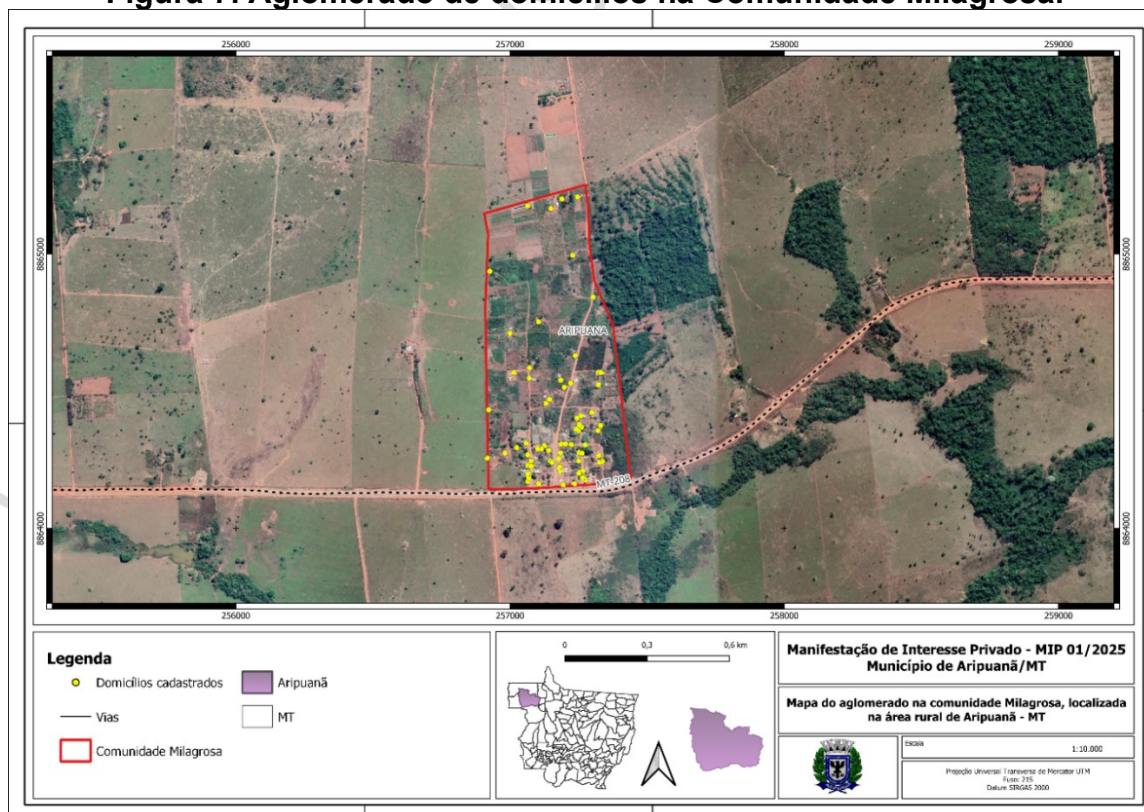
Fonte: Econorte Ambiental (2025).

Figura 6. Aglomerado de domicílios na Comunidade Morena.



Fonte: Econorte Ambiental (2025).

Figura 7. Aglomerado de domicílios na Comunidade Milagrosa.



Fonte: Econorte Ambiental (2025).

A futura Concessionária deverá considerar, no âmbito da prestação dos serviços, o crescimento da população e manter os padrões de qualidade aqui delineados e os determinados em contrato.

2.3 Rota Tecnológica

Define-se rota tecnológica como “o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valoração energética” (JUCÁ et al., 2014).

Uma rota tecnológica inicia-se na geração dos resíduos e encerra-se na disposição final em aterro sanitário, sendo que as soluções propostas devem atender aos pilares da sustentabilidade, ou seja, ser ambientalmente efetivas, ter um custo mais viável à população que paga pelo serviço e ser socialmente justas e aceitáveis por parte da população.

Em outras palavras, uma rota tecnológica é o “caminho” que o resíduo faz da casa do gerador até o aterro sanitário, com todos os subprodutos voltando ao ciclo produtivo.

A rota tecnológica escolhida para este projeto é compatível com os preceitos do artigo 9º da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que estabelece a hierarquia a ser adotada na gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

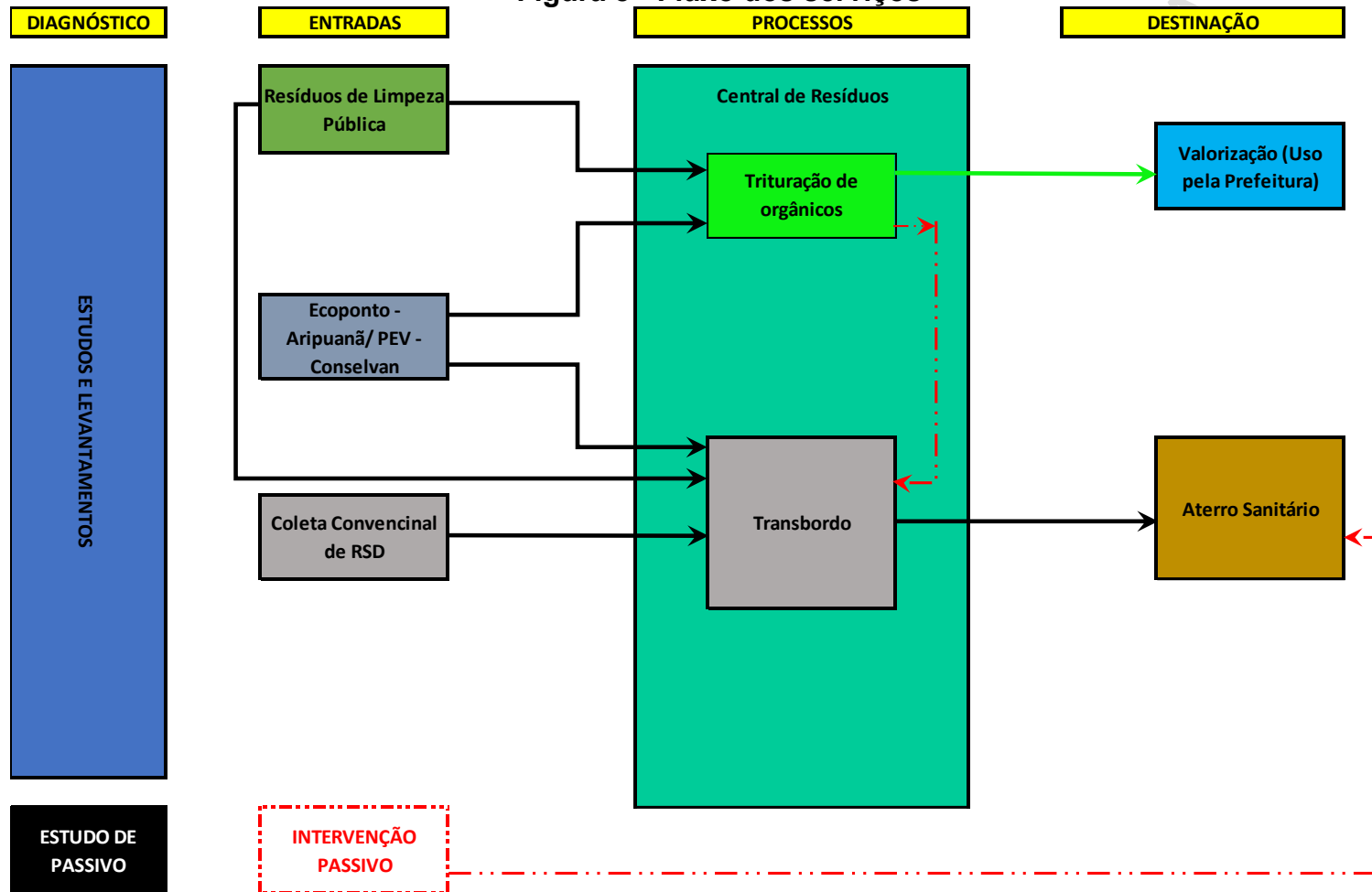
§ 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Com base na demanda e nas tecnológicas possíveis de implementação e economicamente viáveis, e o fato de que algumas tecnológicas têm capacidade

mínimas, em termos de toneladas por dia a tratar, não sendo aplicadas a todos os municípios, como é o caso da incineração, a triagem mecanizada, a produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR) ou mesmo a biodigestão, em função de gatilhos de viabilidade econômica teremos a seguinte rota tecnológica (Figura 8):

VERSÃO CONSULTA PÚBLICA

Figura 8 - Fluxo dos serviços



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

2.4 Mensuração e Projeção de Demanda

O conhecimento das condições atuais da estrutura dos serviços de gestão de resíduos sólidos é imprescindível para avaliar adequadamente a demanda atual e futura, com vistas à proposição dos programas, dos projetos e das ações para o alcance dos objetivos e das metas previstas nesta MIP.

As informações coletadas na etapa de levantamento de dados de campo e na elaboração do diagnóstico (CADERNO I) subsidiaram o cálculo da demanda.

Os dados coletados “in loco” foram complementados com informações disponibilizadas durante as pesquisas e reuniões com os técnicos da Administração Pública e pelas informações secundárias obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Assim, para possibilitar o correto dimensionamento de tecnologias de tratamento de resíduos, veículos e equipamentos que serão mobilizados no decorrer da CONCESSÃO, foi necessário efetuar de antemão a projeção populacional e consequente geração de resíduos ao longo do período previsto de Contrato, estipulado nesta MIP em 35 anos, com a possibilidade de prorrogação até o limite legal.

2.4.1 Projeção Populacional

Para fins da definição de metas para a gestão de resíduos sólidos utilizando o horizonte de 35 anos estabelecido nesta MIP para o prazo da CONCESSÃO, considerou-se o período de contrato se iniciando no ano subsequente à conclusão dos estudos da presente MIP (2025), ou seja:

- Estudos da MIP (2025);
- Ano estimado para início do período contratual (2026);
- Ano estimado para término do período Contratual (2060).

Os dados de projeção populacional e taxa de crescimento utilizados para a estimativa de geração de resíduos sólidos para os próximos 35 anos foram extraídos do CADERNO I. A Tabela 1 apresenta as progressões para populações urbanas e rurais,

bem como para a população total, aplicando-se a Projeção Aritmética (PA) para os próximos 35 anos.

Tabela 1 - Projeção populacional de Aripuanã/MT para 35 anos.

Ano	População Total Estimada					
	Progressão Aritmética					
	Total	Taxa (%a/a)	Urbana	Taxa (%a/a)	Rural	Taxa (%a/a)
1991	13614	-	9147	-	4467	-
2000	27560	8,15%	14872	5,55%	12688	12,30%
2007	19100	-5,10%	11556	3,40%	7544	7,77%
2010	18656	-0,78%	11681	0,36%	6975	-2,58%
2022	24626	2,34%	18194	3,76%	6432	-0,67%
2023	25032	1,65%	18548	1,95%	6484	0,81%
2024	26010	1,83%	19329	4,21%	6681	3,04%
2025	26416	1,56%	19688	1,86%	6729	0,71%
2026	26823	1,54%	20049	1,83%	6774	0,68%
2027	27229	1,52%	20411	1,81%	6818	0,65%
2028	27636	1,49%	20776	1,79%	6860	0,62%
2029	28042	1,47%	21142	1,76%	6900	0,59%
2030	28449	1,45%	21510	1,74%	6939	0,56%
2031	28855	1,43%	21879	1,72%	6976	0,53%
2032	29262	1,41%	22251	1,70%	7011	0,50%
2033	29668	1,39%	22624	1,68%	7044	0,48%
2034	30075	1,37%	22999	1,66%	7076	0,45%
2035	30481	1,35%	23375	1,64%	7106	0,42%
2036	30888	1,33%	23754	1,62%	7134	0,40%
2037	31294	1,32%	24134	1,60%	7160	0,37%
2038	31701	1,30%	24516	1,58%	7185	0,34%
2039	32107	1,28%	24900	1,56%	7208	0,32%
2040	32514	1,27%	25285	1,55%	7229	0,29%
2041	32920	1,25%	25672	1,53%	7248	0,27%
2042	33326	1,23%	26061	1,52%	7265	0,24%
2043	33733	1,22%	26452	1,50%	7281	0,22%
2044	34139	1,20%	26844	1,48%	7295	0,19%
2045	34546	1,19%	27238	1,47%	7307	0,17%
2046	34952	1,18%	27634	1,45%	7318	0,14%
2047	35359	1,16%	28032	1,44%	7327	0,12%
2048	35765	1,15%	28432	1,43%	7334	0,10%
2049	36172	1,14%	28833	1,41%	7339	0,07%
2050	36578	1,12%	29236	1,40%	7342	0,05%
2051	36985	1,11%	29640	1,38%	7344	0,02%
2052	37391	1,10%	30047	1,37%	7344	0,00%
2053	37798	1,09%	30455	1,36%	7342	-0,02%
2054	38204	1,08%	30865	1,35%	7339	-0,05%
2055	38611	1,06%	31277	1,33%	7334	-0,07%
2056	39017	1,05%	31690	1,32%	7327	-0,10%
2057	39424	1,04%	32106	1,31%	7318	-0,12%
2058	39830	1,03%	32523	1,30%	7307	-0,14%
2059	40236	1,02%	32942	1,29%	7295	-0,17%
2060	40643	1,01%	33362	1,28%	7281	-0,19%

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

2.4.2 Evolução da Geração de Resíduos – RSU

A projeção da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) foi elaborada com períodos de planejamento divididos em prazo imediato, curto, médio e longo, com horizonte

total de 35 anos.

Para o cálculo aplicou-se:

- a população estimada para o período 2026-2060; e
- o índice per capita de geração de resíduos (kg/hab.dia) calculado para o município.

As estimativas populacionais utilizadas foram elaboradas pelo método da progressão aritmética, após comparação com as metodologias de progressão geométrica e taxa de decrescente de crescimento.

2.4.2.1 Índices per capita de geração

O índice per capita de geração de resíduos urbanos são métricas que expressam a quantidade média de resíduos sólidos gerada por pessoa em uma determinada área urbana. Esses índices são fundamentais para avaliar o impacto ambiental das atividades urbanas, planejar estratégias de gerenciamento de resíduos e monitorar o progresso em direção a práticas mais sustentáveis.

O índice per capita de geração de resíduos sólidos urbanos (Kg/hab.dia) foi elaborado, aplicando a pesagem de resíduos sólidos realizadas durante o período de 14/05/2025 até 14/06/2025 (Tabela 2).

Tabela 2 - Geração Per Capita Estimada – Município de Aripuanã

Ano	2025
Quantidade gerada Coleta Pública (Ton)	370,19
Período de 14/05/2025 até 14/06/2025	
Período (dias) de geração	31
Média diária Urbana (Ton/dia)	11,94
População Total 2025 (Hab.)	26.416
População Urbana 2025 (Hab.)	19.688
População Rural 2025 (Hab.)	6.729
Índice Per capita Urbano (Kg/Hab.dia)	0,607

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Para o cálculo do índice per capita atual aplicou-se a população urbana projetada para 2025 conforme estudo populacional, apresentado anteriormente.

Considerando a progressão observada nos índices per capita do histórico, para cálculo da projeção do índice per capita, será adotado o índice observado em 2025 (atual), com projeção de crescimento de 1% ao ano, para projeção de estimativa da geração de resíduos nas áreas urbana e rural. Como resultado dos cálculos de índice

per capita apresenta-se a Tabela 3. A seguir, com faixas por período de planejamento da concessão, para o município de Aripuanã/MT.

Tabela 3 - Variação do Índice Per Capita no horizonte planejado (kg/hab/dia)

Período da Concessão	Intervalo	Variação do Índice per capita (Kg/Hab.dia)
		Urbano/Rural
Diagnóstico	2024 - 2025	0,61 - 0,61
Imediato	2026 - 2028	0,61 - 0,61
Curto	2029 - 2032	0,61 - 0,62
Médio	2033 - 2037	0,62 - 0,66
Longo	2038 - 2060	0,66 - 0,65

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

2.4.2.2 Estimativas de Geração Resíduos Sólidos Urbanos

A estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos aplicou a análise do crescimento populacional previsto para o período de 2026 a 2060 (35 anos), incorporando os dados de população total divulgados pelo Censo Demográfico do IBGE (2022). O estudo de crescimento populacional contempla metodologias de crescimento populacional que se alinham ao histórico do IBGE.

A projeção da geração de resíduos sólidos urbanos, considera além da estimativa populacional, o índice per capita de geração de resíduos e sua taxa de crescimento, detalhada anteriormente. O cálculo do produto das populações total, urbana e rural, ajustado pelo índice per capita para cada período do plano, está detalhado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentada a seguir. Essa abordagem visa fornecer uma projeção mais precisa e alinhada às características específicas do desenvolvimento do município, contribuindo para estratégias eficazes de gestão de resíduos sólidos urbanos ao longo do tempo.

Tabela 4 - Estimativa da geração de resíduos urbana, aplicando o índice per capita ajustado para cada período do plano (2026-2060).

Estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos ao longo de 35 anos									
Período Da Concessão	Ano	População total (hab.)	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	Prod per capita urbana (kg/hab.ano)	Prod per capita rural (kg/hab.ano)	Geração Urbana (Ton/ano)	Geração Rural (Ton/ano)	Geração Total (Ton/ano)
Diagnóstico	2024	26010	19.329	6681	0,61	0,61	4279,19	1479,14	5758,33
	2025	26416	19.688	6729	0,61	0,61	4367,41	1492,60	5860,01
<i>Imediato</i>	2026	26823	20.049	6774	0,61	0,61	4456,35	1505,73	5962,08
	2027	27229	20.411	6818	0,61	0,61	4546,02	1518,51	6064,53
	2028	27636	20.776	6860	0,61	0,61	4636,43	1530,95	6167,37
	2029	28042	21.142	6900	0,61	0,61	4727,57	1543,03	6270,60
<i>Curto</i>	2030	28449	21.510	6939	0,61	0,61	4819,45	1554,77	6374,21
	2031	28855	21.879	6976	0,62	0,62	4912,07	1566,15	6478,22
	2032	29262	22.251	7011	0,62	0,62	5005,44	1577,17	6582,61
	2033	29668	22.624	7044	0,62	0,62	5099,56	1587,84	6687,40
<i>Médio</i>	2034	30075	22.999	7076	0,62	0,62	5194,43	1598,15	6792,58
	2035	30481	23.375	7106	0,62	0,62	5290,05	1608,09	6898,15
	2036	30888	23.754	7134	0,62	0,62	5386,44	1617,67	7004,12
	2037	31294	24.134	7160	0,62	0,62	5483,59	1626,89	7110,48
<i>Longo</i>	2038	31701	24.516	7185	0,62	0,62	5581,51	1635,73	7217,24
	2039	32107	24.900	7208	0,62	0,62	5680,20	1644,21	7324,40
	2040	32514	25.285	7229	0,63	0,63	5779,66	1652,31	7431,96
	2041	32920	25.672	7248	0,63	0,63	5879,89	1660,03	7539,92
	2042	33326	26.061	7265	0,63	0,63	5980,91	1667,37	7648,29
	2043	33733	26.452	7281	0,63	0,63	6082,72	1674,34	7757,05
	2044	34139	26.844	7295	0,63	0,63	6185,31	1680,92	7866,22
	2045	34546	27.238	7307	0,63	0,63	6288,69	1687,11	7975,80

Estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos ao longo de 35 anos									
Período Da Concessão	Ano	População total (hab.)	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	Prod per capita urbana (kg/hab.ano)	Prod per capita rural (kg/hab.ano)	Geração Urbana (Ton/ano)	Geração Rural (Ton/ano)	Geração Total (Ton/ano)
	2046	34952	27.634	7318	0,63	0,63	6392,86	1692,92	8085,78
	2047	35359	28.032	7327	0,64	0,64	6497,84	1698,34	8196,18
	2048	35765	28.432	7334	0,64	0,64	6603,62	1703,36	8306,98
	2049	36172	28.833	7339	0,64	0,64	6710,20	1707,99	8418,19
	2050	36578	29.236	7342	0,64	0,64	6817,59	1712,22	8529,81
	2051	36985	29.640	7344	0,64	0,64	6925,79	1716,05	8641,85
	2052	37391	30.047	7344	0,64	0,64	7034,81	1719,48	8754,30
	2053	37798	30.455	7342	0,64	0,64	7144,66	1722,50	8867,16
	2054	38204	30.865	7339	0,64	0,64	7255,32	1725,12	8980,44
	2055	38611	31.277	7334	0,65	0,65	7366,81	1727,33	9094,14
	2056	39017	31.690	7327	0,65	0,65	7479,14	1729,12	9208,26
	2057	39424	32.106	7318	0,65	0,65	7592,30	1730,50	9322,80
	2058	39830	32.523	7307	0,65	0,65	7706,29	1731,46	9437,76
	2059	40236	32.942	7295	0,65	0,65	7821,13	1732,01	9553,14
	2060	40643	33.362	7281	0,65	0,65	7936,82	1732,13	9668,94
Massa Total Parcial (Ton)							214301,45	57917,50	272218,95
Massa Total Produzida (Ton)								272218,95	

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

2.4.3 Evolução e Geração de RCC, Volumosos e Resíduos de Limpeza Pública – RPU

Para projeção dos resíduos de Limpeza Pública Urbana (RPU), que se trata das podas urbanas e limpeza de áreas públicas, aplicou-se índice per capita aplicado na elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) no Estado de Mato Grosso, que se trata do valor de 0,03 kg/hab.dia. Já para a estimativa de geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) e volumosos aplicou-se a geração mínima apresentada pela IPEA (2012) para o Brasil, com valor per capita de 230 kg/Hab.ano. A Tabela 5 apresenta um resumo das informações apresentadas no Caderno I, demonstrando a estimativa de geração de RCC e Volumosos para o horizonte de 35 anos.

Tabela 5 - Estimativa de produção de RCC, volumosos e Resíduos de Limpeza Pública – RPU.

Estimativa de produção de Resíduos de Limpeza Pública (RPU)					
Período do Plano	Ano	População urbana (hab.)	Índice per capita (kg/hab.dia)	Produção de Resíduos de Limpeza Pública (RPU)	
				Diária t/dia	Anual t/ano
<i>Diagnóstico</i>	2024	19.329	0,03	0,58	211,65
	2025	19.688	0,03	0,59	215,58
	2026	20.049	0,03	0,60	219,53
<i>Imediato</i>	2027	20.411	0,03	0,61	223,50
	2028	20.776	0,03	0,62	227,49
	2029	21.142	0,03	0,63	231,50
<i>Curto</i>	2030	21.510	0,03	0,65	235,53
	2031	21.879	0,03	0,66	239,58
	2032	22.251	0,03	0,67	243,65
	2033	22.624	0,03	0,68	247,73
	2034	22.999	0,03	0,69	251,84
<i>Médio</i>	2035	23.375	0,03	0,70	255,96
	2036	23.754	0,03	0,71	260,10
	2037	24.134	0,03	0,72	264,27
	2038	24.516	0,03	0,74	268,45
	2039	24.900	0,03	0,75	272,65
	2040	25.285	0,03	0,76	276,87
	2041	25.672	0,03	0,77	281,11
<i>Longo</i>	2042	26.061	0,03	0,78	285,37
	2043	26.452	0,03	0,79	289,65
	2044	26.844	0,03	0,81	293,94

Estimativa de produção de Resíduos de Limpeza Pública (RPU)					
Período do Plano	Ano	População urbana (hab.)	Índice per capita (kg/hab.dia)	Produção de Resíduos de Limpeza Pública (RPU)	
				Diária t/dia	Anual t/ano
	2045	27.238	0,03	0,82	298,26
	2046	27.634	0,03	0,83	302,60
	2047	28.032	0,03	0,84	306,95
	2048	28.432	0,03	0,85	311,33
	2049	28.833	0,03	0,86	315,72
	2050	29.236	0,03	0,88	320,13
	2051	29.640	0,03	0,89	324,56
	2052	30.047	0,03	0,90	329,01
	2053	30.455	0,03	0,91	333,48
	2054	30.865	0,03	0,93	337,97
	2055	31.277	0,03	0,94	342,48
	2056	31.690	0,03	0,95	347,01
	2057	32.106	0,03	0,96	351,56
	2058	32.523	0,03	0,98	356,12
	2059	32.942	0,03	0,99	360,71
	2060	33.362	0,03	1,00	365,31

* Per capita obtida em estimativas aplicadas aos PMSBs em Mato Grosso

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

2.4.3.1 Definição de pequenos e grandes geradores de resíduos da construção civil

A definição de pequeno e grande gerador de RCC e Volumosos considerou a definição aplicada em outros municípios brasileiros, identificados nos estudos de Vilella (2019), Miranda et al. (2014), nos PGM RCC de Santo André/SP (2020) e Lavínia/SP (2017), Lei Ordinária nº 5159/2004 de Joinville/SC (2004) e Campo Novo do Parecis/MT (2018), conforme:

Tabela 6 - Exemplos de definição quantitativa de pequeno gerador.

Cidades	Definições de pequeno gerador	Referência
Santo André/SP	Até 1 m³/mês	Santo André/SP (2020)
Limeira/SP	Até 1 m³/dia por pessoa	Vilella (2019)
Belo Horizonte/MG	Até 1 m³ por descarga/dia	Miranda et al. (2014); Vilella (2019)
São Luis/MA	Até 2 m³ por gerador /dia.	Vilella (2019)
Guarulhos/SP	Até 1 m³ por gerador /dia.	Vilella (2019)
Araraquara/SP	RCC até 0,5 m³ por gerador /dia e Volumosos/Podas até 1,0 m³ por viagem.	Vilella (2019)

Cidades	Definições de pequeno gerador	Referência
São José do Rio Preto/SP	Até 1 m ³	Vilella (2019)
Joinville/SC	Até 1m ³ RCC e volumosos entregues por munícipe	Joinville/SC (2004)
Lavinia/SP	Até 1 m ³ por descarga/dia	Lavínia/SP (2017)
Campo Novo do Parecis/MT	Até 1m ³ /mês por unidade geradora	Campo Novo do Parecis/MT (2018)

Fonte: Adaptado por Radam Consultoria Ambiental (2023).

A Tabela 6 demonstra que é comum na definição de pequenos geradores de RCC, incluírem os resíduos volumosos, pois são resíduos gerados eventualmente, na manutenção dos imóveis.

A política de gestão de RCC, trazida pela Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), incorporou os chamados resíduos volumosos, pois inevitavelmente participam dos mesmos fluxos (PINTO E GONZÁLES, 2005), propondo inclusive solução associada, no caso das Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), conforme Resolução nº 448 (CONAMA, 2012).

Para Aripuanã/MT será adotado para definição de pequeno gerador de Resíduos da Construção Civil (RCC) e volumosos, padrões similares aos municípios de Santo André/SP e Campo Novo do Parecis/MT, com quantidade de 1 m³ (um metro cúbico), produzido a cada 30 (trinta) dias por unidade geradora para entulhos e massa verde (podas e jardinagem). Para otimizar a capacidade de armazenamento de massa verde (podas) o Ecoponto deve possuir triturador de pequeno porte.

A regra para volumosos como móveis e equipamentos inutilizados, os pequenos geradores devem ser pessoas físicas, que entreguem 1 unidade/mês, que possuam cadastro e realizem agendamento.

Os grandes geradores de resíduos são definidos como aqueles que produzem volume superior a 1m³ por descarga/dia de Resíduos da Construção Civil (RCC) e resíduos volumosos, tais como poda de árvores (massa verde), ou que descartem mais de uma unidade de volumoso composto por móveis e equipamentos inservíveis.

Apenas o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) pode definir adequadamente o padrão ideal para o município de Aripuanã/MT, no entanto, os padrões acima apresentados são aplicados em situações reais do Brasil e podem ser seguidos seguramente.

Para os fins deste estudo, ficou definido que a CONCESSIONARIA NÃO será responsável pelo gerenciamento dos resíduos da construção civil. O manejo dos RCC será de responsabilidade do PODER CONCEDENTE. Cabendo a concessionária receber e gerenciar os resíduos de limpeza pública.

3 DESCRIÇÃO DAS TÉCNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Existem, em todo o mundo, diversas alternativas tecnológicas ligadas à destinação dos resíduos sólidos, muitas delas em escala experimental e com custos elevadíssimos. Na maioria dos casos, essas alternativas estão ligadas a redução do volume de resíduos, tornando-se necessária uma alternativa para a disposição final das sobras desses processos.

Para iniciar a abordagem sobre as alternativas tecnológicas selecionadas para o projeto em questão, se faz necessária uma análise das alternativas existentes mais utilizadas no Brasil, sendo elas: reciclagem, compostagem, incineração e aterro sanitário.

Poderiam ser citadas alternativas como, por exemplo, aterros controlados, porém estes não são considerados ambientalmente adequados e não tem sido aprovada pelos órgãos ambientais. Ressalta-se ainda que a Lei nº 12.305 de agosto de 2010, extingue formas ambientalmente inadequadas de disposição de resíduos em lixões e aterros controlados.

Segundo Jucá (2011), atualmente existem quatro sistemas básicos de tratamento de resíduos sólidos urbanos, que são, a triagem de resíduos, o tratamento de resíduos biológicos, a incineração e o aterro sanitário.

Nos processos físicos predominam a triagem e a reciclagem dos resíduos, nos processos biológicos predominam o tratamento biológico aeróbio (compostagem) e o anaeróbio.

No processo físico-químico predominam a incineração e no físico-químico e biológico predominam os aterros sanitários, considerados como biodigestor anaeróbio. Todas as tecnologias descritas evoluíram, no entanto, a eficiência dos mesmos dependem da separação prévia dos RSU, mediante coletas diferenciadas (DANTAS, 2012).

Quadro 1 - Evolução do Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos.

Processos	Sistemas Básicos	Evolução	Produtos
Físico	Triagem/Reciclagem	Coleta Seletiva, Tratamento Mecânico- Biológico (TMB)	Matéria Prima para Reciclagem e Energia
Biológico	Tratamento Biológico	Biodigestores Anaeróbios, Compostagem	Composto Orgânico e Energia
Físico-Químico	Incineração	Tratamento Térmico	Vapor e Energia Elétrica
Físico, Químico e Biológico	Aterros Sanitários	Reator Anaeróbio, Tratamento da Matéria Orgânica	Biogás (Energia) e lixiviado

Fonte: Adaptado de Jucá, 2014.

Segundo Dantas (2012), o tratamento de resíduos pelos municípios deve aplicar alguma alternativa tecnológica, que podem ser mais simplificadas ou mais evoluídas tecnologicamente e para adoção deve considerar uma série de aspectos, dentre eles no mínimo:

- I. Aspectos técnicos: considerando-se aqui os de geração dos resíduos, características dos resíduos, aspectos qualitativos e quantitativos, geografia da região, geomorfologia, pluviometria, urbanização, aspectos de localização e aspectos urbanísticos;
- II. Aspectos ambientais: considerando-se que as tecnologias devem atender ao que determina toda legislação ambiental e seu atendimento são fundamentais para sua implementação;
- III. Aspectos sociais: considerando-se aqui que os aspectos de geração de emprego e renda, são fundamentais em seu critério de escolha, pois existem regiões em que os aspectos sociais são tão ou mais importantes que os aspectos técnicos da tecnologia. Como exemplo tem-se tecnologias que são geradoras de emprego e outras tecnologias que são redutoras de emprego e isto deve ser levado em consideração nos critérios adotados a sua escolha. O Produto interno Bruto (PIB) de cada região também é fundamental, pois algumas tecnologias apresentam custos que devem ser compatíveis com a sua utilização pela local/regional;
- IV. Aspectos econômicos: considerando-se aqui que as tecnologias devem ser suportadas pelos municípios e mais ainda, os usuários(municípios) devem suportar os valores a serem pagos pela sua utilização;

- V. Aspectos legais: considerando-se aqui que as tecnologias devem ter legislações específicas e estruturas otimizadas dos órgãos fiscalizadores para o fiel cumprimento de seus preceitos e suas exigências;
- VI. Aspectos políticos: considerando-se o atual e futuro arranjo político da estrutura municipal, que são fundamentais para que ocorra uma escolha de alternativa tecnológica embasada em critérios técnicos, que atenda aos aspectos ambientais e sociais e que mais ainda que sejam consolidadas pela afirmação política da escolha tecnológica;

3.1 Processo Físico

3.1.1 Triagem

A Triagem trata os resíduos como matéria-prima que é reaproveitada para fazer novos produtos, e traz benefícios como a diminuição da quantidade de rejeitos enviada para aterros sanitários, a diminuição da extração de recursos naturais, a melhoria da limpeza da cidade e o aumento da conscientização dos cidadãos a respeito do destino destes resíduos (DANTAS, 2012).

Segundo Jucá et al. (2014), no Brasil, os programas de coleta seletiva são geralmente subsidiados pelo poder público e não apresentam sustentabilidade. O processo de reciclagem era realizado, até um tempo atrás, nos locais de destino final dos resíduos e pelos próprios catadores que ali trabalhavam, por consequência o aproveitamento desse material era muito baixo, considerando que grande parte vinha sujo e sem condições de reaproveitamento. O processo de reciclagem é relativamente simples. Entre os processos com segregação na fonte geradora podem ser destacados:

Coleta seletiva porta a porta - consiste basicamente na separação dos materiais pelo gerador (que pode ser o cidadão, uma empresa ou outra instituição) segundo sua constituição ou composição e disponibilizados para a coleta separadamente, estes posteriormente são coletados por um veículo específico. O modelo mais utilizado desse tipo de coleta é a separação dos resíduos em orgânicos (úmidos) e materiais recicláveis (secos).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a implantação da coleta seletiva é obrigação dos municípios e metas referentes à coleta seletiva fazem parte

do conteúdo mínimo que deve constar nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios.

Outro modelo são os chamados PEV's – Pontos de entrega voluntária: que consiste na instalação de contêineres ou recipientes em locais pré-determinados em que população, voluntariamente, leva seus materiais separados até estes pontos.

Com o material já armazenado nesses locais, estes podem ser encaminhados para um centro de triagem onde o material será preparado mais criteriosamente.

No centro de triagem os materiais são separados em mesas de separação ou esteiras e prensados em fardos para que seja realizada a comercialização dos produtos. A implantação de um sistema de reciclagem de resíduos é um processo lento, que exige investimentos e programas de conscientização por parte do poder público para que se obtenha sucesso.

Segundo Jucá et al. (2014), a utilização de sistemas mecanizados é recomendada, portanto, para unidades com capacidade de tratamento superior a 15 toneladas diárias. Municípios de médio a grande porte podem receber sistemas mais complexos com o uso de moegas, separadores magnéticos e aquisição de veículos de grande porte.

Segundo a Rota Tecnológica desenvolvida pela FADE/UFPE-BNDES, a modelagem econômica dos valores relacionados à implantação e manutenção de unidades de triagem apresentam ganhos de escala na medida em que se verifica um aumento da capacidade instalada das unidades.

A implantação das unidades só se mostra viável para instalação de unidades de médio a grande porte que atendem a municípios com mais de 250.000 habitantes e possuem programas efetivos de coleta seletiva e mercado de venda de materiais recicláveis.

3.2 Processos Biológicos

3.2.1 Compostagem

A compostagem tem grande importância no tratamento dos resíduos sólidos urbanos já que cerca de 50% do lixo gerado em um município é constituído por matéria

orgânica (LIMA, 2005). No entanto, a viabilização da compostagem, sem segregação na fonte geradora, não é possível ou mantém-se a nível experimental e reduzido ou ainda aplicado apenas a geradores específicos.

A compostagem é um processo biológico e pode ocorrer por dois métodos, sendo:

Método natural: a fração orgânica dos resíduos é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por reviramentos periódicos, com o auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses; e

Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de resíduos, ou em reatores rotatórios, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses.

O produto da compostagem é chamado de composto orgânico, que pode ser utilizado como um condicionador do solo, na agricultura, jardinagem e no controle de erosão.

Segundo a Rota Tecnológica desenvolvida pela FADE/UFPE-BNDES, a modelagem econômica dos valores relacionados à implantação e manutenção de unidades de compostagem, nos moldes definidos pelos Ministérios das Cidades e Meio Ambiente, apresenta ganhos de escala conforme aumento da capacidade instalada das unidades. A implantação das unidades se mostra viável em todas as faixas populacionais consideradas, no caso do composto produzido ser totalmente comercializado. Ressalte-se que a aludida viabilidade está condicionada ao beneficiamento de resíduos oriundos de uma coleta seletiva eficiente. Assume-se, portanto, que o composto produzido está isento de contaminantes (tais como metais pesados), e atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Vale a pena lembrar que os resíduos domiciliares possuem naturalmente os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Se a compostagem for realizada de maneira adequada estes microrganismos irão se

proliferar naturalmente.

Existem também microrganismos patogênicos. Esses são eliminados pelo calor gerado no processo.

O material precisa ser revolvido com frequência para que seja aerado. A aeração pode ser realizada manualmente ou por meio de máquinas.

Quanto mais aerado for o composto, mais rapidamente será decomposto o material.

Existem diversas usinas de compostagem espalhadas pelo Brasil e as usinas mais comuns são as simplificadas que realizam todo o processo ao ar livre. Basicamente, o lixo é triturado e colocado em montes, chamados de leiras, onde permanece lá por todo o processo.

A compostagem é sem dúvida um dos processos de tratamento de resíduos que deve ser considerado, porém existem diversos fatores que devem ser levados em consideração antes de implantar uma usina de compostagem, entre eles:

- I. Existência de mercado para venda do composto; uma vez que apresenta um composto com teor de nutrientes inferior aos adubos e fertilizantes disponíveis no mercado, cuja comercialização, controlada pelos órgãos do sistema de agricultura, sobre muitas restrições;
- II. Espaço físico para implantação das leiras;
- III. Existência de um serviço de coleta diferenciada para o lixo domiciliar, público e de serviços de saúde;
- IV. Existência de um estudo de viabilidade técnica e econômica.

Salienta-se que a compostagem reduz significativamente o volume de resíduos domiciliares, porém não dispensa o uso de outra técnica para a disposição final dos rejeitos dos resíduos.

3.2.2 Digestão Anaeróbia – DA

A digestão anaeróbia (DA) é um processo de transformação de resíduos orgânicos, também conhecida como biogaseificação ou metanização, em que se processa a decomposição desses resíduos na ausência do oxigênio (digestão anaeróbia) que

gera o biogás, que é formado por cerca de 45% a 60% de CH₄ (metano) e de 40% a 50% de CO₂ (dióxido e carbono) que pode ser queimado ou utilizado como combustível, que depende de segregação/triagem e homogeneização (como trituração/peneiramento) como pré-processamento.

A viabilidade econômica relacionada aos processos de DA pode ser alcançada a partir da redução dos custos de disposição em aterro sanitário; geração de receita derivada da produção e comercialização de energia renovável e ainda a possibilidade de comercialização de créditos de carbono (pouco significativa no presente). É importante salientar que até a presente data, no Brasil, não existe digestor anaeróbio que trate resíduos sólidos urbanos.

No Brasil não existe nenhum Digestor anaeróbio em escala industrial em funcionamento com apenas um implantado em escala experimental em Juazeiro do Norte/CE, no Nordeste do Brasil.

Segundo a Rota Tecnológica desenvolvida pela FADE/UFPE-BNDES, a modelagem econômica dos valores relacionados à implantação e manutenção de unidades de digestão anaeróbia (DA) apresenta ganhos de escala em relação aos custos de operação. Os custos unitários de investimento são variáveis de acordo com a capacidade instalada, no sentido descendente de valor. Para as duas unidades analisadas no estudo realizado entre 2010 e 2013 e publicado em 2014, não há viabilidade de implantação aos custos e valores de comercialização praticados no Brasil. O retorno econômico do emprego dessa tecnologia só se justifica nos casos em que, além da comercialização dos produtos orgânicos, energia e créditos de carbono, forem cobradas taxas de disposição final superiores a R\$ 100,00, principalmente na unidade de menor porte (valores em 2011).

3.3 Processos Físico-Químicos (Térmicos)

3.3.1 Incineração

A incineração é uma das tecnologias térmicas existentes para o tratamento de resíduos sólidos. É a queima de materiais em alta temperatura em mistura com uma quantidade de ar adequada durante um determinado intervalo de tempo. No caso específico de resíduos sólidos, os compostos orgânicos são reduzidos a seus

constituintes minerais, principalmente, dióxido de carbono gasoso e vapor de água e cinzas (LIMA,2001).

O tratamento térmico é definido pela Resolução do CONAMA N.º 316/2002 como todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius.

A incineração é um tipo de alternativa tecnológica de tratamento térmico, baseada, simplesmente, em um processo de oxidação por combustão controlada (RAMOS, 2004; KULH et al., 2015), a alta temperatura, geralmente variando de 800°C a 1.300°C, promovendo a redução do volume dos resíduos em até 90%, e de peso em até 75% (HENRIQUES, 2004; TABASOVÁ et al., 2012; EPE, 2014; KUHLE et al., 2015).

De acordo com Pacheco et al. (2003), Oliveira (2006) e Kulh et al. (2015), o processo supracitado, opera com excesso de oxigênio, em torno de 10% a 25% acima das necessidades de queima dos resíduos para garantir a combustão completa.

Os principais fatores de desempenho do incinerador são o tripé: temperatura, tempo de residência e turbulência/turbilhonamento, além da composição dos resíduos que alimentaram o incinerador.

Conforme apresentado por Jucá et al (2014), a atual legislação brasileira permite que qualquer empresa possa produzir e comercializar energia, desde que possua uma potência mínima instalada de 3MW correspondente à energia comercializada. Desse modo, só se recomenda a sua instalação para o tratamento de quantidades encaminhadas superiores a 200 t/dia, afetando assim a rota tecnológica, onde apenas municípios de grande porte teriam viabilidade de aplicação desta tecnologia. Para as duas unidades analisadas, não há viabilidade de implantação aos custos e valores de comercialização praticados no Brasil. O retorno econômico do emprego dessa tecnologia só apresenta retorno financeiro nos casos em que, além da comercialização de energia e créditos de carbono, forem cobradas taxas de disposição final superiores a R\$ 250,00 nas unidades de menor porte e de R\$ 150,00 nas maiores instalações (valores em 2011).

3.3.2 Gaseificação

A gaseificação é o processo termoquímico de converter um insumo sólido ou líquido

num gás, com características basicamente combustíveis, através da oxidação parcial (Lora et al., 2008). O princípio deste processo de conversão energética alicerça-se na utilização de uma matéria-prima (biomassa) pré-tratada, isto é, com um teor de umidade baixo, convertendo-a em gás, por meio das reações de gaseificação, de forma conseguinte este gás é resfriado e purificado (MORRIN et al., 2011; HERNÁNDEZ, BALLESTEROS, ARANDA, 2013; MUNIZ & ROCHA, 2013; KULH et al., 2015).

O produto da gaseificação, denominado gás síntese, também conhecido como syngas, possui uma composição típica dada em média por 48% Nitrogênio (N), 21% Monóxido de Carbono (CO), 09% Dióxido de Carbono (CO₂), 14% Hidrogênio (H), 05% Vapor d'Água (H₂O(v)) e 02% Metano (CH₄) (KIRUBAKARAN, et al. 2009; KULH et al., 2015).

A composição do gás produzido depende de vários fatores, como: temperatura, pressão, umidade do combustível, teor de oxigênio no agente gaseificador e o tipo de combustível.

3.3.3 Pirólise

O processo de pirólise consiste na decomposição/degradação térmica das ligações químicas presentes nas cadeias orgânicas em ausência de oxigênio, diferentemente da gaseificação e incineração, a pirólise é um processo endotérmico, assim sendo requer uma fonte externa de calor (LOPES, 2014; MUNIZ, 2015). Este tipo de tecnologia opera em temperaturas de 300°C a 1600°C (LIMA, 1995; LOPES, 2014; MUNIZ, 2015).

Muniz (2015) discorre que “pela definição já se observa que qualquer processo térmico a temperaturas superiores a 300°C e na ausência de oxigênio são considerados métodos de pirólise”, sendo classificadas conforme o tempo de residência dos resíduos e a temperatura de submissão dos resíduos (REICHERT, 2012), classificadas como:

- I. Pirólise Lenta: Temperatura de 400°C - Longos períodos (40 minutos a 01 hora);
- II. Pirólise Rápida: Temperaturas entre 400°C - 600°C - Períodos curtos (tempo <

2 segundos);

III. Flash Pirólise: Temperatura > 800°C - Períodos curtos (tempo ≈ 1 segundo).

As pirólises com obtiveram sucesso no tratamento de resíduos sólidos urbanos, segundo Conti (2009) são do tipo lenta.

A modularidade, desta tecnologia permite atender, desde pequenas quantidades de resíduos, para populações de 10.000 a 20.000 habitantes, a grandes quantidades de resíduos gerados, no caso de populações acima de 300.000 habitantes (CHAMON, CARDOSO, BARROS, 2013).

Segundo W.S.Sanner et al. (1970) e Lima (2004) uma tonelada de lixo pode ser convertida em diversos subprodutos, conforme Figura 9.

Figura 9 - Subprodutos da Pirólise.



Fonte: Lima (2004) *apud* W.S.Sanner et al. (1970).

O material pirolisado pode ser dividido em três grupos:

- Gases, compostos por hidrogênio, metano e monóxido de carbono;
- combustível líquido, composto por hidrocarbonetos, álcoois e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre;
- um resíduo sólido, constituído por carbono quase puro (char) e ainda, por vidros, metais e outros materiais inertes (escória) (LIMA, 2004).

A análise dos produtos obtidos pela pirólise, demonstram que alguns possuem valor agregado, como o óleo, gases e carvão utilizados como fonte de combustíveis ou em outros usos relacionados à indústria (MUNIZ, 2015).

Quadro 2 - Comparativo entre as Tecnologias de Tratamento Térmico.

Tecnologias	Incineração	Gaseificação***	Pirólise
Balanco Energético (kWh/t/RSU)	417	n.d. - 1000	500 - 1000
Custo do Equipamento (2015)	R\$ 140.000/t/dia	R\$ 80.000/t/dia	R\$ 60.000/t/dia
Área Ocupada	Média	Baixa	Baixa
Flexibilidade de Combustível	Média	Média	Alta
Necessidade de Pré-tratamento dos Resíduos	Baixo	Alto	Baixo
Consumo de Água	Alto	Baixo	Médio
Grau de Impactos no Solo	Alto	Médio	Baixo
Emissões Atmosféricas	Alto	Baixo	Baixo
Gases Emitidos	CO ₂ , SOX, HCl, HF, CO, Nox, MP, metais (Cd, Hg, As, V, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Ti) e substâncias orgânicas(dioxinas e furanos)	H ₂ , CH ₄ , CO ₂ , CO, N ₂ , O ₂ , H ₂ O	CO ₂ , H ₂ O
Sustentabilidade do Sistema	Baixo	Alto	Alto

* Conversão de energia para RSU

** Conversão de energia para resíduos orgânicos

*** **Dados referentes a utilização de resíduos orgânicos. Fonte: Adaptado de Kulh et al. (2015).**

Dentre as tecnologias de tratamento térmico, a incineração apresentou o menor balanço energético, o custo mais elevado de equipamento, é a tecnologia que requer a maior área para implantação, e a que mais impacta o meio ambiente, desta forma a sustentabilidade atribuída ao sistema foi baixa. A gaseificação, assim como a pirólise possuem custos medianos, e requerem pequenas áreas para instalação, no que tange os aspectos ambientais, ambas impactam em menor grau o ar, devido alcatrão e as cinzas geradas (LORA et al., 2008; LORA et al., 2012; KÜHL, 2014) a gaseificação impacta em grau mediano o solo, enquanto a pirólise possui baixo grau de impacto sobre o solo, devido a inertização das cinzas pelo processo.

3.3.4 Coprocessamento de Resíduos Sólidos

Segundo Jucá et al. (2014) o coprocessamento não é uma tecnologia aplicável para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, mas é um processo indicado para o tratamento de resíduos industriais em estado líquido, sólido e/ou pastoso.

Esse processo é utilizado em fornos de clínquerização das indústrias cimenteiras,

onde, em altas temperaturas, os resíduos são destruídos ao mesmo tempo em que são utilizados como energia alternativa para os fornos, em substituição aos combustíveis fósseis ou matéria-prima.

No Brasil essa alternativa tecnológica para tratamento dos resíduos industriais vem sendo adotada por algumas indústrias cimenteiras. Nesse processo são utilizados diversos tipos de resíduos, os chamados combustíveis alternativos do processo.

A prática do coprocessamento de resíduos na indústria de cimento tem se expandido devido à necessidade crescente de uma destinação ambiental e socialmente mais adequada de resíduos provenientes de diversos processos industriais. Vários estudos vêm sendo conduzidos com o objetivo de se conhecer melhor os aspectos envolvidos nessa prática, já adotada em muitos países, inclusive no Brasil.

Em casos específicos de incineradores planejados para coprocessamento, a utilização de RI nas cimenteiras traz o risco de metais, como o cromo, que levariam mais de 50 anos para se dissiparem, se incorporarem ao cimento. Daí a importância de se utilizar resíduos selecionados. Por outro lado, o cádmio e o Mercúrio, que não ficam incorporado ao concreto, ficam incorporados ao gás, o que também gera grandes impactos ambientais.

3.4 Processo Físico-Químicos e Biológicos

3.4.1 Aterro Sanitário

A utilização de aterros sanitários para destinação dos resíduos municipais é antiga e ainda continua sendo a tecnologia mais popular e mais praticada na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em várias partes do mundo.

O Aterro Sanitário é definido como uma obra de engenharia, onde se utiliza o menor espaço possível para a disposição da maior quantidade de resíduos sólidos e com o menor impacto possível ao meio ambiente e à saúde pública.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2000), o Aterro Sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo que, fundamentado em “critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinamento segura em termos de

controle de poluição ambiental e proteção a saúde pública”, ou “forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através do confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais”.

Segundo o IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001, um aterro sanitário conta com as seguintes unidades:

- I. Unidades operacionais:
- II. Células de lixo domiciliar;
- III. Impermeabilização de fundo (obrigatória) e superior (opcional);
- IV. Sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume);
- V. Sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás;
- VI. Sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais e
- VII. Sistemas de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico.
- VIII. Unidades de apoio:
- IX. Cerca e barreira vegetal;
- X. Estradas de acesso e de serviço;
- XI. Balança rodoviária e sistema de controle de resíduos;
- XII. Guarita de entrada e
- XIII. Prédio administrativo;
- XIV. Oficina e borracharia.

A operação de um aterro deve ser precedida do processo de seleção de áreas, licenciamento, projeto executivo e implantação.

Um Aterro Sanitário adequadamente projetado e operado possibilita o controle de impactos ao meio ambiente e saúde pública.

A implantação de aterros representa um caminho natural no processo de erradicação da grande quantidade de lixões e aterros controlados no país, oferecendo aos munícipes a segurança de um confinamento adequado dos RSU e é o único meio de destinação dos rejeitos provenientes das demais tecnologias de tratamento. Desse modo, **o aterro sanitário é recomendado em todas as rotas tecnológicas** a serem consideradas pelos gestores, independentemente do porte do município (JUCÁ *et al.*, 2014).

Segundo a Rota Tecnológica desenvolvida pela FADE/UFPE-BNDES, nos municípios de maior porte, deve-se considerar ainda que os sistemas de aterros para disposição de RSU apresentam potencial de implantação de projetos de recuperação de biogás, visando ao seu aproveitamento energético, que se viabiliza em aterros que possuam uma capacidade mínima de 300 t/dia, gerando de 100 a 200 kWh/t de RSU (TOMALSQUIN, 2003 e OLIVEIRA, 2009).

3.5 Justificativa da escolha da opção tecnológica

Conforme descrito nos itens anteriores, todos os sistemas apresentados necessitam de uma tecnologia que seja capaz de destinar adequadamente os resíduos produzidos nesses processos.

Nenhum dos sistemas apresentados dispensa a utilização de um local para a disposição final dos rejeitos. Tais sistemas visam reduzir o volume de resíduos sólidos, porém haverá subprodutos. Dessa forma, sempre que se pensa em uma unidade de tratamento para resíduos sólidos será necessário que seja concebida uma unidade de disposição final dos rejeitos.

Além do que o Aterro Sanitário é modelo amplamente dominado pelos técnicos brasileiros, uma vez que se trata de uma operação semelhante a outras obras de terraplanagem, com movimentação de solo.

Ressalta-se que a alternativa escolhida é ambientalmente correta e adequada para a região desde que todos os equipamentos de controle ambiental sejam implantados e corretamente operados.

Observa-se que a reciclagem se destaca como a tecnologia do futuro, pois é meta nos países desenvolvidos, conforme observado na União Europeia que estabeleceu que até 2030, 65% dos resíduos municipais precisam ser reutilizados ou reciclados, com um máximo de 10% a ser depositado em aterro (rejeitos), o que torna os aterros sanitários indispensáveis e somente o restante poderá ser considerado para incineração para recuperação de energia.

Essa meta de 65% faz parte da nova visão para a economia circular implementada em todos os Estados membros, e esse instrumento levou a uma redução significativa na incineração. Isso mostra claramente que, como os sistemas de gestão se

desenvolvem com o tempo e quando as preocupações com saúde pública e meio ambiente são superadas, o foco principal permanece na recuperação de materiais por meio de opções de reciclagem e na criação de empregos verdes por meio da reciclagem e reutilização. As iniciativas tecnológicas orientadas à recuperação de energia permanecem apenas como uma opção secundária e só podem funcionar dentro de sistemas de gestão de resíduos maduros o suficiente para recebê-los e acomodá-los (IJGOSSE, 2019).

A triagem e reciclagem no Brasil dependem da implementação da coleta seletiva, para atingir eficiências adequadas e ainda é uma atividade de alto custo, que não se apresenta autossustentável, necessitando mudanças de paradigmas, considerando a criação de empregos verdes, planejamento para conservação de energia, com a economia de energia no ciclo de vida dos produtos.

Os aterros sanitários ainda permitem a associação de tecnologias para o aproveitamento energético do biogás e mineração de aterros (landfill mining), que se refere à escavação e ao tratamento de resíduos de um aterro sanitário em atividade ou inativo, para a reutilização de materiais recuperados (INBS, 2021).

Nos estudos de Rotas Tecnológicas para os resíduos sólidos urbanos no Brasil, as tecnologias para municípios de pequeno porte, inferiores a 30.000 habitantes, destaca que onde houver a coleta seletiva de recicláveis, a unidade de triagem terá características simplificadas, compatíveis com as quantidades a serem manuseadas e acumuladas.

No caso de municípios geograficamente isolados de outros municípios e do mercado da reciclagem (especificamente na Região Centro-Oeste) a coleta indiferenciada e seu encaminhamento a aterro sanitário sem aproveitamento energético devem ser considerados.

A não adoção da coleta diferenciada e triagem dos recicláveis de tais municípios se justifica pela distância do mercado da reciclagem ao ponto do escoamento desses materiais se tornar inviável e estes serem assim considerados rejeitos, de acordo com a conceituação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

A rota tecnológica para a gestão de resíduos sólidos urbanos, analisada para o Brasil, para municípios com população ou consorciados entre 30.000 e 250.000 habitantes,

mostra que os números de resíduos ainda não permitem a inclusão de aproveitamento energético em aterros, mas tornam possível a construção e a operação de aterros com boa qualidade técnica.

Para essa faixa populacional a rota tecnológica ainda é composta de coleta domiciliar de rejeitos (resíduos não recicláveis), coleta diferenciada de resíduos recicláveis, coleta diferenciada de resíduos orgânicos de grandes geradores, transporte, unidades de triagem para destinação dos resíduos recicláveis secos e disposição dos rejeitos em aterros sanitários.

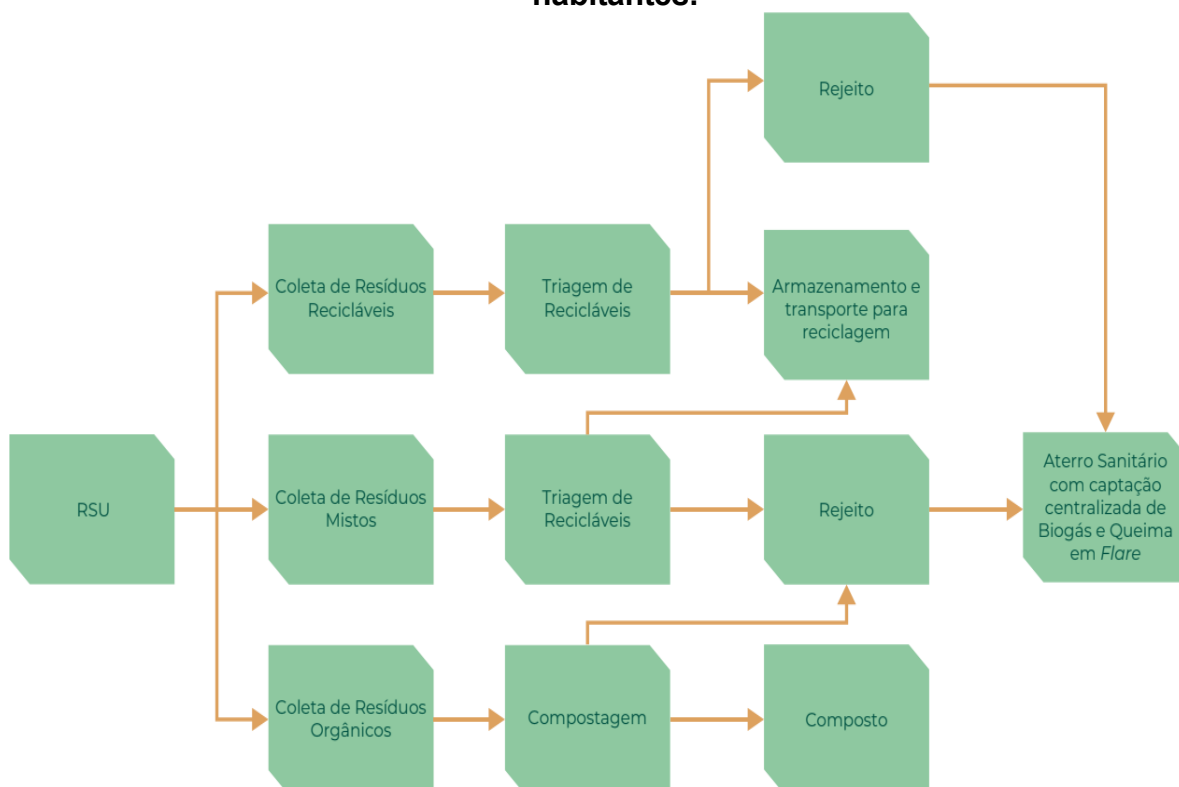
A Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNASA, define que a rota tecnológica a ser utilizada nos processos de concessão deve ser compatível com o porte populacional, com a metas de tratamento e os objetivos definidos, com as tecnologias disponíveis, com as características regionais e com a capacidade de pagamento dos usuários, sendo elas:

a) População até 250 mil habitantes

Quando a área de abrangência do projeto possuir uma população de até 250 mil habitantes, é proposta uma rota tecnológica com as seguintes características:

- I. Previsão de coleta de três tipos de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico;
- II. Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis;
- III. Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- IV. Previsão de compostagem para os resíduos da coleta de orgânicos;
- V. Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário;
- VI. Aterro sanitário com captação centralizada do biogás e queima em flare.

Figura 10 - Rota Tecnológica para municípios com população até 250 mil habitantes.



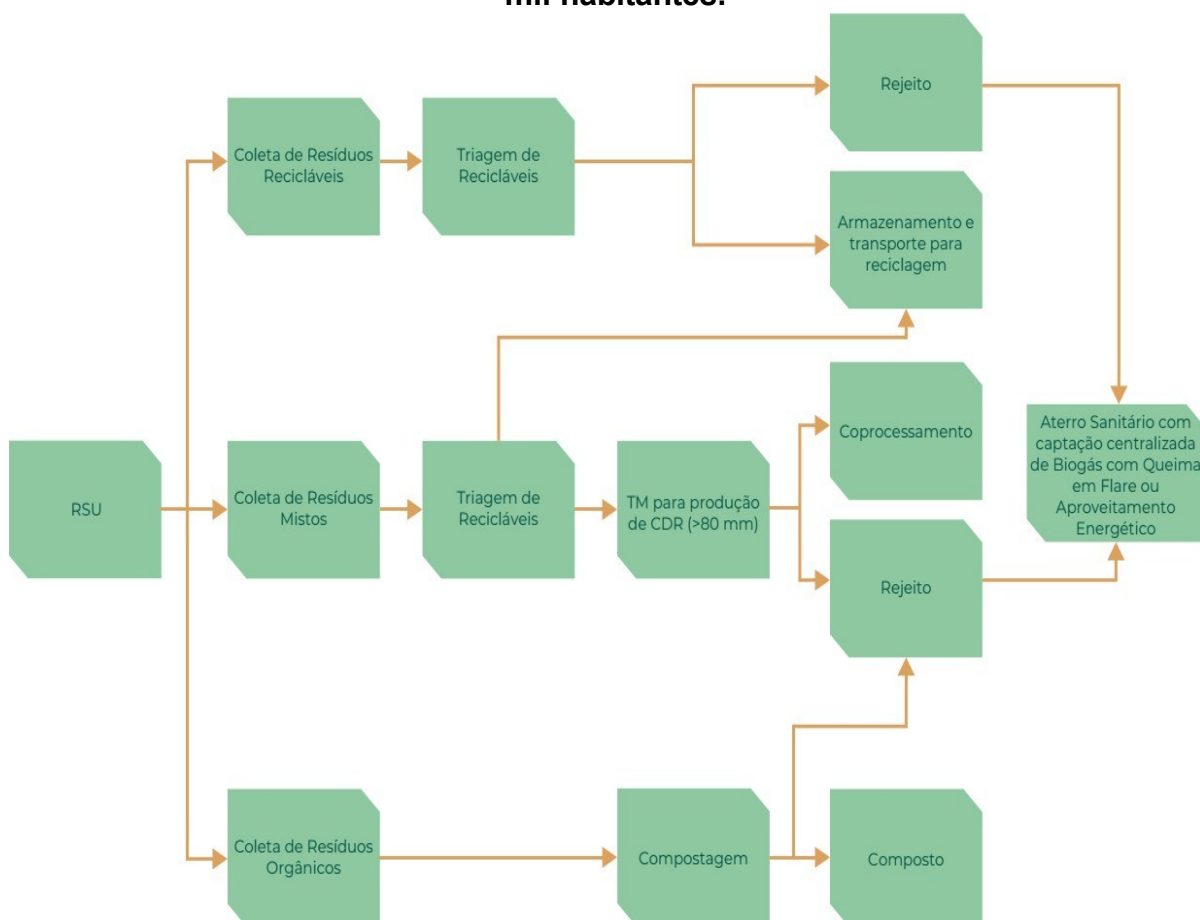
Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos, Adaptado de “Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNANA”.

b) População entre 250 e 500 mil habitantes

Quando a área de abrangência do projeto possuir uma população de entre 250 e 500 mil habitantes, é proposta uma rota tecnológica com as seguintes características:

- i. Previsão de coleta de três tipos de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico;
- ii. Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis;
- iii. Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- iv. Para os resíduos da coleta mista, previsão de Tratamento Mecânico – TM (partículas >80mm) para produção de Combustível Derivado de Resíduos – CDR para coprocessamento em fornos de cimento;
- v. Previsão de compostagem para os resíduos da coleta de orgânicos;
- vi. Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário.
- vii. Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para queima em flare ou aproveitamento energético.

Figura 11 - Rota Tecnológica para municípios com população entre 250 e 500 mil habitantes.



Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos, Adaptado de “Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNANA”.

c) População entre 500 mil e 1 milhão habitantes

Quando a área de abrangência do projeto possuir uma população de entre 500 mil e

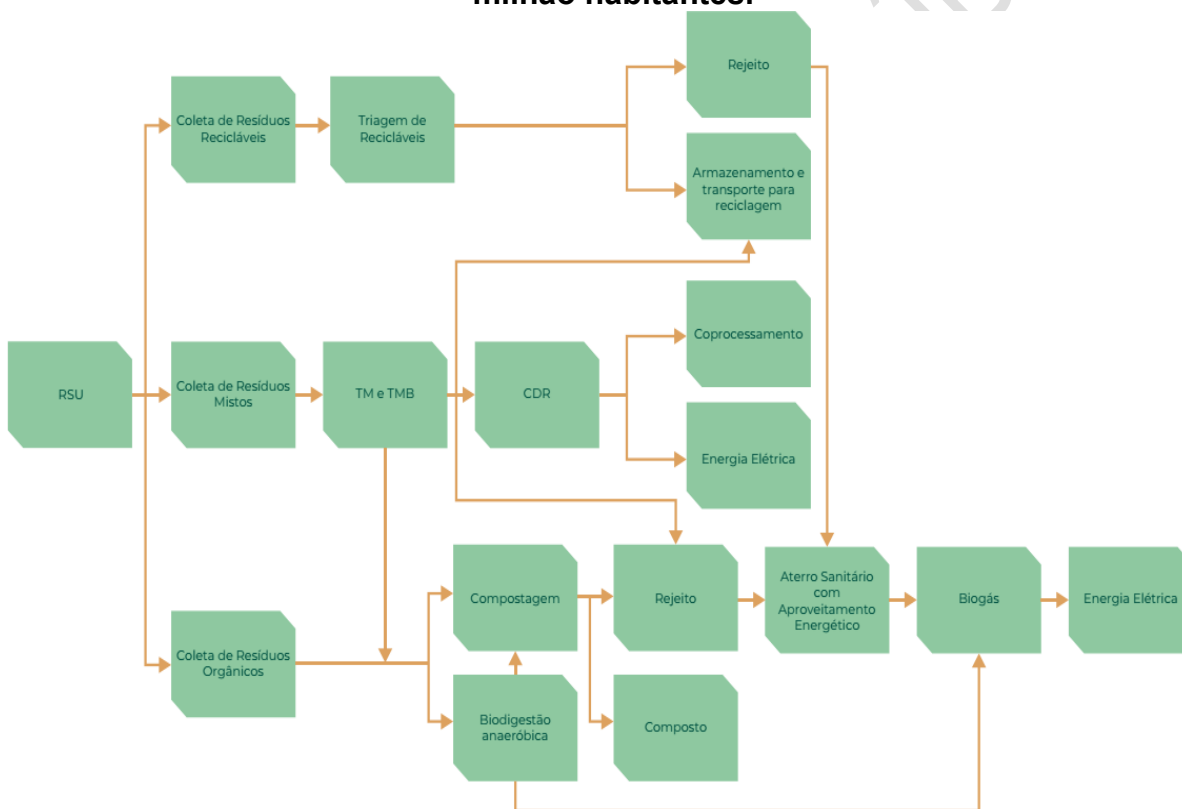
1 milhão habitantes, é proposta uma rota tecnológica com as seguintes características:

- I. Previsão de coleta de três tipos de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico;
- II. Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis;
- III. Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- IV. Para os resíduos da coleta mista, previsão de Tratamento Mecânico – TM (partículas >80mm) e Tratamento Mecânico-Biológico - TMB (partícula >30 mm) para produção de CDR para coprocessamento em fornos de

cimento e/ou geração de energia elétrica. Para partículas inferiores a 30 mm, também deverá ser previsto o encaminhamento dos resíduos orgânicos para compostagem e/ou biodigestão;

- V. Previsão de compostagem e biodigestão anaeróbia para os resíduos da coleta de orgânicos e/ou mista, com aproveitamento energético do biogás por meio da geração de energia elétrica;
- VI. Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário;
- VII. Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica.

Figura 12 - Rota Tecnológica para municípios com população entre 500 mil e 1 milhão habitantes.



Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos, Adaptado de “Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNANA”.

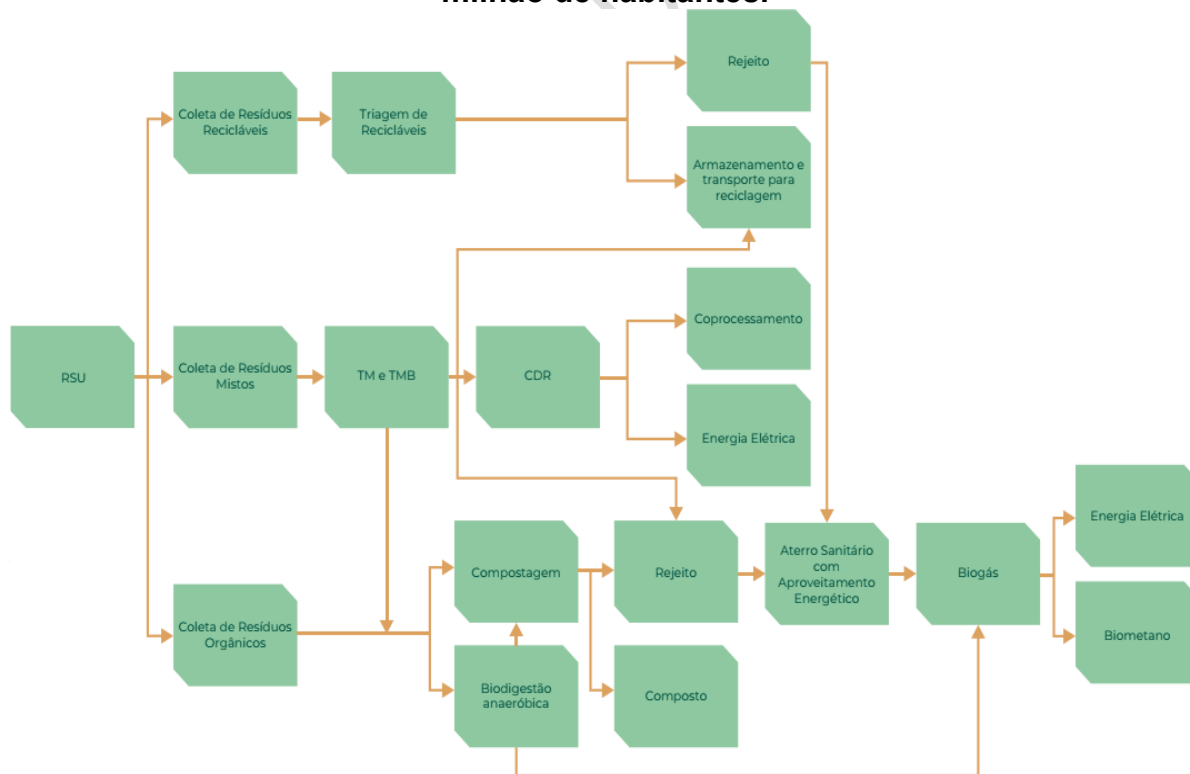
d) População acima de 1 milhão habitantes

Quando a área de abrangência do projeto possuir uma população acima de 1 milhão habitantes, é proposta uma rota tecnológica com as seguintes características:

- I. Previsão de coleta de três tipos de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico;
- II. Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis;

- III. Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- IV. Para os resíduos da coleta mista, previsão de Tratamento mecânico – TM (partículas >80mm) e Tratamento Mecânico-Biológico – TMB (partícula >30 mm) para produção de CDR para coprocessamento em fornos de cimento e/ou geração de energia elétrica. Para partículas inferiores a 30 mm, também deverá ser previsto o encaminhamento dos resíduos orgânicos para compostagem e/ou biodigestão;
- V. Previsão de compostagem e biodigestão anaeróbia para os resíduos da coleta de orgânicos e/ou mista com aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica e/ou produção de biometano;
- VI. Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário;
- VII. Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica e/ou produção de biometano.

Figura 13 - Rota Tecnológica para municípios com população acima de 1 milhão de habitantes.



Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos, Adaptado de “Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNANA”.

Podemos observar que o tratamento térmico por incineração consta na rota

tecnológica para populações superiores a 1.000.000 de habitantes, exclusivamente para Resíduos Sólidos Urbanos não recicláveis. Além da viabilidade técnica apresentada anteriormente, outro ponto importante a ser considerado na escolha da melhor tecnologia a ser implementada deve-se considerar a viabilidade econômica.

Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens do processo físico.

Processo Físico		
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
Triagem e Reciclagem de RSU	Aumenta a vida útil do aterro sanitário;	Gastos decorrentes da implantação, operação e manutenção ainda são superiores às receitas auferidas com a venda do material beneficiado;
	Redução dos custos com a disposição final;	Necessidade de gestão que esteja atento às necessidades de mercado, ao avanço das tecnologias de aproveitamento de novos materiais e à complexidade dos diferentes trabalhadores, intermediários e setores da indústria envolvidos;
	Melhora Limpeza pública;	
	Evita o impacto ambiental em solos e água;	
	Melhora os índices de saúde pública nos municípios;	
	Conservação de energia proporcionadas no ciclo de vida dos produtos, evitando o consumo elétrico e perdas na transmissão.	

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Quadro 4 – Vantagens e Desvantagens do processo Biológico.

Processos Biológicos		
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
Compostagem	Aumenta a vida útil do local de disposição final de resíduos;	Requer uma separação eficiente de resíduos e um tempo de processamento que pode chegar a seis meses;
	Promove o aproveitamento agrícola da matéria orgânica pelo uso de composto orgânico no solo;	Necessita de mercado para revender o composto;

Processos Biológicos		
	Os rejeitos podem ser dispostos nos aterros sanitários, reduzindo os problemas relativos à formação de gases e lixiviados, visto que são materiais biologicamente estabilizados;	Quando mal operada, os líquidos e gases gerados podem contaminar o meio ambiente e comprometer a qualidade de vida;
	Exige pouca mão de obra especializada;	Os custos com a coleta diferenciada da fração orgânica dos RSU são altos;
	Quando bem operadas, as unidades de compostagem não causam poluição atmosférica ou hídrica;	Requer área relativamente grande para operação das leiras para maturação dos resíduos
	Geração de renda com a comercialização do composto, caso exista mercado.	
Digestão Anaeróbia	Aumento da vida útil dos aterros sanitários;	A composição dos resíduos pode variar dependendo da localização (zona de geração) e da estação do ano, podendo comprometer o processo de biodigestão anaeróbia e consequentemente a qualidade do biogás e do material digerido gerado;
	Redução da fração orgânica dos RSU, responsável pelos odores desagradáveis e geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários;	Necessidade de etapa posterior (como compostagem) para bioestabilização dos resíduos digeridos;
	Maior geração de biogás e metano devido às condições controladas de umidade e temperatura dos digestores;	Dificuldade na operação do sistema, principalmente em termos de obstruções de canalização, principalmente em sistemas contínuos;
	Permite a coleta de todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação pode variar de 20 a 40 %), reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa;	Necessidade de mão de obra qualificada para o processo de operação e monitoramento da planta;
	Em seu processamento tem-se a geração de produtos valorizáveis: biogás (energia e calor) e composto orgânico.	

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Quadro 5 - Vantagens e Desvantagens do processo Físico-químicos (Tratamento Térmico).

Processos Físico-químicos (Tratamento Térmico)		
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
Incineração	Redução do volume e massa dos resíduos	Alto consumo de energia elétrica, que é dissipada (não-recuperável);
	Potencial de recuperação de energia superior a aterros;	
	Necessidade de menor área para instalação;	Dissipação dos metais ao meio ambiente pela utilização dos metais dos trituradores nas ligas desses equipamentos;
	Redução na emissão de odores e ruídos	Possibilidade de contaminação do CDR pela presença de metais.
	Interrupção dos processos biológicos da fermentação, a fim de preservar e armazenar o substrato por meses e anos;	Elevados custos de instalação, operação e manutenção do tratamento dos resíduos;
	O fato de serem considerados como unidades de pré-tratamento dos RSU;	Inviabilidade de produção em caso de resíduos com umidade excessiva, pequeno poder calorífico ou clorados
	Agregação de valor aos resíduos;	
	Transformação dos resíduos sólidos urbanos em alternativa energética;	
	Possibilidade de instalação em áreas industriais próximas aos centros urbanos e aos grandes consumidores de energia;	
	Redução das emissões e geração de poluentes, possibilitando a obtenção de Créditos de Carbono;	
	Prolongamento da vida útil de aterros existentes.	
	Destruição completa da maioria dos resíduos orgânicos perigosos.	
Pirólise	Possibilidade de modular as plantas industriais conforme demandas locais;	Hetereogeneidade dos RSU dificulta o controle de variáveis operacionais;
	Desvinculação da produção de eletricidade, pois combustíveis resultantes podem ser transportados até as centrais termelétricas;	Tecnologia não consolidada em escala comercial;

Processos Físico-químicos (Tratamento Térmico)		
	Menor emissão de poluente atmosféricos, em relação a incineração;	Processo mais lento que a incineração e com maior consumo de combustível auxiliar;
	Redução do volume de resíduos a ser dispostos (cerca de 95%);	Elevado custo operacional e de manutenção;
	Possibilidade de utilização de combustíveis auxiliares de baixo custo (como biomassa ou biogás);	Constante trabalho de limpeza no sistema de alimentação de combustível auxiliar (exceto para gás natural);
	Sistema de alimentação automático (contínua) ou semiautomático (em batelada)	Elevado custo de tratamento dos efluentes gasosos e líquidos.
	Presença de queimadores auxiliares.	
Gaseificação	As cinzas e o carbono residual permanecem no gaseificador, diminuindo assim a emissão de particulados;	O resíduo deve estar limpo, sem a presença, por exemplo, de terras;
	Alta eficiência térmica, variando de 60% a 90%;	Potencial de fusão das cinzas a temperaturas acima de 900°C, que pode aumentar corrosão no equipamento;
	Associada a catalisadores, como alumínio e zinco, a gaseificação aumenta a produção de H ₂ e CO (gás combustível) e diminui a produção de CO ₂ ;	O alcatrão formado durante o processo de gaseificação, se não completamente queimado, pode limitar as aplicações do syngas.
	A taxa de gaseificação pode ser facilmente monitorada e controlada.	
Coprocessamento de RSU	Melhoria do desempenho econômico (menor consumo energético) da indústria cimenteira.	Inexistência de uma legislação sobre esse processo de tratamento de resíduos bem como a ausência de Normas Técnicas para essa tecnologia;
		Falta de acompanhamento por parte dos órgãos de controle ambiental sobre os níveis de emissões das unidades cimenteiras.

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Quadro 6 - Vantagens e Desvantagens do processo Físico-químicos e Biológicos.

Processos Físico-químicos e Biológicos		
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
Aterros Sanitários	Possibilidade de se utilizar áreas já degradadas por outras atividades (ex: área utilizada como pedreira, etc.);	Necessidade de grandes áreas para aterro, muitas vezes, longe da área urbana, acarretando despesas adicionais com transporte;
	Possibilidade de receber e acomodar rapidamente quantidades variáveis de resíduos, sendo bastante flexível;	Possibilidade de desenvolvimento de maus odores;
	Recebimento de resíduos de diversas naturezas (classe IIA e IIB);	Possibilidade de deslocamento de poeiras;
	Adaptável a comunidades grandes ou pequenas;	Alteração da estética da paisagem;
	Apresentação de menores custos de investimento e operação que outras tecnologias;	Diminuição do valor comercial da terra;
	Utilização de equipamentos e máquinas usadas em serviços de terraplanagem;	Interferência da meteorologia na produção de lixiviados que requisitam tratamento adequado;
	Simples operacionalização, não requerendo pessoal altamente especializado;	Período pós-fechamento relativamente longo para a estabilização do aterro, incluindo efluentes líquidos e gasosos;
	Possibilidade de aproveitamento energético do biogás;	Controle dos riscos de impactos ambientais de longo prazo.

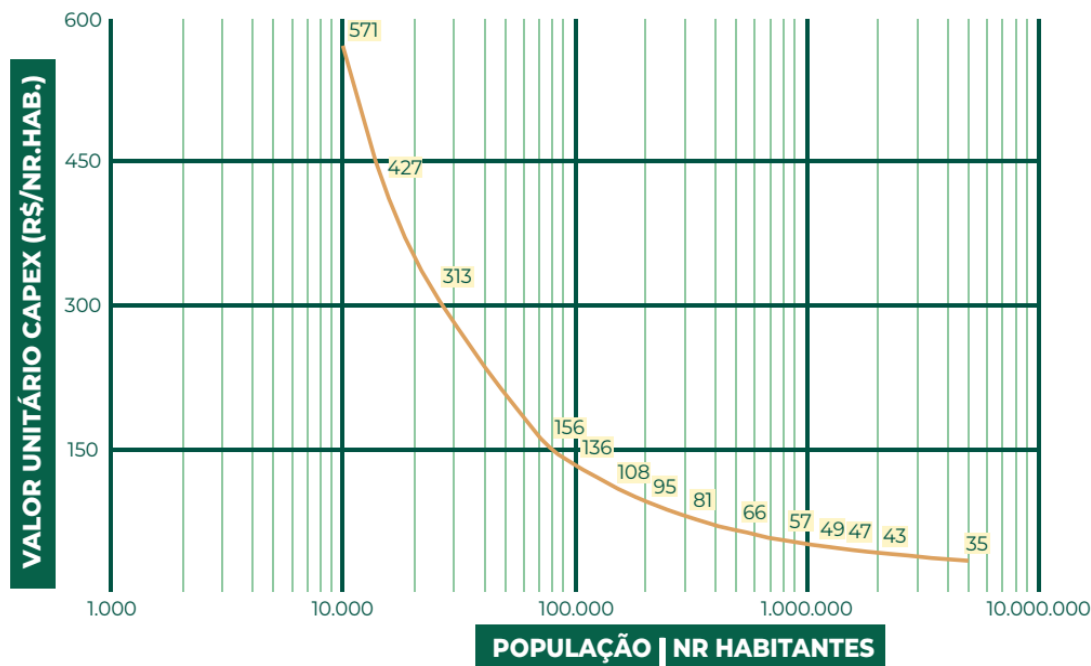
Processos Físico-químicos e Biológicos		
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
	Não causa danos ao meio ambiente se corretamente projetado e executado.	
Aterros Sanitários c/ Aproveitamento do Biogás	Utilização de recursos energéticos de geração natural;	Os aterros sanitários ocupam áreas significativas, requerendo controle ambiental e restrições de uso após a encerramento de suas atividades (passivo ambiental);
	Custos de implantação reduzidos se comparados às tecnologias de tratamento térmico e de biometanização;	O biogás é gerado apenas pela matéria orgânica biodegradável presente nos RSU;
	Modularidade das plantas industriais conforme acréscimo ou decréscimo da geração de biogás;	A produção de biogás é variável em função do volume e idade dos RSU depositados;
	Menor emissão de poluentes atmosféricos, em relação à incineração;	Menor produção de energia, em relação às tecnologias de tratamento térmico e da biometanização, por tonelada de RSU.
	Tecnologia consolidada em escala comercial.	

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A tecnologia de implantação de um aterro sanitário é amplamente conhecida e apresenta baixo custo operacional quando comparada às alternativas existentes, possibilitando também a associação a outras tecnologias. É importante destacar, contudo, que os custos para implantar e operar aterros sanitários são inversamente

proporcionais ao número de habitantes beneficiados. Dessa forma, é necessário considerar o fator de escala na sustentabilidade econômico-financeira da concessão (BID, 2023).

Figura 14 - Custos iniciais para implantação de Aterro Sanitários Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional – MDR.



Fonte: Guia Prático de Estruturação de Projetos de Concessão de Manejo Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos.

A análise da curva de implantação inicial revela que o aterramento começa a se beneficiar da economia de escala a partir de 100 mil habitantes, destacando a importância das soluções regionalizadas. Isso significa que a implantação de um aterro sanitário exclusivamente para atender o município de Aripuanã/MT se torna economicamente inviável.

Essa observação ressalta a necessidade de considerar abordagens regionais para a gestão de resíduos sólidos, permitindo a otimização de recursos e custos, especialmente em municípios de menor porte. A colaboração entre municípios vizinhos e a busca por soluções conjuntas, como a criação de consórcios intermunicipais, pode ser uma estratégia eficaz para garantir uma gestão sustentável e financeiramente viável dos resíduos sólidos. Isso contribui para aproveitar as economias de escala e melhorar a eficiência na disposição final de resíduos.

Considerando este fato, os municípios circunvizinhos a sede da futura

CONCESSIONÁRIA, através de provocação formal, e conforme previsto na legislação pertinente, poderão, havendo conveniência entre os entes públicos envolvidos e a futura CONCESSIONÁRIA, firmar convênio de cooperação ou outro instrumento previsto na legislação para que a futura CONCESSIONÁRIA venha a fazer a gestão dos seus resíduos, com o mesmo escopo de serviços contemplados na futura CONCESSÃO.

4 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

Conforme já descrito a rota tecnológica é o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valoração energética. Após o aprofundamento dos estudos técnicos, jurídico e econômico-financeiro foi selecionado o cenário que se demonstrou mais vantajoso para o município, considerando nesta análise, também os ganhos ambientais e social. Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos considerado nesta modelagem são os seguintes:

- 1 Coleta e transporte de resíduos sólidos Urbanos (RSU);
- 2 Implantação de Central Tratamento de Resíduos – CTR, composta por:
 - 2.1. Transbordo;
 - 2.2. Ecoponto com processamento de Resíduos Volumosos e massa verde oriunda da limpeza pública (podas);
- 3 Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduos do PEV no distrito de Conselvan;
- 4 Transporte dos resíduos para aterro sanitário;
- 5 Disposição final dos rejeitos em aterro sanitário;
- 6 Estudo de Passivo Ambiental;
- 7 Educação Ambiental.

4.1 Especificações dos Serviços e Empreendimentos

Os assuntos tratados na sequência contemplam a sistemática de implantação e operação dos serviços, empreendimentos, recursos de equipamentos e mão de obra, contendo ainda onde couberem, os anteprojetos básicos dos empreendimentos e plantas esquemáticas dos serviços, organizados e apresentados da seguinte forma:

4.1.1 Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU

O serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos compreende o recolhimento de todos os resíduos, a seguir especificados, utilizando-se veículos coletores compactadores, devendo ser executados de forma manual, sendo estes transportados após o término do roteiro até a central de tratamento ou transferência (transbordo) com o mesmo veículo utilizado na coleta.

Especificações dos resíduos a serem recolhidos:

- A. Resíduos provenientes das atividades domiciliares, até o limite de 50 litros/dia/gerador, órgão e edifícios públicos em geral na mesma proporção, acondicionados em recipientes de capacidade não superior a 50 litros/dia, para coleta regular;
- B. Resíduos provenientes de atividades comerciais e prestação de serviços até o limite de 100 (cem) litros/dia, acondicionados em recipientes de capacidade não superior a 100 (cem) litros/dia/gerador.

Não estão compreendidos na conceituação de resíduos domiciliares, para efeito de remoção neste item, terra, areia, entulho de obras públicas ou particulares.

4.1.1.1 Procedimentos Operacionais

A operação de coleta de resíduos sólidos é a execução prática deste projeto e envolve a coordenação de funcionários, máquinas e veículos da concessionária. O objetivo principal é garantir a harmonia e integração de todos os componentes do sistema de coleta de resíduos, criando uma unidade coesa.

No que diz respeito à utilização de equipamentos compactadores, é importante que

esses dispositivos atendam a certos critérios específicos para garantir a eficiência e a segurança do processo.

Neste projeto de MIP, está prevista a coleta regular de resíduos sólidos domiciliares em todo o perímetro urbano, que pode ser realizada manualmente, porta a porta, em todas as vias, inclusive aquelas em que não há condições de circulação de veículos.

a) Coleta Manual Porta a Porta

A coleta manual porta a porta é uma modalidade de coleta na qual equipes de trabalhadores seguem roteiros pré-estabelecidos, realizando a coleta manual de resíduos sólidos domiciliares. Esta abordagem de coleta é amplamente reconhecida pela população e é responsável por aproximadamente 90% de todos os resíduos recolhidos por esse serviço nas cidades brasileiras.

Nesse método, os garis coletores operam enquanto o veículo de coleta se move em velocidade reduzida. Eles se dirigem às calçadas e outros espaços públicos onde os resíduos são colocados em sacos de lixo ou outros recipientes, seguindo as diretrizes e regulamentações estabelecidas pela legislação municipal. Posteriormente, os resíduos coletados são depositados na caixa de carga do veículo coletor.

Essa modalidade de coleta manual é amplamente reconhecida e familiar para os habitantes das cidades, desempenhando um papel fundamental na gestão de resíduos sólidos urbanos. Ela contribui para a limpeza das áreas urbanas e a remoção eficaz de resíduos, promovendo a higiene e o cumprimento das regulamentações municipais relacionadas ao descarte adequado de resíduos.

Figura 15 - Veículos Coleta Convencional.

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Devem ser recolhidos todos os resíduos sólidos domiciliares, sejam quais forem os recipientes utilizados, competindo à Concessionária comunicar aos munícipes a respeito das normas e exigências legais para acondicionamento, e na reincidência, comunicar o fato à Fiscalização da Prefeitura para as devidas providências.

O esvaziamento deve ser realizado com cuidado para se evitar o transbordo de resíduos em vias públicas. Caso ocorra, a guarnição do veículo recolherá os resíduos por meio de pás, vassouras e demais ferramentas presentes nos veículos de coleta imediatamente e de forma que as características originais do local sejam restauradas, minimizando qualquer incômodo a população. Será vedado aos funcionários transferir o conteúdo de um recipiente para outro ou atirá-lo de um gari coletor para outro ou de volta ao passeio/calçada.

Na ocorrência de trechos de vias de curta extensão, sem saída ou com gabarito que não justifiquem ou permitam a passagem do veículo coletor compactador pela via, a coleta deve ser feita manualmente, porta a porta pelos coletores, com os resíduos sendo transportados até um local acessível ao veículo.

Os profissionais responsáveis pela coleta e transporte devem ser instruídos sobre a maneira de efetuar o trabalho com qualidade, apresentando-se em locais e horários

de trabalho equipados e uniformizados. Também devem ser orientados quanto à proibição de algazarras ou trabalhos que perturbem os cidadãos, principalmente no horário noturno. No processo de transporte de resíduos deverão ser tomadas todas as precauções no sentido de evitar o transbordamento na boca de carga do veículo, para a via pública. Caso isso ocorra, deverá ser imediatamente varrido e colocado novamente no compactador.

No percurso de deslocamento para descarga, todas as tampas de abertura do veículo coletor deverão estar completamente fechadas, devendo as mesmas estarem abertas apenas quando da execução da coleta.

4.1.1.2 Premissas Técnicas e Operacionais

O dimensionamento da coleta porta a porta deve observar as seguintes premissas técnicas e operacionais:

Tabela 7 - Premissas Técnicas e Operacionais - Coleta Porta a Porta.

Premissas Técnicas e Operacionais	Descrição
Premissa	Execução do serviço de coleta manual nas áreas urbana, de segunda a sábado, inclusive nos feriados (exceto Natal e Ano Novo).
Dias/Ano	365 dias
Folga (domingo/ano)	52 dias
Feriados não trabalhados	2 dias
Dias trabalhados/ano	311 dias
Dias trabalhados/mês	25,92 dias;
Execução do Serviços	02 (dois) turnos;
Tipo de Veículos	Caminhão Compactador (coleta manual) de carga traseira
Capacidade de carga	Coletor de 15 m ³ ;
Média de Viagens	2 (duas) viagens diárias por veículo e por turno;
Veículo de Apoio	01 (um) veículo utilitário pequeno
Reserva Técnica	20% para os veículos e equipamentos adquiridos, com arredondamento das quantidades calculadas
Equipe Padrão	Para cada caminhão coletor compactador uma equipe mínima composta por 01 (um) motorista e 3 (três) coletores.
Encarregado operacional	01 (um)

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

O dimensionamento dos serviços de coleta de resíduos domiciliares abrange uma

gama de informações necessárias para determinação da frota com todas as especificações dos equipamentos necessários, assim como das equipes. Estas informações abrangem o conhecimento da quantidade de resíduos a serem coletados, assim como o tempo necessário para sua realização.

O conhecimento dos percursos, ou seja, das rotas necessárias para a realização da coleta nas diversas regiões do município, é de grande importância, pois estas influem no tempo de coleta e, conseqüentemente, no cálculo da frota de equipamentos.

Para o dimensionamento da frota necessária para atendimento a toda a demanda de coleta, foram considerados os dados obtidos no diagnóstico (CADERNO I) no que diz respeito a produção diária de resíduos pela população.

A quantidade de resíduos a ser coletada foi definida pelo número de dias por semana que será feita a coleta, ou seja:

$$Q_c = \frac{Q_g \times 7}{D_c}$$

Onde:

D_c = número de dias de coleta por semana

Q_c = quantidade de resíduos coletada diariamente, em toneladas

Q_g = quantidade de resíduos gerada diariamente, em toneladas

Importante destacar que a quantidade de produção diária de resíduos não é a mesma quantidade de resíduos coletados, uma vez que a geração ocorre diariamente e a coleta em alguns casos não, para este projeto em questão a coleta será executada se segunda a sábado totalizando 06 (seis) dias na semana.

Tabela 8 - Estimativa de geração e quantidade de resíduos a ser coletada diariamente.

Estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos ao longo de 35 anos								
Período da Concessão	Horizonte	Ano	População urbana (hab.)	Índice per capita	Geração Diária de resíduos (ton/dia) - (Qg)	Prod mensal (ton/mes)	Prod anual (ton/ano)	Quantidade Resíduos Coleta Diariamente (Qc) em toneladas.
Diagnóstico	0	2024	19.329	0,61	11,72	357	4279,19	13,68
	0	2025	19.688	0,61	11,97	364	4367,41	13,96
Imediato	1	2026	20.049	0,61	12,21	371	4456,35	14,24
	2	2027	20.411	0,61	12,45	379	4546,02	14,53

Estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos ao longo de 35 anos								
Período da Concessão	Horizonte	Ano	População urbana (hab.)	Índice per capita	Geração Diária de resíduos (ton/dia) - (Qg)	Prod mensal (ton/mes)	Prod anual (ton/ano)	Quantidade Resíduos Coleta Diariamente (Qc) em toneladas.
<i>Curto</i>	3	2028	20.776	0,61	12,70	386	4636,43	14,82
	4	2029	21.142	0,61	12,95	394	4727,57	15,11
	5	2030	21.510	0,61	13,20	402	4819,45	15,40
	6	2031	21.879	0,62	13,46	409	4912,07	15,70
	7	2032	22.251	0,62	13,71	417	5005,44	16,00
<i>Médio</i>	8	2033	22.624	0,62	13,97	425	5099,56	16,30
	9	2034	22.999	0,62	14,23	433	5194,43	16,60
	10	2035	23.375	0,62	14,49	441	5290,05	16,91
	11	2036	23.754	0,62	14,76	449	5386,44	17,22
	12	2037	24.134	0,62	15,02	457	5483,59	17,53
<i>Longo</i>	13	2038	24.516	0,62	15,29	465	5581,51	17,84
	14	2039	24.900	0,62	15,56	473	5680,20	18,16
	15	2040	25.285	0,63	15,83	482	5779,66	18,47
	16	2041	25.672	0,63	16,11	490	5879,89	18,79
	17	2042	26.061	0,63	16,39	498	5980,91	19,12
	18	2043	26.452	0,63	16,66	507	6082,72	19,44
	19	2044	26.844	0,63	16,95	515	6185,31	19,77
	20	2045	27.238	0,63	17,23	524	6288,69	20,10
	21	2046	27.634	0,63	17,51	533	6392,86	20,43
	22	2047	28.032	0,64	17,80	541	6497,84	20,77
	23	2048	28.432	0,64	18,09	550	6603,62	21,11
	24	2049	28.833	0,64	18,38	559	6710,20	21,45
	25	2050	29.236	0,64	18,68	568	6817,59	21,79
	26	2051	29.640	0,64	18,97	577	6925,79	22,14
	27	2052	30.047	0,64	19,27	586	7034,81	22,49
	28	2053	30.455	0,64	19,57	595	7144,66	22,84
	29	2054	30.865	0,64	19,88	605	7255,32	23,19
	30	2055	31.277	0,65	20,18	614	7366,81	23,55
	31	2056	31.690	0,65	20,49	623	7479,14	23,91
	32	2057	32.106	0,65	20,80	633	7592,30	24,27
	33	2058	32.523	0,65	21,11	642	7706,29	24,63
	34	2059	32.942	0,65	21,43	652	7821,13	25,00
	35	2060	33.362	0,65	21,74	661	7936,82	25,37

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Considera-se para fim de dimensionamento a utilização de caminhão compactador de 15 m³, e capacidade de carga (Cc) de 7 (sete) toneladas por carga.

Com a quantidade de resíduos coletada diariamente e o conhecimento da capacidade de carga do caminhão coletor (Cc), foi estimado o número total de viagens ou de cargas (Nc) a serem feitas diariamente, conforme a fórmula abaixo:

$$Nc = \frac{Qc}{Cc}$$

Onde:

Nc = número de cargas por dia de coleta

Cc = capacidade de carga de veículo de coleta em tonelada/carga

Qc = quantidade de coleta diária, em toneladas

Para cada veículo de coleta foi considerado um ciclo de 02 (dois) dos turnos por dia.

Determinado o número total de cargas e o número de percursos de coleta, calcula-se a frota de veículos (F) necessária à operação da coleta:

$$F = \frac{Qc}{Cc \times Np}$$

Onde:

F= número de veículos da frota

Np = número de percursos de coleta diário realizado por veículo

Qc = quantidade de coleta diária, em toneladas

Cc = capacidade de carga do veículo de coleta, em toneladas.

A estrutura dos serviços de coleta deverá contar também com um fiscal. Para agilizar os procedimentos de fiscalização, os profissionais devem ter a disposição, veículo leve, equipados com smartthphone, agilizando a comunicação de eventuais ocorrências e rapidez na tomada das providências necessárias.

A coleta de RSU é um serviço essencial para a saúde pública e a qualidade de vida da população. No entanto, a operação eficiente desse serviço depende de diversos fatores, entre os quais se destaca a disponibilidade de veículos e equipamentos em boas condições de funcionamento. Manter uma frota de reserva garante a continuidade da coleta, mesmo em situações inesperadas como quebras, acidentes e imprevistos. Ter uma reserva garante que o serviço não seja paralisado, evitando acúmulo de lixo nas ruas e transtornos para a comunidade.

Visto isso, é importante no dimensionamento considerar, no caso do município de Aripuanã/MT, a disponibilidade de um veículo coletor reserva.

Vale ressaltar, também, que deve a CONCESSIONÁRIA prever a utilização de um veículo de apoio que, em geral, destinado ao fiscal de operação. Esse veículo, assim como o fiscal, tem a função de apoiar a coleta, realizando o acompanhamento das rotas verificando a eficiência e os pontos de melhoria.

Assim, para efetuar a coleta domiciliar a partir do 1º ano de Concessão, devem ser disponibilizados, no mínimo, os seguintes recursos:

Tabela 9 - Estimativa de Geração de Resíduos e Dimensionamento de Frota.

Distribuição dos Equipamentos				
Período	Equipamentos	Quantidade	Reserva Técnica	Quantidade Total
Ano 01	Caminhão Coletor Compactador cap. 15m³	2	1	3
	Veículo utilitário leve	1	0	1

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A CONCESSIONÁRIA deverá manter os veículos e equipamentos em perfeitas condições de funcionamento, com os dispositivos de segurança e proteção exigidos na legislação (inclusive os veículos reservas), efetuar a lavagem diária da caixa compactadora com solução detergente e desodorizante e conservar a pintura em perfeito estado.

Os veículos disponibilizados para a realização dos serviços deverão atender às exigências mínimas de tração e torque necessárias aos serviços em qualquer das vias do Município.

Os veículos deverão possuir carrocerias do tipo especial para coleta e transporte de lixo, de modelo compactador, devendo ser fechadas e estanques para evitar o despejo de líquidos nas vias públicas.

Os veículos coletores deverão trazer placas regulamentares, sinalizações de segurança, identificação e telefone para informações, sugestões e reclamações, além de transportar ferramentas adequadas ao auxílio do serviço, sendo estas compostas de pás e vassouras.

Os serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos deverão ser executados de segunda-feira a sábado, inclusive feriados, em toda a área urbana do município, sendo todos os resíduos coletados encaminhados estação de transferência (transbordo). No decorrer da operação esse planejamento poderá ser otimizado para melhor atender a eficiência e eficácia da operação.

Os veículos deverão ser mantidos em perfeitas condições de operação, inclusive as unidades reservas, com acesso à Fiscalização do PODER CONCEDENTE a todos os dados. Ressalta-se nessa exigência:

- A. Perfeito funcionamento do tacógrafo, velocímetro e hodômetro;
- B. Perfeito estado de conservação da pintura;
- C. Limpeza geral do veículo e equipamento, constituindo obrigação contratual a lavagem e desinfecção diária da caçamba compactadora e carroceria, com produtos específicos para este fim;
- D. Atendimento às características mecânicas de tração e torque recomendadas para os serviços.

Os veículos devem trazer além das placas regulamentares, as indicações necessárias ao reconhecimento da CONCESSIONÁRIA e telefone para reclamações de acordo com o modelo aprovado pelo PODER CONCEDENTE.

Todos os veículos, e equipamentos utilizados nos serviços, deverão respeitar os limites estabelecidos em lei para fontes sonoras e emissão de poluentes.

O PODER CONCEDENTE poderá, a qualquer momento, exigir a troca de veículo ou equipamento que não seja adequado às exigências dos serviços.

A CONCESSIONÁRIA providenciará de imediato a substituição dos equipamentos que estejam em manutenção preventiva ou avariados.

4.1.1.3 *Dimensionamento a Guarnição (mão de obra)*

Para a execução dos serviços de coleta, de CONCESSIONÁRIA considerar uma equipe padrão composta por um caminhão coletor compactador de carga traseira com capacidade volumétrica mínima de 15 m³. A guarnição mínima deverá ser formada por 01 (um) motorista e 03 (três) coletores, além das ferramentas e utensílios necessários para a realização eficiente dos trabalhos.

Conforme fundamentado nos Acórdãos do TCU – Plenário nº 1753/2008, 3092/2010 e 288/2014, será considerado um percentual de 2,5% para a remuneração de reserva técnica destinada à mão de obra.

A estrutura dos serviços de coleta também deverá incluir a presença de um fiscal. Para otimizar os procedimentos de fiscalização, esses profissionais deverão dispor de veículo leve e smartphones, facilitando a comunicação de eventuais ocorrências e agilizando a tomada das providências necessárias.

O fiscal será responsável por percorrer todos os setores em operação, verificando a qualidade do serviço prestado e realizando abordagens aos veículos de coleta.

Durante as inspeções, o fiscal solicitará ao motorista a ficha de controle para registrar as ocorrências pertinentes (quando aplicável), orientar a equipe sobre a necessidade de retrabalhos, e atender a eventuais reclamações. As informações serão anotadas na ficha de controle de fiscalização, garantindo o acompanhamento e a correção dos serviços.

Portanto, para a realização da coleta domiciliar no primeiro ano Concessão, deverão ser disponibilizados, no mínimo, os seguintes recursos humanos para a execução dos serviços de coleta porta a porta:

Tabela 10 - Dimensionamento da Mão de Obra – Primeiro Ano da Concessão.

Distribuição da Mão de Obra necessária, turnos				
Mão-de-Obra	Segunda a Sábado		Reserva Técnica (2,5%)	Quantidade Total
	1º Turno	2º Turno		
	Quantidade			
Motorista	2	2	1	5
Coletor	6	6	2	14
Fiscal		1	0	1

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A equipe deverá apresentar-se ao trabalho devidamente uniformizada e equipada com os EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) necessários para garantir a segurança no desempenho de suas funções. Os uniformes deverão estar em conformidade com a norma ABNT NBR 15.292/2013, sendo equipados com faixas refletivas para garantir a visibilidade e a segurança dos trabalhadores, especialmente em operações realizadas durante a noite ou em condições de baixa luminosidade.

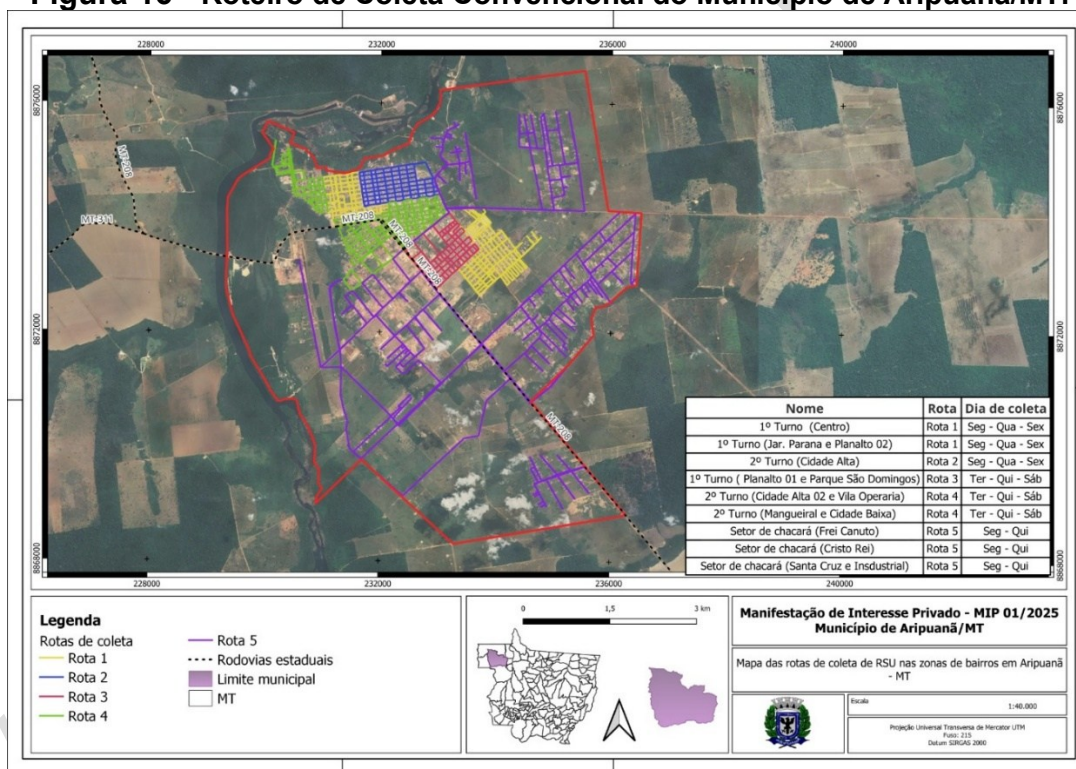
Além disso, é fundamental que todos os membros da equipe recebam treinamento adequado para o uso correto dos EPI's e sejam constantemente orientados quanto à importância da utilização desses equipamentos em todas as atividades, minimizando

os riscos de acidentes de trabalho. A CONCESSIONÁRIA deverá realizar inspeções regulares para garantir a integridade dos uniformes e EPI's, substituindo-os sempre que necessário para assegurar a proteção dos trabalhadores.

4.1.1.4 Rota de coleta

Para o dimensionamento inicial, a CONCESSIONÁRIA deverá considerar como base mínima o atendimento às rotas de coleta atualmente executadas pela PODER CONCEDENTE (conforme ilustrado na Figura 16). Essas rotas foram apresentadas na fase de Diagnóstico (Caderno I). Além disso, a CONCESSIONÁRIA deve levar em conta a localização prévia indicada pelo PODER CONCEDENTE para a implantação de uma estação de transbordo.

Figura 16 - Roteiro de Coleta Convencional do Município de Aripuanã/MT.



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma estimativa da quilometragem por rota de coleta, que deve ser considerada pela CONCESSIONÁRIA. Essa estimativa é baseada na atual rota de coleta realizada no município.

Tabela 11 - Estimativa de Km por Rota de Coleta

Rota	Bairros	Frequência Semanal	Percorso da Rota (Km)	Percorso de descarga ida e volta(km)	Percorso Total Semanal	Percorso Total Mensal
Rota 01	Centro, Jardim	3	51,491	16,2	251,67	1.089,74
Rota 02	Paraná, Planalto02	3	20,79	15,2	107,97	467,51
Rota 03	Cidade Alta	3	24,42	13,2	152,46	660,15
Rota 04	Planalto 01 e Park São Domingos	3	48,29	14,6	232,47	1.006,60
Rota 05	Cidade Alta 02, Vila Operária, Setor Mangueiral, Cidade Baixa.	2	147,29	21,6	337,78	1.462,59
Rota 06	Setores Chacareiros.	3	70,3	169,2	718,50	3.111,11
Rota 07	Conselvan	2	6,35	114	240,70	1.042,23
Rota 08	Cidade de Morena	2	6,57	58,4	129,94	562,64
Rota 09	Lontra	2	7,47	61	136,94	592,95
	Milagrosa	2				
Total			382,971	483,4	2.308,43	9.995,51

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Deve a CONCESSIONÁRIA em seu projeto básico tomando como base os preceitos importantes para que o roteiro de coleta seja feito da melhor maneira possível, elaborar mapas contendo a visualização gráfica de cada rota desempenhada durante a semana de operação de coleta de resíduos. Nesse contexto, deve considerar ainda o que determina a NR-38 em relação ao item 38.3.1 que diz o seguinte: “A organização deve manter registro atualizado de todos os logradouros em que desenvolve suas atividades, por rota, frente de serviço ou pontos de coleta, com identificação dos pontos de apoio, suas características e definição do tipo de atendimento prestado aos trabalhadores”.

O registro previsto no item 38.3.1 deve conter informações relativas a:

- a) rota e extensão da área de trabalho (setor);
- b) distâncias percorridas pelos empregados e as características da área de trabalho;
- c) rota dos veículos de coleta;

- d) tempo estimado para o cumprimento de cada uma das rotas, sem considerar intercorrências;
- e) composição mínima das equipes de trabalho por rota e atividade; e
- f) relação de veículos, máquinas e equipamentos.”

4.1.2 Coleta Seletiva

A coleta seletiva tem se apresentado ultimamente como uma atividade de fundamental importância para a conservação e preservação ambiental. A consciência de que se faz necessário cada vez mais reciclar e reutilizar os materiais já utilizados permeia as sociedades atuais, não só em função da redução do volume de resíduos a serem dispostos em aterro sanitário, mas também pelo aspecto de não esgotar os recursos naturais ainda existentes no Planeta.

Aliado a este aspecto, existe ainda o fator econômico social que cumpre destacar, pois a coleta seletiva informal, realizada pelos chamados catadores, indiscutivelmente é fonte de geração de renda para uma camada marginalizada da sociedade que ali encontra uma forma de sobrevivência.

Portanto, cabe às administrações municipais incentivarem a coleta seletiva, de modo a garantir, não só a geração de renda para os mais necessitados, mas também como uma forma de preservação do meio ambiente para as futuras gerações.

De acordo com o DECRETO Nº 10.936, DE 12 DE JANEIRO DE 2022 que, regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, temos:

Art. 8º A coleta seletiva será realizada em conformidade com as determinações dos titulares do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por meio da segregação prévia dos referidos resíduos, de acordo com sua constituição ou sua composição.

§ 1º O sistema de coleta seletiva, de acordo com as metas estabelecidas nos planos de resíduos sólidos:

- I - será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- II - estabelecerá, no mínimo, a separação de resíduos secos e orgânicos, de forma segregada dos rejeitos; e

III - será progressivamente estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas.

§ 2º Para fins do disposto neste artigo, os geradores de resíduos sólidos deverão segregá-los e disponibilizá-los adequadamente, na forma estabelecida pelo titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Art. 9º Os titulares do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, em sua área de abrangência, estabelecerão os procedimentos para o acondicionamento adequado e para a disponibilização dos resíduos sólidos objeto da coleta seletiva.

Art. 10. O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.

Art. 11. A coleta seletiva será implementada sem prejuízo da implementação e operacionalização de sistemas de logística reversa.

Diretamente ligada ao contexto da gestão integrada dos resíduos sólidos e ao desenvolvimento sustentável, a coleta seletiva fomenta a geração de trabalho, renda, inclusão social e a minimização de impactos ambientais.

A coleta seletiva não integra o escopo desta concessão, permanecendo sob responsabilidade direta do Município. Tal definição decorre do fato de que os custos operacionais e logísticos necessários para a execução desse serviço não foram contemplados no presente estudo, não compondo, portanto, a estrutura tarifária ou o modelo econômico-financeiro analisado.

4.1.3 Implantação de Central de Tratamento de Resíduos – CTR

Neste projeto, está sendo proposta a criação de uma instalação dedicada ao gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa unidade, ocorrerá o transbordo dos resíduos coletados pela CONCESSIONÁRIA, assim como a operação do ecoponto que receberá os resíduos volumosos e massa verde gerados no município.

A CONCESSIONÁRIA deve considerar inicialmente o local de implantação da unidade a área atualmente utilizada pelo PODER CONCEDENTE para o descarte dos resíduos de massa verde e volumosos.

É crucial ressaltar que a instalação demanda estudos de viabilidade, considerando fatores como acessibilidade, capacidade para atender à demanda local e possíveis

impactos ambientais. A responsabilidade de indicar e disponibilizar a área apropriada recai sobre o PODER CONCEDENTE, ao passo que a CONCESSIONÁRIA assume a responsabilidade pelo processo de licenciamento ambiental da atividade.

Caso não seja possível a implantação neste local é de responsabilidade do PODER CONCEDENTE indicar e disponibilizar outra área.

4.1.3.1 Descrição das Instalações

Este projeto contemplou a possibilidade de implantar as edificações da Estação de Transbordo, e ecoponto para processamento de volumosos e massa verde gerados na mesma área que atualmente é utilizada pelo PODER CONCEDENTE para o descarte desses resíduos (Lixão Municipal). No entanto, caso essa opção não seja viável, será necessário revisar os custos relacionados ao deslocamento da coleta convencional e ecopontos.

As unidades de deve contar com apoio administrativo e operacional, bem como as instalações de recebimento e manejo de resíduos que deverão compor a infraestrutura global do empreendimento são descritas a seguir:

a) Portaria / Inspeção

Junto à portaria do empreendimento deve ser implantado um sistema de recepção para que seja feita a identificação dos veículos de coleta.

Esta unidade deve contar com uma guarita onde serão realizados os procedimentos de controle e recepção dos veículos, sendo feito por profissionais treinados e especializados para a identificação dos veículos e averiguação da carga e procedência dos resíduos neles contidos.

b) Balança - Sistema de Controle e Pesagem de Veículos

Deve ser instalada uma balança eletrônica com capacidades para 80 t para a pesagem dos veículos tanto na entrada como na sua saída da unidade. Os registros das pesagens devem ser realizados “on line” no sistema de controle e gerenciamento dos resíduos recebidos e retirados.

c) Administração

O empreendimento deve contar com um escritório administrativo para centralizar as operações da Unidade, contando com recepção, sala da gerência, sanitários e copa.

d) Almoxarifado / Sanitário / Vestiário

O Almoxarifado terá a finalidade de centralizar o armazenamento de materiais que serão utilizados durante a operação do empreendimento que necessitem ser controlados, tanto administrativamente, quanto para manter um estoque regular que ofereça condições de atender a demanda.

Anexo ao almoxarifado deve ser construída a unidade de sanitário e vestiário masculino e feminino com chuveiros e armários para o pleno atendimento aos colaboradores do empreendimento.

e) Refeitório

O empreendimento contará com um refeitório centralizado para apoio à alimentação dos funcionários e colaboradores das diversas unidades concebidas. Esta unidade estará apta e dimensionada para acomodação dos Usuários em dois turnos por período de trabalho subdividido em dois salões para as funções administrativas e operacionais.

f) Processamento de Resíduos Volumosos e massa verde

É de responsabilidade do PODER CONCEDENTE disponibilizar área para que a CONCESSIONÁRIA realize a implantação de uma usina equipada para trituração de resíduos volumosos e de massa verde. Esta instalação inclui trituradores industriais, e transportadores para movimentação do material triturado.

g) Estação de Transbordo

A Unidade deverá contar com uma Estação de Transbordo e Transferência, sendo esta unidade responsável pelo recebimento dos resíduos sólidos domiciliares coletados no Município de Aripuanã/MT e efetuar a carga e transferência dos resíduos para disposição final em aterro sanitário.

Operacionalmente o sistema de transbordo envolverá as seguintes atividades:

- i. Recebimento e pesagem dos resíduos;
- ii. Movimentação interna dos veículos coletores e de transferência;
- iii. Vazamento dos resíduos nos semirreboques;
- iv. Transporte dos resíduos.
- v. Manutenção e conservação

As ações supracitadas encontram-se detalhadas a seguir:

Recebimento e Pesagem dos Resíduos

O planejamento para o recebimento dos veículos de coleta e a fácil acessibilidade será de fundamental importância para o bom desempenho operacional da estação de transbordo, uma vez que os veículos poderão se apresentar em horários próximos para vazamento de sua carga.

Movimentação Interna dos Veículos Coletores e de Transferência

A adequada programação da movimentação dos veículos nas vias e pátios internos, além da redução dos tempos de deslocamentos internos, também possibilitará uma redução no risco de acidentes.

Assim, a movimentação interna dos veículos será realizada através das vias internas com pavimentação reforçada, as quais receberão manutenção periódica para permanecerem em perfeito estado de conservação durante todo o período de Concessão.

Descarga dos Resíduos nos Semirreboques

O sistema de transbordo será caracterizado pela descarga direta, ou seja, a descarga dos resíduos pelos veículos coletores diretamente nos semirreboques de transporte que estarão posicionados no piso inferior ao lado do pátio de descarga.

O pátio de descarga corresponderá ao próprio piso do galpão da área de Transferência, situado em nível superior, com dimensões suficientes para permitir as manobras dos veículos de coleta.

Em operação de carga, os conjuntos transportadores permanecerão posicionados no setor de carga da estação de transbordo, com piso situado cerca de 5,00 m abaixo do

nível do pátio de descarga.

Essa condição permitirá que o carregamento dos semirreboques seja feito diretamente por gravidade, que após seu enchimento se deslocará em marcha à frente para melhor distribuição e homogeneização dos resíduos.

Após esses procedimentos o conjunto transportador se deslocará para área de enloamento, pesagem e transporte até o aterro sanitário.

Transporte dos Resíduos

O sistema operacional de transbordo deve ser caracterizado pelo transporte rodoviário, utilizando-se conjuntos transportadores de grande capacidade de carga (veículos de transferência), constituídos por cavalo-mecânico e semirreboque.

Para definição do conjunto transportador ideal devem ser observados os seguintes aspectos:

- I. Características das vias públicas;
- II. Condições de acesso à Estação de Transbordo;
- III. Características dos acessos ao local de disposição final;
- IV. Localização da Estação de Transbordo;
- V. Distância a ser percorrida no transporte dos resíduos;
- VI. Topografia da região;
- VII. Otimização e equilíbrio entre o tempo de carga dos veículos de transferência e o tempo gasto no percurso até a disposição final.
- VIII. Trânsito das ruas, avenidas e rodovias que os conjuntos transportadores irão percorrer;
- IX. Gabarito do percurso dos conjuntos transportadores (ruas, raios de giro, altura máxima permitida, etc.);
- X. Velocidade máxima permitida no percurso;
- XI. Distância e tempo do percurso

A rotina operacional do sistema de transbordo tem início com a verificação do motorista das condições do seu veículo (cavalo-mecânico), observando se ele está abastecido de combustível e água, se os pneus estão calibrados e se os freios estão em perfeitas condições de funcionamento. além dos materiais de limpeza e

sinalização, pás, vassourões, cone de sinalização de pista. Realizado o “check-list” (Inspeção Diária do Veículo), o cavalo-mecânico será atrelado à carreta (semirreboque), compondo assim o conjunto transportador.

Após os procedimentos iniciais, os conjuntos transportadores devem ser pesados para determinação de sua tara. Quando a carga do semirreboque for completada e após o enlonamento, o conjunto transportador deverá novamente ser pesado na saída da unidade, para obtenção da carga transportada.

No transporte até o local de disposição final, além das medidas supramencionadas, deverão ainda ser tomadas providências no sentido de minimizar todos e quaisquer riscos tanto ambientais quanto de natureza civil.

Dentre essas providências destacamos as seguintes:

- I. A carroceria dos veículos de transferência utilizados no transporte até o local de disposição final deve ser perfeitamente estanque para evitar que líquidos dos resíduos transportados vazem no percurso;
- II. Devem ser promovidos cursos de direção defensiva aos motoristas dos conjuntos transportadores, conscientizando os mesmos a obedecerem às regras de trânsito;
- III. Devem ser evitados percursos que tenham gabarito muito restrito e/ou muitos pontos de entroncamento e estradas muito perigosas/mal-conservadas;
- IV. Devem ser adotados trajetos conhecidos e planejados com a prévia definição dos locais de semáforo, lombadas, pontos de atenção, etc.;
- V. Devem ser efetuados controles de velocidade e peso dos veículos de transporte.

O percurso até o local de disposição final deve ser realizado por itinerários preestabelecidos, os quais somente poderão ser modificados em casos de acidentes de trânsito ou congestionamento de tráfego que poderão prejudicar o desenvolvimento normal dos serviços.

Ao chegarem ao local determinado, os conjuntos transportadores devem ser direcionados para a área de descarga, passando antes pela balança e depois pelo desenlonador, onde os ajudantes de operação da unidade devem providenciar a

retirada da lona de cobertura do semirreboque, abrindo em seguida a porta da caçamba para iniciar a descarga na frente de trabalho.

A descarga dos resíduos junto à frente de trabalho deve ser feita a partir de uma plataforma no maciço. Esta plataforma deverá ser caracterizada por uma área de manobras permitindo que os veículos de transferência estacionem com sua parte traseira e em seguida procedam à descarga dos resíduos em uma rampa de recebimento dos resíduos.

O transporte dos resíduos da rampa até a frente de trabalho para conformação das células sanitárias deverá ser efetuado por meio de trator de esteiras.

O percurso até a plataforma de descarga deverá ser realizado através dos acessos internos, os quais são revestidos para assegurar adequadas condições de tráfego aos veículos de transferência, agilizando as operações de descarga dos resíduos no descarte final.

Mediante a implementação desses procedimentos operacionais, a descarga dos resíduos poderá ser realizada inclusive em dias de chuva.

4.1.3.2 Transbordo

As unidades de transbordo ou estações de transferência de resíduos são áreas designadas para a transferência dos resíduos sólidos dos caminhões coletores para veículos com maior capacidade de carga para realização do transporte até o destino final.

Esse tipo de operação proporciona otimização do processo de transporte dos resíduos sólidos ao local de disposição final, uma vez que reduz o tempo de improdutividade dos veículos de coleta no transporte, diminui custos operacionais e horas de trabalho improdutivo da mão de obra responsável pela coleta, aumenta a vida útil dos veículos, reduz seu custo de manutenção, reduz a poluição ambiental e os impactos à saúde pública, entre outras vantagens.

O sistema de transbordo será caracterizado pela descarga direta, ou seja, a descarga dos resíduos pelos veículos coletores diretamente nos semirreboques/containers de transporte que estarão posicionados no piso inferior ao lado do pátio de descarga.

Após concluir o carregamento das carretas, as mesmas devem ser cobertas com lonas ou material semelhante, no intuito de se evitar o espalhamento dos resíduos durante o transporte até o aterro sanitário. Nas Figuras 17 e 18 são apresentados modelos e registros fotográficos de estações de transbordo.

Figura 17 - Estação de Transbordo para RSU – Modelo.



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Figura 18 - Modelos de Estação de Transbordo de RSU.



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Para a operação de descarga a unidade de transbordo deverá contar com pátio de manobra com pavimento em concreto, compatível com as solicitações decorrentes do movimento de veículos pesados, além de vias interna cascalhadas.

Para controle e fiscalização deve ser instalada uma balança eletrônica com capacidades para 80 t para a pesagem dos veículos tanto na entrada como na sua saída da unidade.

Tanto na chegada quanto na saída, será obrigatória a passagem dos veículos de coleta e conjuntos transportadores pela área de pesagem, efetuando-se a identificação do veículo e registro de peso no sistema informatizado de controle. Somente após este registro o veículo será liberado para descarga.

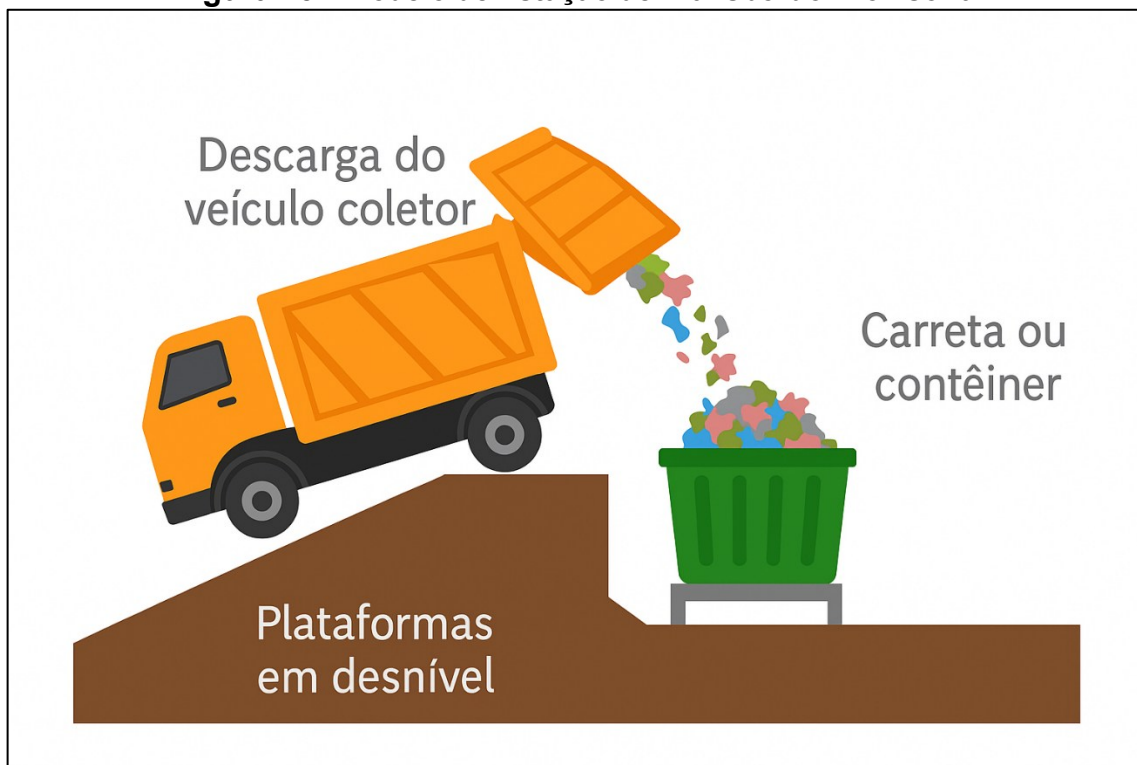
Considerando que atualmente o município de Aripuanã/MT não possui estação de transbordo, ou seja, os resíduos coletados pela Prefeitura Municipal são depositados no lixão municipal. Desta forma deve-se considerar o prazo legal para o licenciamento ambiental das instalações da estação de transbordo, pode a CONCESSIONÁRIA até que a unidade esteja devidamente licenciada e implantada, considerar as seguintes abordagens:

- **Até que a Rampa Provisória seja implantada**

Durante essa fase, os resíduos depositados no solo serão transferidos para contêineres de aço com o auxílio de uma retroescavadeira. Posteriormente, esses resíduos serão transportados por caminhões até o local de sua disposição final. Após o carregamento dos contêineres, eles serão cobertos com lonas ou materiais semelhantes para evitar o espalhamento dos resíduos durante o transporte até o local.

- **Construção de uma Rampa de Transbordo Provisória**

Uma vez que os serviços de disposição final dos resíduos não podem ser interrompidos, este projeto considera a instalação de uma estação de transbordo provisória na área atualmente utilizada pelo PODER CONCEDENTE para descarte dos resíduos coletados.

Figura 19 - Modelo de Estação de Transbordo Provisória.

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Essa estação será utilizada até que se conclua o processo de licenciamento ambiental e a construção da nova unidade, a ser implantada em área indicada e disponibilizada pelo PODER CONCEDENTE, sendo está possível de licenciamento ambiental, ou seja, que atenda todos os quesitos técnicos legais determinados pela SEMA/MT, sendo de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA somente o licenciamento ambiental e implantação posterior da unidade.

Essa abordagem visa a garantir a continuidade dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos, enquanto se observam os requisitos legais e ambientais para a implantação de uma estação de transbordo permanente. Ela busca minimizar qualquer impacto negativo e manter a operação eficiente do sistema de gestão de resíduos durante a transição para uma instalação definitiva.

Para efetuar as operações de transbordo dos resíduos até a disposição devem ser disponibilizados os seguintes recursos:

Quadro 7 - Identificação dos equipamentos da estação de transferência/transbordo.

Identificação	Produtos	Descrição
Balança	Balança rodoviária	Balança rodoviária eletrônica para pesagem de veículos pesados, com capacidade de 100 toneladas, resolução de 20 kg e plataforma de aproximadamente 18 x 3 metros. Possui 6 a 8 células de carga em aço inox IP68, indicador digital homologado pelo INMETRO e software de gestão integrado. Instalação pode ser sobre piso ou embutida, exigindo base de concreto nivelada, sistema de aterramento e cabine de operação.
Máquina 01	Retroescavadeira	Equipamento com motor diesel Case (FPT) de 4 cilindros, 85 HP e torque de 343 Nm, com freio de estacionamento do tipo SAHR acionado por botão. Possui cabine fechada ROPS/FOPS com ar-condicionado, assento com suspensão e peso operacional de 8.116 kg. Equipado com carregadeira com caçamba de 93", retroescavadeira com caçamba HD de 30", pneus traseiros 16,9 x 24 e tanque de combustível de 159 litros
Recipiente de armazenamento temporário	Container de 30m ³	Contêiner modelo 6520R especial, com volume de 30 m ³ e dimensões internas de 6500 x 2400 x 2000 mm. Fabricado em chapas de aço SAE 1010/20, possui assoalho em chapa 8 (4,25 mm), laterais em chapa 12 (2,65 mm), costelas com reforço duplo e chassi em viga "U" laminada de 8". Conta com sistema de porta dupla com trava de segurança, alças de içamento em aço 1020, escada frontal, ganchos para lona, roletes, faixas refletivas, pintura PU e fundo anticorrosivo.

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Para conduzir com sucesso essas operações, é necessário também:

- 1. Equipamento de Cobertura:** Lonas ou materiais similares para cobrir os resíduos nos contêineres ou veículos de carga, a fim de evitar o espalhamento durante o transporte.
- 2. Plano de Trabalho Operação:** Um plano de operação bem elaborado que inclui horários de trabalho, escalas de equipe, procedimentos de segurança e protocolos de gestão de resíduos.
- 3. Manutenção Regular:** Manutenção preventiva e reparos regulares para garantir que os veículos, equipamentos e instalações estejam em boas condições de funcionamento.

4. **Coordenação e Comunicação:** Um sistema eficaz de comunicação entre a equipe de trabalho e os responsáveis pelas operações para garantir a coordenação adequada das atividades.
5. **Medidas de Segurança:** Medidas de segurança rigorosas para proteger os trabalhadores e minimizar os riscos durante as operações de transbordo e transporte.
6. **Conformidade Legal:** Cumprimento de todas as regulamentações e requisitos legais relacionados ao transporte e manuseio de resíduos sólidos.

4.1.3.3 *Processamento de Resíduos Volumosos e Massa Verde*

O manejo dos resíduos volumosos e massa verde, no município de Aripuanã/MT, deverá ser realizado a partir de uma Usina processamento de trituração de massa verde, em uma área destinada ao recebimento desses materiais e posterior processamento em produtos passíveis de aproveitamento.

Desta forma a CONCESSIONÁRIA deve considerar em sua proposta a implantação de uma unidade de processamento para os resíduos volumosos e massa verde.

A unidade fará a trituração da massa verde, esse material ficará disponível para o PODER CONCEDENTE utilizar e retirar, podendo a podendo essa ser utilizada como compostagem, caso contrário serão destinados ao aterro sanitário, cujos custos de disposição ficarão a cargo do PODER CONCEDENTE

Com relação aos resíduos Volumosos que incluem móveis, eletrodomésticos, madeiras e outros itens de grande porte. A triagem é feita para separar materiais que podem ser reciclados, reaproveitados ou que necessitam de tratamento especial.

Após a triagem, os materiais são encaminhados e devem passar pelos processos de compactação, trituração ou desmonte, dependendo do tipo de resíduo. Metais e outros materiais recicláveis são enviados para Associação/Cooperativa de Catadores indicada pelo PODER CONCEDENTE.

A CONCESSIONÁRIA deve considerar os seguintes dimensionamentos para com equipamentos:

Tabela 12 - Equipamentos Necessários para Processamento de Volumoso e Massa Verde.

Distribuição dos Equipamentos necessários	
Equipamentos	Quantidade Total
Triturador/Picador de troncos	1
Triturador de madeira/galhos	1

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

4.1.3.4 *Implantação, Operação, Manutenção e Transporte de Resíduos do Ecoponto*

Além da função primordial de recebimento de resíduos, o ecoponto possibilitará recuperação de áreas degradadas, fomentando também a educação ambiental na região onde se localiza a unidade, como também a prática do exercício de cidadania através da entrega voluntária de materiais que poderiam estar sendo descartados no meio ambiente sem qualquer critério.

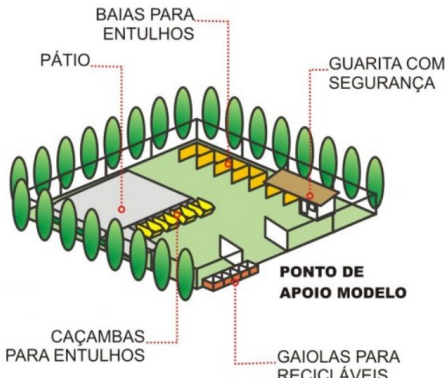
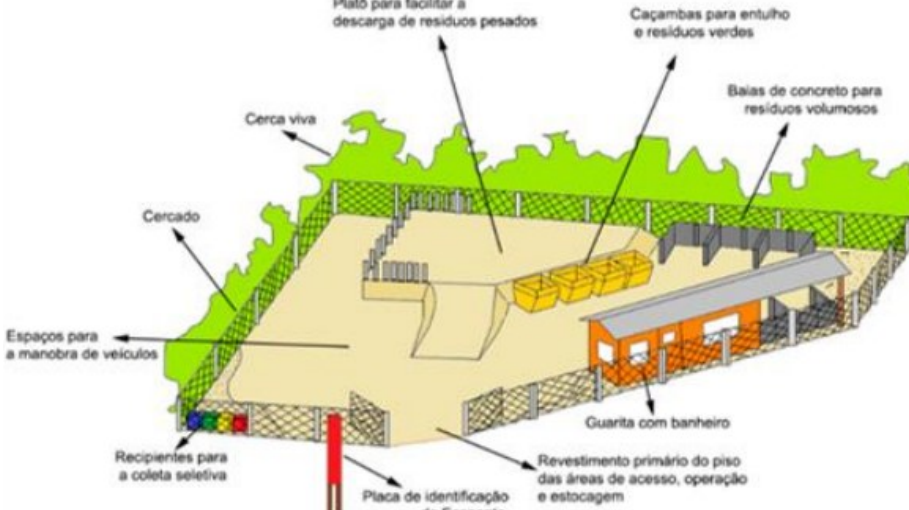
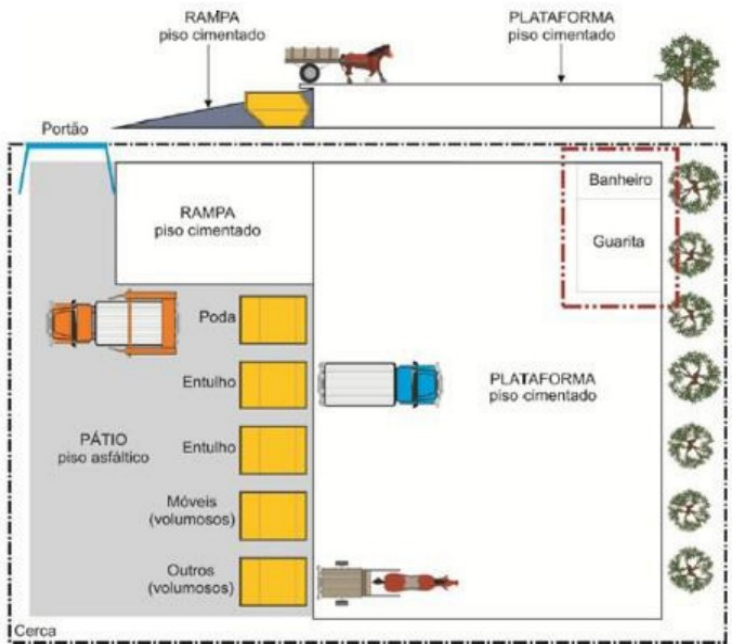
Os ecopontos estão intimamente ligados à construção de uma cidade agradável a partir da qualificação de espaços urbanos até então degradados e alvo de descarte clandestino de resíduos, com difícil manutenção da limpeza urbana.

O entulho gerado por construções, demolições e pequenas reformas, resíduos verdes (galhos, folhas, jardinagem e outros), além de resíduos volumosos que são descartados de maneira irregular em vias e logradouros públicos, têm gerado sérios problemas ambientais para o Município de Aripuanã/MT, fazendo com que a população perca espaços que poderiam ser utilizados para lazer e recreação.

O ecoponto constitui em espaços ideais para recebimento voluntário de pequenos volumes de resíduos, tais como: materiais recicláveis, galhadas, podas, volumosos transportados em alguns casos por carroceiros, bem como, a população de uma forma geral, limitados ao volume de 1 m³ mês por unidade geradora cadastrada a cada 30 dias.

A Figura 20 apresenta alguns modelos e registros fotográficos de ecopontos e a forma de identificação deles no Brasil.

Figura 20 - Modelos de Ecopontos

Localização	Modelo
Pontos de Apoio São José do Rio Preto/SP (Vilella, 2019)	 BAIAS PARA ENTULHOS PÁTIO GUARITA COM SEGURANÇA PUNTO DE APOIO MODELO CAÇAMBAS PARA ENTULHOS GAIOLAS PARA RECICLÁVEIS
Ecoponto São Luís/MA (Vilella, 2019)	 Platô para facilitar a descarga de resíduos pesados Caçambas para entulho e resíduos verdes Baias de concreto para resíduos volumosos Cercado Cerca viva Espaços para a manobra de veículos Recipientes para a coleta seletiva Placa de identificação do Ecoponto Revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem Guarita com banheiro
Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes Araguari/MG (Vilella, 2019)	 RAMPA piso cimentado PORTÃO PLATAFORMA piso cimentado Banheiro Guarita RAMPA piso cimentado Poda Entulho Entulho Móveis (volumosos) Outros (volumosos) PÁTIO piso asfáltico PLATAFORMA piso cimentado Cerca

Localização	Modelo
Ponto de Entrega Voluntária – PEV e Ecoponto São José dos Campos/SP (Vilella, 2019)	
Ecoponto Curitiba/PR (MIRANDA <i>et al.</i>, 2014)	
Ecoponto Ribeirão Preto/SP (Ribeirãotopia, 2023)	

Fonte: Adaptado por Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A CONCESSIONÁRIA deverá instalar um ECOPONTO, que será responsável pelo recebimento e pela destinação final adequada dos resíduos volumosos e massa verde. Este ECOPONTO será implantado em uma área pública inicialmente indicada pelo PODER CONCEDENTE.

Sendo de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a solicitação das Licenças

Ambientais para a implantação dele no local. Caso não seja possível a implantação neste local é de responsabilidade do PODER CONCEDENTE indicar e disponibilizar outra área.

Na unidade devem ser disponibilizados contêineres, para o acondicionamento de resíduos volumosos (Sofá, geladeira, colchões e materiais de grande volume) e resíduos verdes (galhos, folhas, jardins e outros), estas ficarão posicionadas em local estratégico que possibilite um fácil acesso do veículo de transporte, além de contar com desnível para facilitar a descarga dos resíduos por parte dos munícipes.

O controle de chegada e saída de material no ecoponto deve ser realizado sistematicamente pela CONCESSIONÁRIA, que deverá ainda orientar os Usuários sobre onde depositar os resíduos.

Os resíduos com potencial de reciclagem depositados no ecoponto devem ser destinados prioritariamente, às associações e às cooperativas de catadores de materiais recicláveis indicadas pelo PODER CONCEDENTE.

O ecoponto deve estar aberto para atender à população de segunda-feira a sábado em turno único de trabalho no período diurno em horário comercial e regime de 44 horas semanais.

O projeto do ecoponto deverá incorporar, minimamente, os seguintes aspectos:

- a) Portão e cercamento, nos limites da área;
- b) Edificação de alvenaria com sanitário;
- c) Espaços diferenciados para a recepção dos resíduos triados como: materiais recicláveis, resíduos volumosos, pequenos volumes de resíduos oriundos de construção e demolição, etc;
- d) Desnível ou platô para que a descarga dos resíduos seja feita diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias com rampa de acesso;
- e) Espaços para manobras dos veículos que utilizarão o equipamento – pequenos veículos de geradores e coletores, bem como para os veículos de

carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos;

- f) Placa, totem ou outro dispositivo de sinalização que garanta à população do entorno, e passantes, o reconhecimento do equipamento público como o local correto para o descarte dos resíduos, contendo logo da Prefeitura e tipo de materiais que podem ser destinados.

Aqui estão algumas etapas e considerações importantes a serem consideradas pela CONCESSIONÁRIA:

Localização Adequada do Eco ponto: Caso a área inicialmente indicada pelo PODER CONCEDENTE para a implantação do ECOPONTO não seja aprovada pelo órgão ambiental responsável (SEMA/MT), caberá ao PODER CONCEDENTE identificar e disponibilizar uma nova área apropriada para a instalação do eco ponto central, sujeita a licenciamento ambiental. Essa decisão exige a realização de estudos de viabilidade, considerando aspectos como acessibilidade, capacidade para atender à demanda local e potenciais impactos ambientais.

Portanto, o PODER CONCEDENTE é responsável por indicar e disponibilizar a área adequada, enquanto a CONCESSIONÁRIA assume a responsabilidade pelo processo de licenciamento ambiental da atividade.

Revisão de Contrato: Se houver uma alteração significativa na localização do eco ponto que afete os custos de deslocamento da CONCESSIONÁRIA, haverá revisão do contrato visando a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro.

Monitoramento e Avaliação Contínua: Após a implantação do eco ponto e início da coleta, é importante estabelecer um sistema de monitoramento para garantir que a coleta seja eficaz e os custos estejam dentro do orçamento planejado. Qualquer ajuste necessário no contrato ou no processo de coleta deve ser feito com base em dados e resultados reais.

Mensuração de Demanda: A CONCESSIONÁRIA deve considerar os volumes de resíduos a serem coletados na coleta convencional, previstos no estudo de mensuração de demanda já apresentados neste caderno.

4.1.3.5 *Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduos do PEV no distrito de Conselvan;*

Considerando que o distrito de Conselvan possui aproximadamente 5 mil habitantes, trata-se de uma região estratégica do município de Aripuanã que demanda a implantação de um ponto adequado para o descarte de materiais volumosos. Devido à significativa distância entre o distrito e a sede municipal, o acesso da população local ao ecoponto instalado em Aripuanã torna-se inviável.

Dessa forma, esta MIP prevê a instalação de um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) no distrito de Conselvan, devendo este seguir os mesmos padrões de instalação, licenciamento e operação adotados no ecoponto existente na sede do município.

Compete à concessionária a responsabilidade pelo transporte dos resíduos recebidos no PEV até a Central de Tratamento de Resíduos (CTR), localizada em Aripuanã. Nessa unidade, os materiais deverão ser devidamente triados e processados conforme sua classificação, sendo os rejeitos encaminhados ao aterro sanitário.

Cabe ao PODER CONCEDENTE indicar a área destinada à construção e operação do PEV, enquanto o licenciamento ambiental do empreendimento será de responsabilidade da concessionária.

4.1.4 *Disposição final dos rejeitos em aterro sanitário;*

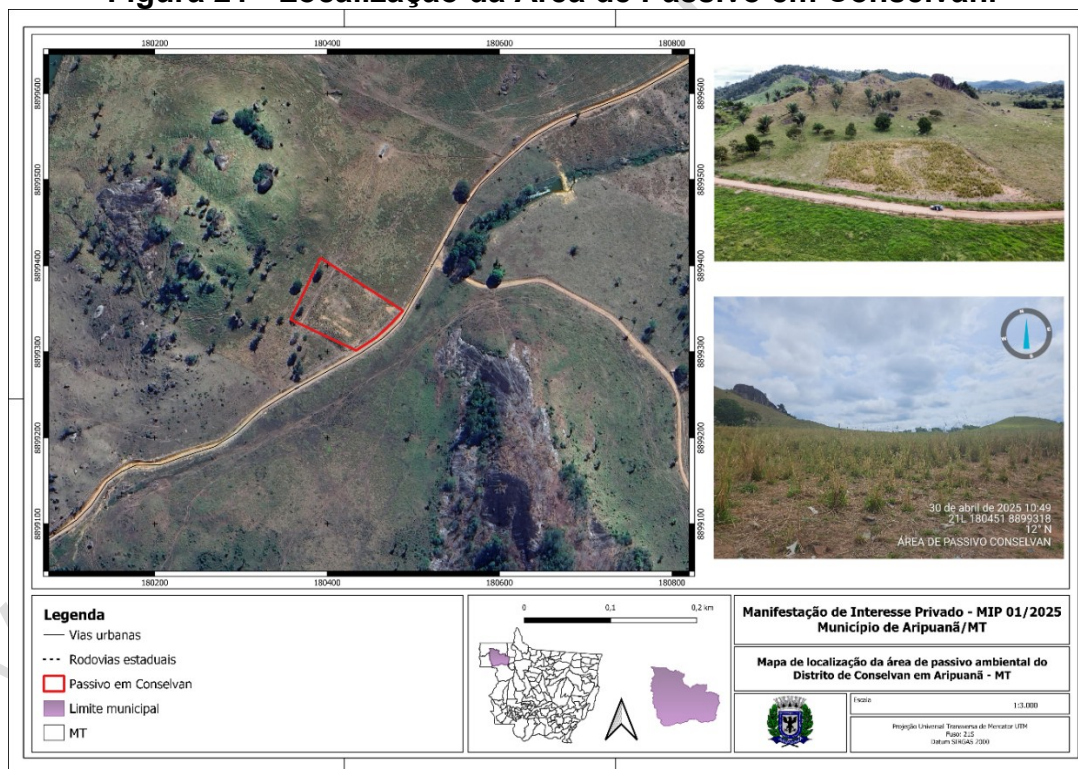
Considerando os cenários previstos no PERS (2022) juntamente com os cenários de disposição final apresentados na fase de diagnóstico, e a necessidade de disposição final imediata em empreendimento devidamente licenciado e com capacidade adequada para o recebimento, juntamente com a inviabilidade econômica de implantação de aterro sanitário para atendimento somente do município de Aripuanã, a CONCESSIONÁRIA, poderá considerar a utilização de Aterros Sanitários existentes, que possuam capacidade de operação e desta forma transportar os resíduos do município para o local de destinação correta. O aterro sanitário deve estar licenciado pelo órgão ambiental responsável e estar em conformidade com a NBR 13.896:1997 e a NBR 8419:1992, que fixa condições mínimas exigíveis para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

4.1.5 Estudo de Passivo Ambiental;

O passivo ambiental identificado no Diagnóstico do Estudo de Concessão (CADERNO I) requer estudos detalhados para avaliar as condições ambientais, incluindo a qualidade da água subterrânea e do solo. A CONCESSIONÁRIA deverá realizar um estudo aprofundado de passivo ambiental, a fim de definir o nível de intervenção necessário e implementar um monitoramento contínuo da qualidade ambiental. Com base nos resultados, será elaborado um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) específico para cada situação.

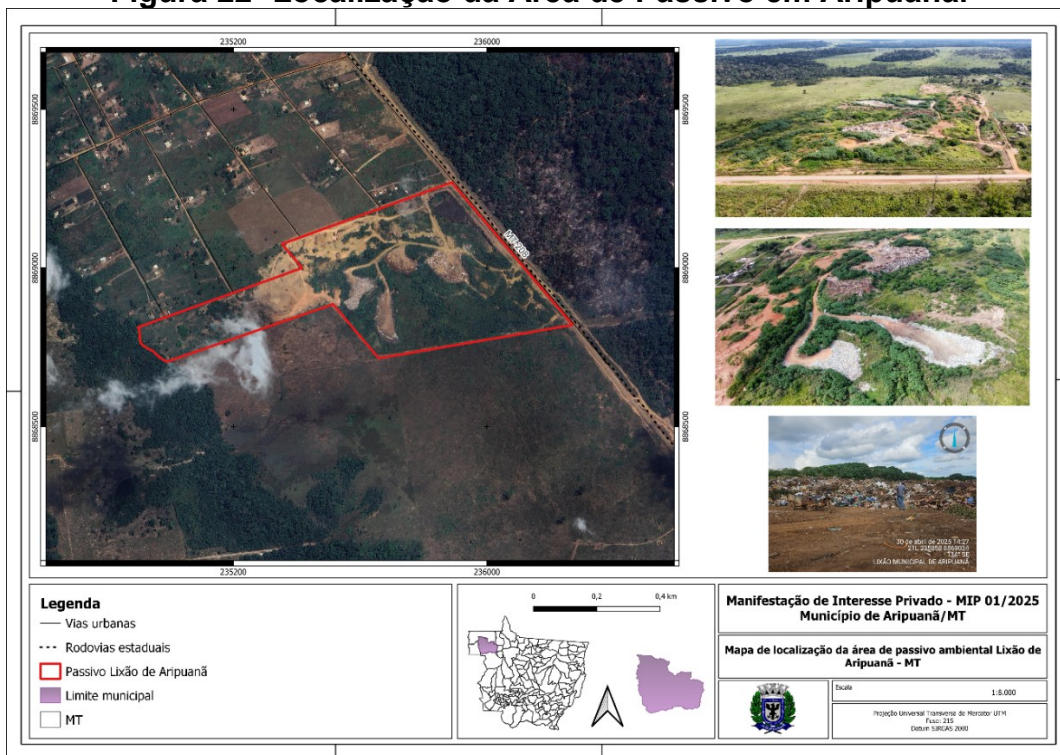
Esse estudo também determinará a viabilidade de utilizar a área, seja como possibilidade para implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR), seja como opção de implantação de usina fotovoltaica. As áreas de passivos ambientais encontradas são apresentadas nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Localização da Área de Passivo em Conselvan.



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

Figura 22- Localização da Área de Passivo em Aripuanã.



Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

A recuperação da área será realizada pela CONCESSIONÁRIA, com a devida previsão de ajuste contratual para contemplar os custos e investimentos necessários para essa etapa. Esse reajuste deverá considerar as atividades de remediação, estabilização e preparo da área, garantindo que a recuperação seja executada de acordo com as normas ambientais vigentes e com a qualidade requerida para a futura implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) e/ou da usina de geração de energia fotovoltaica.

4.1.5.1 Descrição das Etapas

Considerando a Orientação Técnica nº 03/CPLRS/SUIMIS/SEMA/MT juntamente com o atendimento do previsto junto a Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009 e demais normas técnicas da ABNT que se fizeram necessárias, os principais pontos a serem considerados:

Investigação as diretrizes estabelecidas pela Norma Brasileira ABNT-NBR 15515-1 Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea, Parte 1: Avaliação Preliminar.

Planejamento: Um planejamento adequado é essencial para identificar os objetivos

da remediação, determinar as etapas a serem seguidas, definir os recursos necessários e estabelecer um cronograma realista. Isso envolve a realização de avaliações detalhadas do lixão e a elaboração de um plano de remediação específico para cada situação.

Avaliação e gerenciamento de riscos: A avaliação de riscos é uma etapa crítica para identificar e quantificar os impactos ambientais e à saúde associados ao lixão. Isso inclui a identificação de poluentes presentes no solo, água e ar, bem como a análise dos riscos para as comunidades locais. Com base nessa avaliação, estratégias de gerenciamento de riscos serão desenvolvidas e implementadas para minimizar ou eliminar os perigos identificados.

Controle de poluentes e reabilitação do solo: O controle e tratamento dos poluentes presentes no solo, água e ar são etapas cruciais para minimizar os impactos ambientais. Incluindo a instalação de sistemas de drenagem e tratamento de lixiviados, a captação e tratamento dos gases gerados pela decomposição do lixo, juntamente com e a remediação do solo contaminado por meio de técnicas apropriadas.

Monitoramento e acompanhamento: O monitoramento contínuo é fundamental, será executado durante todo o processo de remediação para avaliar a eficácia das medidas adotadas e garantir que os padrões ambientais e de saúde sejam alcançados. O acompanhamento também permitirá ajustes e correções em meio a sua execução.

Participação comunitária: A participação ativa das comunidades locais é crucial para o sucesso da remediação de lixões. Isso envolve a consulta e envolvimento das partes interessadas, incluindo os residentes locais, organizações comunitárias e grupos afetados. A participação comunitária promove a transparência, fortalece a responsabilidade e permite que as soluções sejam adaptadas às necessidades e preocupações locais.

Remoção e tratamento dos resíduos: A remoção e o tratamento adequado dos resíduos presentes no aterro serão realizadas para reduzir os impactos ambientais e à saúde, sendo de responsabilidade do PODER CONCEDENTE o reequilíbrio do contrato para a execução dos mesmos.

4.1.6 Programa de Educação Ambiental

A Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental e em seu Art. 4º, define os princípios básicos da educação ambiental:

- A. O enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
- B. A concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
- C. O pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter multi e transdisciplinaridade;
- D. A vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- E. A garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
- F. A permanente avaliação crítica do processo educativo;
- G. A abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

No Art nº1 da Lei Estadual nº 10903 de 07/06/2019 que Dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental e revoga a Lei nº 7.888, de 09 de janeiro de 2003, entende-se por educação ambiental os processos contínuos e permanentes de aprendizagem, em todos os níveis e modalidades de ensino, em caráter formal e não formal, por meio dos quais os indivíduos e a coletividade constroem e compartilham valores sociais, espirituais, étnicos, culturais, conhecimentos e habilidades, atitudes e competências, voltadas à sensibilização, prevenção, conservação, preservação, recuperação e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Um dos instrumentos da Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010) é a prática da educação ambiental, por meio de programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos, sendo um requisito mínimo a ser incorporado nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos conforme consta no item X, art. 19 da PNRS e no Art. 77 do Decreto nº 7.404/2010, citado a seguir.

- I. Incentivar atividades de caráter educativo e pedagógico, em colaboração com entidades do setor empresarial e da sociedade civil organizada;
- II. Promover a articulação da educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos com a política nacional de educação ambiental;
- III. Realizar ações educativas voltadas aos fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores, com enfoque diferenciado para os agentes envolvidos direta e indiretamente com os sistemas de coleta seletiva e logística reversa;
- IV. Desenvolver ações educativas voltadas à conscientização dos consumidores com relação ao consumo sustentável e às suas responsabilidades no âmbito da responsabilidade compartilhada de que trata a lei nº 12.305, de 2010;
- V. Apoiar as pesquisas realizadas por órgãos oficiais, pelas universidades, por organizações não governamentais e por setores empresariais, bem como a elaboração de estudos, a coleta de dados e de informações sobre o comportamento do consumidor brasileiro;
- VI. Elaborar e implementar planos de produção e consumo sustentável;
- VII. Promover a capacitação dos gestores públicos para que atuem como multiplicadores nos diversos aspectos da gestão integrada dos resíduos sólidos; e
- VIII. Divulgar os conceitos relacionados com a coleta seletiva, com a logística reversa, com o consumo consciente e com a minimização da geração de resíduos sólidos.

No âmbito da futura Concessão, a educação ambiental deve ser capaz de mobilizar e envolver a sociedade, os órgãos do governo, os setores produtivos, de serviços, as instituições públicas e privadas, formais e não formais, impulsionando transformação de comportamentos dos resíduos sólidos, abrangendo princípios e valores para

Construção de sociedades sustentáveis, nas dimensões social, ambiental, política, econômica, ética e cultural.

Deverão ser utilizados os recursos didáticos e de informação, com linguagem apropriada a cada segmento do público-alvo, contemplando cartilhas, boletins, cartazes, jogos pedagógicos, etc.

Seguindo esta linha, deverá ser lançado um projeto que busca promover a educação ambiental entre crianças e jovens das escolas públicas do Município.

4.2 Plano de Segurança e Higiene do Trabalho

A política de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho deve ser implementada pela CONCESSIONÁRIA, visando preservar a integridade física dos recursos humanos, proteger as instalações, equipamentos e ferramentas, além de promover a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e garantir a continuidade operacional dos serviços.

A prática de Segurança e Medicina do Trabalho é essencial e se aplica a todos os serviços realizados. Por meio de diretores, gerentes, engenheiros, supervisores e encarregados, a CONCESSIONÁRIA deve promover a importância da Segurança e Medicina do Trabalho, considerando-a uma atividade fundamental. Para isso, são utilizados todos os recursos necessários para assegurar um ambiente de trabalho seguro, livre de riscos e com instalações adequadas.

Equipamentos de Proteção Individual e Coletivo (EPI's) são considerados ferramentas de trabalho indispensáveis. A CONCESSIONÁRIA garante o fornecimento desses equipamentos e impõe o seu uso obrigatório por todos os empregados, como medida preventiva e de proteção.

Tópicos Abordados a serem abordados:

Programa de Segurança e Prevenção de Acidentes no Trabalho: Este programa visa identificar, avaliar e controlar os riscos de acidentes no ambiente de trabalho, promovendo práticas seguras e conscientizando os trabalhadores sobre a importância da prevenção de acidentes.

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA): O PPRA tem como objetivo antecipar, reconhecer, avaliar e controlar os riscos ambientais que possam comprometer a saúde e a segurança dos trabalhadores. O programa abrange ações contínuas de monitoramento e medidas corretivas para eliminar ou reduzir esses riscos.

Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO): Este programa foca na promoção e preservação da saúde dos trabalhadores. Ele envolve a realização de exames médicos periódicos, o monitoramento da saúde dos empregados e a adoção de medidas preventivas para evitar doenças ocupacionais, garantindo que todos estejam aptos a desempenhar suas funções com segurança.

4.3 Estrutura Administrativa e Operacionais

Por se tratar de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), a futura Concessionária deverá ser composta por estruturas técnica, administrativa e financeira próprias, assegurando a autonomia e a eficiência na execução dos serviços contratados. Essas estruturas serão responsáveis por gerenciar todas as operações, desde o planejamento até a execução e monitoramento das atividades.

A estrutura técnica será formada por equipes especializadas em diferentes áreas, como engenharia, operações, manutenção, segurança e meio ambiente, garantindo que todos os aspectos técnicos do contrato sejam cumpridos com excelência. Esta equipe contará com profissionais capacitados e experientes, que terão à disposição tecnologias avançadas e métodos modernos de gestão.

A estrutura administrativa cuidará da gestão interna, incluindo recursos humanos, logística, compras, e gestão de contratos. Esta área será essencial para garantir o bom funcionamento da CONCESSIONÁRIA, coordenando o suporte necessário para todas as operações e mantendo uma comunicação eficiente entre os diversos setores.

A estrutura financeira será responsável pela gestão dos recursos financeiros da CONCESSIONÁRIA, assegurando o equilíbrio econômico-financeiro do contrato, o cumprimento das obrigações fiscais, e a sustentabilidade a longo prazo. Esta estrutura incluirá profissionais especializados em contabilidade, controle orçamentário, e planejamento financeiro, com o objetivo de maximizar a eficiência na utilização dos recursos.

Além disso, a CONCESSIONÁRIA poderá contar com o apoio especializado de terceiros, sempre que necessário ou oportuno. Esse apoio incluirá consultorias, auditorias, serviços de manutenção especializados, e outras atividades que demandem expertise externa. A contratação de serviços terceirizados será feita de forma criteriosa, garantindo que os parceiros escolhidos atendam aos elevados padrões de qualidade e segurança exigidos pelo contrato.

Essa organização permitirá à CONCESSIONÁRIA responder de forma ágil e eficaz às demandas do contrato, assegurando o cumprimento dos objetivos estabelecidos e a satisfação das partes envolvidas.

5 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

Tabela 13 – Cronograma de implantação das estruturas da concessão.

Item	Atividade	Início	Duração (anos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	Implantação de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares - RSU	1	35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Transbordo Provisório	1	1	■																																			
3	Transbordo Definitivo	2	34		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Implantação de Ecopontos	2	34		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Implantação de usina de trituração de volumosos	2	34		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	Disposição final dos rejeitos em aterro sanitário	1	35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Educação Ambiental	1	35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fonte: Econorte Ambiental Ltda, (2025).

REFERÊNCIAS

NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

NBR 12980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

NBR 9190: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo. Rio de Janeiro, 1994.

NBR 13463: Coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1995.

NBR 13591: Compostagem – Terminologia. Rio de Janeiro, 1996.

NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 13221: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 15849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

NBR 15849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

NBR 15292: Artigos confeccionados – Vestimenta de segurança de alta visibilidade, Rio de Janeiro, 2013.

Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 1999.

Lei Estadual nº 10.903, de 07 de junho de 2019. Dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental e revoga a Lei nº 7.888, de 09 de janeiro de 2003. Cuiabá, Mato Grosso. 2017.

Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis

nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS MT)**: Tomo I. Organizado por Paulo Modesto Filho, Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima e José Álvaro da Silva. **Universidade Federal de Mato Grosso**, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2022.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Resíduos agrossilvopastoris**. 2022.

SNIS. Glossário de Indicadores - **Resíduos Sólidos** – Indicadores sobre despesas e trabalhadores. 2020.

Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil.

Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA que dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil.

Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Brasil.

Resolução ANA nº 187, de 19 de março de 2024. Aprova a Norma de Referência nº 7/2024 para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, que dispõe sobre as condições gerais para a prestação direta ou mediante concessão dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasil.

Banco Interamericano de Desenvolvimento, (2023), **GUIA PRÁTICO DE ESTRUTURAÇÃO DE PROJETOS DE CONCESSÃO DE MANEJO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**, disponível em <https://www.ppi.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/CONCESSAO-DE-SERVICOS-DE-MANEJO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS.pdf>.

Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf.

Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNASA. Disponível em <https://www.ppi.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/sei-mdr-1707271-nota-tecnica-conjunta-rsu.pdf>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas de população, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>
IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE CIDADES, 2023.

Banco Interamericano de Desenvolvimento, (2023), **GUIA PRÁTICO DE ESTRUTURAÇÃO DE PROJETOS DE CONCESSÃO DE MANEJO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**, disponível em <https://www.ppi.gov.br/wp-content/uploads/2023/04/CONCESSAO-DE-SERVICOS-DE-MANEJO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS.pdf>.

Nota Técnica Conjunta nº 01/2024/CC/PR/MCID/MMA, (2024). **Diretrizes para a estruturação de projetos de concessões e parcerias público-privadas relacionadas ao manejo dos resíduos sólidos urbanos no âmbito do Governo Federal**, Disponível em: <https://ppi.gov.br/arquivos/>.

VERSÃO CONSULTA PÚBLICA