

**ESTUDOS TÉCNICOS PARA PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA  
REFERENTE AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE JUÍNA-MT**

**CADERNO II – MODELAGEM TÉCNICA**

**REVISÃO I**

**JUÍNA – MT  
JANEIRO/2024**

## **PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA/MT**

Travessa Emmanuel, nº 33 N, centro, CEP 78.320-000  
Juína/MT  
(66) 3566-8300  
Endereço eletrônico: <https://juina.mt.gov.br/>

### **GESTÃO DO PROGRAMA DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS – CONSELHO GESTOR:**

Decreto Nº 283 de 30 de maio de 2022 e Decreto Nº 353 de 12 de setembro de 2022.

I - Chefe de Gabinete do Poder Executivo:

*Robson Amorim Machado*

II - Secretário Municipal de Administração e Finanças:

Jocemir Correa

III - Secretário Municipal de Planejamento:

Valdoir Antônio Pezzini

IV - Secretário Municipal de Infraestrutura:

Jonatas Plínio Costa

V – Diretor Executivo do Consórcio de Desenvolvimento

Gilson Cesar do Nascimento

VII – Representante da Sociedade Organizada

Ricardo Luiz de Oliveira Gravina

VII - Representantes do Poder Legislativo

*a) Almir de Oliveira Batista*

*b) Zulmar Curzel*

Prefeito Municipal:

Paulo Augusto Veronese

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO PROJETO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Classificação dos Resíduos contemplados no Projeto.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Abrangência Geográfica da Concessão.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Rota Tecnológica .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Mensuração e Projeção de Demanda.....</b>	<b>17</b>
	2.4.1 Projeção Populacional .....	17
	2.4.2 Evolução da Geração de Resíduos - RSU.....	19
	2.4.2.1 Índices per capita de geração .....	20
	2.4.3 Evolução e Geração de RCC e Volumosos .....	21
	2.4.3.1 Definição de pequenos e grandes geradores de resíduos da construção civil .....	23
	2.4.4 Evolução e Geração de Resíduos de Limpeza Pública – RPU.....	25
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS TÉCNOLOGIAS DISPONÍVEIS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Processo Físico.....</b>	<b>28</b>
	3.1.1 Triagem.....	28
<b>3.2</b>	<b>Processos Biológicos .....</b>	<b>30</b>
	3.2.1 Compostagem.....	30
	3.2.2 Digestão Anaeróbia.....	32
<b>3.3</b>	<b>Processos Físico-Químicos (Térmicos) .....</b>	<b>33</b>
	3.3.1 Incineração .....	33
	3.3.2 Gaseificação .....	34
	3.3.3 Pirólise .....	35

3.3.4	Coprocessamento de Resíduos Sólidos .....	37
<b>3.4</b>	<b>Processo Físico-Químicos e Biológicos .....</b>	<b>39</b>
3.4.1	Aterro Sanitário .....	39
<b>3.5</b>	<b>Justificativa da escolha da opção tecnológica .....</b>	<b>40</b>
<b>3.6</b>	<b>Indicação dos serviços e suas possíveis tecnologias .....</b>	<b>53</b>
4	Cronograma de Implantação .....	54
5	<b>ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS E EMPREENDIMENTOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>Especificações dos Serviços e Empreendimentos.....</b>	<b>56</b>
5.1.1	Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares - RSU .....	56
5.1.1.1	Procedimentos Operacionais/Segurança e Qualidade.....	57
5.1.1.2	Equipe de coleta, Veículos e mão de Obra.....	60
5.1.1.3	Roteiro de Coleta .....	63
5.1.2	Apoio a Coleta Seletiva.....	66
5.1.3	Implantação, Operação, Manutenção do Transporte de Resíduos e Ecoponto	69
5.1.3.1	Layout sugestivo do Empreendimento .....	72
5.1.4	Implantação de Estação de Transbordo e Central de Triagem.....	73
5.1.4.1	Adequação e Operação do Transbordo e Resíduos.....	75
5.1.4.2	Central de Triagem para materiais recicláveis .....	78
5.1.4.3	Compostagem de pequenos volumes.....	80
5.1.4.4	Descrição das Instalações .....	81
a)	Instalações básicas pretendidas.....	81
5.1.5	Implantação, Manutenção e Operação de Aterro Sanitário .....	82
<b>5.1.5.1</b>	<b>Aterro Sanitário .....</b>	<b>83</b>
5.1.5.2	Descritivo .....	83

5.1.5.3 Método Construtivo .....	85
5.1.5.4 Execução de cerca periférica e cinturão verde.....	87
<b>5.1.5.5 Sinalização</b> .....	<b>88</b>
<b>5.1.5.6 Impermeabilização</b> .....	<b>89</b>
<b>5.1.5.7 Vias de acessos (interno e externo)</b> .....	<b>91</b>
<b>5.1.5.8 Guarita, Refeitório e Setor Administrativo</b> .....	<b>92</b>
5.1.5.9 Obras de Terraplanagem e Jazidas de Solo para uso como Material de Aterro.....	93
5.1.5.10 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais .....	93
5.1.5.11 Sistema de Drenagem de Percolado e de Gases .....	100
<b>5.1.5.12 Sistema de Tratamento de Percolado</b> .....	<b>101</b>
5.1.5.13 Dimensionamento .....	104
5.1.5.14 Remediação do Aterro Sanitário (existente).....	116
5.1.5.15 Operação Aterro Sanitário.....	118
5.1.5.16 Programa de Educação Ambiental.....	119
<b>6. INDICADORES DE DESEMPENHO</b> .....	<b>122</b>
6.1 Equipamentos, Veículos e Sistemas de Mobilização Inicial Adequada para Coleta de RSU .....	122
6.1.1 Veículo e lixeiras basculante fornecidos para Coleta Seletiva .....	122
6.1.2 Equipamentos, Veículos e Sistemas - Reposições Programadas .....	122
6.1.3 Implantação da Central de Triagem de Resíduos Recicláveis.....	123
6.1.4 Implantação da Estação de Transbordo .....	123
6.1.5 Implantação do Ecoponto .....	123
6.1.6 Implantação de aterro sanitário.....	124
<b>6.2 Indicadores de Desempenho de Operacional</b> .....	<b>124</b>

6.2.1	Coleta Manual e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos .....	124
6.2.2.1	Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR .....	124
6.2.2.2	Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ .....	125
6.2.2.3	Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho .....	126
6.2.2	Implantação, Operação e Manutenção de Ecopontos .....	127
6.2.2.1	Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR .....	127
6.2.2.2	Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ .....	128
6.2.2.3	Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho .....	129
6.2.3	Aterro Sanitário .....	129
6.2.3.1	Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR .....	130
6.2.3.2	Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ .....	130
6.2.3.3	Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho .....	131
6.3	Indicador social .....	132
6.3.1	Apoio e Desenvolvimento às Cooperativas e Associações de Catadores 132	
6.4	Indicadores de Desempenho - Financeiro .....	132
6.4.1	Relatórios Financeiros .....	132
<b>6.5</b>	<b>Índice de Gestão e Qualidade dos serviços (IGQ) .....</b>	<b>133</b>
6.5.1	Índice de Atendimento do Usuário (IAU) .....	133
<b>6.6</b>	<b>Atendimento ao programa de educação ambiental (APEA) .....</b>	<b>134</b>
7.	DOS ESTUDOS E CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO .....	135

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Ordem de Prioridade Definida na PNRS .....	10
Figura 2. Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a PNRS. ....	13
Figura 3 - Fluxo dos serviços .....	16
Figura 4. Subprodutos da Pirólise .....	36
Figura 5. Rota Tecnológica para município com população até 250 mil habitantes..	44
Figura 6. Rota Tecnológica para município com população entre 250 e 500 mil habitantes.....	45
Figura 7. Rota Tecnológica para município com população entre 500 mil e 1 milhão habitantes.....	46
Figura 8. Rota Tecnológica para municípios com população acima de 1 milhão de habitantes.....	47
Figura 9. Junção de Processos .....	53
Figura 10. Veículos Coleta Convencional .....	58
Figura 11. Frequência de Coleta .....	64
Figura 12. Localização Aterro Sanitário .....	65
Figura 13. Estação de Transbordo para RSU .....	74
Figura 14. Compostagem .....	81
Figura 15. Área sugerida para o aterro sanitário .....	84
Figura 16. Cinturão verde recomendado.....	88
Figura 17. Placas de Sinalização .....	89
Figura 18. Impermeabilização taludes e célula .....	91
Figura 19. Via acesso cascalhada.....	92
Figura 20. Detalhe Dreno .....	101
Figura 21. Modelo Sugestivo para célula .....	105

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Projeção populacional de Juína/MT para 35 anos.....	17
Tabela 2. Projeção Populacional Juína e Demais Municípios .....	18
Tabela 3. Estimativa de Geração de RCC e Volumosos – Juína/MT .....	22
Tabela 4. Exemplos de definição quantitativa de pequeno gerador. ....	23
Tabela 5. Estimativa Geração de Resíduos de Limpeza Pública .....	25
Tabela 6. Evolução do Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos .....	27
Tabela 7. Comparativo entre as Tecnologias de Tratamento Térmico.....	36
Tabela 8. Vantagens e Desvantagens de Cada Tecnologia Estudada .....	49
Tabela 9. Cronograma de Implantação dos serviços, equipamento e empreendimentos .....	54
Tabela 10. Distribuição dos Equipamentos para Coleta porta a porta e turnos .....	61
Tabela 11. Quantificação de mão de obra necessária serviços de coleta porta a porta .....	61
Tabela 12. Rotas (km) de Coleta.....	63
Tabela 13. Distribuição dos equipamentos estação de transferência/transbordo .....	76
Tabela 14. Distribuição da mão-de-obra para operação da estação de transferência/transbordo .....	76
Tabela 15. Descrição e Quantitativos – Equipamentos.....	82
Tabela 16. Descrição sugestiva da área mínima necessária para construção da célula de resíduos, sem incluir outras estruturas.....	86
Tabela 17. Projeção produção resíduos Juína/MT .....	106
Tabela 18. Projeção produção resíduos Aripuanã/MT .....	107
Tabela 19. Projeção produção resíduos Castanheira/MT .....	108
Tabela 20. Projeção produção resíduos Colniza/MT.....	109
Tabela 21. Projeção produção resíduos Cotriguaçu/MT .....	110

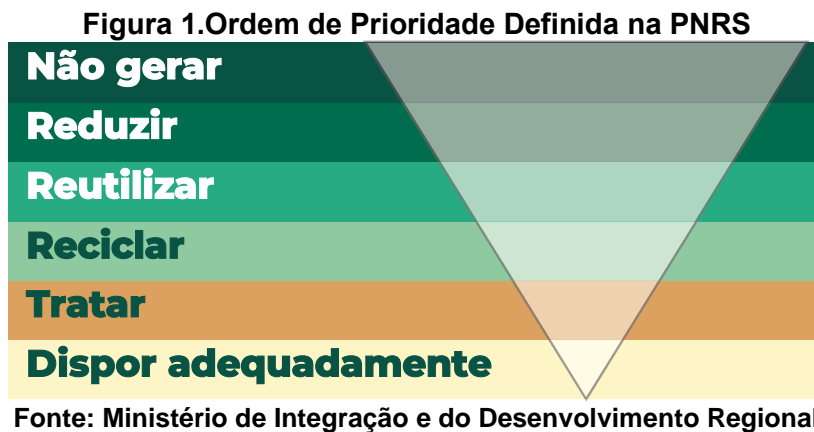


Tabela 22. Projeção produção resíduos Juruena/MT.....	111
Tabela 23. Projeção produção resíduos Brasnorte/MT .....	112
Tabela 24. Projeção produção resíduos Juína/MT e demais municípios .....	113
Tabela 25. Estimativa de equipamentos aterro sanitário.....	115
Tabela 26. Quadro de avaliação de Regularidade NR .....	125
Tabela 27. Quadro de avaliação de qualidade NQ.....	126
Tabela 28. Valor da nota do parâmetro de desempenho .....	126
Tabela 29. Valor da nota de avaliação de Regularidade .....	127
Tabela 30. Quadro de avaliação de qualidade NQ.....	128
Tabela 31. Valor da nota do parâmetro de desempenho .....	129
Tabela 32. Valor da nota de avaliação de Regularidade .....	130
Tabela 33. Quadro de avaliação de qualidade NQ.....	131
Tabela 34. Valor da nota do parâmetro de desempenho .....	132

## 1 INTRODUÇÃO

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 abaixo.



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 analisadas

durante a fase de diagnóstico e permitiu uma compreensão mais aprofundada da situação atual do município de Juína, 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 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.

## **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, 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.

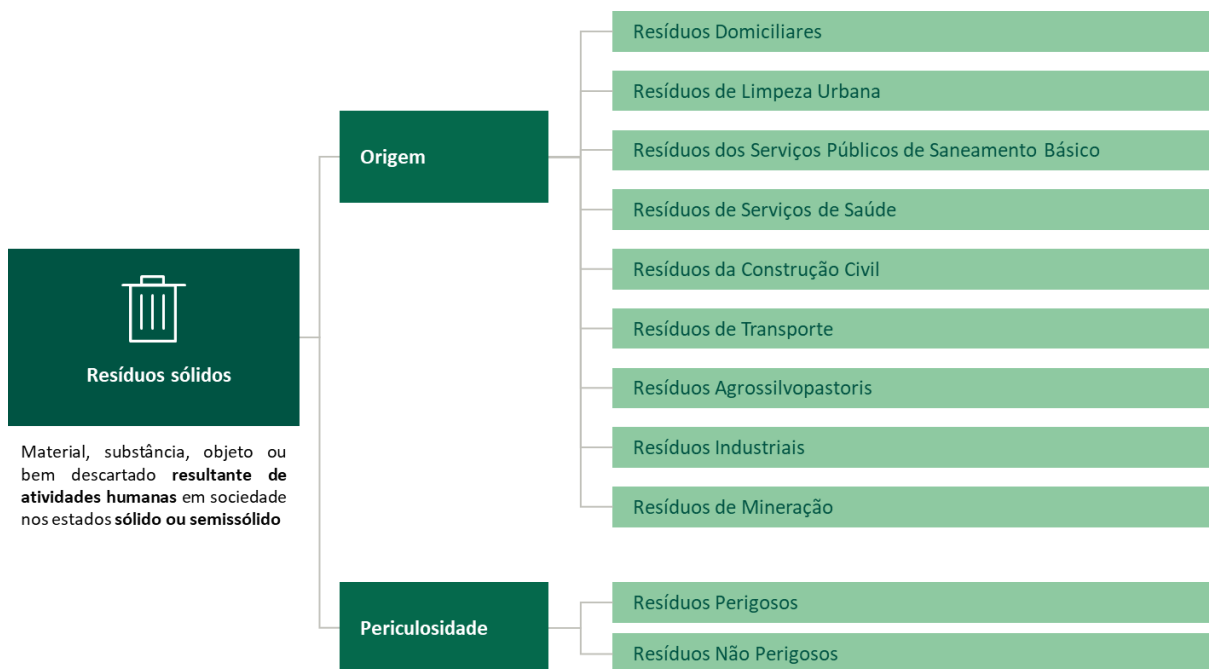
Os serviços previstos nesta MIP são definidos da seguinte maneira:

- 1 Coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares (RSU);
- 2 Apoio a coleta seletiva;
- 3 Implantação de Central de triagem de resíduos recicláveis;
- 4 Implantação e Operação da Estação de Transbordo;
- 5 Implantação, operação, manutenção do transporte de resíduos do Ecoponto;
- 6 Implantação, operação, manutenção de ecoponto;
- 7 Implantação, operação, manutenção de aterro sanitário;
- 8 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. 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, 1º 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:** 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.

## 2.2 Abrangência Geográfica da Concessão

A concessão abrange a área urbana, vias e logradouros públicos do Município de Juína/MT, bem como os distritos de Fontanilhas e Terra Roxa).

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.

Uma alternativa a ser implantada é associação entre municípios para disposição final dos resíduos, promovendo aumento do volume de resíduos processados, conseqüentemente há ganho de escala e redução significativa dos custos de implantação e operação dos aterros, o que viabiliza a sua implantação e operação (MARIANO; SANTOS; SOUZA, 2020).

Desta forma, a captação de municípios para disposição dos resíduos sólidos produzidos em sua área urbana, fornece o desenvolvimento de infraestrutura para o desenvolvimento socioeconômico, ambientais e social. Portanto, ao mesmo tempo em que se atende a problemática de resíduos sólidos da região em que Juína se insere, também há a divisão dos custos operacionais e de implantação de uma disposição ambientalmente adequada, considerando a adesão de outros municípios. Os municípios sugeridos, preferencialmente, para adesão são os pertencentes ao Consórcio de Desenvolvimento Econômico e Sustentável do Vale do Juruena, abrangendo os municípios de Aripuanã, Castanheira, Colniza, Cotriguaçu e Juruena, e Brasnorte, conforme previsto no diagnóstico (Caderno I).

Importante ressaltar a importância da participação desses municípios para fins de diminuição de custos, uma vez que os preços são em função da quantidade de resíduos geradas, logo quanto maior for o quantitativo, menor fica o custo unitário da tonelada, de modo que sem a participação dos demais municípios, o custo ficará muito alto apenas para o município de Juína/MT.

### **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.

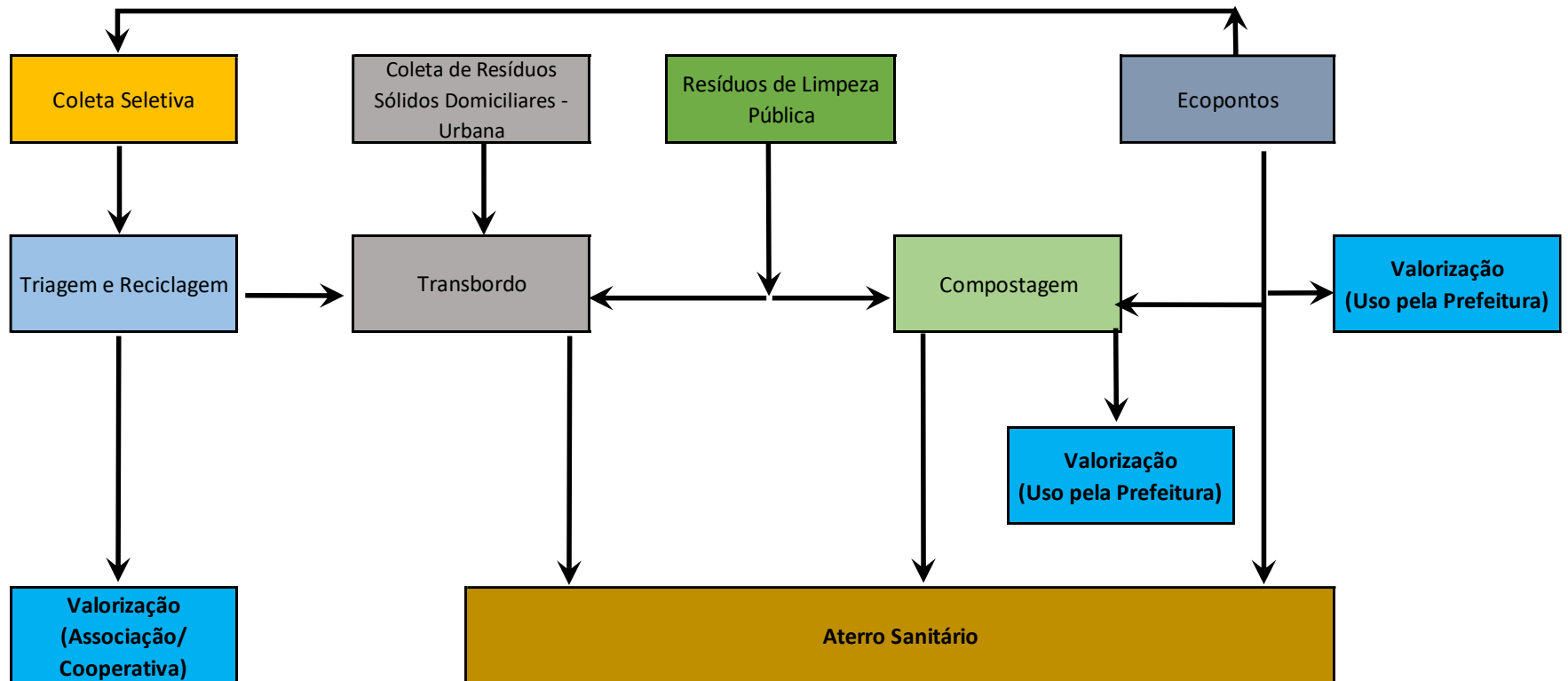
Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 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 3 - Fluxo dos serviços





## 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 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 adquiridos no decorrer da Concessão, foi necessário efetuar a projeção populacional e consequente geração de resíduos ao longo do período previsto.

### 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 de Concessão, considerou-se o período de contrato se iniciando no ano subsequente à conclusão dos estudos da presente MIP (2024), ou seja:

- Ano estimado para início do período contratual (2024-2058);

**Tabela 1. Projeção populacional de Juína/MT para 35 anos.**

JUÍNA - MT					
Anos de Operação	Ano	População Total	Taxa de Crescimento Adotada (%/ano)	Percentual de População Urbana adotado	População Urbana Estimada
-	2022	45.869		80%	36.695
-	2023	46.513	1,40	80%	37.210

1	2024	47.166	1,40	80%	37.733
2	2025	47.828	1,40	80%	38.262
3	2026	48.499	1,40	80%	38.799
4	2027	49.179	1,40	80%	39.343
5	2028	49.869	1,40	80%	39.895
6	2029	50.569	1,40	80%	40.455
7	2030	51.278	1,40	80%	41.022
8	2031	51.997	1,40	80%	41.598
9	2032	52.727	1,40	80%	42.182
10	2033	53.467	1,40	80%	42.774
11	2034	53.643	0,33	80%	42.914
12	2035	53.820	0,33	80%	43.056
13	2036	53.997	0,33	80%	43.198
14	2037	54.175	0,33	80%	43.340
15	2038	54.353	0,33	80%	43.482
16	2039	54.532	0,33	80%	43.626
17	2040	54.711	0,33	80%	43.769
18	2041	54.891	0,33	80%	43.913
19	2042	55.072	0,33	80%	44.058
20	2043	55.253	0,33	80%	44.202
21	2044	55.435	0,33	80%	44.348
22	2045	55.678	0,44	80%	44.542
23	2046	55.922	0,44	80%	44.738
24	2047	56.168	0,44	80%	44.934
25	2048	56.415	0,44	80%	45.132
26	2049	56.663	0,44	80%	45.330
27	2050	56.912	0,44	80%	45.530
28	2051	57.162	0,44	80%	45.730
29	2052	57.413	0,44	80%	45.930
30	2053	57.665	0,44	80%	46.132
31	2054	57.918	0,44	80%	46.334
32	2055	58.172	0,44	80%	46.538
33	2056	58.346	0,30	80%	46.677
34	2057	58.521	0,30	80%	46.817
35	2058	58.696	0,30	80%	46.957

Fonte: Elaborado MFM Soluções Ambientais.

**Tabela 2. Projeção Populacional Juína e Demais Municípios**

CRESCIMENTO POPULACIONAL JUÍNA E DEMAIS MUNICÍPIOS									
Anos de Operação	Ano	JUÍNA	ARIPUANÃ	CASTANHEIRA	COLNIZA	COTRIGUAÇU	JURUENA	BRASNORTE	TOTAL DE HAB./ANO

-	2022	45.869	24.624	7.506	25.766	11.011	10.213	17.004	<b>141.993</b>
-	2023	46.513	25.281	7.450	25.716	10.767	10.138	17.160	<b>143.025</b>
<b>1</b>	2024	47.166	25.956	7.395	25.666	10.529	10.063	17.317	<b>144.092</b>
<b>2</b>	2025	47.828	26.649	7.340	25.616	10.296	9.989	17.476	<b>145.194</b>
<b>3</b>	2026	48.499	27.360	7.286	25.566	10.068	9.916	17.636	<b>146.331</b>
<b>4</b>	2027	49.179	28.090	7.232	25.516	9.845	9.843	17.798	<b>147.503</b>
<b>5</b>	2028	49.869	28.840	7.178	25.466	9.627	9.771	17.961	<b>148.712</b>
<b>6</b>	2029	50.569	29.610	7.125	25.416	9.414	9.699	18.126	<b>149.959</b>
<b>7</b>	2030	51.278	30.400	7.072	25.366	9.205	9.628	18.292	<b>151.241</b>
<b>8</b>	2031	51.997	31.211	7.020	25.316	9.001	9.557	18.460	<b>152.562</b>
<b>9</b>	2032	52.727	32.044	6.968	25.266	8.802	9.487	18.629	<b>153.923</b>
<b>10</b>	2033	53.467	32.899	6.916	25.216	8.607	9.417	18.800	<b>155.322</b>
<b>11</b>	2034	53.643	33.415	6.955	25.195	8.477	9.530	18.991	<b>156.206</b>
<b>12</b>	2035	53.820	33.939	6.994	25.174	8.349	9.644	19.184	<b>157.104</b>
<b>13</b>	2036	53.997	34.471	7.033	25.153	8.223	9.759	19.379	<b>158.015</b>
<b>14</b>	2037	54.175	35.012	7.072	25.132	8.099	9.876	19.576	<b>158.942</b>
<b>15</b>	2038	54.353	35.561	7.112	25.111	7.977	9.994	19.775	<b>159.883</b>
<b>16</b>	2039	54.532	36.119	7.152	25.090	7.857	10.113	19.976	<b>160.839</b>
<b>17</b>	2040	54.711	36.686	7.192	25.069	7.739	10.234	20.179	<b>161.810</b>
<b>18</b>	2041	54.891	37.261	7.232	25.048	7.622	10.356	20.384	<b>162.794</b>
<b>19</b>	2042	55.072	37.845	7.273	25.027	7.507	10.480	20.591	<b>163.795</b>
<b>20</b>	2043	55.253	38.439	7.314	25.006	7.394	10.605	20.801	<b>164.812</b>
<b>21</b>	2044	55.435	39.042	7.355	24.985	7.283	10.732	21.013	<b>165.845</b>
<b>22</b>	2045	55.678	39.549	7.331	24.987	7.306	10.742	21.191	<b>166.784</b>
<b>23</b>	2046	55.922	40.063	7.307	24.989	7.329	10.752	21.371	<b>167.733</b>
<b>24</b>	2047	56.168	40.583	7.283	24.991	7.352	10.762	21.552	<b>168.691</b>
<b>25</b>	2048	56.415	41.110	7.259	24.993	7.375	10.772	21.735	<b>169.659</b>
<b>26</b>	2049	56.663	41.644	7.235	24.995	7.398	10.782	21.919	<b>170.636</b>
<b>27</b>	2050	56.912	42.185	7.211	24.997	7.421	10.792	22.105	<b>171.623</b>
<b>28</b>	2051	57.162	42.733	7.187	24.999	7.444	10.802	22.292	<b>172.619</b>
<b>29</b>	2052	57.413	43.288	7.164	25.001	7.467	10.812	22.481	<b>173.626</b>
<b>30</b>	2053	57.665	43.850	7.141	25.003	7.490	10.822	22.672	<b>174.643</b>
<b>31</b>	2054	57.918	44.420	7.118	25.005	7.513	10.832	22.864	<b>175.670</b>
<b>32</b>	2055	58.172	44.997	7.095	25.007	7.537	10.842	23.058	<b>176.708</b>
<b>33</b>	2056	58.346	45.568	7.117	25.009	7.574	10.863	23.127	<b>177.604</b>
<b>34</b>	2057	58.521	46.146	7.139	25.011	7.611	10.884	23.196	<b>178.508</b>
<b>35</b>	2058	58.696	46.732	7.161	25.013	7.649	10.905	23.265	<b>179.421</b>

Fonte: Elaborado MFM Soluções Ambientais.

#### 2.4.2 Evolução da Geração de Resíduos - RSU

A projeção da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) foi elaborada para um horizonte de 35 anos, partindo do modelo aplicado no Plano Municipal de

Saneamento Básico (PMSB-2016), com períodos de planejamento divididos em prazo imediato, curto, médio e longo, considerando:

- a) A população estimada para o período de 35 anos;
- b) O índice per capita de geração de resíduos (kg/hab.dia).

#### **2.4.2.1 Índices per capita de geração**

Para a estimativa do per capita de resíduos sólidos domiciliares produzidos na área urbana de Juína/MT, foram realizadas pesagens dos caminhões de coleta no período de um mês, de acordo com relatado no diagnóstico apresentado.

A estimativa fixa da geração per capita busca evitar o superdimensionamento de uma projeção demasiadamente crescente da geração de resíduos e, conseqüentemente, uma elevada prospecção de despesas com o serviço. Além disso, optar pela redução deste índice, frente a uma convicção de efetivas ações de educação ambiental no município, também assegura não subdimensionar os recursos materiais e humanos para a execução da coleta.

As pesagens realizadas foram feitas com o veículo antes da coleta e após a coleta e a partir da diferença destas pesagens foi obtida a massa gerada e coletada no período, não sendo realizadas pesagens aos domingos, visto que a coleta realizada no domingo fica armazenada no caminhão para continuidade da coleta no período da manhã da segunda-feira e só então encaminhado para área atual de disposição.

A partir do total coletado de 676.810 kg, a população projetada para o ano de 2022 de 37.075 e considerando um percentual de cobertura da coleta de 90%, devido aos problemas com quebra de caminhão e considerando falhas na cobertura da coleta, tem-se um per capita de geração de resíduos domiciliares de 0,655 kg/hab.dia, para o município de Juína/MT.

Quanto aos demais municípios inicialmente definiu-se a estimativa trazida pelos seus planos municipais de saneamento básicos, conforme abaixo:

ARIPUANÃ	CASTANHEIRA	COLNIZA	COTRIGUAÇU	JURUENA	BRASNORTE	
0,93	0,72	0,93	0,75	0,73	0,75	<b>Kg/Hab/Dia</b>

Inicialmente cogitou-se utilizar os dados trazidos pelo PMSB de cada município, no entanto em função da variabilidade de kg/hab/dia apresentada, como não houve estudo detalhado em cada um dos municípios, optou-se por utilizar a per capita do município de Juína, devendo a posteriori ser observado pela futura concessionária.

Para o cálculo do índice per capita atual aplicou-se a população urbana projetada para no estudo populacional, conforme detalhamento no item 5.1.5.13.

A estimativa de resíduos sólidos urbanos considerou também o índice per capita de geração de resíduos e a taxa de crescimento do mesmo, conforme detalhado anteriormente.

#### **2.4.3 Evolução e Geração de RCC e Volumosos**

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2017) os RCC gerados no município estão sendo descartados pelos munícipes em frente as residências ou em algum ponto afastado das vias públicas. O responsável pela limpeza pública coleta esses resíduos sem qualquer custo para o gerador, mesmo considerando que os RCC são de responsabilidade do gerador.

O PMSB (2017) ainda destaca que o poder público precisa criar mecanismo de cobrança que realmente cubra os custos da coleta e a destinação dos RCC.

A estimativa a seguir observou o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, com relação a geração de RCC e a faixa mínima de geração per capitado IPEA (2012) de 230 kg/hab.ano

**Tabela 3. Estimativa de Geração de RCC e Volumosos – Juína/MT**

ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E VOLUMOSOS PEQUENOS GERADORES					
Período da Concessão	Ano	População Total Juína/MT	Índice per capita (kg/hab.dia)	Produção de Resíduos de Limpeza Pública	
				Diária	Anual
				t/dia	t/ano
-	2022	45.869	0,630	<b>28,90</b>	<b>10.547,58</b>
-	2023	46.513	0,630	<b>29,30</b>	<b>10.695,66</b>
<b>1</b>	2024	47.166	0,630	<b>29,71</b>	<b>10.845,82</b>
<b>2</b>	2025	47.828	0,630	<b>30,13</b>	<b>10.998,05</b>
<b>3</b>	2026	48.499	0,630	<b>30,55</b>	<b>11.152,35</b>
<b>4</b>	2027	49.179	0,630	<b>30,98</b>	<b>11.308,71</b>
<b>5</b>	2028	49.869	0,630	<b>31,42</b>	<b>11.467,38</b>
<b>6</b>	2029	50.569	0,630	<b>31,86</b>	<b>11.628,34</b>
<b>7</b>	2030	51.278	0,630	<b>32,31</b>	<b>11.791,38</b>
<b>8</b>	2031	51.997	0,630	<b>32,76</b>	<b>11.956,71</b>
<b>9</b>	2032	52.727	0,630	<b>33,22</b>	<b>12.124,57</b>
<b>10</b>	2033	53.467	0,630	<b>33,68</b>	<b>12.294,74</b>
<b>11</b>	2034	53.643	0,630	<b>33,80</b>	<b>12.335,21</b>
<b>12</b>	2035	53.820	0,630	<b>33,91</b>	<b>12.375,91</b>
<b>13</b>	2036	53.997	0,630	<b>34,02</b>	<b>12.416,61</b>
<b>14</b>	2037	54.175	0,630	<b>34,13</b>	<b>12.457,54</b>
<b>15</b>	2038	54.353	0,630	<b>34,24</b>	<b>12.498,47</b>
<b>16</b>	2039	54.532	0,630	<b>34,36</b>	<b>12.539,63</b>
<b>17</b>	2040	54.711	0,630	<b>34,47</b>	<b>12.580,79</b>
<b>18</b>	2041	54.891	0,630	<b>34,58</b>	<b>12.622,19</b>
<b>19</b>	2042	55.072	0,630	<b>34,70</b>	<b>12.663,81</b>
<b>20</b>	2043	55.253	0,630	<b>34,81</b>	<b>12.705,43</b>
<b>21</b>	2044	55.435	0,630	<b>34,92</b>	<b>12.747,28</b>
<b>22</b>	2045	55.678	0,630	<b>35,08</b>	<b>12.803,16</b>
<b>23</b>	2046	55.922	0,630	<b>35,23</b>	<b>12.859,26</b>
<b>24</b>	2047	56.168	0,630	<b>35,39</b>	<b>12.915,83</b>
<b>25</b>	2048	56.415	0,630	<b>35,54</b>	<b>12.972,63</b>
<b>26</b>	2049	56.663	0,630	<b>35,70</b>	<b>13.029,66</b>
<b>27</b>	2050	56.912	0,630	<b>35,85</b>	<b>13.086,91</b>
<b>28</b>	2051	57.162	0,630	<b>36,01</b>	<b>13.144,40</b>
<b>29</b>	2052	57.413	0,630	<b>36,17</b>	<b>13.202,12</b>
<b>30</b>	2053	57.665	0,630	<b>36,33</b>	<b>13.260,07</b>
<b>31</b>	2054	57.918	0,630	<b>36,49</b>	<b>13.318,24</b>
<b>32</b>	2055	58.172	0,630	<b>36,65</b>	<b>13.376,65</b>
<b>33</b>	2056	58.346	0,630	<b>36,76</b>	<b>13.416,66</b>
<b>34</b>	2057	58.521	0,630	<b>36,87</b>	<b>13.456,90</b>
<b>35</b>	2058	58.696	0,630	<b>36,98</b>	<b>13.497,15</b>

Fonte: MFM Soluções Ambientais

O setor da construção civil gera por ano no Brasil cerca de 36,5 milhões de toneladas de resíduos, um índice de 0,584 Kg/hab./dia (ABRELPE, 2013).

Desta forma é possível afirmar que do índice de 0,630 per capita (kg/hab.dia) inerentes a produção do município de Juína, 85% corresponde a geração de resíduos da construção civil e o restante se referem a outros resíduos a exemplo volumosos, poda, capina, limpezas em geral e outros.

#### 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) e Lei Ordinária nº 5159/2004 de Joinville/SC (2004).

**Tabela 4. Exemplos de definição quantitativa de pequeno gerador.**

Cidades	Definições de pequeno gerador	Referência
Santo André/SP	Até 1 m <sup>3</sup> /mês	Santo André/SP (2020)
Limeira/SP	Até 1 m <sup>3</sup> /dia por pessoa	Vilella (2019)
Belo Horizonte/MG	Até 1 m <sup>3</sup> por descarga/dia	Miranda <i>et al.</i> (2014); Vilella (2019)
São Luis/MA	Até 2 m <sup>3</sup> por gerador /dia.	Vilella (2019)
Guarulhos/SP	Até 1 m <sup>3</sup> por gerador /dia.	Vilella (2019)
Araraquara/SP	RCC até 0,5 m <sup>3</sup> por gerador /dia e Volumosos/Podas até 1,0 m <sup>3</sup> por viagem.	Vilella (2019)
São José do Rio Preto/SP	Até 1 m <sup>3</sup>	Vilella (2019)
Joinville/SC	Até 1m <sup>3</sup> RCC e volumosos entregues por munícipe	Joinville/SC ((2004)
Lavinia/SP	Até 1 m <sup>3</sup> por descarga/dia	Lavínia/SP (2017)

Fonte: Adaptado por MFM Soluções Ambientais

A tabela acima 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).

Como o município de Juína/MT não possui legislação específica, será adotado para definição de pequeno gerador de Resíduos da Construção Civil (RCC) e volumosos, padrões similares aos municípios de Belo Horizonte/MG, Limeira/SP, Guarulhos/SP, São José do Rio Preto/SP, Joinville/SC e Lavínia/SP, com quantidade de 1 m<sup>3</sup> por gerador/ mês 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/médio porte.

A regra para volumosos como móveis e equipamentos inutilizados, os pequenos geradores devem ser pessoas físicas, que entreguem 1 unidade/-m<sup>3</sup>/mês, que possuam cadastro e realizem agendamento. No ecoponto deve ser realizado o desmonte dos móveis, bem como a disponibilização para retirada para reutilização. Os resíduos não passíveis de aproveitamento deverão ser encaminhados a unidade de disposição final de resíduos, e o custo por esta disposição deverão ser custeados pelo Poder Público municipal.

Os grandes geradores são definidos pela geração superior a 1m<sup>3</sup> por descarga/dia para RCC e volumosos, empresas prestadoras de serviço (papa entulhos e outros) compostos por massa verde ou que gerem acima de 1 unidade de volumoso composto por móveis e equipamentos inutilizados. Os grandes geradores de RCC não são objeto deste estudo.

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



segundo momento deverá promover a elaboração e revisão de seu plano municipal de gestão de resíduos e prever no mesmo a forma e modelo para disposição dos resíduos tratados neste capítulo conforme previsão legal.

Este estudo não contempla os resíduos da construção civil, podendo ser acrescido no futuro como receita acessória, mediante comprovação de viabilidade técnica e financeira por parte da concessionária através de apresentação de projeto, submetido a análise e aprovação do poder concedente.

#### **2.4.4 Evolução e Geração de Resíduos de Limpeza Pública – RPU**

Segundo Plano Estadual de Resíduos Sólidos PERS-MT (2021) a taxa de geração per capita dos resíduos de limpeza pública são 4,6% da geração per capita dos resíduos domiciliares, resultando no índice per capita de 0,031 kg/hab/dia para Juína/MT, conforme projeção da geração de resíduos de Limpeza Pública.

**Tabela 5. Estimativa Geração de Resíduos de Limpeza Pública**

<b>ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE LIMPEZA PÚBLICA</b>					
Período da Concessão	Ano	População Total Juína/MT	Índice per capita (kg/hab.dia)	Produção de Resíduos de Limpeza Pública	
				Diária	Anual
				t/dia	t/ano
-	2022	45.869	0,031	<b>1,42</b>	<b>519,01</b>
-	2023	46.513	0,031	<b>1,44</b>	<b>526,29</b>
<b>1</b>	2024	47.166	0,031	<b>1,46</b>	<b>533,68</b>
<b>2</b>	2025	47.828	0,031	<b>1,48</b>	<b>541,17</b>
<b>3</b>	2026	48.499	0,031	<b>1,50</b>	<b>548,77</b>
<b>4</b>	2027	49.179	0,031	<b>1,52</b>	<b>556,46</b>
<b>5</b>	2028	49.869	0,031	<b>1,55</b>	<b>564,27</b>
<b>6</b>	2029	50.569	0,031	<b>1,57</b>	<b>572,19</b>
<b>7</b>	2030	51.278	0,031	<b>1,59</b>	<b>580,21</b>
<b>8</b>	2031	51.997	0,031	<b>1,61</b>	<b>588,35</b>
<b>9</b>	2032	52.727	0,031	<b>1,63</b>	<b>596,61</b>
<b>10</b>	2033	53.467	0,031	<b>1,66</b>	<b>604,98</b>
<b>11</b>	2034	53.643	0,031	<b>1,66</b>	<b>606,97</b>
<b>12</b>	2035	53.820	0,031	<b>1,67</b>	<b>608,97</b>
<b>13</b>	2036	53.997	0,031	<b>1,67</b>	<b>610,98</b>
<b>14</b>	2037	54.175	0,031	<b>1,68</b>	<b>612,99</b>

<b>15</b>	2038	54.353	0,031	<b>1,68</b>	<b>615,00</b>
<b>16</b>	2039	54.532	0,031	<b>1,69</b>	<b>617,03</b>
<b>17</b>	2040	54.711	0,031	<b>1,70</b>	<b>619,05</b>
<b>18</b>	2041	54.891	0,031	<b>1,70</b>	<b>621,09</b>
<b>19</b>	2042	55.072	0,031	<b>1,71</b>	<b>623,14</b>
<b>20</b>	2043	55.253	0,031	<b>1,71</b>	<b>625,19</b>
<b>21</b>	2044	55.435	0,031	<b>1,72</b>	<b>627,25</b>
<b>22</b>	2045	55.678	0,031	<b>1,73</b>	<b>630,00</b>
<b>23</b>	2046	55.922	0,031	<b>1,73</b>	<b>632,76</b>
<b>24</b>	2047	56.168	0,031	<b>1,74</b>	<b>635,54</b>
<b>25</b>	2048	56.415	0,031	<b>1,75</b>	<b>638,34</b>
<b>26</b>	2049	56.663	0,031	<b>1,76</b>	<b>641,14</b>
<b>27</b>	2050	56.912	0,031	<b>1,76</b>	<b>643,96</b>
<b>28</b>	2051	57.162	0,031	<b>1,77</b>	<b>646,79</b>
<b>29</b>	2052	57.413	0,031	<b>1,78</b>	<b>649,63</b>
<b>30</b>	2053	57.665	0,031	<b>1,79</b>	<b>652,48</b>
<b>31</b>	2054	57.918	0,031	<b>1,80</b>	<b>655,34</b>
<b>32</b>	2055	58.172	0,031	<b>1,80</b>	<b>658,22</b>
<b>33</b>	2056	58.346	0,031	<b>1,81</b>	<b>660,18</b>
<b>34</b>	2057	58.521	0,031	<b>1,81</b>	<b>662,17</b>
<b>35</b>	2058	58.696	0,031	<b>1,82</b>	<b>664,15</b>

**Fonte: Elaborado MFM Soluções Ambientais**

### **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 outra 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 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).

**Tabela 6. 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:

- 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.

- Aspectos ambientais, considerando-se que as tecnologias devem atender ao que determina toda legislação ambiental e seu atendimento são fundamentais para sua implementação.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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**

O processo de 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:

A 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 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 apresenta, pois, 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 final 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 microorganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Se a compostagem for realizada de maneira adequada estes microorganismos irão se proliferar naturalmente.

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

O composto deve ser revolvido periodicamente para que seja aerado. Essa aeração pode ser realizada manualmente ou através 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:

- 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;
- Espaço físico para implantação das leiras;
- Existência de um serviço de coleta diferenciada para o lixo domiciliar, público e de serviços de saúde;
- 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**

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 CH<sub>4</sub> (metano) e de 40% a 50% de CO<sub>2</sub> (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 teriam viabilidade de aplicação desta tecnologia.

### **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 (CO<sub>2</sub>), 14% Hidrogênio (H), 05% Vapor d'Água (H<sub>2</sub>O(v)) e 02% Metano (CH<sub>4</sub>) (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:

Pirólise Lenta: Temperatura de 400°C - Longos períodos (40 minutos a 01 hora);

Pirólise Rápida: Temperaturas entre 400°C - 600°C - Períodos curtos (tempo < 2 segundos) ;

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 abaixo.

**Figura 4. Subprodutos da Pirólise**



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

O material pirolisado pode ser dividido em três grupos: a) Gases, compostos por hidrogênio, metano e monóxido de carbono; b) combustível líquido, composto por hidrocarbonetos, álcoois e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre; c) 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).

**Tabela 7. Comparativo entre as Tecnologias de Tratamento Térmico**

Tecnologias	Incineração	Gaseificação***	Pirólise
Balanco Energético (kWh/tRSU)	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

Tecnologias	Incineração	Gaseificação***	Pirólise
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 <sub>2</sub> , 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 <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> 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, de operação e bem como riscos relacionados a emissão de gases tóxicos (dioxina e furano), é a tecnologia que requer a maior área para implantação, e uma das que mais impacta o meio ambiente, desta forma a sustentabilidade atribuída ao sistema foi baixa. A gaseificação, assim como a pirólise possuem custos altos também, 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, mas possui em contrapartida alto risco de contaminação do ar em função da emissão de agentes tóxicos originados da reação química dos resíduos com o fogo (dioxinas e furanos).

### 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. A de se destacar prioritariamente que a fábrica de cimento mais próxima de Juína/MT esta a aproximadamente 700km de distância, o que a princípio, mesmo que houver viabilidade ambiental para implantação desta modalidade de processamento de RSU, o seu transporte até o local de uso mais próximo, torna inviável a sua utilização em função dos custos de armazenamento e transporte.

### **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 confinação 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:

- Unidades operacionais;
- células de lixo domiciliar;
- impermeabilização de fundo (obrigatória) e superior (opcional);
- sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume);
- sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás;
- sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais;
- sistemas de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico;
- Unidades de apoio;
- cerca e barreira vegetal;

- estradas de acesso e de serviço;
- balança rodoviária e sistema de controle de resíduos;
- guarita de entrada;
- prédio administrativo;
- 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 municípios a segurança de um confinamento adequado dos RSU sendo 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 (reciclagem e incineração) 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 destinação final dos rejeitos. Destacando se finalmente que todas estas tecnologias, tem custos altos de implantação, operação e alguns deles (a exemplo de incineração e pirolise) um alto grau de risco de contaminação do ar se não bem gerido pelo seu desenvolvedor e operador.

Além do que o Aterro Sanitário é modelo amplamente dominado pelos técnicos brasileiros, uma vez que se trata de uma operação semelhante à outras obras de terraplanagem, com movimentação de solo, custo de implantação relativamente baixo em comparação com outras tecnologias e bem custo custo de operação e encerramento previsíveis e aceitáveis.

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 Européia 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).

Na rota tecnológica da gestão de resíduos sólidos urbanos estudada para o Brasil para municípios com populações ou consorciados entre 30.000 e 250.000 habitantes, observa-se que os quantitativos de resíduos ainda não permitem a inclusão de aproveitamento energético em aterro sanitário, mas viabilizam 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.

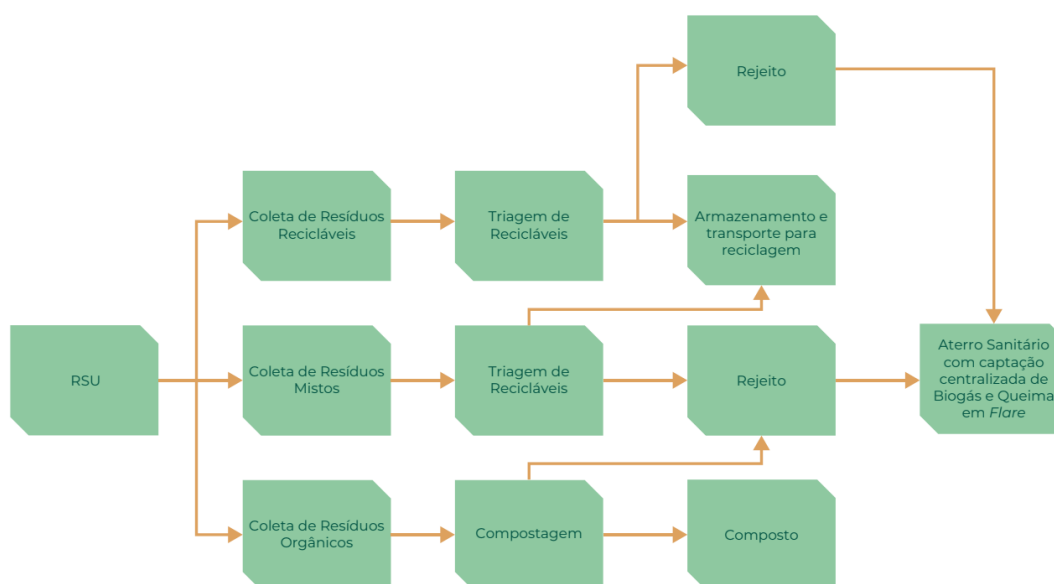
A Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNASA, define que a rota tecnológica a ser utilizada nos processos de concessão deve ser compatível com o porte populacional, com as metas de tratamento e os objetivos definidos, com as tecnologias disponíveis, com as características regionais e com a capacidade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

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

**Figura 5. Rota Tecnológica para município 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”.

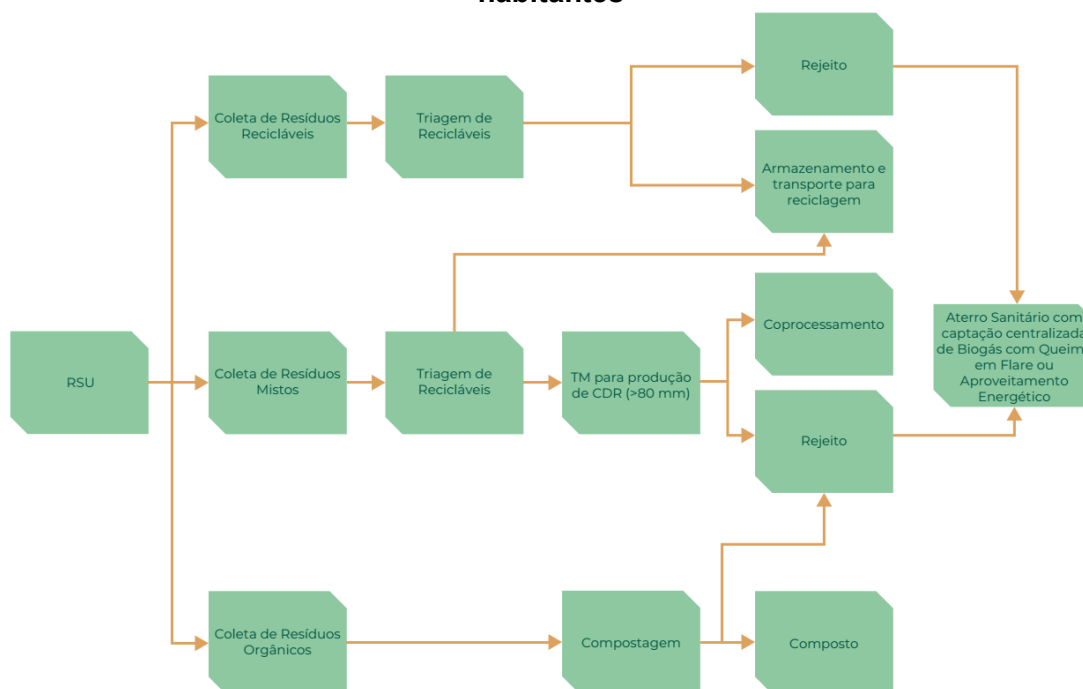
## b) População entre 250 a 500 mil habitantes

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:

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

flare ou aproveitamento energético.

**Figura 6. Rota Tecnológica para município 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

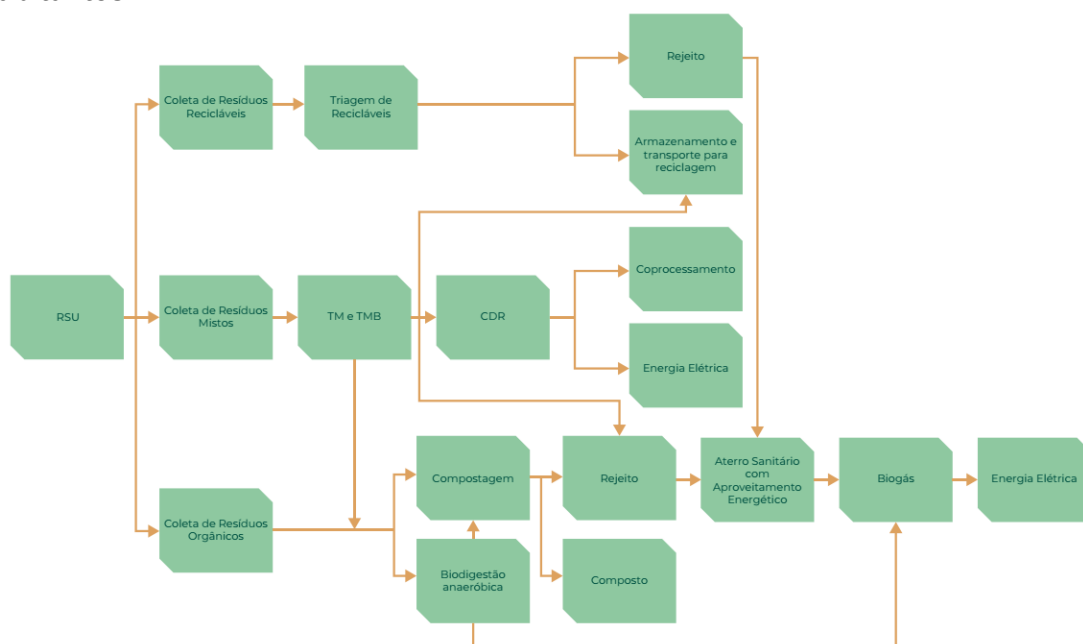
Quando a área de abrangência do projeto possuir uma população de entre 500 mil e 1 milhão habitantes, é proposta uma rota tecnológica com as seguintes características:

- Previsão de coleta de três tipos de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico;
- Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis;
- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- 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;

- 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;
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário;
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica.

**Figura 7. Rota Tecnológica para município 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”.

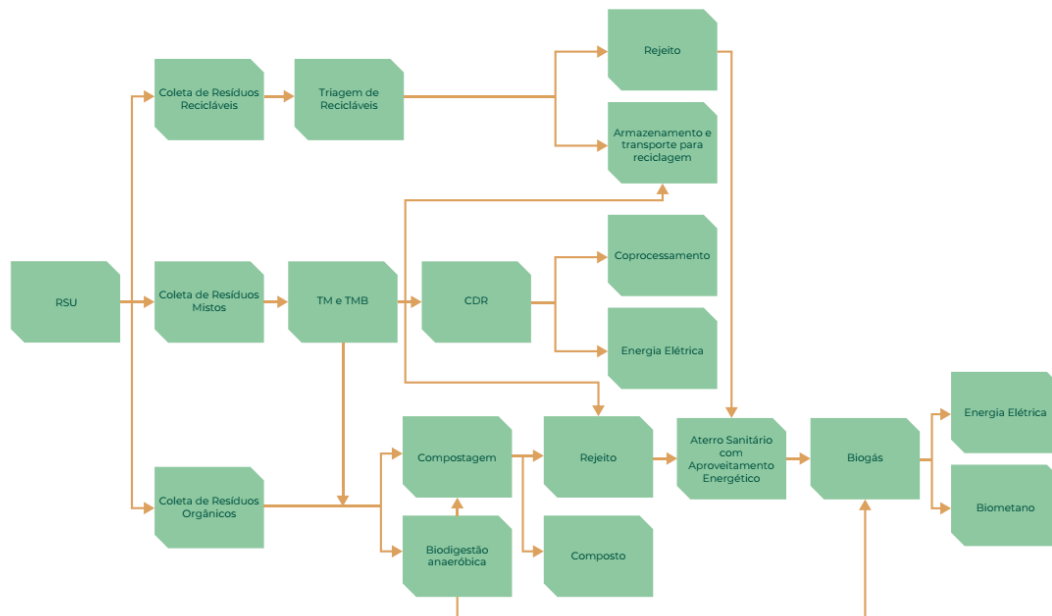
#### **d) População acima de 1 milhão habitantes**

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

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

- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem;
- 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;
- 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;
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário;
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica e/ou produção de biometano.

**Figura 8. 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



**Prefeitura Municipal de  
Juína - MT**

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.



**Tabela 8. Vantagens e Desvantagens de Cada Tecnologia Estudada**

Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
<b>Processo Físico</b>		
<b>Triagem e Reciclagem de RSU</b>	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.		
<b>Processos Biológicos</b>		
<b>Compostagem</b>	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;
	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.	
<b>Digestão Anaeróbia</b>	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	Necessidade de etapa posterior (como compostagem) para

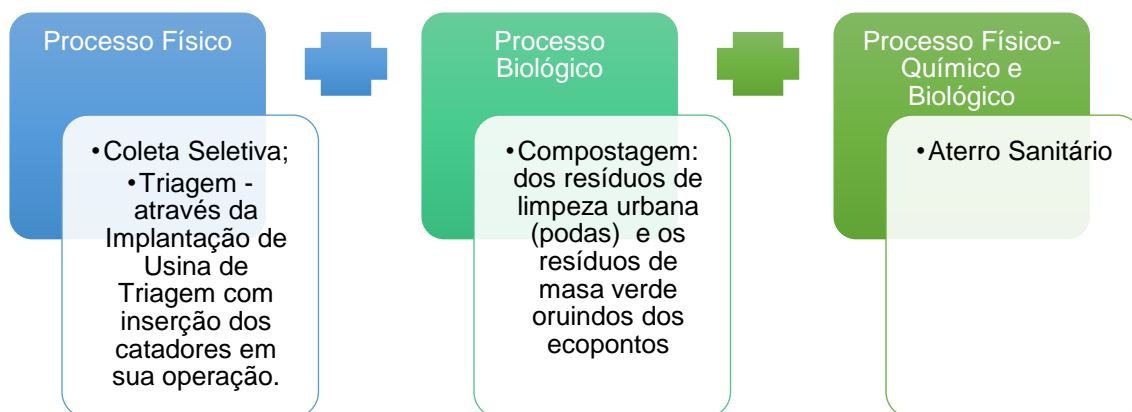
Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
	geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários;	bioestabilização dos resíduos digeridos;
	Maior geração de biogás e metano devido às condições controladas de umidade e temperatura dos digestores;	Dificuldade na operação do 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.	
<b>Processos Físico-químicos (Tratamento Térmico)</b>		
<b>Incineração</b>	Redução do volume e massa dos resíduos	risco de contaminação do ar
	Potencial de recuperação de energia superior a aterros;	Alto consumo de energia elétrica, que é dissipada (não-recuperável);
	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.	Pequena quantidade gerada na região estudada inviabilizando a sua utilização em função dos custos
Destruição completa da maioria dos resíduos orgânicos perigosos.		

Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
<b>Pirólise</b>	Possibilidade de modular as plantas industriais conforme demandas locais;	Heterogeneidade 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; Alto custo de implantação e operação em função do pequeno volume de resíduos do estudo.
	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, com grau de risco de contaminação do ar.
	Presença de queimadores auxiliares.	
<b>Gaseificação</b>	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 <sub>2</sub> e CO (gás combustível) e diminui a produção de CO <sub>2</sub> ;	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.	
<b>Coprocessamento de RSU</b>	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, além da longa distância ao seu local de consumo.
<b>Processos Físico-químicos e Biológicos</b>		
<b>Aterros Sanitários</b>	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;

Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
	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;
	Simple 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; Não causa danos ao meio ambiente se corretamente projetado e executado.	Controle dos riscos de impactos ambientais de longo prazo.
<b>Aterros Sanitários c/ Aproveitamento do Biogás</b>	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.	

Considerando todos os elementos citados, entende-se como melhor alternativa tecnológica a ser implantada para o gerenciamento dos resíduos sólidos do município Juína/MT, a opção por uma tecnologia com conservação de energia, composta pela junção dos seguintes processos:

**Figura 9. Junção de Processos**



**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”.**

### 3.6 Indicação dos serviços e suas possíveis tecnologias

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 valorização energética. Após o aprofundamento dos estudos técnicos, jurídico e econômico-financeiro foi selecionado o cenário que se demonstrou mais vantajoso para o município de Juína/MT, 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 domiciliares – RSU;
- 2 Apoio a Coleta Seletiva;
- 3 Implantação de Central de triagem de resíduos recicláveis;
- 4 Implantação e Operação da Estação de Transbordo;
- 5 Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduo do Ecoponto;
- 6 Implantação, operação, manutenção de ecoponto;
- 7 Implantação, operação, manutenção de aterro sanitário;
- 8 Educação Ambiental.

#### 4 Cronograma de Implantação

Nocronogramaasegurestãodiscriminadososprazosdeimplantaçãode serviços, equipamentos e empreendimentos previstos para a futura Concessão.

**Tabela 9. Cronograma de Implantação dos serviços, equipamento e empreendimentos**

Item	Cronograma de Implantação e Operação	Ano																																			
		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																																				
2	Apoio a Coleta Seletiva																																				
3	Elaboração de projetos e licenciamento Central Triagem de Resíduos Recicláveis;																																				
4	Implantação Central Triagem de Resíduos Recicláveis;																																				
5	Elaboração de projetos e licenciamento Transbordo dos Resíduos																																				
6	Implantação Transbordo dos Resíduos																																				
7	Licenciamento transporte da Estação de Transbordo;																																				



## **5 ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS E EMPREENDIMENTOS**

### **5.1 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:

- 1 Coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares – RSU;
- 2 Apoio a Coleta Seletiva;
- 3 Implantação de Central de triagem de resíduos recicláveis;
- 4 Implantação e Operação da Estação de Transbordo;
- 5 Implantação, operação, manutenção e transporte de resíduos dos Ecopontos;
- 6 Compostagem dos resíduos oriundos da limpeza urbana (podas) e massa verde dos ecopontos.
- 7 Implantação, operação e manutenção de aterro sanitário.

#### **5.1.1 Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares - RSU**

O serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos 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/triagem ou transferência (transbordo) e na sequência enviados ao aterro sanitário para disposição final, não havendo pela caracterização dos mesmos a viabilidade ambiental da triagem dos mesmos. Os serviços envolverão dentre outras as seguintes necessidades:

- Coleta domiciliar manual porta a porta;
- Coleta em áreas de difícil acesso;
- Coleta dos resíduos da varrição (limpeza pública);
- Descarga dos resíduos em estação de transbordo ou aterro sanitário.

A implantação destes serviços ocorrerá no primeiro ano de contrato.



### **5.1.1.1 Procedimentos Operacionais/Segurança e Qualidade**

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. Estes critérios incluem:

**Carregamento pela Traseira e Dispositivo de Descarregamento:** Os equipamentos compactadores devem ser projetados para permitir o carregamento de resíduos pela traseira e possuir um dispositivo eficaz de descarregamento. Isso facilita a operação e o esvaziamento adequado dos resíduos.

**Material de Fabricação em Aço:** Os compactadores devem ser fabricados em aço resistente, o que garante durabilidade e capacidade de suportar o manuseio regular de resíduos.

**Laterais Lisas para Cartazes Educativos:** As laterais do equipamento devem ser lisas, o que permite afixar cartazes educativos relacionados a campanhas ambientais. Isso contribui para a conscientização da comunidade sobre a importância da gestão adequada de resíduos.

**Cordões de Solda Contínuos:** Todos os cordões de solda devem ser contínuos para evitar vazamentos de líquidos. Isso é fundamental para prevenir a contaminação do ambiente de trabalho e a proteção da saúde pública.

**Compartimento para Captação de Líquidos e Chorume:** Os compactadores devem incluir um compartimento apropriado para a captação de líquidos gerados pela carga de resíduos e chorume. Isso evita derramamentos e contaminação do solo.

**Dispositivo de Descarga Lateral de Líquidos:** Além de captar líquidos, os compactadores devem ter um dispositivo que permita a descarga controlada dos líquidos coletados, garantindo a gestão adequada desses resíduos.

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 10. Veículos Coleta Convencional**



Fonte: <https://www.cimm.com.br/portal/produtos/exibir/25734-locacao-de-coletor-compactador-de-lixo>

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.

Sacos plásticos devem ser acondicionados diretamente no equipamento compactador. Já os recipientes devem ser esvaziados no compactador e devolvidos aos seus locais de origem.

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 algazaras 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.

#### **5.1.1.2 Equipe de coleta, Veículos e mão de Obra**

Para a determinação do dimensionamento dos recursos necessários, setores, frequências, períodos e programação de execução dos serviços foram analisados e considerados os seguintes aspectos:

- Conhecimento da situação atual de execução dos serviços;
- Quantidade de resíduos a ser coletado;
- Zoneamento – zonas predominantemente comerciais ou residenciais;
- Georreferenciamento – cadastramento da malha viária do Município
- Extensão a ser percorrida pelos veículos de coleta;

Cada equipe padrão para a realização da coleta de resíduos sólidos domiciliares deve ser constituída de 1 caminhão coletor compactador de carga traseira de capacidade volumétrica de no mínimo 15 m<sup>3</sup>, com guarnição mínima composta por 1 motorista e 3 (três) coletores, bem como ferramentas e utensílios necessários à perfeita realização dos trabalhos.

A equipe deverá apresentar-se ao trabalho devidamente uniformizada e portando EPI's (Equipamento de Proteção Individual) necessários ao desempenho de suas funções com segurança, sendo os uniformes dotados de faixas refletivas conforme preconiza a norma ABNT NBR 15.292/2013.

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.

A estrutura dos serviços de coleta deverá contar também com 01 (um) fiscal. Para agilizar os procedimentos de fiscalização, o profissional deve ter a disposição, veículo leve, equipado com smarthphone, agilizando a comunicação de eventuais ocorrências e rapidez na tomada das providências necessárias.

O fiscal terá incumbência de percorrer todos os setores em operação, verificando a qualidade do serviço executado e realizando abordagem dos veículos, solicitando aos motoristas a ficha de controle, onde fará as devidas anotações no campo de ocorrências (quando aplicável), orientando a equipe quando há necessidade de retrabalho e solicitações de atendimento a eventuais reclamações, anotando na ficha de controle de fiscalização a inspeção do serviço.

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

Ano Base de Ref:.....Ano 01

Dias de Trabalho:.....26,08dias/mês

Programa semanal:..... Segunda a Sábado

**Tabela 10. Distribuição dos Equipamentos para Coleta porta a porta e turnos**

Distribuição dos Equipamentos					
Período	Equipamentos	Segunda a Sábado		Reserva Técnica	Quantidade Total
		1º Turno - Manhã	2º Turno - Tarde		
		Quantidade			
Ano 01	Caminhão Coletor Compactador cap. 15m³	1	1	1	3
	Veículo utilitário leve	1		0	1

**Tabela 11. Quantificação de mão de obra necessária serviços de coleta porta a porta**

Distribuição da Mão de Obra necessária, turnos					
Mão-de-Obra	Segunda a Sábado			Reserva Técnica	Quantidade Total
	1º Turno - Manhã	2º Turno - Tarde	3º Turno - Noite		
	Quantidade				
Motorista	2	2	0		4
Coletor	6	6	0		12
Fiscal	1		0	0	1

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.

Parainício daoperação,osveículoseequipamentosdeverãoserzeroquilômetro. Em qualquer momento durante a execuçãodo contrato, em casode substituição, o veículo ou equipamento deverá ser novo ou com a mesma idade do veículo ou equipamento substituído.

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 à 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:

- Perfeito funcionamento do tacógrafo, velocímetro e hodômetro;
- Perfeito estado de conservação da pintura;
- 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;
- 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.

### 5.1.1.3 Roteiro de Coleta

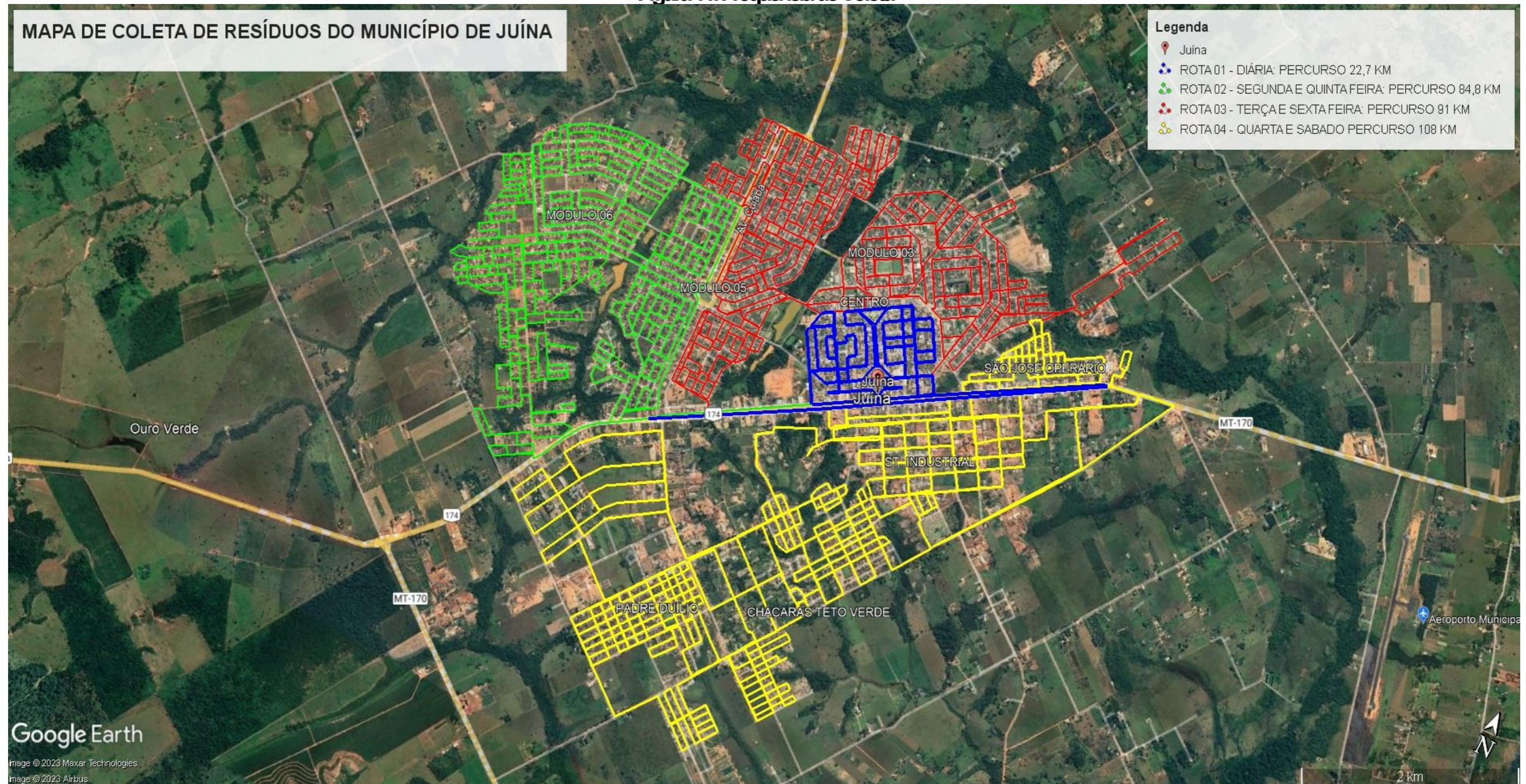
Para o estudo da coleta domiciliar na área urbana sujere-se que seja em dois turnos de segunda-feira a sábado com frequência alternada para as rotas 02, 03, 04, e frequência diária nas áreas centrais (Rota 1), e quinzenalmente nos distritos de Fontanilhas e Terra Roxa, frequência esta sub dividia em 04 (oito) rotas de coleta. Abaixo é demonstrada a estimativa de km para cada rota de coleta considerando a descarga dos resíduos junto a aterro dentro das rotas estudadas, as quais poderão ser equalizadas de forma distintas pela futura concessionária em sua metodologia técnica e plano de negócios a ser apresentado na licitação.

**Tabela 12. Rotas (km) de Coleta**

ROTAS	KM DA ROTA	FREQUENCIA MENSAL	KM TOTAL PERCORRIDO
ROTA 01 - DIARIA	22,7	24	544,80
ROTA 02 - SEGUNDA E QUINTA FEIRA	84,8	8	678,40
ROTA 03 - TERÇA E SEXTA FEIRA	91	8	728,00
ROTA 04 - QUARTA E SABADO	108	8	864,00
DISTRITO DE FONTANILHAS	111,6	2	223,20
DISTRITO DE TERRA ROXA	116,6	2	233,20
DESLOCAMENTO ATÉ O ATERRO SANITARIO	59	56	3.304,00
<b>TOTAL</b>			<b>6.575,60</b>

**Fonte: Elaborado MFM Soluções ambientais.**

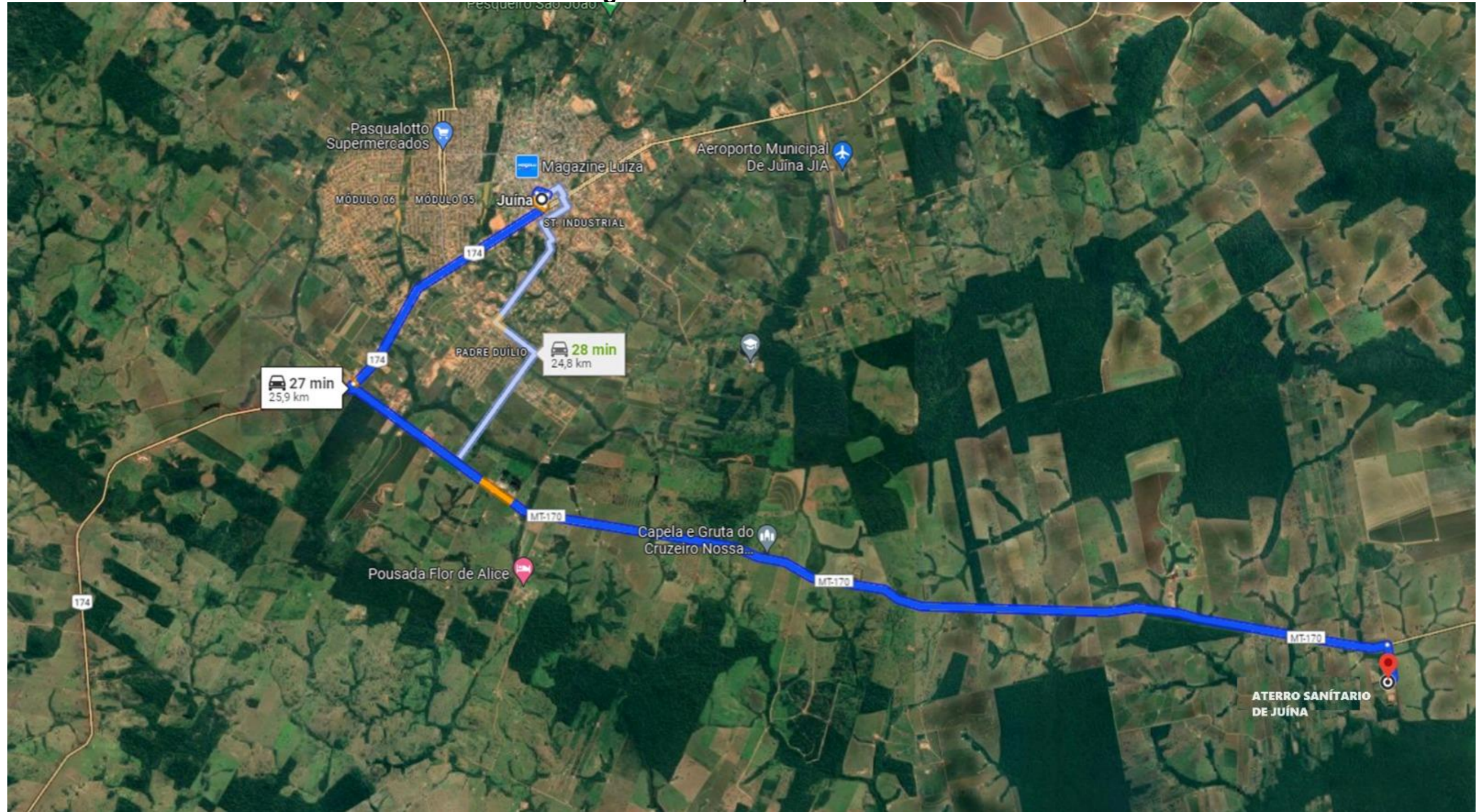
**Figura 11. Frequência de Coleta**



Fonte: Elaborado por MFM Soluções Ambientais.



**Figura 12 Localização Aterro Sanitário**



Fonte: Elaborado por MFM Soluções Ambientais.

### **5.1.2 Apoio a Coleta Seletiva**

A coleta seletiva é 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 incentivar 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.

Esta modalidade de coleta pressupõe a separação dos materiais potencialmente recicláveis do restante dos resíduos nas suas próprias fontes geradoras, sejam domicílios, estabelecimentos comerciais e estabelecimentos industriais, possibilitando assim sua comercialização e transformação em novos produtos através de um processo de reciclagem.

Para uniformizar o conhecimento, de forma a permitir a previsão das conseqüentes atitudes, a coleta seletiva deverá ser incentivada através de campanhas de esclarecimento sobre a necessidade de sua execução e do aumento do reaproveitamento em unidade de triagem.

Esse tipo de campanha de orientação é importante na medida em que se sabe que uma comunidade bem orientada para os princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos atua de forma consciente dentro e fora dos limites da sua residência, adquirindo hábitos de redução de consumo e reaproveitamento dos itens consumidos.

Em termos gerais, a partir de depoimentos dos órgãos responsáveis, as principais vantagens da implantação de programas de coleta seletiva, entre outros serão:

Envolver a comunidade na discussão sobre preservação ambiental, através de ações concretas;

- Reduzir o volume dos resíduos destinados ao aterro sanitário;
- Reduzir a poluição ambiental e agressão à paisagem;

- Diminuir a extração de recursos naturais e energia;
- Incentivar um consumo crítico questionando o desperdício;
- Contribuir para a limpeza da cidade e para a preservação da saúde pública.

A coleta seletiva, além dos aspectos favoráveis ao seu desenvolvimento, contribui direta e indiretamente para a proteção do meio ambiente. Dentre outros benefícios, destacam-se a contribuição para reduzir a extração de recursos naturais, a economia de energia e a fabricação de novos produtos, a partir do aproveitamento de materiais já utilizados, ampliando o ciclo de vida dos mesmos.

Dentre as modalidades de coleta seletiva, aquela que tem proporcionado os melhores resultados tem como princípio básico a segregação dos resíduos pelos próprios moradores. A separação destes materiais recicláveis e reutilizáveis, quando feita diretamente nas fontes geradoras, resulta em dois aspectos econômicos fundamentais para o bom desempenho do projeto:

- Facilita o processo de triagem dos resíduos;
- Os materiais segregados na fonte geradora possuem valor intrínseco maior, posto que são mais limpos, não estão “contaminados” com resíduos orgânicos.

A coleta seletiva não está incluída no escopo da concessão, sendo a cooperativa indicada pela administração o agente coletor. Os resíduos sólidos secos coletados seletivamente devem ser encaminhados a central de triagem manual que também será operada pela cooperativa e/ou associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis para separação e comercialização do material reciclável, conforme diretriz definida na Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNASA, sendo incluso no projeto apenas o apoio a educação ambiental.

A coleta seletiva deverá ser realizada pela cooperativa, mediante incentivo do projeto de concessão e da Administração, a concessionária fornecerá um caminhão  $\frac{3}{4}$  com carroceria no primeiro ano da concessão, para o desenvolvimento das atividades. Já o poder concedente contribuirá com o subsídio do combustível.

O projeto também contemplará a distribuição de 200 kits com 04 Lixeiras Basculantes 60L cada unidade, para coleta seletiva, que deverão ser instaladas nos prédios públicos municipais, mediante o trabalho de conscientização através da educação ambiental.

Detalhamento e dimensionamento das lixeiras basculante para coleta seletiva:

MODELO	DESCRIÇÃO	LARGURA:	ALTURA:	COMPRIMENTO:	PESO:
CONJ. C/ 04 BASC-LAR-60L	04 Lixeiras Basculantes 60L Para Coleta Seletiva	430MM	930MM	1610MM	14,7KG
MATERIAL:	Polietileno De Alta Densidade (PEAD) ou Polipropileno (PP)	CORES: 			

### 5.1.3 Implantação, Operação, Manutenção do Transporte de Resíduos e 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 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 Juína/MT, fazendo com que a população perca espaços que poderiam ser utilizados para lazer e recreação.

A futura concessionária triturará os galhos e podas recebidos da população, esse material ficará disponível para o município retirar, podendo ser utilizado como compostagem, caso contrário serão destinados ao aterro sanitário, cujos custos de disposição ficarão a cargo da Administração.

Abaixo imagem do modelo sugestivo de triturador para o ecoponto:



O município juntamente com a futura concessionária irá determinar quais as tipificações de resíduos que poderão adentrar no ecoponto para serem destinados ao aterro sanitário.

Para combater este tipo de descarte, está prevista a instalação de 01 (um) ecoponto central para recebimento de resíduos volumosos, sendo seu licenciamento e implantação prevista para se iniciar assim que o poder concedente indicar a área possível de licenciamento ambiental.

Os ecopontos constituem-se em espaços ideais para recebimento voluntário de pequenos volumes de resíduos, tais como: materiais recicláveis, entulho de obras e restos de materiais de construção, galhadas, podas, volumosos em alguns casos enviados por carroceiros, bem como, a população de uma forma geral, limitados ao volume mensal de 1 m<sup>3</sup> mês por unidade geradora.

O local de implantação do ecoponto será público e indicado pelo Poder Concedente, sendo o processo de licenciamento ambiental de responsabilidade da concessionária.

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

A transferência do material depositado em caixas Brooks ou container poderá ser realizada por 1 caminhão poliguindaste duplo e 1 motorista, que deixará uma caçamba vazia, retirando a cheia (Sistema Refil), bem como outro tipo de equipamento, a critério da futura concessionária.

Os resíduos com potencial de reciclagem depositados no transbordo devem ser recolhidos pela coleta seletiva e destinados prioritariamente, à cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

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, galhos e podas;
- d) Desnível ou platô para que a descarga dos resíduos da construção civil 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) Fachada 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.

O layout básico do ecoponto, cujo projeto deverá ser adaptado, de acordo com as áreas disponíveis, e aprovado pelo Poder Concedente encontra-se a seguir.

### **5.1.3.1 Layout sugestivo do Empreendimento**



Trata-se de modelo sugestivo, onde a futura concessionária poderá desenvolver projeto adequado a realidade do município a ser apresentado no futuro processo de contratação.

Os custos com implantação do ecoponto estarão previstos dentro do capex do aterro sanitário, e serão rateados para todos os municípios que fizerem adesão ao projeto através do termo de cooperação, como compensação ambiental ao município de Juína/MT.



#### **5.1.4 Implantação de Estação de Transbordo e Central de Triagem**

Neste projeto, está sendo proposta a criação de uma instalação dedicada ao gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa unidade, ocorrerá o transbordo e a transferência dos resíduos coletados no município, além da separação dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva.

Neste projeto, está sendo proposta a criação de uma instalação dedicada ao gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa unidade, ocorrerá o transbordo e a transferência dos resíduos coletados no município, além da separação dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva.

Essa instalação planeja ser implementada no contrato de concessão conforme cronograma e deve iniciar suas operações a partir do terceiro ano. Paralelamente, está prevista a criação de uma unidade de triagem de resíduos recicláveis, o qual poderá ser implantado conjuntamente ou não com a estação de transbordo. A gestão dessa unidade de triagem será realizada por uma associação ou cooperativa, que será indicada e apoiada pela Prefeitura de Juína, no estado de Mato Grosso.

Essa iniciativa é importante para a otimização da gestão de resíduos sólidos, a redução do desperdício e a promoção da reciclagem, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a geração de oportunidades de emprego e renda por meio da coleta seletiva e reciclagem de materiais.

##### **➤ Adequação, Implantação e Manutenção da Estação de Transbordo**

Este conjunto de serviços envolverá a elaboração de projetos, licenciamento, obras e serviços necessários para adequação das operações de transbordo dos resíduos, envolvendo:

- Adequação inicial e operação sem paralização da Estação de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos;
- Licenciamento, implantação e operação de nova estação de transbordo;

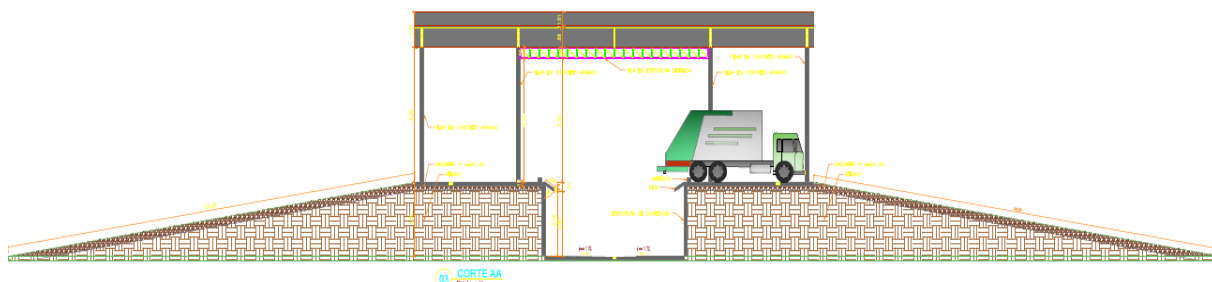
As unidades de transbordo ou estações de transferência de resíduos são áreas designadas para a transferência dos resíduos sólidos dos caminhões coletores para veículos com maior capacidade de carga para realização do transporte até o destino

final.

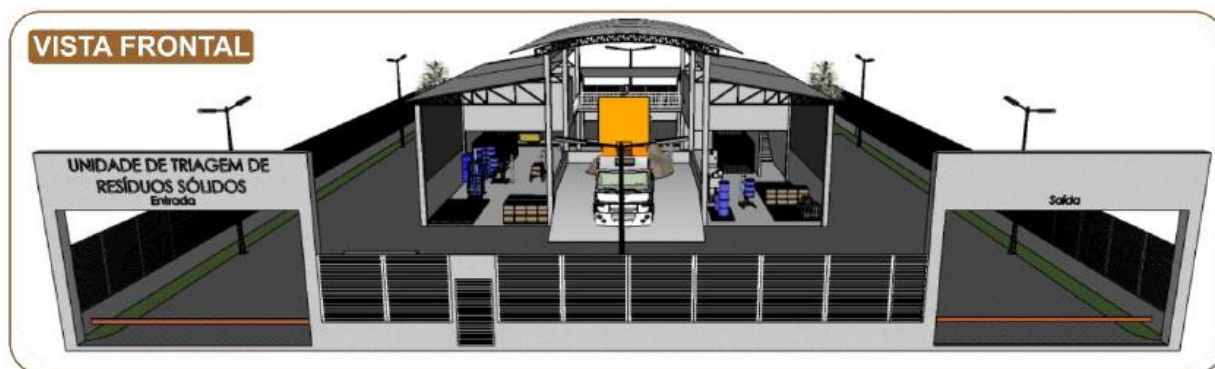
Esse tipo de operação proporciona otimização do processo de transporte dos resíduos sólidos ao local de disposição final, uma vez que reduz o tempo de improdutividade dos veículos de coleta no transporte, diminui custos operacionais e horas de trabalho improdutivas da mão de obra responsável pela coleta, aumenta a vida útil dos veículos e 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.

**Figura 13. Layout sugestivo Estação de Transbordo para RSU**



**Figura 14. Layout sugestivo Central de Triagem de RSU**



Para controle e fiscalização poderá 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 e registro de peso no sistema informatizado de controle. Somente após este registro o veículo será liberado. Tais pesagens também poderão ser realizadas no aterro sanitário.

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.

#### **5.1.4.1 Adequação e Operação do Transbordo e Resíduos**

Considerando o prazo legal para elaboração de projeto e o licenciamento ambiental das instalações da estação de transbordo, nos primeiros 02 (dois) anos da concessão. No terceiro ano a concessionária deve implantar uma estação de transbordo preferencialmente no mesmo local utilizado para central de triagem.

Essa etapa poderá ser dividida em duas fases:

1ª Fase: Até que a Rampa Provisória seja implantada

Durante essa fase, os resíduos depositados no solo poderão ser transferidos para contêineres de aço com o auxílio de uma escavadeira hidráulica. 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 de disposição final.

Sugere-se que todas essas estruturas sejam construídas na mesma área, e que o município forneça local suficiente, uma vez que locais distintos pressupõem a oneração do projeto, pois partindo do princípio da eficiência uma única área para transbordo, ecoponto e central de triagem otimiza a estrutura e diminuindo custos de mão de obra e equipamentos.

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

**Tabela 13. Distribuição dos equipamentos estação de transferência/transbordo**

Distribuição dos Equipamentos necessários, turnos e programação semanal	
Equipamentos	Seg. a Sáb.
	1º e 2º Turno
	Qtd. Total
Retroescavadeira	1

Fonte: Elaboração MFM Soluções Ambientais

**Tabela 14. Distribuição da mão-de-obra para operação da estação de transferência/transbordo**

Distribuição da Mão-de-Obra necessária, turnos e programação semanal			
Mão-de-Obra	Segunda a Sábado		Quantidade Total
	1º Turno	2º Turno:	
	Quantidade		
Operador de Máquina	1		1

Fonte: Elaboração MFM Soluções Ambientais

A mesma mão de obra e os mesmos equipamentos serão mantidos para a operação após a implantação da nova unidade, conforme descrito neste projeto.

Além dos recursos descritos acima as operações de transbordo e transferência dos resíduos devem ser realizadas de segunda-feira a sábado para garantir a eficiência do sistema de gestão de resíduos. Para conduzir com sucesso essas operações, é necessário também:

- 1. Equipe de Trabalho:** Profissionais treinados e habilitados para operar equipamentos e veículos, realizar a movimentação dos resíduos e garantir a segurança durante o processo.
- 2. Veículos Adequados:** Caminhões ou veículos de carga apropriados para o transporte dos resíduos do local de transbordo até a área de disposição final.
- 3. Contêineres ou Recipientes:** Contêineres de aço ou recipientes resistentes para armazenar temporariamente os resíduos durante o processo de transbordo.
- 4. Retroescavadeira:** Uma retroescavadeira para a carga e descarga eficiente dos

resíduos nos contêineres ou veículos de carga.

5. **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.
6. **Plano de Operação:** Um plano de operação bem elaborado que inclui horários de trabalho, escalas de equipe, procedimentos de segurança e protocolos de gestão de resíduos.
7. **Manutenção Regular:** Manutenção preventiva e reparos regulares para garantir que os veículos, equipamentos e instalações estejam em boas condições de funcionamento.
8. **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.
9. **Medidas de Segurança:** Medidas de segurança rigorosas para proteger os trabalhadores e minimizar os riscos durante as operações de transbordo e transporte.
10. **Conformidade Legal:** Cumprimento de todas as regulamentações e requisitos legais relacionados ao transporte e manuseio de resíduos sólidos.
11. **Localização prévia da área de transbordo:** A escolha inicial para a implantação é a área atualmente utilizada pela Prefeitura Municipal para a transferência de resíduos. 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 disponibilizar a área apropriada recai sobre a Prefeitura Municipal de Juína/MT, ao passo que a concessionária assume a responsabilidade pelo processo de licenciamento ambiental da atividade e bem como a sua operacionalização. A regularização da área de transbordo é essencial para garantir a operação eficaz e segura das atividades de transbordo e transferência de resíduos, contribuindo para a gestão adequada e sustentável dos resíduos sólidos.

**12. Revisão da Tarifa:** Se houver uma alteração significativa na localização, que afete os custos de deslocamento da concessionária, a tarifa deve ser revista para refletir essas mudanças. É importante que a tarifa seja justa e que cubra os custos operacionais.

#### **5.1.4.2 Central de Triagem para materiais recicláveis**

O processo de triagem é essencial na gestão de resíduos, pois envolve a separação dos materiais que serão encaminhados para reciclagem, com base em suas características físicas e químicas. A triagem representa uma etapa crucial na cadeia de reciclagem, que precede o tratamento dos resíduos sólidos.

A triagem pode ser aplicada tanto aos resíduos coletados por meio da coleta seletiva quanto aos resíduos coletados por meio da coleta convencional. No entanto, este projeto considera prioritariamente a triagem dos resíduos provenientes da coleta seletiva, a qual será implantada gradualmente ao longo de toda a concessão.

Essa abordagem visa direcionar esforços para a reciclagem de materiais previamente separados pela comunidade e, assim, contribuir para a redução do desperdício e a promoção da sustentabilidade ambiental ao longo da vigência do contrato de concessão. A triagem se destaca como um passo fundamental para a maximização da recuperação de materiais recicláveis e a minimização do impacto ambiental dos resíduos sólidos.

A triagem pode ser realizada de três maneiras distintas: manual, automatizada e semiautomatizada, sendo esta última uma combinação das duas primeiras.

Para este projeto, a triagem manual está sendo considerada. Essa abordagem envolve a segregação dos materiais recicláveis por meio da intervenção humana e é realizada em esteiras operadas por cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. A triagem manual é uma opção que se baseia na expertise e no esforço humano para selecionar materiais recicláveis, contribuindo para a inclusão social e o fomento da economia circular. Essa escolha alinha-se com a busca por soluções sustentáveis e socialmente responsáveis no contexto da gestão de resíduos estabelecidos PNRS.

A eficácia na recuperação de uma quantidade significativa de materiais recicláveis

depende da implementação de políticas municipais voltadas para o fortalecimento de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Atualmente, não há uma entidade organizada no município com essa finalidade.

Neste projeto, está sendo considerado que a operação da central de triagem será executada por associação/cooperativa de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis a ser indicada pela Prefeitura Municipal de Juína/MT.

O uso de uma instalação de triagem bem estruturada em parceria com cooperativas ou associações representa um recurso fundamental para aumentar a eficiência na recuperação de materiais recicláveis. Essa abordagem contribui para a promoção da reciclagem, a geração de empregos e o fortalecimento da economia circular na região.

Além disso, é crucial promover políticas complementares, como campanhas de conscientização da população, a fim de incentivar a pré-triagem dos resíduos gerados pelos moradores em suas residências e atividades comerciais. Cada cidadão deve compreender a importância de sua responsabilidade no processo de separação e descarte adequado de resíduos pós-utilização, utilizando sacos e embalagens pré-designados para "resíduos utilizáveis" e "rejeitos". Isso permitirá que esses materiais sejam encaminhados para destinações apropriadas, contribuindo para a redução do desperdício e o aumento da reciclagem.

Basicamente após implantação a sistemática operacional da planta de triagem se dividirá nas seguintes etapas:

- Recebimento do resíduo na área de descarga pelos caminhões de coleta seletiva;
- Separação dos resíduos recicláveis
- Enfardamento
- Armazenamento e comercialização dos resíduos reciclados.

A responsabilidade pelo licenciamento ambiental e implantação da central de triagem juntamente com a estação de transbordo será da concessionária. No entanto, é importante ressaltar que é dever da Prefeitura Municipal de Juína/MT fornecer uma área adequada para a instalação das edificações, levando em consideração a viabilidade do

licenciamento ambiental. Importante ainda salientar e reafirmar que após a implantação das estruturas de triagem dos resíduos recicláveis e outros pela futura concessionária, a sua operacionalidade está condicionada ao apoio financeiro/técnico da Administração local a (s) cooperativas/associações existentes na cidade.

Essa parceria entre a concessionária e a prefeitura é essencial para garantir a efetiva implantação e operação da central de triagem de recicláveis, com atenção às questões ambientais e legais. Dessa forma, ambas as partes desempenham papéis complementares para promover a gestão sustentável de resíduos e o fomento da reciclagem no município.

#### **5.1.4.3 Compostagem de pequenos volumes**

A compostagem de resíduos orgânicos da limpeza pública e massa verde dos ecopontos será realizada anexo a área do transbordo, iniciando a operação com o recebimento de 1 tonelada semanal e no final do plano é previsto a operação com 9 toneladas semanais.

Os resíduos orgânicos serão empilhados em leiras (canteiros) com espaço entre elas para reviramento, cujo processo de produção de composto terá duração de 120 dias.

O composto orgânico se produzido será disponibilizado a Prefeitura Municipal de Juína, para uso em espaços públicos e canteiros de avenidas.

A área necessária para atender a capacidade máxima estimada é de 2.000,0 m<sup>2</sup>, sendo 50 metros de comprimento por 40 metros de largura, em área compactada, seguindo o modelo de São Paulo/SP.



**Figura 15. Compostagem**

Fonte: MFM Soluções Ambientais.

#### **5.1.4.4 Descrição das Instalações**

Este projeto contemplou a possibilidade de implantar as edificações da Estação de Transbordo, Central de Triagem, Compostagem e processamento de Resíduos de Volumosos de pequenos geradores e reformas, na mesma área que atualmente é utilizada pela Prefeitura Municipal para a transferência dos resíduos identificado no CADERNO I. No entanto, caso essa opção não seja viável, será necessário revisar os custos relacionados ao deslocamento da coleta convencional, coleta seletiva e ecoponto.

A escolha da localização das instalações desempenha um papel crucial na eficiência e no custo operacional do sistema de gestão de resíduos sólidos. Portanto, é fundamental avaliar cuidadosamente as alternativas disponíveis, levando em consideração fatores como acessibilidade, custos de transporte e impacto ambiental. A revisão dos custos é necessária para garantir a sustentabilidade financeira do projeto, mantendo a qualidade e a eficiência na coleta, transporte e processamento de resíduos.

#### **a) Instalações básicas pretendidas**

- Área construída total: 1000,00m<sup>2</sup> (considerando barração de triagem e transbordo)
- Área do terreno: - 20.000,00 a 30.000,00 m<sup>2</sup> (sugerido)
- Parede em alvenaria
- Reboco interno e externo
- Pintura interna e externa na edificação
- Revestimento cerâmico para piso

- Revestimento cerâmico para paredes no que couber
- Forro pvc branco frisado
- Cobertura telha termoacústica (refeitório)
- Cobertura telha termoacústica (barracão)
- Fechamento telha metálica trapezoidal (barracão)
- Pavimento rígido de concreto estruturado
- Cercamento e proteção da área

**Tabela 15. Descrição e Quantitativos – Equipamentos**

<b>EQUIPAMENTOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QNTD.</b>
Prensa enfardadeira hidráulica horizontal para sucata metálica, com capacidade de 25 toneladas. Motor elétrico 10CV. Capacidade de produção de 600Kg/h, Fardo até 80kg	Und	1
Prensa enfardadeira hidráulica vertical, com capacidade de 25 toneladas. Motor elétrico 10CV. Capacidade de produção de 900Kg/h, Fardo até 200kg	Und	2
Balança mecânica Capacidade 1000Kg	Und	1
Carrinho plataforma com pneu, com cabo de tração T. Capacidade 800Kg	Und	2
Carrinho caixa tipo plataforma. Capacidade 800Kg	Und	2
Empilhadeira elétrica tracionária	Und	1
Esteira transportadora para triagem. Largura 1000mm. Comprimento 10 metros. Motor de tração de 3,5CV	Und	3

**Fonte: Elaboração MFM Soluções Ambientais**

### **5.1.5 Implantação, Manutenção e Operação de Aterro Sanitário**

A disposição final ambientalmente adequada consiste na distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários, seguindo normas operacionais específicas, com o objetivo de evitar danos ou riscos à saúde pública, garantir a segurança e minimizar os impactos ambientais adversos.

A responsabilidade pela disposição final dos rejeitos é da concessionária e será realizada em um local apropriado devidamente licenciado para essa finalidade. O transporte dos rejeitos do transbordo até o local de disposição final será conduzido por equipamentos de propriedade da concessionária, especialmente projetados para essa tarefa, assegurando que a operação ocorra de maneira segura e em conformidade com as regulamentações ambientais e legais aplicáveis.

### **5.1.5.1 Aterro Sanitário**

Este item apresenta o projeto proposto para implantação do Aterro Sanitário Municipal, que consiste em técnica de disposição final de rejeitos no solo, sem causar danos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais, e nos quais os resíduos são confinados na menor área possível, sendo reduzidos ao menor volume permissível e cobertos com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, com o objetivo de minimizar os efeitos dos odores e da proliferação de vetores gerados pelos resíduos em decomposição, de acordo com a NBR 8.419:1992.

O Aterro Sanitário foi dimensionado para suprir a demanda por local de tratamento e disposição ambientalmente adequada (sob a ótica técnica, ambiental e legal) dos resíduos sólidos gerados no município de Juína/RO e demais municípios que fizerem adesão ao projeto através de termo de cooperação, enquadrados como Classe II-A (NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos: Classificação).

Para garantir o entendimento dos resíduos que poderão ser recebidos na unidade é transcrito o seguinte trecho da normativa supracitada, que trata justamente da classificação dos resíduos sólidos Classe II-A:

Resíduos Classe II-A – Não inertes: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos ou de resíduos Classe II-B – Inerte, nos termos deste Norma. Os resíduos Classe II-A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ABNT NBR 10.004:2004).

Complementarmente, ressalta-se que os resíduos recebidos por esta estrutura não poderão possuir propriedade como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Não serão aceitos os resíduos dos serviços de saúde, resíduos industriais perigosos, agrosilvopastoris e animais mortos.

### **5.1.5.2 Descritivo**

A área sugerida para o aterro sanitário é a mesma onde atualmente é realizada a

disposição dos resíduos sólidos do município de Juína, e conforme especificação contida no Caderno I, está com sua licença ambiental suspensa a vários anos.

**Figura 16. Área sugerida para o aterro sanitário**



**Fonte: MFM Soluções Ambientais.**

Para fins de viabilidade econômico financeira do projeto, poderá ser utilizada a área existente, cujo espaço deverá ser criteriosamente aproveitado a fim de evitar de imediato a aquisição de uma nova área. Contudo os estudos iniciais realizados em campo demonstram a possibilidade de uma vida útil de pelo menos 15 ano na atual área de disposição, a depender do arranjo a ser proposto na modelagem técnica pelos futuros licitantes, no futuro será necessário que a Administração disponibilize área adjacente (considerando a célula existente incorrerá em menos custos) ao empreendimento para ampliação do aterro sanitário, conforme detalhamento do item 5.1.5.13 – Dimensionamento.

No momento próprio, visando atender a demanda do projeto na sua totalidade, a concessionária deverá notificar a administração em tempo hábil, (com pelo menos 03 anos de antecedência) para que seja disponibilizada uma nova área que atenda a demanda restante, dentro do prazo solicitado, de modo a não comprometer o cronograma executivo do projeto, sob pena de realização do reequilíbrio econômico

financeiro do contrato de concessão.

De acordo com a legislação vigente o empreendimento possui potencial poluidor alto e é sujeito ao Licenciamento Ambiental. Os projetos e estudos ambientais necessários para o licenciamento são definidos pelo Órgão Ambiental e o procedimento deve ser seguido de acordo com a Lei específica, que dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental do Estado de Mato Grosso.

### **5.1.5.3 Método Construtivo**

O método construtivo e operacional do Aterro Sanitário Municipal sugerido é do tipo em área. Assim, considerou-se o aproveitamento da estrutura existente (área útil), para concepção de aterro sanitário com célula única dividida em etapas de implantação e operação com alteamento máximo em sete níveis, sendo o último alteamento executado quando finalizadas as demais etapas para o excedente da vida útil da célula.

O Aterro Sanitário projetado, do ponto de vista técnico apresentou uma área de 422.124,00 m<sup>2</sup>, com seis estágios para uma estimativa de vida de 35 anos, considerando a população inicial (ano 1) de 144.092,00 habitantes e final (ano 35) 179.421,00 habitantes.

Considerando a possibilidade de utilização da área existente, o modelo de implantação sugerido será dividido em etapas da seguinte forma:

Tabela 16. Descrição sugestiva da área mínima necessária para construção da célula de resíduos, sem incluir outras estruturas

UTILIZAÇÃO DA ÁREA CONSIDERANDO OPERAÇÃO DE 35 ANOS									
Camada	Área	Altura de	Volume de Resíduos		Volume Resíduos	Ocupação	Cobertura de Solo		Volume
	Etapa	Resíduos	por Camada		Acumulado	do Aterro	Altura	Volume	Resíduos + Solo
	[m <sup>2</sup> ]	[ m ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ % ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ % ]	[ m ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ m <sup>3</sup> ]
A	89.568,00	4,00	358.272,00	21,22%	358.272,00	21,22%	0,30	26.870,40	385.142,40
B	95.172,00	4,00	380.688,00	22,55%	738.960,00	43,76%	0,30	28.551,60	409.239,60
C	79.768,00	4,00	319.072,00	18,90%	1.058.032,00	62,66%	0,30	23.930,40	343.002,40
D	65.438,00	4,00	261.752,00	15,50%	1.319.784,00	78,16%	0,30	19.631,40	281.383,40
E	52.181,00	4,00	208.724,00	12,36%	1.528.508,00	90,52%	0,30	15.654,30	224.378,30
F	39.997,00	4,00	159.988,00	9,48%	1.688.496,00	100,00%	0,80	31.997,60	191.985,60
<b>TOTAL</b>	<b>422.124,00</b>	<b>-----</b>	<b>1.688.496,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>-----</b>	<b>146.635,70</b>	<b>1.835.131,70</b>

Elaborado por: MFM Soluções Ambientais.

#### **5.1.5.4 Execução de cerca periférica e cinturão verde**

O isolamento da área sugerido baseia-se na execução de cerca periférica e cinturão verde, para evitar o acesso de pessoas não autorizadas e de animais na área do aterro. O cercamento é fundamental para garantir a segurança ambiental e operacional.

Sugere-se que as cercas sejam executadas com mourões de concreto (poste curvo) que ficarão espaçadas a cada 2,50 m com altura de 2,00 m e largura padronizada, pelo menos na entrada principal do aterro sanitário.

Para melhor fixação, a cerca deve ter a cada 15 espaços de 2,50 m e a cada mudança de direção, um estaiamento, ou apoios laterais, para esforço dos mourões.

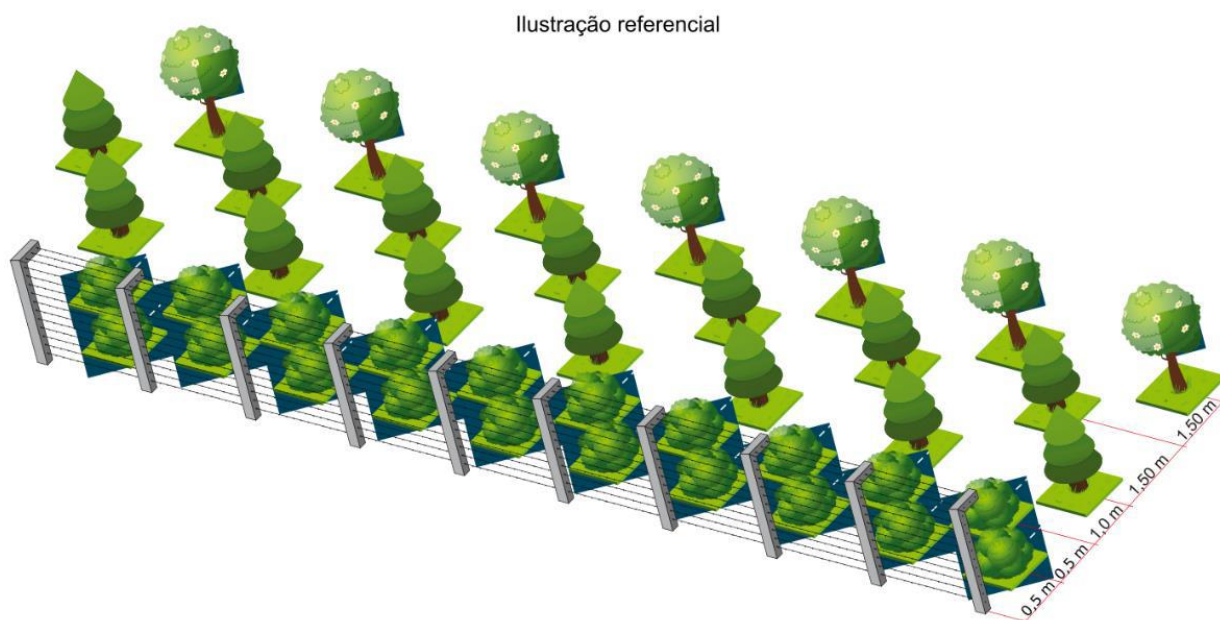
Propõe-se que seja implantada uma cortina arbórea (barreira vegetal) com 9,5 m de largura em todo perímetro, composta por espécies diferentes de árvores, preferencialmente nativas, para impedir a visualização constante da área. Não havendo a possibilidade de se usar espécies nativas, poderão ser plantados outras espécies exóticas a exemplo de eucalipto, pinus e outros. Este isolamento tem como função principal evitar o surgimento de reclamações por parte dos moradores da circunvizinhança motivadas pela visualização constante da frente de operação, além de minimizar os impactos visuais e a ação dos ventos predominantes, o que evita a dissipação de odores e o espalhamento de materiais leves recém depositados na célula de disposição final.

A cortina arbórea sugerida será composta por espécies que se diferenciem quanto ao tipo e ao tamanho das folhas e da copa, à forma e ao modo de disposição dos ramos. As espécies utilizadas deverão ser perenes, isto é, que mantêm suas folhas durante todo o ano para que possam fornecer proteção constante, de rápido crescimento e de fácil adaptação ao local. Desta forma, preferencialmente, deverá ser constituído por alguma das seguintes espécies: cerca-viva (Hibisco, Murta ou similar), árvores nativas de médio porte (Acácia ou similar) e Eucalipto (árvores de grande porte exótica).

Recomenda-se que seja montado o perfil da cortina arbórea, com até cinco fileiras, considerando o espaçamento adequado entre as plantas, de acordo com seu porte,

formando barreiras ao redor da área (Figura 5). Ainda, a cortina arbórea deve ser composta por espécies vegetais em uma escala crescente da cerca para o centro do terreno, de modo que as espécies de menor porte fiquem mais próximas à cerca e as de maior porte ao fundo. O plantio será feito com as mudas, distanciando-se entre si conforme o detalhamento e intercaladas. Ainda, na lateral da área do empreendimento que faz divisa com a reserva legal, esta servirá como cortina arbórea, uma vez que possui uma vegetação consolidada.

**Figura 17. Cinturão verde recomendado**



**Fonte: Acervo MFM Soluções Ambientais.**

A NBR 13.896:1996 estabelece que o Aterro Sanitário deverá possuir uma faixa de proteção sanitária de 10 m. Deste modo, o empreendimento deve cumprir na íntegra a determinação da referida norma, podendo estar inserida nesta faixa apenas a cortina arbórea, vias internas e sistema de drenagem pluviais.

#### **5.1.5.5 Sinalização**

Com relação à sinalização das vias, sugere-se a utilização de placas de metal com suporte de madeira com altura mínima de 1,50 m do solo e a uma distância de, no



mínimo, 10 (dez) metros do fato que indica, de acordo com as determinações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Ainda, possuirá sinalização indicando a identificação do empreendimento. Por fim, próximo ao portão de entrada, haverá uma placa com os dizeres “Perigo – Não entre”.

Figura 18. Placas de Sinalização



Fonte: DNIT

#### 5.1.5.6 Impermeabilização

A impermeabilização da fundação e dos taludes (laterais) da célula do aterro é fundamental para proteger e impedir que o lixiviado percole através do solo e atinja o lençol freático, ou mesmo cursos d'água próximos, evitando possíveis contaminações, uma vez que o lixiviado possui características poluentes como alta demanda bioquímica de Oxigênio (DBO) (valor típico de 10.000mg/l), e outros contaminantes, como: coliformes termotolerantes, nitrogênio, fósforo, entre outros.

Portanto, o Aterro Sanitário de Juína/MT contará com um sistema de impermeabilização de múltiplas barreiras, assim maximizando a proteção ambiental. Deste modo, após a retirada do solo vegetal, escavação e terraplanagem da área, serão executados os serviços de impermeabilização da base e talude da célula do aterro. O sistema iniciará com uma camada horizontal de solo compactado com 0,50 m de espessura, compactadas em duas camadas de 0,25 m de espessura cada. O material será oriundo do próprio solo removido nos serviços de terraplanagem.

A camada de solo que servirá de base para o aterro deverá ser a mais homogênea e

trabalhável possível, isenta de blocos grandes de matacões (raízes, galhos, troncos e folhas), com características físicas que possibilitam alcançar o coeficiente de permeabilidade  $k < 10^{-7}$  cm/s após compactação.

Evidentemente, o material nativo será melhorado, em alguns casos, através do revolvimento, homogeneização e compactação da camada mais superficial melhorando sua resistência e permeabilidade. Se este procedimento for insuficiente, será providenciada a colocação de uma camada de solo suplementar, que supra as deficiências do solo natural quanto à permeabilidade e resistência.

Além da compactação será executada impermeabilização com aplicação de geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), espessura 1,5 mm em toda a base e taludes do aterro. Na faixa que compreende os drenos principais de base será executada impermeabilização com geomembrana PEAD com espessura de 2,0 mm, com proteção mecânica de geotêxtil gramatura de 400 kg/m<sup>2</sup>.

Para a ancoragem da geomembrana de PEAD deverá ser executada, o mais perto possível do dia de colocação da manta, uma vala de 0,30 metros de largura e 0,30 m de profundidade a uma distância de 60 cm do topo do talude, ou seja, sobre o dique em aterro compactado. A fixação da ancoragem deverá ser executada através de aterro compactado.

Sobre essa manta será aplicada uma camada de solo devidamente compactado com espessura de 0,60 m para proteção mecânica da mesma, executadas em camadas de 20 cm espessura cada. Estas camadas deverão contar com as mesmas propriedades das camadas inferiores ( $K < 10^{-7}$  cm/s e compactação, 95% a 100% do PN).

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na sequência, o solo lançado deverá ser tratado para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador pé de carneiro e/ou liso.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente, de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas. A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação.

Durante a execução da camada de solo compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 0,5 % para permitir o rápido escoamento das águas de chuva. Ainda, deverão ser realizados os ensaios pertinentes para comprovação do atendimento às especificações.

Recomenda-se que a instalação da geomembrana de PEAD seja feita por empresa especializada que deve assegurar a durabilidade e segurança, principalmente a qualidade das emendas, no sentido de minimizar os impactos ambientais.

**Figura 19. Impermeabilização taludes e célula**



Fonte: <https://www.google.com/search?q=impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o+aterro+sanit%C3%A0>

#### **5.1.5.7 Vias de acessos (interno e externo)**

Os acessos internos têm como função permitir a interligação entre os pontos da área do empreendimento e garantir a chegada dos resíduos até os locais de descarga.

Esses acessos devem suportar o trânsito de veículos mesmo durante os períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidos nas melhores condições de operação, sempre revestidos com cascalho ou outro material de base.

Em toda sua extensão deverão ser escavadas e implantadas canaletas de drenagem para captação de águas de escoamento superficial de águas pluviais. Os acessos serão divididos em dois tipos: os de uso permanente, que serão utilizados durante toda a operacionalização do empreendimento, e os de uso temporário, utilizados apenas durante a execução de certas obras.

No projeto estão previstas vias internas que receberão o cascalhamento e canaletas em seção semicircular (meia-cana) de concreto variando o diâmetro de 0,80 a 1,00 m nos dois lados da via.

**Figura 20. Via acesso cascalhada**



**Fonte: Acervo MFM Soluções Ambientais.**

#### **5.1.5.8 Guarita, Refeitório e Setor Administrativo**

A edificação onde será implantada a guarita, o refeitório e o setor administrativo, servirá tanto para o controle de entrada de pessoas ou veículos e na pesagem de resíduos quanto para área de descanso e refeição dos funcionários e prestadores de

serviço.

A balança rodoviária é um importante equipamento para realizar o controle de quantificação dos resíduos destinados ao Aterro Sanitário, fornece uma série de dados que proporcionará uma análise estatística do recebimento dos resíduos. Junto à guarita será implantada uma balança rodoviária com dimensões de 10 x 3,20 (m) e carga máxima de 80.000 kg.

#### **5.1.5.9 Obras de Terraplanagem e Jazidas de Solo para uso como Material de Aterro**

Inicialmente, na preparação da área, serão removidos do solo todos os materiais de origem vegetal existentes na área de base do aterro, área de apoio e áreas de empréstimo. O solo vegetal existente será estocado em local apropriado, pois será posteriormente utilizado na cobertura da berma e taludes do aterro, garantindo-se assim melhores condições para sua revegetação. Após a limpeza do terreno, será escavada e nivelada a área para primeira frente de trabalho.

A preparação da área tem como objetivo o melhor aproveitamento do maquinário disponível, bem como do material removido que será utilizado posteriormente para cobertura das camadas concluídas. Os solos que apresentarem inconvenientes a fundação do aterro, se eventualmente existirem, deverão ser removidos, se possível armazenados e utilizados posteriormente na cobertura diária das células de resíduos.

Será necessária a abertura de uma vala na própria área (adjacente à célula em operação) para empréstimo de solo para cobertura. E, em havendo dificuldade na obtenção de solo natural para o recobrimento diário, o método de cobertura com a geomembrana de PEAD 0,5 mm poderá ser utilizado, conforme já mencionado.

#### **5.1.5.10 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

A principal característica do sistema de drenagem de águas pluviais é promover o afastamento das águas na área do Aterro Sanitário Municipal, garantir um escoamento superficial que não provoque erosões na área e que garanta a operação normal em dias de chuvas, bem como promover mecanismos para a infiltração do excedente hídrico. Deste modo, o sistema tem como objetivos principais:

- Evitar danos causados pelas inundações;
- Minimizar os problemas de erosão e sedimentação;
- Evitar acúmulo de água sobre a superfície do aterro sanitário, pois esta água acumulada aumenta a vazão de percolado a ser tratada;
- Evitar o fluxo de água nas áreas em operação, garantindo condições adequadas de operação em dias de chuvas;
- Evitar a contaminação das águas provenientes do escoamento superficial direto;
- Proteger a qualidade ambiental;
- Garantir a integridade do sistema de escoamento quanto a caimentos e declividades, compatível com as elevadas de formações e diferenciais do maciço.

Considerando todos os objetivos mencionados, o sistema de drenagem superficial pluvial do Aterro Sanitário é composto por estruturas permanentes (fixas) e temporárias (móveis). A drenagem provisória engloba todos os serviços de controle de escoamento superficial para evitar a infiltração e/ou erosões nas praças e/ou taludes, em decorrência do fluxo de águas oriundas de precipitações pluviométricas.

Já a drenagem definitiva compreende os serviços relacionados com a implantação dos sistemas de drenagem que funcionarão após a conclusão de cada célula e/ou após a conclusão do aterro e das estradas de acesso definitivas e, também constituem os dispositivos no entorno da obra.

O sistema de drenagem pluvial é constituído, basicamente, de:

- Canais de drenagem provisórios;
- Canaletas de drenagem em concreto;
- Canaletas de bermas ou de pé de talude;
- Canais de drenagem de taludes (Colchão Reno);
- Canaletas triangulares em grama no platô superior;
- Caixas de passagem de alvenaria estrutural e poço de visita;
- Galerias em tubo de concreto armado enterradas;

- Bacia de retenção e infiltração das vias e das águas pluviais do aterro com dissipador de energia;

#### I. Canaletas de drenagem provisórias

O sistema de drenagem superficial provisório consistirá na implantação de canaletas escavadas na camada de cobertura das células de rejeitos e a montante das praças de trabalho. As canaletas escavadas na camada de cobertura das células de rejeitos têm a finalidade de evitar a permanência das águas de chuvas sobre o maciço de resíduos e, assim, minimizando a percolação da água da chuva e conseqüentemente, a geração de percolato (chorume).

Estas canaletas terão seção triangular escavada na camada de cobertura com inclinação nas laterais de 1(V):2,5(H). Previamente a sua execução, a área de implantação receberá uma camada de aterro de regularização para corrigir eventuais depressões provocadas por recalques do aterro.

Todo o material escavado será espalhado lateralmente de modo a evitar a formação de leiras que impeçam o fluxo de água para canaleta. Ainda, nos trechos que houver uma redução da camada de cobertura em decorrência da implantação do sistema de drenagem, deverá ser feita a reconstituição desta.

A canaleta deverá ter toda a sua superfície revestida de grama, assim garantindo proteção contra as ações das forças do escoamento superficial que poderiam causar danos a tais estruturas. Ainda, deverão ser executadas canaletas que evitem o fluxo das águas pluviais nas frentes de trabalho. Estas são construídas em seção trapezoidal, devendo o material ser mantido do lado externo da vala aberta formando leiras para impedir a descida da água pelo talude em direção à célula a jusante. À medida que a célula do aterro sanitário for sendo alteada, será implantado o sistema definitivo de drenagem superficial, de modo a proteger as praças de trabalho e os taludes de aterro de danos provocados por precipitações pluviométricas.

#### II. Canaletas de drenagem em concreto

Estes dispositivos serão instalados na borda das vias internas do Aterro Sanitário,

com a finalidade de captar e conduzir as águas pluviais até a bacia de retenção/infiltração. Estas terão seção semicircular, variando o diâmetro de 0,30 a 1,00 m, variando o revestimento em decorrência da velocidade do escoamento superficial.

A implantação desses elementos consiste na escavação de uma vala nas posições indicadas no projeto, nivelamento do fundo das valas de maneira a obedecer às declividades mínimas impostas em projeto e o assentamento das peças de concreto ou o revestimento com grama.

### III. Canaletas de bermas ou de pé de talude

As canaletas de bermas ou de pé de talude deverão ser executadas em seção meia cana de concreto armado implantadas diretamente sobre as camadas de cobertura em cada berma. O material da escavação deverá ser espalhado nas laterais para garantir que o fluxo de águas pluviais atingirá as canaletas. Quando estiver no alteamento da célula de resíduos, as canaletas direcionarão as águas para os canais de drenagem de taludes.

### IV. Canais de drenagem de taludes (Colchão Reno)

Os canais de drenagem de taludes são estruturas que têm como finalidade coletar as águas superficiais coletadas nas canaletas de bermas de taludes e conduzi-las até a porção inferior do aterro sanitário. Deste modo, os canais de drenagem de talude serão escadas dissipadoras construídas em gabião tipo colchão Reno (caixas de telas metálicas com enchimento de pedra), flexíveis que acompanham os constantes recalques, sem perder sua continuidade e função.

Estas estruturas serão instaladas após o encerramento de cada etapa de alteamento da célula, juntamente com a execução da cobertura final, para evitar o acúmulo e a infiltração de água, o que causaria um aumento na produção de percolato a ser tratado, e evitar que o escoamento superficial produza erosões e carreamento de resíduos para o sistema de drenagem.

### V. Canaletas triangulares em grama no platô superior



Na plataforma superior de alteamento deverá ser implantada canaleta triangular com inclinação nas laterais de 1(V):2,5(H), devendo todo o material oriundo desta operação ser espalhado lateralmente, evitando a formação de leiras que possam impedir o fluxo das águas para a canaleta.

Nos locais em que a escavação para execução da descida hidráulica diminuir o selo de vedação aquém do especificado, deverá ser feita escavação adicional para a reconstituição do solo. Toda a superfície das canaletas deverá ser protegida com grama de modo a proporcionar condições de resistência à erosão.

#### VI. Caixas de passagem em alvenaria estrutural e poços de visita

As caixas de passagens serão utilizadas sempre que ocorrer mudanças na direção dos escoamentos ou então em confluência de canaletas de drenagem. O sistema de drenagem pluvial captará as águas superficiais que não mantiveram contato com amassa de resíduos e as conduzirá por gravidade ao sistema de drenagem da região. As caixas de passagens devem estar dispostas a uma distância de 50,00 m entre elas.

#### VII. Galerias em tubo de concreto armado enterradas

As tubulações de concreto armado, implantadas em valas escadas, com profundidades variadas, deverão ser preparadas de forma a garantir um fundo uniforme e com declividade mínima de 1,0 %.

Após a regularização do fundo, deverá ser feito o berço da tubulação com brita. Em seguida, serão lançados os tubos de concreto armado e executado o rejuntamento e o reaterro da vala com solo compactado.

#### VIII. Bacia de detenção

A bacia de detenção proposta para o Aterro Sanitário possui a finalidade principal de deter as erosões a jusante, ou seja, não objetiva a remoção de poluentes e, conseqüentemente, a melhoria na qualidade das águas pluviais. O conceito que se baseia este dimensionamento é a “Teoria e Impacto Zero”, ou seja, conforme Tomaz (2010) é que devido a construção de um reservatório de detenção a vazão de pós-desenvolvimento tem que ser igual a vazão de pré-desenvolvimento. Desta maneira,

não haverá impactos com o desenvolvimento da área em questão.

Para a execução da bacia de retenção, deve-se realizar a locação da obra que consiste na marcação topográfica. Deverá prever a utilização de equipamentos topográficos ou outros equipamentos adequados à perfeita marcação das bacias de retenção, bem como a locação e execução dos serviços de acordo com as locações e os níveis estabelecidos nos projetos. A medição deste serviço será por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de área locada.

A marcação dos eixos deverá ser indicada nos gabaritos e os pontos das estacas através de piquetes, sendo estes diferenciados para cada tipo de estaca. Alocação dos piquetes deverá ser realizada topograficamente. As escavações serão feitas por escavadeira hidráulica nas alturas adequadas,

tomando o cuidado de respeitar a declividade mínima de projeto de modo a garantir o escoamento das águas conforme projetado. O sentido normal da escavação será sempre de jusante para montante. A compactação do material deve ser executada em camadas individuais de, no máximo, 0,30 m de espessura, por meio de “sapos mecânicos”, ou placas vibratórias sem controle do GC.

Para o plantio de gramíneas, deve-se colocar várias placas de gramíneas, uma ao lado de outra, sempre alinhando de modo que fiquem bem uniformes. Realizar, preferencialmente, com as placas inteiras. Para conclusão do plantio, será preciso a realização de uma cobertura com terra de boa qualidade (livre de ervas daninhas) sobre toda a grama recém-plantada. Esta terra consiste em fazer uma pequena e uniforme (camada de terra) entre as folhas da grama. Esta técnica ajuda na retenção de umidade e agiliza o processo de brotação e pegamento de grama. Ressalva-se a importância da

realização de uma boa irrigação da grama.

#### IX. Dissipador de energia

O excesso de energia causado pelo escoamento de águas superficiais pode provocar danos em obras, erosões nas áreas à jusante do sistema de drenagem e assoreamento de cursos hídricos. A fim de se evitar tais consequências indesejáveis,

recomenda-se a utilização de dissipadores de energia, os quais tem a função de dissipar a energia ocasionada pela velocidade do escoamento.

Para o empreendimento é prevista a implantação de dissipadores de energia antes do descarte final das águas pluviais. Há vários tipos de dissipadores de energia, os mais usuais são:

Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;

- Dissipadores constituídos por caixas com depósitos de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto providos de dentes;
- Dissipadores em degraus;
- Dissipadores em bacia de enrocamento.

Sugere-se a utilização do dissipador por enrocamento. Este tipo de dissipador tem como principais vantagens a facilidade na manutenção e instalação, bem como o baixo investimento econômico para implantação. Tendo em vista que esse dispositivo consiste na utilização de material rochoso para dissipar a energia do escoamento da água.

O material a ser utilizado na bacia de enrocamento deve ser rochoso, proveniente de rocha dura, ser angular, resistente à abrasão e predominar as frações de maiores dimensões. Sob a camada de material rochoso, deve haver um meio filtrante, sendo constituído de materiais de pequenas dimensões, como a areia, ou utilizar um filtro de geotêxtil. A declividade do dissipador deve ser igual ou inferior ao canal receptor, e deve ser alocado no nível do meio receptor ou ligeiramente abaixo. Além disto, o enrocamento deve ser alinhado em toda a sua extensão, garantindo assim que o sistema funcione adequadamente.

Apesar de se tratar de um sistema que necessite pouca manutenção, é necessário que sejam adotados alguns cuidados básicos. Quando ocorrer as primeiras precipitações mais intensas, é necessário que haja a inspeção do sistema, verificando se houve o deslocamento do material rochoso, a deposição de sedimentos e se houve ocorrência de erosões, realizando as manutenções adequadas sempre que necessário.

#### **5.1.5.11 Sistema de Drenagem de Percolado e de Gases**

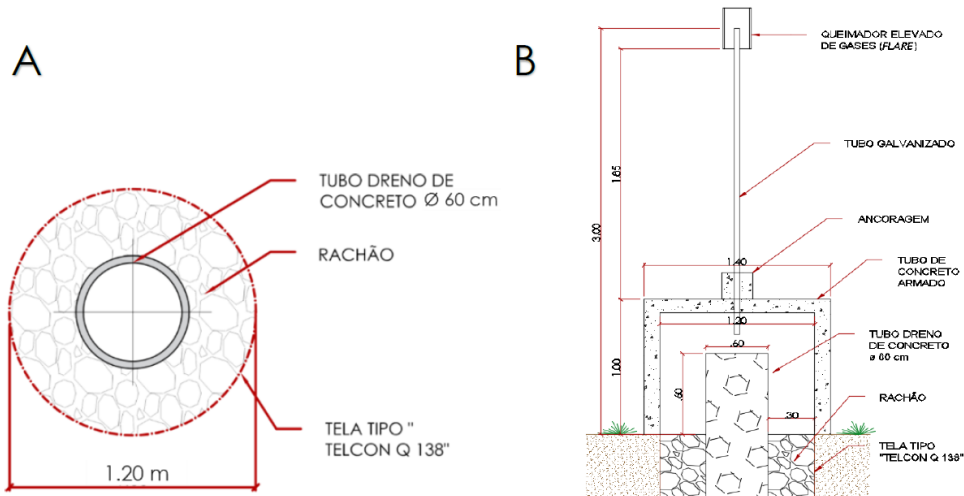
A decomposição anaeróbia da matéria orgânica tem como produto principal o gás metano, que possui alto potencial poluidor e não deve ser lançado na atmosfera.

Este gás poderá ocasionar explosões, caso sua concentração na atmosfera seja superior a 5%. Torna-se, portanto, necessária sua drenagem, sendo utilizados drenos verticais de gases interligados aos drenos primários e secundários (Figura 6). Estes são poços constituídos de um tubo de concreto armado poroso de 0,60 m, envolto em pedra rachão protegido em sua superfície por uma tela soldada tipo TELCON Q138 ou similar, com malha de 0,10 x 0,10 m e arame de 4,2 mm. Estes poços serão desenvolvidos progressivamente, na medida da taxa de crescimento da altura do aterro. Em cada célula os drenos serão instalados previamente ao lançamento dos rejeitos.

Ao redor dos tubos será disposta uma camada de pedra rachão com espessura mínima de 0,30 m. Esta camada terá a finalidade de absorver parte do atrito negativo provocado pelo recalque do lixo, evitando que os tubos internos sejam esmagados, também servirá de corpo receptor para o chorume e gás emanados.

Na parte final de cada dreno será inserido um tubo de concreto seguido de um queimador constituído de chapa de aço galvanizado. Nas vizinhanças deste dreno, será inserido uma camada de cobertura de solo compactado com raio de 6,00 m, com finalidade de impedir o volume de chuvas intensas, a partir da superfície do aterro, impacte nos drenos de percolados colocados abaixo e dimensionados para o volume originado a partir do material depositado nas células.

Figura 21. Detalhe Dreno



Fonte: Acervo MFM Soluções Ambientais.

#### 5.1.5.12 Sistema de Tratamento de Percolado

Para o dimensionamento da capacidade de tratamento do sistema de tratamento de percolado proposto, é necessário quantificar a vazão de lixiviado produzida na célula de disposição final de rejeitos, para isso, o Método Suíço é o mais utilizado.

O sistema de tratamento proposto consistirá nas etapas a seguir:

##### I. Gradeamento

O gradeamento é padronizado e composto por uma grade de barras médias e uma grade de barras finas, feitas em aço AISI 304, dispostas sequencialmente e com inclinação de 60°. O gradeamento consiste em grade inclinada, de barras, com espaçamento mínimo de 10 mm, de limpeza manual com rastelo, para retenção de material grosseiro, que possa a vir causar problemas no medidor de vazão, tipo calha Parshall, instalado a jusante, e nos demais equipamentos do sistema.

A NBR 12.208:1992 determina que unidades de pré-tratamento com vazão afluente igual ou superior a 250 L/s devem possuir sistema de limpeza mecanizada das grades. Uma vez que o presente projeto possui vazão máxima inferior a 250 L/s, optou-se pela limpeza manual do sistema de gradeamento, visto que a mecanização deste processo acarretaria custos elevados.

##### II. Desarenador

O desarenador localiza-se entre a unidade de gradeamento e o medidor devazão (Calha Parshall). Nesta unidade os grãos de areia em suspensão na massa líquida, com diâmetro superior a 0,2 mm(D) e densidade superior a 2,65 kg/L, sedimentam-se. Assim, pode ser previsto um conjunto de desarenador, do tipo canal de velocidade constante, controlado pela calha Parshall, com remoção manual de areia.

### III. Calha Parshall

A calha parshall deve ser dimensionada tomando-se em conta que a vazão do estimada do projeto, devendo ser adotado com largura da seção estrangulada (W) igual a 1" (2,5 cm).

### IV. Lagoa anaeróbia

São propostas lagoas de estabilização para o tratamento do lixiviado produzido no Aterro Sanitário. A lagoa anaeróbia representa o tratamento primário do sistema e é empregada para estabilização de altas cargas orgânicas, envolvendo a participação de bactérias anaeróbias. Para o dimensionamento das lagoas anaeróbias são considerados parâmetros como temperatura, vazão do lixiviado, DBO afluente e profundidade útil.

Segundo Von Sperling (2002), a temperatura média do mês mais frio consiste no critério mais importante de lagoas anaeróbias e é estabelecido em função da necessidade de um determinado volume da lagoa anaeróbia para a conversão da carga de DBO aplicada. Assim, no presente estudo foi considerada a temperatura média do mês mais frio de 21,33 °C obtido nas séries históricas das normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

### V. Lagoa facultativa

A lagoa facultativa atua como tratamento secundário no sistema de tratamento proposto para o lixiviado produzido no Aterro Sanitário. Esse dispositivo visa a estabilização bioquímica da matéria orgânica afluente por meio do metabolismo de organismos aeróbios e de organismo anaeróbios que proliferam na camada de lodo que se depositam no fundo. O tratamento é feito por processo naturais físicos, biológicos e bioquímicos (DA SILVA, 2007).

No seu dimensionamento, devem ser considerados o tempo de detenção hidráulica, a profundidade e as cargas orgânicas aplicadas em função da temperatura, latitude, exposição solar, altitude, evaporação, pluviometria e outros fatores locais. Devem ser observados também os regimes hidráulicos (fluxo pistão, fluxo disperso e mistura completa) (ABES, 2009).

#### VI. Lagoa de maturação

A última etapa da série de lagoas consiste na lagoa de maturação, cuja umadas principais funções é a eliminação de microrganismos patogênicos, por meio da inativação de bactérias e vírus pela prolongada exposição à radiação solar (raios UV).

Desta maneira o dimensionamento de lagoas de maturação depende de fatores como temperatura, radiação solar, pH, concentração de OD e o regime hidráulico adotado.

Estas unidades de tratamento devem e podem atingir elevadíssimas eficiências na remoção de coliformes para que possam ser cumpridos os padrões da legislação (VONSPERLING, 2005).

#### VI. Tratamento físico-químico e disposição em curso hídrico

No pós-tratamento os processos físico-químicos são utilizados para remoção dos compostos recalcitrantes, o sistema proposto é composto por coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Por fim, para a disposição final em cursos hídricos deve-se ter conhecimento da classe e avaliação da capacidade de autodepuração do corpo receptor, seguindo as exigências da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. A necessidade de tratamento físico/químico dos efluentes, além do tratamento biológico se dão exclusivamente pela intensidade das chuvas na região em período muito concentrado, o que em função desta concentração impossibilitam o tratamento apenas biológico, pois este sistema no período das chuvas não tem o tempo de retenção mínimo dos efluentes que possibilite um tratamento adequado e dentro dos padrões ambientais para lançamento em corpo hídrico. Dando assim o sistema Químico, mas garantia de qualidade aos efluentes a serem dispostos no corpo hídrico.

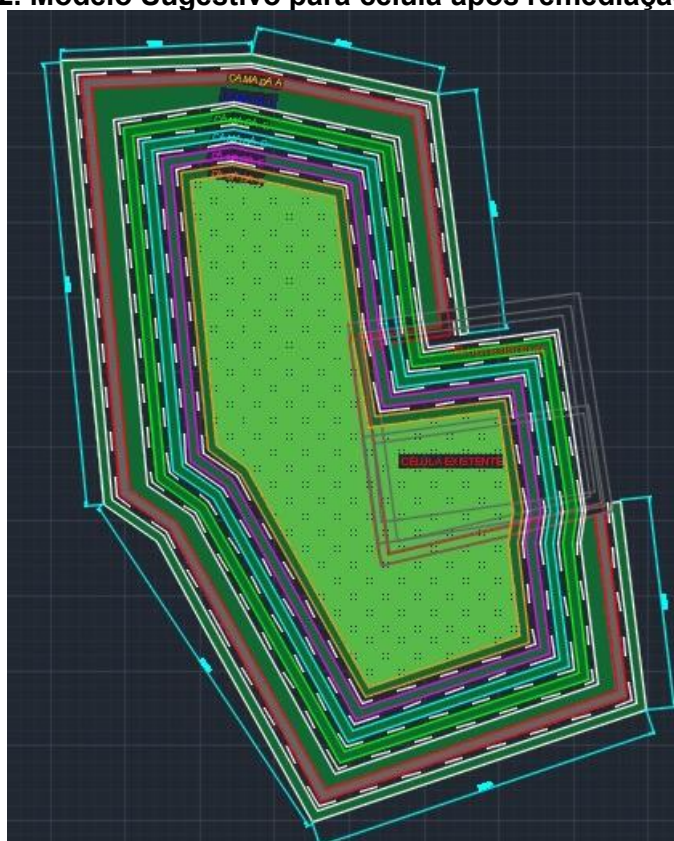
### **5.1.5.13 Dimensionamento**

Sabendo-se a geração diária de resíduos domiciliares demonstrada, tem-se uma média de 95 toneladas/dia (ano 1) e 117,90 toneladas/dia (ano 35), para Juína e demais municípios. Além deste parâmetro, foi considerada densidade de compactação de 0,75 ton/m<sup>3</sup> e o volume de solo para cobertura de células de 20%, tem-se a necessidade mínima de área para disposição, em 35 anos, de 1.382.180,05 m<sup>3</sup> conforme o Quadro 24.

Os estudos iniciais na área atual de disposição demonstram existir a possibilidade de utilização de parte da mesma para implantação das futuras estruturas por um período não inferior a 15 anos. Não foram realizados durante o projeto, estudos mais aprofundados para elucidar a viabilidade de sua utilização em sua totalidade, a exemplo de sondagens, dimensionamento do passivo existente dentre outros, e sim estudos superficiais os quais a princípio ainda demonstram a viabilidade da utilização da área desde que feitas as devidas intervenções para sua utilização por período mínimo. A exemplo disto, no projeto, foi diagnosticado a existência de uma célula lacrada de RSS, a qual deverá ser retirada para aumentar a vida útil do local, bem como foi verificado no caderno I e no capítulo abaixo a existência de resíduos depositados a céu aberto no local, como também queimados e enterrados. Cada interessado terá de fazer a sua investigação mais aprofundada e apresentar em sua proposta técnica a solução ambiental e economicamente viável ao Poder Concedente.



Figura 22. Modelo Sugestivo para célula após remediação da área.



Fonte: Elaborado por MFM Soluções Ambientais.

O produto das populações total, urbana e rural e o índice per capita ajustado para cada período estão expostos a seguir.

As tabelas abaixo detalham as projeções da produção de resíduos por peso e volume diário, conforme o potencial dos mesmos, no horizonte de 35 anos, considerando Juína e os demais municípios.

**Tabela 17. Projeção produção resíduos Juína/MT**

1- Juína																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	45.869	46513	47166	47828	48499	49179	49869	50569	51278	51997	52727	53467	53643	53820	53997	54175	54353	54532
Peso Diário (Ton)	-----	-----	23,58	23,91	24,25	24,59	24,93	25,28	25,64	26,00	26,36	26,73	26,82	26,91	27,00	27,09	27,18	27,27
Volume Diário (m³)	-----	-----	31,44	31,89	32,33	32,79	33,25	33,71	34,19	34,66	35,15	35,64	35,76	35,88	36,00	36,12	36,24	36,35

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
54711	54891	55072	55253	55435	55678	55922	56168	56415	56663	56912	57162	57413	57665	57918	58172	58346	58521	58696
35,84	35,95	36,07	36,19	36,31	36,47	36,63	36,79	36,95	37,11	37,28	37,44	37,61	37,77	37,94	38,10	38,22	38,33	38,45
47,78	47,94	48,10	48,25	48,41	48,63	48,84	49,05	49,27	49,49	49,70	49,92	50,14	50,36	50,58	50,80	50,96	51,11	51,26

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 18. Projeção produção resíduos Aripuanã/MT**

2- Aripuanã																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	24626	25283	25958	26651	27362	28092	28842	29612	30402	31213	32046	32901	33417	33941	34473	35014	35563	36121
Peso Diário (Ton)	-----	-----	12,98	13,33	13,68	14,05	14,42	14,81	15,20	15,61	16,02	16,45	16,71	16,97	17,24	17,51	17,78	18,06
Volume Diário (m³)	-----	-----	17,31	17,77	18,24	18,73	19,23	19,74	20,27	20,81	21,36	21,93	22,28	22,63	22,98	23,34	23,71	24,08

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
36688	37264	37849	38443	39046	39553	40067	40587	41114	41648	42189	42737	43292	43854	44424	45001	45572	46150	46736
24,21	24,59	24,98	25,37	25,77	26,10	26,44	26,79	27,14	27,49	27,84	28,21	28,57	28,94	29,32	29,70	30,08	30,46	30,85
32,29	32,79	33,31	33,83	34,36	34,81	35,26	35,72	36,18	36,65	37,13	37,61	38,10	38,59	39,09	39,60	40,10	40,61	41,13

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 19. Projeção produção resíduos Castanheira/MT**

3- Castanheira																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	7506	7450	7395	7340	7286	7232	7178	7125	7072	7020	6968	6916	6955	6994	7033	7073	7113	7153
Peso Diário (Ton)	-----	-----	3,70	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,54	3,51	3,48	3,46	3,48	3,50	3,52	3,54	3,56	3,58
Volume Diário (m³)	-----	-----	4,93	4,89	4,86	4,82	4,79	4,75	4,71	4,68	4,65	4,61	4,64	4,66	4,69	4,72	4,74	4,77

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
7193	7234	7275	7316	7357	7333	7309	7285	7261	7237	7213	7189	7165	7142	7119	7096	7118	7140	7162
4,75	4,77	4,80	4,83	4,86	4,84	4,82	4,81	4,79	4,78	4,76	4,74	4,73	4,71	4,70	4,68	4,70	4,71	4,73
6,33	6,37	6,40	6,44	6,47	6,45	6,43	6,41	6,39	6,37	6,35	6,33	6,31	6,28	6,26	6,24	6,26	6,28	6,30

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 20. Projeção produção resíduos Colniza/MT**

4- Colniza																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	25.766	25716	25666	25616	25566	25516	25466	25416	25366	25316	25266	25216	24837	24817	24797	24777	24757	24737
Peso Diário (Ton)	-----	-----	12,83	12,81	12,78	12,76	12,73	12,71	12,68	12,66	12,63	12,61	12,42	12,41	12,40	12,39	12,38	12,37
Volume Diário (m³)	-----	-----	17,11	17,08	17,04	17,01	16,98	16,94	16,91	16,88	16,84	16,81	16,56	16,54	16,53	16,52	16,50	16,49

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
24717	24697	24677	24657	24637	24639	24641	24643	24645	24647	24649	24651	24653	24655	24657	24659	24661	24663	24665
16,31	16,30	16,29	16,27	16,26	16,26	16,26	16,26	16,27	16,27	16,27	16,27	16,27	16,27	16,27	16,27	16,28	16,28	16,28
21,75	21,73	21,72	21,70	21,68	21,68	21,68	21,69	21,69	21,69	21,69	21,69	21,69	21,70	21,70	21,70	21,70	21,70	21,71

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 21. Projeção produção resíduos Cotriguaçu/MT**

5- Cotriguaçu																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	11011	10767	10529	10296	10068	9845	9627	9414	9205	9001	8802	8607	8477	8349	8223	8099	7977	7857
Peso Diário (Ton)	-----	-----	5,26	5,15	5,03	4,92	4,81	4,71	4,60	4,50	4,40	4,30	4,24	4,17	4,11	4,05	3,99	3,93
Volume Diário (m³)	-----	-----	7,02	6,86	6,71	6,56	6,42	6,28	6,14	6,00	5,87	5,74	5,65	5,57	5,48	5,40	5,32	5,24

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
7739	7622	7507	7394	7283	7306	7329	7352	7375	7398	7421	7444	7467	7490	7513	7537	7574	7611	7649
5,11	5,03	4,95	4,88	4,81	4,82	4,84	4,85	4,87	4,88	4,90	4,91	4,93	4,94	4,96	4,97	5,00	5,02	5,05
6,81	6,71	6,61	6,51	6,41	6,43	6,45	6,47	6,49	6,51	6,53	6,55	6,57	6,59	6,61	6,63	6,67	6,70	6,73

Elaborado por: MFM Soluções Ambientais

**Tabela 22. Projeção produção resíduos Juruena/MT**

6- Juruena																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	10213	10138	10063	9989	9916	9843	9771	9699	9628	9557	9487	9417	9530	9644	9759	9876	9994	10113
Peso Diário (Ton)	-----	-----	5,03	4,99	4,96	4,92	4,89	4,85	4,81	4,78	4,74	4,71	4,77	4,82	4,88	4,94	5,00	5,06
Volume Diário (m³)	-----	-----	6,71	6,66	6,61	6,56	6,51	6,47	6,42	6,37	6,32	6,28	6,35	6,43	6,51	6,58	6,66	6,74

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
10234	10356	10480	10605	10732	10742	10752	10762	10772	10782	10792	10802	10812	10822	10832	10842	10863	10884	10905
6,75	6,83	6,92	7,00	7,08	7,09	7,10	7,10	7,11	7,12	7,12	7,13	7,14	7,14	7,15	7,16	7,17	7,18	7,20
9,01	9,11	9,22	9,33	9,44	9,45	9,46	9,47	9,48	9,49	9,50	9,51	9,51	9,52	9,53	9,54	9,56	9,58	9,60

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 23. Projeção produção resíduos Brasnorte/MT**

7- Brasnorte																		
Anos de Operação			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ANO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	17004	17160	17317	17476	17636	17798	17961	18126	18292	18460	18629	18800	18991	19184	19379	19576	19775	19976
Peso Diário (Ton)	-----	-----	8,66	8,74	8,82	8,90	8,98	9,06	9,15	9,23	9,31	9,40	9,50	9,59	9,69	9,79	9,89	9,99
Volume Diário (m³)	-----	-----	11,54	11,65	11,76	11,87	11,97	12,08	12,19	12,31	12,42	12,53	12,66	12,79	12,92	13,05	13,18	13,32

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
20179	20384	20591	20801	21013	21191	21371	21552	21735	21919	22105	22292	22481	22672	22864	23058	23127	23196	23265
13,32	13,45	13,59	13,73	13,87	13,99	14,10	14,22	14,35	14,47	14,59	14,71	14,84	14,96	15,09	15,22	15,26	15,31	15,35
17,76	17,94	18,12	18,30	18,49	18,65	18,81	18,97	19,13	19,29	19,45	19,62	19,78	19,95	20,12	20,29	20,35	20,41	20,47

Elaborado por: MFM Soluções Ambientais



**Tabela 24. Projeção produção resíduos Juína/MT e demais municípios**

JUINA E DEMAIS MUNICÍPIOS																		
ANO	-----	-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
População (habitantes)	141.995,00	143.027,00	144.094,00	145.196,00	146.333,00	147.505,00	148.714,00	149.961,00	151.243,00	152.564,00	153.925,00	155.324,00	155.850,00	156.749,00	157.661,00	158.590,00	159.532,00	160.489,00
Peso Diário (Ton)	.....	.....	72,05	72,60	73,17	73,75	74,36	74,98	75,62	76,28	76,96	77,66	77,93	78,37	78,83	79,30	79,77	80,24
Volume Diário (m³)	.....	.....	96,06	96,80	97,56	98,34	99,14	99,97	100,83	101,71	102,62	103,55	103,90	104,50	105,11	105,73	106,35	106,99
Volume Anual (m³)	.....	.....	35.062,87	35.331,03	35.607,70	35.892,88	36.187,07	36.490,51	36.802,46	37.123,91	37.455,08	37.795,51	37.923,50	38.142,26	38.364,18	38.590,23	38.819,45	39.052,32
Acumulado Anual (m³)	.....	.....	35.062,87	70.393,90	106.001,60	141.894,48	178.081,55	214.572,06	251.374,53	288.498,43	325.953,52	363.749,02	401.672,52	439.814,78	478.178,96	516.769,19	555.588,64	594.640,97

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
161.461,00	162.448,00	163.451,00	164.469,00	165.503,00	166.442,00	167.391,00	168.349,00	169.317,00	170.294,00	171.281,00	172.277,00	173.283,00	174.300,00	175.327,00	176.365,00	177.261,00	178.165,00	179.078,00
80,73	81,22	81,73	82,23	82,75	83,22	83,70	84,17	84,66	85,15	85,64	86,14	86,64	87,15	87,66	88,18	88,63	89,08	89,54
107,64	108,30	108,97	109,65	110,34	110,96	111,59	112,23	112,88	113,53	114,19	114,85	115,52	116,20	116,88	117,58	118,17	118,78	119,39
39.288,84	39.529,01	39.773,08	40.020,79	40.272,40	40.500,89	40.731,81	40.964,92	41.200,47	41.438,21	41.678,38	41.920,74	42.165,53	42.413,00	42.662,90	42.915,48	43.133,51	43.353,48	43.575,65
633.929,81	673.458,82	713.231,90	753.252,69	793.525,09	834.025,97	874.757,78	915.722,71	956.923,18	998.361,38	1.040.039,76	1.081.960,50	1.124.126,03	1.166.539,03	1.209.201,93	1.252.117,41	1.295.250,92	1.338.604,41	1.382.180,05

**Elaborado por: MFM Soluções Ambientais**

**Tabela 25. Estimativa de equipamentos aterro sanitário**

ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QUANT
<b>1 EQUIPAMENTOS</b>			
1.1	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS	UND	1,00
1.2	PÁ CARREGADEIRA, MOTOR MÍNIMO 130 CV, COM ILUMINAÇÃO INTERNA E EXTERNA	UND	1,00
1.3	TRATOR DE ESTEIRA COM RIPPER	UND	1,00
1.4	CAMINHÃO 4X2, TOCO, DIESEL, 185 CV, IMPLEMENTADO COM TANQUE PIPA DE 8.000 LITROS.	UND	1,00
1.5	CAMINHÃO 6X4 DIESEL, 277 CV, TRAÇADO, COM CAÇAMBA BASCULANTE DE 6 M <sup>3</sup>	UND	1,00
1.6	TRITURADOR/PICADOR DE TRONCOS E GALHOS ATÉ 30 CM DE DIÂMETRO, 85 CV, CAPACIDADE DE 20 M <sup>3</sup> /H	UND	1,00
<b>2 MOBILIÁRIO E DEMAIS EQUIPAMENTOS</b>			
2.1	SISTEMA DE SEGURANÇA	UND	1,00
1.2	JOGO DE MESA E CADEIRA DE ESCRITÓRIO	UND	4,00
1.3	ARMÁRIO PARA ESCRITÓRIO	UND	3,00
1.4	COMPUTADOR COMPLETO	UND	4,00
1.5	MESA PARA REFEITÓRIO COM BANCO	UND	2,00
1.6	ARMÁRIO PARA COZINHA	UND	1,00
1.7	EQUIPAMENTOS PARA COZINHA E REFEIÇÃO	UND	1,00

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

De acordo com demonstrado nos tópicos anteriores, foi realizada uma estimativa dos custos das edificações estipuladas para concessão e relação de equipamentos para operacionalização destes. Estas estimativas foram baseadas no que comumente se

prática, não sendo definitiva ou determinando o engessamento de investimentos, apenas para norteamento da estimativa do custo das estruturas comumente usadas e do investimento médio necessário.

#### **5.1.5.14 Remediação do Aterro Sanitário (existente)**

O atual aterro sanitário do município de Juína/MT apresenta vários problemas de ordem técnica e ambiental, que necessitam ser ajustados perante a legislação ambiental, a exemplo dos resíduos volumosos que lá foram depositados.

Existe a impermeabilização que deve ser refeita de acordo com as normas técnicas e especificações construtivas adequadas, ancoragem, e verificação de espessura adequada. A estrutura existente não possui canaletas para captação e direcionamento do chorume.

Foi realizado em estudo in loco e apurou-se a existência de aproximadamente 3.000,00 (três mil) toneladas para serem dispostas de forma correta, as quais na atualidade estão dispostas de forma incorreta na área conforme foto abaixo caracterizando-se portanto como passivo ambiental existente sob responsabilidade do poder público concedente.

A futura concessionária deverá elaborar plano de remediação da área impactada atualmente no aterro sanitário existente juntamente com a retirada da quantidade aproximada de 3.000 toneladas existentes dispostas de forma incorreta atualmente, sob a superfície da área.

A futura concessionária, portanto deverá elaborar plano de remediação da atual área contaminada com estudos mais aprofundados da mesma, para reaproveitamento desta pelo período mínimo indicado, e dentro deste plano há de se prever a retirada do volume acima considerado de resíduos expostos, os quais deverão ser dispostos de forma ordenada na nova célula a ser desenvolvida e construída pelo futuro concessionário, tudo isto previsto dentro do plano de remediação da área existente. Havendo no diagnóstico do futuro projeto de remediação a comprovação de volume superior ao previsto neste caderno, a exemplo de resíduos enterrados, este volume excedente deverá ser reequilibrado junto ao futuro contrato pelo poder Concedente, para que haja

a manutenção do equilíbrio econômico do mesmo.

Esta ação se faz necessária, para sanar o dano ambiental existente, e bem como para disponibilizar area para implantação e ampliação tanto da nova célula de disposição final de resíduos e das demais estruturas do projeto a exemplo de lagoas, estação de tratamento, balança e as outras necessárias a operacionalidade do aterro sanitário. Havendo na futura área a ser disponibilizada para implantação das estruturas e bem como nas áreas que visualmente estão inicialmente liberadas para a utilização resíduos enterrados de forma irregular, o qual venham a comprovar a inviabilidade técnica e ambiental da utilização da mesma, no plano de recuperação, o município devera ser acionado para disponibilizar imediatamente outra área para a ampliação e implantação do aterro sanitário.

**Figura 23. Atual área de disposição impactada**





#### **5.1.5.15 Operação Aterro Sanitário**

Define-se como serviço de operação do aterro sanitário, a adequada disposição final dos resíduos sólidos no solo, sem causar danos ao meio ambiente, à saúde pública e à sua segurança, utilizando princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, garantindo a estabilidade dos maciços, drenagem de gases e chorume, tratamento de efluentes líquidos, drenagem pluvial, controle e monitoramento ambiental, assim como ações de manutenção de cada componente do sistema, e sua administração e urbanização.

O Monitoramento Operacional e Ambiental do Aterro Sanitário, compreende:

- A coleta e análise trimestral das águas dos poços de monitoramento de águas subterrâneas;
- A coleta e análise trimestral dos pontos de lixiviado (chorume);
- As visitas mensais de inspeção com especialista em resíduos sólidos (sempre que se fizer necessário), incluindo a entrega de relatório técnico descritivo e fotográfico;
- A emissão mensal de Relatório de Monitoramento Operacional e Ambiental.

Os serviços de operação e manutenção deverão ser executados de acordo com as Normas estabelecidas, atendendo integralmente as especificações pertinentes aos aterros sanitários, NBR 13896 e NBR 8419 da ABNT, de acordo com as normativas da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do estado de Rondônia, resolução CONAMA e leis vigentes.

A concepção e a metodologia de execução adotada consideram a realidade local e as condições julgadas necessárias à execução dos serviços, de modo geral deverá contemplar:

- Recepção dos resíduos sólidos no Aterro;
- Sistema de fiscalização, controle e inspeção dos resíduos;
- Preparação de áreas nas frentes de trabalho, para descarga dos resíduos sólidos, incluindo a abertura e manutenção de uma frente de trabalho reservada para a época de chuva, com acessos e locais de descarga;
- Disposição e compactação dos resíduos na frente de serviço, previamente definida;



- Recobrimento dos resíduos com terra compactada;
- Recobrimento final dos resíduos com argila e terra vegetal;
- Reconstrução dos maciços sempre que ocorrerem recalques, escorregamentos, rupturas e trincas nos taludes;
- Higienização da edificação, dividida entre copa, banheiro/vestiários e escritório;
- Recolhimento manual dos detritos espalhados pelo vento, principalmente ao redor do cercamento para que estes objetos não cheguem às propriedades vizinhas;
- Limpeza da área, manutenção e execução do paisagismo;
- Limpeza e manutenção dos dispositivos de drenagem pluvial;
- Limpeza e manutenção das estruturas de drenagem de chorume;
- Limpeza e manutenção do sistema de tratamento do chorume;
- Limpeza e manutenção dos veículos;
- Limpeza e manutenção de máquinas e equipamentos;
- Limpeza e manutenção das vias de acesso;
- Manutenção dos portões e cercas de isolamento, impedindo assim o acesso de pessoas não autorizadas;
- Manutenção do cinturão verde;
- Manutenção diária ou replantio das gramas na superfície dos taludes;
- Manutenção dos drenos de gases;
- Manutenção do sistema de poços de monitoramento;
- Aferição anual da balança rodoviária, atestado por um autorizado INMETRO;
- Manutenção e limpeza da balança rodoviária;

#### **5.1.5.16 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:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - 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;

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da intermulti e transdisciplinaridade;

IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; VIII - 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, palestras, campanhas educativas, conscientização, etc.

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

## 6. INDICADORES DE DESEMPENHO

### 6.1 Equipamentos, Veículos e Sistemas de Mobilização Inicial Adequada para Coleta de RSU

Este Indicador está relacionado à disponibilização de veículos, equipamentos e sistema operacionais adequados à execução dos serviços de coleta, fiscalização e disposição final dos RSU, conforme a relação de equipamentos mínimos descritas no caderno de engenharia.

Nota:	Atende ou	<p align="center"><b>Parâmetros:</b></p> <p>Atende: Comprovação Documental de Locação ou Aquisição dos Veículos e Equipamentos Mínimos.</p> <p>Não Atende: Não Comprovação.</p>	Aferição:	1ª ano da concessão
	Não Atende			

#### 6.1.1 Veículo e lixeiras basculante fornecidos para Coleta Seletiva

Este Indicador está relacionado à disponibilização um caminhão  $\frac{3}{4}$  com carroceria e lixeiras para coleta seletiva, como apoio a cooperativa para execução dos serviços de coleta seletiva na área urbana do município, conforme descrito no caderno técnico.

Nota:	Atende ou	<p align="center"><b>Parâmetros:</b></p> <p>Atende: Comprovação Documental de Locação ou Aquisição do Veículo</p> <p>Não Atende: Não Comprovação.</p>	Aferição:	2ª ano da concessão
	Não Atende			

#### 6.1.2 Equipamentos, Veículos e Sistemas - Reposições Programadas

Este indicador está relacionado à disponibilização de veículos, equipamentos e sistema operacionais adequados à execução dos serviços e a reposição Programada, conforme a relação de idade média máxima aceitável, sendo de Caminhões coleta para cada 5 anos; veículos de pequeno porte para cada 5 anos e veículos utilitários para cada 5 anos e

equipamentos: 10 anos.

<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	<b>Parâmetros:</b> Atende: Comprovação Documental de Idade dos Veículos e Equipamentos. Não Atende: Não Comprovação.	<b>Aferição:</b>	A cada 5 anos
--------------	----------------------	--	------------------	---------------

### 6.1.3 Implantação da Central de Triagem de Resíduos Recicláveis

Este indicador de desempenho está relacionado à implantação da Central de Triagem de Resíduos Recicláveis, como estrutura de apoio à cooperativa, a partir do recebimento de RSU realizado pelos serviços de coleta e após a Prefeitura municipal realizar a doação da área para a Concessionária e após a Prefeitura municipal realizar a doação da área para a Concessionária.

<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	<b>Parâmetros:</b> Atende: Conclusão das obras previstas para a implantação da CTRR. Não Atende: Não conclusão das obras previstas para a implantação da CTRR.	<b>Aferição:</b>	3º ano do contrato de concessão
--------------	----------------------	--	------------------	---------------------------------

### 6.1.4 Implantação da Estação de Transbordo

Neste projeto, está sendo proposta a criação de uma instalação dedicada ao gerenciamento de resíduos sólidos. Nessa unidade, ocorrerá o transbordo e a transferência dos resíduos coletados no município, além da separação dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva.

Este indicador de desempenho está relacionado à implantação da estação de transbordo, após a Prefeitura municipal realizar a doação da área para a Concessionária.

<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	<b>Parâmetros:</b> Atende: Conclusão das obras previstas para a Estação de Transbordo. Não Atende: Não conclusão das obras previstas para a Estação de Transbordo.	<b>Aferição:</b>	2º ano do contrato de concessão
--------------	----------------------	--	------------------	---------------------------------

### 6.1.5 Implantação do Ecoponto

Para combater este tipo de descarte, está prevista a instalação de 01 (um) ecoponto para

recebimento de resíduos volumosos, observado os prazo do cronograma para a implantação e operação.

Este indicador de desempenho está relacionado à implantação do Ecoponto, para atendimento do pequeno gerador, após a Prefeitura municipal realizar a doação da área para a Concessionária.

<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	<b>Parâmetros:</b> Atende: Conclusão das obras previstas para implantação do Ecoponto. Não Atende: Não conclusão das obras previstas para implantação do Ecoponto.	<b>Aferição:</b>	3º ano da concessão
--------------	----------------------	--	------------------	---------------------

### 6.1.6 Implantação de aterro sanitário

A responsabilidade pela disposição final dos rejeitos é da concessionária, através da implantação, operação e manutenção do aterro sanitário, e será realizada em um local apropriado devidamente com área fornecida pela prefeitura municipal de Juína, passível de licenciamento para essa finalidade. Os equipamentos necessários serão de propriedade da concessionária, especialmente projetados para essa tarefa, assegurando que a operação ocorra de maneira segura e em conformidade com as regulamentações ambientais e legais aplicáveis.

Este indicador de desempenho está relacionado implantação, operação e manutenção do aterro sanitário com licença para operação.

<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	<b>Parâmetros:</b> Atende: Disposição final dos RSU para um Aterro Sanitário com licença de operação. Não Atende: Empreendimento não possui licença de operação.	<b>Aferição:</b>	2º ano de concessão
--------------	----------------------	--	------------------	---------------------

## 6.2 Indicadores de Desempenho de Operacional

### 6.2.1 Coleta Manual e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos

#### 6.2.2.1 Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR

A avaliação de regularidade será feita através dos registros no sistema de monitoramento, em tempo real, dos setores de coleta percorridos pelos veículos de



coleta, confrontando-os com o Plano de Trabalho.

Os registros deverão ser disponibilizados em tempo real para a Fiscalização.

Cada setor de coleta representará um registro no sistema. Da análise dos registros serão verificadas as Irregularidades validadas e determinada a Nota de Regularidade.

Os Registros de Irregularidade (RI) serão confirmados quando:

- Não for executado um itinerário no dia;
- Não for cumprido uma regularidade (fora do intervalo de horário).

**Tabela 26. Quadro de avaliação de Regularidade NR**

<b>Varição do Registro de Irregularidade</b>	<b>Nota de Regularidade - NR</b>
$0\% \leq RI < 10\%$	5
$10\% \leq RI < 15\%$	4
$15\% \leq RI < 20\%$	3
$20\% \leq RI < 25\%$	2
$25\% \leq RI < 30\%$	1
$RI \geq 30\%$	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

#### **6.2.2.2. Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ**

A Avaliação da Qualidade será verificada através das reclamações dos usuários, que forem validadas pela Fiscalização. Deverão ser desconsideradas as reclamações que resultarem em ações corretivas da Concessionária em prazo inferior a 24 horas, contabilizados a partir da notificação no SAC.

Os registros de Irregularidade (RI) serão configurados quando ocorrerem os seguintes eventos:

- Não houver ação corretiva pela CONCESSIONÁRIA;



- Não houver prestação no atendimento (ação corretiva ocorreu após 24 horas);
- Reincidência da reclamação pontual (mesmo local, itinerário ou frequência).

**Tabela 27. Quadro de avaliação de qualidade NQ**

Varição do Registro de Irregularidade	Nota de Regularidade - NQ
$0\% \leq RI < 10\%$	5
$10\% \leq RI < 15\%$	4
$15\% \leq RI < 20\%$	3
$20\% \leq RI < 25\%$	2
$25\% \leq RI < 30\%$	1
$RI \geq 30\%$	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

### 6.2.2.3. Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho

A Nota do Parâmetro de Desempenho de Indicador Operacional da Coleta Manual e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos (NPD IO CMTRSU) será dada pela seguinte relação:

$$\text{NPD IO CMTRSU} = 60\%NR + 40\%NQ$$

**Tabela 28. Valor da nota do parâmetro de desempenho**

Nota NPDIO CMTRSU	Fator de Desconto da Contraprestação Parcial
5	0%
4	5%
3	10%



2	30%
1	50%
0	100%

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

### 6.2.2 Implantação, Operação e Manutenção de Ecopontos

Este indicador está relacionado ao desempenho inerente à implantação, operação e manutenção de Ecopontos.

#### 6.2.2.1 Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR

A regularidade dos serviços a serem prestados será definida no Plano de Trabalho, que deverá ser aprovado pela Fiscalização.

A avaliação de regularidade será feita através de registros de abertura e fechamento de Ecoponto, inseridos no sistema de monitoramento, em tempo real, da operação diária do Ecoponto, confrontando-os com o Plano de Trabalho.

Os registros deverão ser disponibilizados anualmente para a Fiscalização e em cada dia operacional representará um registro no sistema.

Da análise dos registros serão verificadas as Irregularidades validadas e determinada a Nota de Regularidade.

Os Registros de Irregularidade (RI) serão confirmados quando:

- Não for aberto ao uso;
- Não for disponibilizado recipiente adequado para recebimentos dos materiais;
- Não forem cumpridas as metas de instalação de novos Ecopontos, conforme Projeto Básico e Plano de Trabalho.

**Tabela 29. Valor da nota de avaliação de Regularidade**

<b>Variação do Registro de Irregularidade</b>	<b>Nota de Regularidade - NR</b>
0% ≤ RI < 10%	5



10%≤RI<15%	4
15%≤RI<20%	3
20%≤RI<25%	2
25%≤RI<30%	1
RI≥30%	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

#### 6.2.2.2 Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ

A Avaliação da Qualidade será verificada através das reclamações dos usuários, que forem validadas pela Fiscalização. Deverão ser desconsideradas as reclamações que resultarem em ações corretivas da Concessionária em prazo inferior a 24 horas, contabilizados a partir da notificação no SAC.

Os registros de Irregularidade (RI) serão configurados quando ocorrerem os seguintes eventos:

- Não houver ação corretiva pela CONCESSIONÁRIA;
- Não houver prestação no atendimento (ação corretiva ocorreu após 24 horas);
- Reincidência da reclamação pontual (mesmo local, itinerário ou frequência).

**Tabela 30. Quadro de avaliação de qualidade NQ**

<b>Variação do Registro de Irregularidade</b>	<b>Nota de Regularidade - NQ</b>
0%≤RI<10%	5
10%≤RI<15%	4
15%≤RI<20%	3
20%≤RI<25%	2





25% ≤ RI < 30%	1
RI ≥ 30%	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

#### 6.2.2.3 Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho

A Nota do Parâmetro de Desempenho para Implantação Indicador Operacional de Operação e Manutenção de Ecopontos (NPD IO OMEC) será dada pela seguinte relação:

$$\text{NPD IO OMEC} = 60\% \text{NR} + 40\% \text{NQ}$$

**Tabela 31. Valor da nota do parâmetro de desempenho**

<b>Nota NPDIO OMEC</b>	<b>Fator de Desconto da Contraprestação Parcial</b>
5	0%
4	5%
3	10%
2	30%
1	50%
0	100%

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

#### 6.2.3 Aterro Sanitário

Este indicador apresenta o desempenho relacionado à implantação, operação e manutenção aterro sanitário. Os RSU's resultantes da coleta e os rejeitos da valorização que deverão ser encaminhados para o aterro sanitário.



### 6.2.3.1 Avaliação de Regularidade - Nota de Regularidade - NR

A regularidade dos serviços a serem prestados será definida no Plano de Trabalho, que deverá ser aprovado pela Fiscalização.

A avaliação de regularidade será feita através de registros de início e fim de operação diária inserida no sistema de monitoramento, em tempo real, dos serviços de paisagem, e execução dos serviços associados, confrontando-os com o Plano de Trabalho.

Os registros deverão ser disponibilizados anualmente para a Fiscalização e a cada dia operacional representará um registro no sistema. Da análise dos registros serão verificadas as Irregularidades validadas e determinada a Nota de Regularidade.

Os Registros de Irregularidade (RI) serão confirmados quando:

- Não for aberto o aterro, desconsiderados os impedimentos considerados casos fortuitos ou de força maior;
- Não for executado serviço associado.

**Tabela 32. Valor da nota de avaliação de Regularidade**

<b>Variação do Registro de Irregularidade</b>	<b>Nota de Regularidade - NR</b>
$0\% \leq RI < 10\%$	5
$10\% \leq RI < 15\%$	4
$15\% \leq RI < 20\%$	3
$20\% \leq RI < 25\%$	2
$25\% \leq RI < 30\%$	1
$RI \geq 30\%$	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

### 6.2.3.2 Avaliação da Qualidade - Nota de Qualidade - NQ

A Avaliação da Qualidade será verificada através das reclamações dos usuários, que

forem validadas pela Fiscalização. Deverão ser desconsideradas as reclamações que resultarem em ações corretivas da Concessionária em prazo inferior a 24 horas, contabilizados a partir da notificação no SAC.

Os registros de Irregularidade (RI) serão configurados quando ocorrerem os seguintes eventos:

- Não houver ação corretiva pela CONCESSIONÁRIA;
- Não houver prestação no atendimento (ação corretiva ocorreu após 24 horas);
- Reincidência da reclamação pontual (mesmo local, itinerário ou frequência).

**Tabela 33. Quadro de avaliação de qualidade NQ**

<b>Variação do Registro de Irregularidade</b>	<b>Nota de Regularidade - NQ</b>
$0\% \leq RI < 10\%$	5
$10\% \leq RI < 15\%$	4
$15\% \leq RI < 20\%$	3
$20\% \leq RI < 25\%$	2
$25\% \leq RI < 30\%$	1
$RI \geq 30\%$	0

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

#### 6.2.3.3 Cálculo da Nota do Parâmetro de Desempenho

A Nota do Parâmetro de Desempenho para Implantação Indicador Operacional de Destinação e Disposição Final para o Aterro Sanitário (NPD IO DDFAS) será dada pela seguinte relação:

$$\text{NPD IO DDFAS} = 60\%NR + 40\%NQ$$



**Tabela 34. Valor da nota do parâmetro de desempenho**

<b>Nota NPDIO DDFAS</b>	<b>Fator de Desconto da Contraprestação Parcial</b>
5	0%
4	5%
3	10%
2	30%
1	50%
0	100%

**Fonte: Elaboração por MFM Soluções Ambientais**

### 6.3 Indicador social

#### 6.3.1 Apoio e Desenvolvimento às Cooperativas e Associações de Catadores

O objetivo deste indicador é garantir o efetivo apoio à cooperativa de recicláveis e associação de catadores inseridas na usina de triagem e transbordo.

		<b>Parâmetros:</b>		
<b>Nota:</b>	Atende ou Não Atende	Atende: cumpriu todas as metas estabelecidas no Projeto Básico e Plano de Trabalho  Não Atende: Não cumpriu todas as metas estabelecidas no Projeto Básico e Plano de Trabalho	<b>Aferição:</b>	anual

### 6.4 Indicadores de Desempenho - Financeiro

#### 6.4.1 Relatórios Financeiros

Este indicador está relacionado à entrega de Relatórios Financeiros da CONCESSIONÁRIA, auditada por empresa de auditoria, Agência de regulação ou verificador independente.

Nota:	Atende ou Não Atende	<p>Parâmetros:</p> <p>Atende:</p> <p>→ Entrega protocolada do Relatório Financeiro Auditado.</p> <p>→ Entrega dos relatórios de aferição e avaliação do período dos serviços, frente às respectivas contraprestações</p> <p>Não Atende: Não entrega.</p>	Aferição:	anual
-------	-------------------------	--	-----------	-------

### 6.5 Índice de Gestão e Qualidade dos serviços (IGQ)

O Índice de Gestão e Qualidade dos Serviços (IGQ) é o resultado ponderado dos indicadores de atendimento ao usuário e de atendimento ao programa de educação ambiental. A fórmula de cálculo do índice é apresentada a seguir:

$$IGQ = (0,5 * IAU) + (0,5 * EDA)$$

#### 6.5.1 Índice de Atendimento do Usuário (IAU)

O Índice de Atendimento ao Usuário (IAU) é o resultado do número de reclamações procedentes e validadas pela Central de Atendimento ao Usuário. Será admitida como máxima a quantidade de 0,3% (zero vírgula três por cento) da população de Juína em reclamações mensais pertinentes.

Os pedidos de serviços gerados através de solicitações dos munícipes, e encaminhados a partir de Ordens de Serviço para a CONCESSIONÁRIA, não são consideradas reclamações, visto que alguns serviços são prestados através de tal meio.

Serão desconsideradas as reclamações não relacionadas aos serviços prestados pela CONCESSIONÁRIA.

Consideram-se reclamações pertinentes aquelas que o CAU encaminhar via O.S. para a

CONCESSIONÁRIA, e por um possível não atendimento, precisa solicitar o atendimento pela segunda vez, para efetiva resolução e/ou atendimento.

Caso seja resolvida pela CONCESSIONÁRIA nas condições acima descrita não será considerada como reclamação pertinente.

A Central de Atendimento ao Usuário deverá ser implantada pela CONCESSIONÁRIA e operada pelo MUNICÍPIO. A aferição do cumprimento das metas deste item será feita mediante a aplicação da seguinte fórmula de cálculo:

$$IAU = \frac{M_{max}}{NR}$$

Onde: IAU = Índice de Atendimento ao Usuário;

NR = Número de reclamações procedentes e validadas mensais;

Mmax = 0,3% da população total do município segundo as estimativas do IBGE.

Para resultado de Índice de Atendimento ao Usuário > 1, considera-se 1.

## **6.6 Atendimento ao programa de educação ambiental (APEA)**

O objetivo desse indicador é verificar o atendimento satisfatório ao Plano de Trabalho do Programa de Educação Ambiental. Ao longo do contrato, de Concessão deverá realizar as atividades do Programa de Educação Ambiental conforme o Plano de Trabalho apresentado ao PODER CONCEDENTE. A aferição desse indicador será feita mediante a aplicação da seguinte fórmula de cálculo:

$$APEA = \frac{AE}{AP}$$

Onde: APEA = Atendimento ao Plano de Trabalho do Programa de Educação Ambiental;

AE = Ações de Educação Ambiental executadas semestralmente;

AP = Ações de Educação Ambiental planejadas semestralmente.

As ações devem ser cobradas após implantação e funcionamento do aterro sanitário.

Para resultado de Educação Ambiental > 1, considera-se 1. Neste caso as ações de educação ambiental realizadas foram superiores às planejadas, demonstrando uma maior abrangência das ações executadas pela Concessionária.

A comprovação das ações deverá ser realizada através de lista de presença, de registro fotográfico ou da disponibilização dos materiais informativos e/ou educativos produzidos no período analisado.

Este indicador deverá ser mensurado a partir de 12 meses após a data de início de vigência do contrato.

## **7. DOS ESTUDOS E CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO**

Os estudos apresentados foram autorizados e realizados conforme Manifestação de interesse Privado, autorizados conforme ordem de serviço e publicação na data de 27/06/2022.

Inicialmente os estudos foram exclusivamente autorizados tão somente para o município de Juína, mas com possibilidade de recebimento dos municípios circunvizinhos para atendimento por todos da legislação vigente, em especial a PNRS Lei Federal 12305/2010, com a previsão e possibilidade legal de adesão através de convênio de cooperação e outros instrumentos jurídicos de outros municípios conforme previsto no novo marco do saneamento básico Lei Federal 14026/2020 e ainda, com vistas a alcançar a viabilidade técnica, econômica e a economicidade desejada ao projeto através do atendimento conjunto de outros municípios, a empresa autorizada inseriu nos estudos os municípios aqui indicados, a geração estimada de RSU destes para recebimento concomitante a Juína durante a vigência do contrato.

Os quantitativos, infraestruturas e valores inerentes à disposição final foram dimensionados contemplando todos estes demais municípios passíveis de atendimento previstos no projeto, mas ficara a encargo da futura concessionária, conjuntamente com o poder público concedente o diálogo com os demais entes públicos, á possível adesão

ou não dos mesmos ao empreendimento proposto. Não havendo a adesão dos demais entes previstos no projeto, as estruturas, custos e investimentos previstos, deverão ser reavaliados pelo futuro concessionário e bem como pelo poder público concedente visando a manutenção do equilíbrio econômico do futuro contrato.