

ANEXO 2 DA MINUTA DE CONTRATO - PROJETO BÁSICO REFERENCIAL

**COLETA, TRANSBORDO, TRANSPORTE, TRIAGEM PARA REUTILIZAÇÃO OU RECICLAGEM,
TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS**

EDITAL DE CONCESSÃO N.º [x]/[x]

CONSÓRCIO CISPAR

E

[CONCESSIONÁRIA]

2024

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 5 |
| 2. CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS..... | 6 |
| 3. PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO | 9 |
| 3.1. ABRANGÊNCIA DO PROJETO | 9 |
| 3.2. ESCOPO DO PROJETO | 9 |
| 3.3. HORIZONTE DO PROJETO | 9 |
| 3.4. PROJEÇÃO POPULACIONAL | 10 |
| 3.5. QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) | 10 |
| 3.6. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA | 12 |
| 4. CONCEPÇÃO DA ROTA TECNOLÓGICA REFERENCIAL | 13 |
| 4.1. CRITÉRIOS E DIRETRIZES BÁSICAS PARA A CONCEPÇÃO DA ROTA TECNOLÓGICA REFERENCIAL | 13 |
| 4.2. PREMISSAS..... | 13 |
| 4.3. ROTA TECNOLÓGICA ADOTADA..... | 15 |
| 4.4. JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DA TECNOLOGIA DE BIOMETANIZAÇÃO | 16 |
| 5. DESCRITIVO CONCEITUAL DO PROJETO | 18 |
| 5.1. RESUMO GERAL DA ROTA TECNOLÓGICA..... | 18 |
| 5.2. COLETA | 27 |
| 5.3. UNIDADES DE TRIAGEM DE RECICLÁVEIS LOCAIS (UTR)..... | 32 |
| 5.4. TRANSBORDO E TRANSPORTE | 32 |
| 5.5. UNIDADE DE TRIAGEM MECANIZADA (UTM) | 38 |
| 5.6. BIOMETANIZAÇÃO | 44 |
| 5.7. ATERRO SANITÁRIO | 47 |
| 6. REFERÊNCIAS | 49 |
| 7. APÊNDICE I – PROJEÇÕES POPULACIONAIS | 53 |
| 8. APÊNDICE II – PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS NO HORIZONTE DE PROJETO | 54 |



LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – População projetada pela Fundação João Pinheiro (FJP) | 10 |
| Quadro 2 – Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos domésticos (RSD), por MUNICÍPIO..... | 11 |
| Quadro 3 – Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos (RSU) adotada para os MUNICÍPIOS | 12 |
| Quadro 4 – Principais resultados dos cenários avaliados na modelagem preliminar | 17 |
| Quadro 5 – Resumo descritivo das etapas do manejo de RSU e das unidades projetadas | 18 |
| Quadro 6 – Resumo das etapas projetadas da operação do SMRSU | 21 |
| Quadro 7 – Dimensionamento dos veículos e equipamentos de coleta indiferenciada..... | 28 |
| Quadro 8 – Dimensionamento dos veículos e equipamentos de coleta seletiva | 31 |
| Quadro 9 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da coleta indiferenciada..... | 34 |
| Quadro 10 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da coleta seletiva | 35 |
| Quadro 11 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da limpeza urbana (RPU)..... | 36 |
| Quadro 12 – Dimensionamento do novo ATERRO SANITÁRIO | 48 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Balanço de massa da etapa I..... | 23 |
| Figura 2 – Balanço de massa da etapa II..... | 24 |
| Figura 3 – Balanço de massa da etapa III..... | 25 |
| Figura 4 – Balanço de massa da etapa IV | 25 |
| Figura 5 - Desenho esquemático da estação de transbordo padrão adotada | 37 |
| Figura 6 – Desenho esquemático da Unidade de Triagem Mecanizada (UTM) referencial | 41 |
| Figura 7 – Desenho esquemático da área de processamento da Unidade de Triagem Mecanizada (UTM) referencial | 42 |
| Figura 8 - Fluxograma de Biodigestão com Geração de Energia | 46 |



1. INTRODUÇÃO

O presente documento, o PROJETO BÁSICO REFERENCIAL para os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos do CISPARG, é parte integrante do CONTRATO DE CONCESSÃO do SERVIÇO PÚBLICO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (SMRSU) do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Alto Paranaíba (CISPARG).

O CISPARG localiza-se na região do Alto do Paranaíba no estado de Minas Gerais, e tem em Patos de Minas seu município polo. O presente projeto de estruturação de concessão de manejo de resíduos sólidos urbanos abrange 13 (treze) municípios do CISPARG, a saber: Arapuá, Coromandel, Cruzeiro da Fortaleza, Guimarânia, Lagamar, Lagoa Formosa, Patos de Minas, Presidente Olegário, Rio Paranaíba, São Gonçalo do Abaeté, São Gotardo, Serra do Salitre e Tiros. A população total na área de abrangência do projeto é 329.560 habitantes (IBGE 2022).

O propósito do Projeto Básico Referencial é descrever as soluções de engenharia analisadas para o Consórcio, levando em conta o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e demais exigências da legislação ambiental. O intuito é estimar os custos de Capital (CAPEX) e custos Operacionais (OPEX) que servirão de base para o cálculo da tarifa referencial na licitação.

É importante ressaltar que este documento não possui caráter vinculante, permitindo à CONCESSIONÁRIA a escolha de alternativas tecnológicas de sua preferência. No entanto, tais escolhas devem estar alinhadas com as obrigações e metas estabelecidas no CONTRATO e seus anexos.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS

A infraestrutura de manejo dos RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS nos MUNICÍPIOS apresenta deficiências e irregularidades, especialmente no que tange à disposição final de resíduos sólidos urbanos. Apresentam-se a seguir resumo Conforme Diagnóstico Técnico realizado no primeiro trimestre de 2023 e atualizado em abril de 2024.

Quanto aos serviços de coleta indiferenciada domiciliar atualmente prestados pelo poder público, de forma direta ou através de empresa contratada, verificou-se que o atendimento se dá de forma satisfatória à população urbana e aos centros dos distritos municipais, embora não universalizado. A coleta indiferenciada nas áreas rurais é realizada com frequência menor que na área urbana, concentrando-se basicamente nos dias pós finais de semana. A população rural apresenta característica de ocupação dispersa, distribuída em grandes extensões de área.

A maioria dos municípios executa a coleta indiferenciada e transporte de RSU por administração direta, através de secretarias municipais, a exceção de: i) Patos de Minas, que possui contrato de terceirização desses serviços; ii) Lagoa Formosa, que utiliza um sistema híbrido com frota e motorista da prefeitura municipal e mão de obra terceirizada (empresa Solid Construtores e Serviços), que também opera a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC); e iii) Presidente Olegário, que possui contrato com empresa terceirizada local para fornecimento apenas da frota de caminhões basculantes para a coleta domiciliar.

Há dois tipos de carrocerias montadas sobre chassis adotadas na coleta e transporte de RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (RSD): com e sem compactação. As carrocerias sem compactação são normalmente abertas com descarga mediante báscula, apresentam a desvantagem de não serem estanques e ocasionarem o derramamento de chorume nas vias públicas. Por isso devem ser cobertas por lonas para evitar o escape de resíduos pela ação do vento durante o percurso. As carrocerias com compactação são utilizadas pela maioria dos municípios (10 municípios), são fechadas e dotadas de dispositivos hidráulicos e mecânicos que possibilitam a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria.

Dois municípios, Coromandel e São Gotardo, possuem coleta seletiva. Coromandel possui sistema de coleta seletiva estruturado que atende parte do município, com coleta porta a porta. A coleta seletiva no município é uma ação coordenada envolvendo os municípios que compõem o Consórcio Intermunicipal – Região Integrada de Desenvolvimento Sustentável (RIDES), cujo objetivo é promover a inclusão social e a geração de trabalho e renda para os catadores de recicláveis. O programa realiza ainda a compostagem de resíduos orgânicos e de poda de árvores, para geração de composto para a horta comunitária mantida pela Prefeitura Municipal. Em São Gotardo a coleta seletiva é realizada pela

prefeitura municipal com um caminhão pequeno de propriedade do município. A divulgação e mobilização social ainda é incipiente e, eventualmente, o veículo não cumpre a rota planejada por falhas operacionais.

Os resíduos recolhidos pela coleta seletiva em Coromandel são encaminhados para a Unidade de Reciclagem, instalada em galpão de propriedade da Prefeitura Municipal, operada por 12 catadores pertencentes à Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Coromandel (CNPJ 21.903.546/0001-22), que também executa a coleta seletiva. Existe no local uma prensa e uma esteira. Em São Gotardo, os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para o Ecoponto municipal (em galpão alugado pela prefeitura municipal) onde cinco catadores realizam a triagem dos materiais. A comercialização é feita pelos catadores e a arrecadação retida por eles. Ainda não há organização de catadores, embora a prefeitura municipal tenha reportado que pode haver interesse dos catadores. A prefeitura municipal acredita que a realização do projeto de concessão poderá repercutir em benefícios ao município que favoreçam a formação de associação de catadores.

Três municípios do CISPAP realizam recuperação de recicláveis em Unidades de Triagem de RSU a partir da coleta indiferenciada domiciliar regular, sem separação na fonte geradora: Lagoa Formosa, Presidente Olegário e Lagamar.

Em Lagoa Formosa, todos os resíduos da coleta indiferenciada domiciliar são destinados à Unidade de Triagem e Compostagem operada pela Prefeitura Municipal com mão de obra terceirizada. A Unidade de Triagem dispõe de esteira de catação e três prensas hidráulicas para enfardamento do material. Em 2023 foi implantada uma Unidade de Triagem completamente nova no município e que mantém cerca de 30 trabalhadores terceirizados.

Em Presidente Olegário há uma Unidade de Triagem de Recicláveis e Compostagem administrada pela Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Na unidade trabalham 14 servidores públicos municipais que dispõem de duas prensas hidráulicas, um trator agrícola e uma retroescavadeira.

No município de Lagamar, todos os resíduos da coleta indiferenciada domiciliar são destinados à Unidade de Triagem e Compostagem, operada por servidores da Prefeitura Municipal. Essa Unidade de Triagem dispõe de esteira de catação, duas prensas hidráulicas e seis carrinhos para transporte de material. Além disso, é a única UTC em operação que possui licença ambiental vigente.

Rio Paranaíba concluiu a implantação de unidade de triagem e compostagem, e até o momento da elaboração desse documento está aguardando a ligação definitiva de energia elétrica, por parte da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), para subcontratar a operação da unidade.

Com relação à disposição final, 3 MUNICÍPIOS (Cruzeiro da Fortaleza, Rio Paranaíba e São Gonçalo do Abaeté) operam lixões municipais. Os municípios de Lagamar, Lagoa Formosa e Presidente Olegário operam valas (sem quaisquer sistemas de controle ambiental) para disposição de rejeitos em áreas nas unidades de triagem e/ou compostagem municipais. Os municípios de São Gotardo, Serra do Salitre e Tiros operam estação de transbordo em área de lixão desativado e encaminham resíduos sólidos urbanos para aterro sanitário privado localizado em Bambuí. O mesmo ocorre em Arapuá e Coromandel que destina RSU em aterro sanitário privado de Uberlândia. O município de Guimarães destina seus RSU a aterro sanitário privado em Uberaba. No entanto, em visita a campo, verificou-se que nos municípios de Arapuá, Guimarães, São Gotardo, Serra do Salitre e Tiros persistem condições irregulares de acumulação temporária de RSU sobre terreno natural, incluindo eventuais práticas de enterramento dos resíduos que excedem a capacidade de armazenamento dos contêineres nas ESTAÇÕES DE TRANSBORDO, precárias em estrutura e operação. Não foi realizada visita de campo ao transbordo de Coromandel, a qual foi implantada após a validação do diagnóstico junto ao CISPAP. O município de Patos de Minas dispõe os rejeitos em aterro sanitário municipal sem licença ambiental vigente, cuja operação é realizada por empresa terceirizada.

3. PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO

3.1. Abrangência do Projeto

A exploração do SERVIÇO PÚBLICO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (SMRSU), abrangerá as ÁREAS URBANAS e ÁREAS RURAIS dos 13 (treze) MUNICÍPIOS do CISPAP relacionados a seguir: Arapuá, Coromandel, Cruzeiro da Fortaleza, Guimarães, Lagamar, Lagoa Formosa, Patos de Minas, Presidente Olegário, Rio Paranaíba, São Gonçalo do Abaeté, São Gotardo, Serra do Salitre e Tiros.

3.2. Escopo do Projeto

O escopo geral dos serviços compreende:

1. As atividades de coleta indiferenciada e seletiva, transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos, englobando:

- (i) resíduos domiciliares (também denominado resíduos domésticos – RSD);
- (ii) resíduos equiparados aos domésticos, isto é, os resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, nos termos das legislações municipais, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta.

2. As atividades de transbordo, transporte, triagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos originários do SERVIÇO PÚBLICO DE LIMPEZA URBANA (SPLU).

3.3. Horizonte do Projeto

O horizonte de projeto adotado na avaliação das alternativas será o mesmo definido pela Portaria nº 557, de 11/11/2016, do Ministério das Cidades (MCID), estabelecido em 30 (trinta) anos.

- Ano de início da concessão (ano 1).....2025.
- Ano de final da concessão (ano 30).....2054.

3.4. Projeção populacional

O apêndice I apresenta o resultado da projeção populacional ano a ano, e por município, que foi adotada no estudo referencial. A metodologia para a estimativa da geração é apresentada a seguir.

Para estimar a população dos MUNICÍPIOS para o horizonte do projeto foi adotada, como população-base, aquela do Censo Demográfico do ano de 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e, para as projeções populacionais, a nível municipal, foram adotadas aquelas realizadas pela Fundação João Pinheiro (FJP), órgão oficial de produção de informações sociais e econômicas do estado de Minas Gerais e parceiro técnico do IBGE, no âmbito do Sistema de Projeções e Estimativas Populacionais (SISPEP), para os anos 2025, 2030, 2035 e 2040 (conforme Quadro 1). Para se estimar a população dos MUNICÍPIOS nos demais anos não cobertos pela FJP, adotou-se a taxa de crescimento linear entre os quinquênios e, a partir de 2040, adotou-se taxa de crescimento nula, com a população sendo mantida constante até o último ano da CONCESSÃO.

Quadro 1 – População projetada pela Fundação João Pinheiro (FJP)

| Municípios | 2025 (hab.) | 2030 (hab.) | 2035 (hab.) | 2040 (hab.) |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Arapuá | 2.910 | 2.922 | 2.844 | 2.505 |
| Coromandel | 29.161 | 29.367 | 28.867 | 26.558 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 4.317 | 4.373 | 4.206 | 4.038 |
| Guimarânia | 8.151 | 8.326 | 8.466 | 8.593 |
| Lagamar | 7.873 | 7.895 | 7.803 | 7.065 |
| Lagoa Formosa | 18.355 | 18.481 | 18.349 | 17.654 |
| Patos de Minas | 157.231 | 161.109 | 163.445 | 165.495 |
| Presidente Olegário | 20.006 | 20.064 | 20.097 | 20.091 |
| Rio Paranaíba | 12.760 | 12.875 | 12.719 | 11.297 |
| São Gonçalo do Abaeté | 7.355 | 7.544 | 7.617 | 7.676 |
| São Gotardo | 36.017 | 36.632 | 37.257 | 37.819 |
| Serra do Salitre | 11.859 | 12.036 | 12.070 | 12.081 |
| Tiros | 6.554 | 6.435 | 6.121 | 5.811 |
| Total | 322.549 | 328.059 | 329.861 | 326.683 |

Fonte: FJP, 2021.

3.5. Quantificação da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU)

A projeção da geração de resíduos no horizonte de projeto por município, a cada ano, está apresentada no apêndice II. A metodologia para a estimativa da geração é apresentada na sequência.

3.5.1. Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)

A estimativa da geração de RSD corresponde ao produto da população projetada, pela geração *per capita* de RSD. A geração *per capita* foi adotada conforme o porte populacional de cada município, segundo valores de geração *per capita* por faixa populacional reportados pela FEAM (2017). Para o município de Patos de Minas, adotou-se o valor de geração *per capita* de 0,860 kg/hab./dia, calculado a partir de dados operacionais de pesagem dos veículos de coleta fornecidos pelo município, quando da visita técnica para fins de diagnóstico da situação dos resíduos sólidos. O Quadro 2 apresenta a geração *per capita* adotada para cada município.

Quadro 2 – Geração *per capita* de resíduos sólidos domésticos (RSD), por MUNICÍPIO.

| Município | Per capita de RSD (kg/hab./dia) |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Arapuá | 0,681 |
| Coromandel | 0,697 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,681 |
| Guimarânia | 0,654 |
| Lagamar | 0,654 |
| Lagoa Formosa | 0,697 |
| Patos de Minas | 0,860 |
| Presidente Olegário | 0,697 |
| Rio Paranaíba | 0,697 |
| São Gonçalo do Abaeté | 0,654 |
| São Gotardo | 0,697 |
| Serra do Salitre | 0,697 |
| Tiros | 0,654 |
| Total / Média Per Capita | 0,694 |

Fonte: Adaptado FEAM, 2017 e considerando os valores de RSD efetivamente pesados de Patos de Minas.

3.5.2. Resíduos de Limpeza Urbana (RPU)

A quantidade de resíduos gerados decorrente dos serviços de limpeza urbana (varrição, capina, poda etc.) foi estimada a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2021 – ano base 2020), considerando a razão RPU/RSD média dos municípios mineiros que informaram os dados de RPU segregados de RSD no SNIS e cuja população fosse menor que 200.000 habitantes, semelhante ao porte dos municípios que compõem o CISPAR.

Com essas premissas definidas, o cenário de análise foi formado por 123 municípios, que apresentaram razão RPU/RSD média de 23,5%. Esse valor foi adotado para dimensionamento do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos.

3.5.3. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os RSD e RPU, por isso foram estimados mediante o somatório das duas frações, por municípios: $RSU = RSD + RPU$.

3.6. Composição gravimétrica

Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da maioria dos municípios não abordam a composição gravimétrica dos resíduos. Os que abordam (Coromandel, Patos de Minas, Serra do Salitre e Presidente Olegário) apresentam valores de composição média divergentes das médias nacionais e regionais.

Diante disso, no presente estudo, foi adotada a média reportada pela Fundação Estadual de Meio Ambiente, em estudo realizado em 2015 (FEAM, 2017). Como resultado do referido estudo, verificou-se que a fração orgânica possui a maior representatividade seguida pela de recicláveis e a de rejeitos, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos (RSU) adotada para os MUNICÍPIOS

| Fração | Percentual sobre o RSU |
|---------------------------|------------------------|
| Orgânica | 44,82 % |
| Potencialmente reciclável | 40,05 % |
| Rejeito | 15,13 % |

Fonte: FEAM, 2017.

4. CONCEPÇÃO DA ROTA TECNOLÓGICA REFERENCIAL

4.1. Critérios e diretrizes básicas para a concepção da rota tecnológica referencial

A definição das rotas tecnológicas que nortearam a escolha do modelo de manejo dos RSU partiu das diretrizes apontadas na Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MMA/FUNASA, adaptadas ao projeto em curso, a seguir, resumidas:

- (i) Estratégia cronológica de implementação das unidades e da estruturação de serviços componentes da rota tecnológica constituinte da CONCESSÃO;
- (ii) Instrumentos para inclusão dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos termos da Lei Federal nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos);
- (iii) Instrumentos para o encerramento e monitoramento de aterros sanitários existentes, no caso de operação temporária durante período anterior à implantação do ATERRO SANITÁRIO previsto no projeto referencial;
- (iv) Estrutura comercial para recuperação de custos a ser considerada (cobrança conjunta com outro serviço público);
- (v) Recuperação energética de resíduos sólidos, nos termos do Art. 9º, § 1º, da Lei Federal nº 12.305/2010;
- (vi) Instrumentos para o atendimento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da mitigação de gases de efeito estufa;
- (vii) Rota tecnológica que considera especificidades locais.
- (viii) Ações de educação ambiental.

4.2. Premissas

Para a concepção deste projeto básico, foram consideradas as seguintes premissas:

- (i) Considerou-se exclusivamente os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que englobam os resíduos domésticos (RSD) e os resíduos originários da limpeza urbana (RPU). Os resíduos especiais estão fora do escopo da CONCESSÃO, mas poderão ser incorporados pelo futuro CONCESSIONÁRIO para recebimento de receita extraordinária;
- (ii) Embora o gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) não faça parte do escopo do projeto, será obrigação da Concessionária a segregação inicial destes resíduos, quando

misturados aos RSU coletados, pois em geral eles representam uma parcela considerável dos RPU enviados à disposição final. No entanto, se for interesse da futura CONCESSIONÁRIA a prestação de serviços de gerenciamento de RCC, as receitas provenientes do recebimento e beneficiamento dos RCC serão constituídas como receitas extraordinárias;

- (iii) Atendeu-se, obrigatoriamente, aos requisitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), notadamente no que diz respeito ao artigo 9º, que estabelece que deve ser observada a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, bem como as diretrizes da Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual nº 18.031/2009 e Decreto Estadual nº 45.181/2009);
- (iv) Buscaram-se tecnologias que permitem a valorização dos RSU, além da recuperação do seu potencial energético, sempre considerando a modicidade tarifária;
- (v) Adotou-se, como obrigatório, o uso de veículo gaiola para a realização da coleta seletiva em todos os municípios do projeto;
- (vi) Adotou-se o limite de 50 km para o percurso do caminhão de coleta indiferenciada ou seletiva, do fim da coleta até a unidade onde ocorrerá o processo de descarga;
- (vii) Adotou-se como premissa a produção de combustível derivado de resíduos sólidos urbanos (CDRu), a partir do ano 8 da concessão, devido à potencial absorção desse CDRu por indústrias da região. O tempo de 8 anos é relevante para negociações e eventual necessidade de adaptação do sistema de queima de CDRu por parte das indústrias interessadas.
- (viii) Foram considerados os seguintes programas como necessários para atender diretrizes das Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos: programa de recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos; de educação ambiental; e de inserção social de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. O detalhamento desses programas está colocado no Anexo 4 – CADERNO DE ENCARGOS.

Considerou-se, para este momento de Consulta Pública, a utilização do aterro existente no município de Patos de Minas¹ nos primeiros anos da CONCESSÃO, tendo em vista ser a melhor alternativa, no que se refere ao custo-benefício, para estabelecer a calibração da tarifa base referencial da licitação. Entretanto, para utilização desse aterro será necessária a regularização das licenças ambientais até o final da consulta pública, caso contrário, outra solução referencial de disposição final ambientalmente adequada será estudada e adotada nos documentos do edital de licitação

4.3. Rota tecnológica adotada

Com base nas premissas apresentadas, a rota tecnológica adotada neste projeto básico referencial é composta das seguintes etapas e/ou unidades:

- Coleta indiferenciada;
- Coleta seletiva;
- Triagem local em unidade de triagem e compostagem (UTC) ou unidade de triagem de resíduos (UTR) operadas e mantidas pela administração pública direta ou por organização de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, com a realização de triagem manual de RSU, quando existentes ou quando criadas ao longo da concessão;
- Transbordo em estações de transbordo, quando necessário;
- Transporte;
- UNIDADE DE TRIAGEM MECANIZADA (UTM), para fins de reutilização ou reciclagem da fração seca e tratamento anaeróbio da fração orgânica;
- Biometanização;
- Compostagem;
- Aterro sanitário com captura do biogás.

¹ Caberá ao município de Patos de Minas a obtenção da licença ambiental do aterro sanitário até o final da CONSULTA PÚBLICA, para fins de utilização pela CONCESSIONÁRIA. Caso o aterro sanitário não esteja licenciado até O FINAL DA CONSULTA PÚBLICA, o estudo referencial considerará outro(s) aterro(s) sanitário(s) devidamente licenciado(s) para o projeto de concessão.

4.4. Justificativa para escolha da tecnologia de biometanização

Inicialmente foram avaliadas tecnologias de aproveitamento energético passíveis de uso no estado de Minas Gerais e com potencial de aplicação na região. Para tanto, considerou-se o contexto socioeconômico regional do CISPAR.

Numa segunda etapa, foi aplicada metodologia de ponderação das alternativas tecnológicas de destinação final de RSU, desenvolvida para três alternativas: gaseificação, biometanização e pirólise. Os critérios para comparação entre as três tecnologias baseiam-se em três conjuntos de variáveis: tecnológicas, socioambientais e econômicas, visando uma abordagem dos múltiplos aspectos que compõem uma tecnologia. A tecnologia de biometanização obteve a maior pontuação, em função do elevado teor de orgânicos dos resíduos da coleta domiciliar e do menor custo de investimento e operação. Além disso, é sabido que as atividades agropecuárias e agroindustriais possuem grande representatividade no contexto econômico da região do CISPAR, podendo-se inferir que existe potencial demanda para os subprodutos do tratamento da fração orgânica como insumo agrícola.

Em uma terceira etapa, verificou-se a rota tecnológica que apresentasse melhor custo-benefício em termos de conciliação da modicidade tarifária e o máximo aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos. Foram avaliados vários cenários, considerando diferentes arranjos municipais: inicialmente, nas primeiras versões do estudo de modelagem preliminar, a área de planejamento foi dividida em três agrupamentos, sendo os municípios de Patrocínio, Carmo do Paranaíba e Patos de Minas as centralidades de massa dos respectivos agrupamentos. No entanto, durante a elaboração do estudo, houve a desistência de três municípios do projeto: Patrocínio, Carmo do Paranaíba e Matutina. Com a saída de dois municípios populosos (Patrocínio e Carmo do Paranaíba), Patos de Minas passou a representar 54% da geração total de RSU do CISPAR, deslocando a centralidade de massa da área de estudo.

Visto a representatividade do município de Patos de Minas² no contexto do projeto, optou-se por avaliar três rotas tecnológicas que centralizam o tratamento e a disposição final dos RSU no município de Patos de Minas, mas avaliando três diferentes tecnologias:

- Cenário 1: UTM (300 t/d) + Biometanização (130 t/d) + Aterro Sanitário (com captura de biogás)
- Cenário 2: UTM (300 t/d) + Aterro Sanitário (com captura de biogás)
- Cenário 3: Gaseificação (200 t/d) + Aterro sanitário (com captura de biogás)

Os três cenários foram avaliados quanto aos custos de implantação e de operação para os 30 anos de concessão e quanto ao quantitativo de RSU destinado para aterro sanitário, cujos resultados, em termos de modelagem preliminar, são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Principais resultados dos cenários avaliados na modelagem preliminar

| Cenário | Custo <i>per capita</i> estimado* (R\$/hab./mês) | Rejeito em aterro sanitário (%) |
|----------------------------|---|------------------------------------|
| Cenário 1 (Biometanização) | 6,52 | 33 |
| Cenário 2 (UTM) | 5,60 | 50 |
| Cenário 3 (Gaseificação) | 6,95 | 32 |

*Obtido por meio da divisão do custo total pela população projetada.

Fonte: Consórcio Vital, 2023

Os resultados apontaram o Cenário 2 como aquele de menor custo global. No entanto, por contemplar somente a triagem mecanizada dos resíduos e o tratamento de pequena parcela de orgânicos por meio da compostagem, 50% dos RSU são destinados para aterro sanitário, portanto, não atendendo às metas do Planares (2022).

De maneira geral, as metas do Planares relacionadas à/ao i) aumento da sustentabilidade econômico-financeira do serviço de manejo de RSU; ii) aumento da capacidade de gestão dos municípios; e iii) eliminação das práticas de disposição inadequada de resíduos; são atendidas pelo

² Caberá ao município de Patos de Minas a obtenção da licença ambiental do aterro sanitário até O FINAL DA CONSULTA PÚBLICA, para fins de utilização pela CONCESSIONÁRIA. Caso o aterro sanitário não esteja licenciado até O FINAL DA CONSULTA PÚBLICA, o estudo referencial considerará outro(s) aterro(s) sanitário(s) devidamente licenciado(s) para o projeto de concessão.

próprio modelo de concessão do serviço de manejo de RSU. As metas de redução da quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para aterros sanitários e de recuperação energética da fração de resíduos secos e resíduos orgânicos estão diretamente relacionadas à rota tecnológica e à tecnologia de tratamento de resíduos adotada e, portanto, seu atingimento varia conforme o cenário escolhido.

Verificou-se que as metas relacionadas à recuperação de resíduos orgânicos e ao seu maior desvio de aterro sanitário são mais bem atendidas no cenário 1, que inclui o tratamento por meio de unidade de biometanização, ao passo que as metas relativas à recuperação energética dos resíduos são mais bem atendidas pelo cenário que pressupõe o tratamento dos resíduos via gaseificação (cenário 3). Os cenários 1 e 3 apresentaram valores próximos de índice de aterramento de resíduos, uma vez que a unidade tecnológica de gaseificação do cenário 3 não atenderia a totalidade dos municípios. No entanto, os resultados da modelagem apontaram que a rota tecnológica do cenário 1 possui custo total menor do que a rota tecnológica do cenário 3.

Diante do exposto, considerou-se que o cenário que obteve os melhores resultados diante das premissas e objetivos estabelecidos foi o cenário 1, que contempla a biometanização na rota tecnológica.

5. DESCRITIVO CONCEITUAL DO PROJETO

5.1. Resumo geral da rota tecnológica

5.1.1. Descrição do manejo de resíduos sólidos urbanos e infraestrutura projetada

No Quadro 5 é apresentado resumo das etapas do manejo de resíduos sólidos e das respectivas unidades projetadas para o atendimento dos MUNICÍPIOS.

Quadro 5 – Resumo descritivo das etapas do manejo de RSU e das unidades projetadas

| Etapa/ Unidade Projetada | Descrição |
|-----------------------------|---|
| Coleta indiferenciada | Universalização da coleta indiferenciada a partir do ano 1 da CONCESSÃO, considerando coleta porta a porta em 100% da área urbana e coleta ponto a ponto em 100% da área rural. A coleta foi dimensionada para uma frota com 20 caminhões compactadores de 15m ³ , e 144 contenedores de 1m ³ . |
| Coleta seletiva | Universalização da coleta seletiva a partir do ano 1 da concessão para os municípios que possuem unidade de triagem local, considerando coleta porta a porta em 100% da área urbana e ponto a ponto em 100% da área rural. Para os municípios que não possuem unidade de triagem local, a universalização da coleta seletiva ocorre a partir do ano 3 da concessão, com exceção de Patos de Minas, que se dará no ano 2, quando será implantada a unidade de triagem local. A partir do ano 3, a coleta foi dimensionada para uma frota com 9 caminhões tipo gaiola de 10 m ³ e a colocação de 90 contenedores de 1 m ³ , quando estiver plenamente implantada em todo o consórcio. |

| Etapa/ Unidade Projetada | Descrição |
|-----------------------------|--|
| Triagem local | <p>Visando à inclusão socioprodutiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, dentre outras ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construção de uma UTR no município de Patos de Minas³ no ano 1 da CONCESSÃO, que será repassada ao município para operação e manutenção; - Encaminhamento dos resíduos da coleta seletiva primeiramente para as unidades de triagem locais existentes: Coromandel, Lagamar, Lagoa Formosa, Patos de Minas, Presidente Olegário, Rio Paranaíba e São Gotardo. - Recolhimento dos rejeitos das unidades de triagem locais existentes e encaminhamento para próxima etapa do manejo de RSU. |
| Transbordo | <p>Construção de 5 (cinco) estações de transbordo, dispendo um total de 22 caixas <i>roll on roll off</i> (10 para resíduos da coleta indiferenciada, 6 para resíduos da coleta seletiva e 6 para resíduos da limpeza urbana) com capacidade de 30m³, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ETR 01 em Arapuá: atendendo aos municípios de Arapuá, Rio Paranaíba, Tiros e São Gotardo; - ETR 02 em Coromandel: atendendo apenas ao município de Coromandel; - ETR 03 em Cruzeiro da Fortaleza: atendendo aos municípios de Cruzeiro da Fortaleza, Serra do Salitre e Guimarânia; - ETR 04 em São Gonçalo do Abaeté: atendendo apenas ao município de São Gonçalo do Abaeté e; - ETR 05 em Presidente Olegário: atendendo aos municípios de Lagamar e Presidente Olegário. |
| Transporte | <p>Transporte dos resíduos das estações de transbordo para a unidade subsequente da rota tecnológica. Frota calculada com 8 carretas de 3 eixos, do tipo <i>roll on roll off</i>.</p> |
| Triagem Mecanizada | <p>Unidade de Triagem Mecanizada (UTM) no município de Patos de Minas com início de operação no ano 3 da CONCESSÃO, com capacidade nominal de 300 t/d, para fins de reciclagem e reutilização da fração seca e a segregação da fração orgânica, para posterior tratamento biológico, além da produção de CDRu caso haja viabilidade econômica.</p> |
| Biometanização | <p>Implantação de uma unidade de tratamento biológico por biometanização no município de Patos de Minas, com capacidade nominal de 130 t/d, com início de operação no ano 8 da CONCESSÃO.</p> |
| Disposição final temporária | <p>Preparo das células ou plataformas do ATERRO SANITÁRIO* de Patos de Minas, a ser utilizado entre o ano 1 e o ano 4 da CONCESSÃO;</p> |
| Disposição final | <p>Implantação de novo ATERRO SANITÁRIO no município de Patos de Minas, dotado de sistema de captura de biogás, com início da operação no ano 5 da CONCESSÃO.</p> |

*Caberá ao município de Patos de Minas obter a licença ambiental do aterro sanitário até o final da consulta pública, para fins de utilização pela concessionária. Caso o aterro sanitário não esteja licenciado ambientalmente até o final da consulta pública, o estudo referencial considerará outro(s) aterro(s) sanitário(s) devidamente licenciado(s) para o projeto de concessão.

Fonte: elaboração própria.

³ Está sendo avaliada, enquanto decorre a Consulta Pública, a possibilidade de implantação de unidades de triagem locais em outros municípios do projeto.

5.1.1. Etapas de implantação do projeto

É importante estabelecer uma estratégia que permita escalonar a implementação de unidades e a estruturação dos serviços, de forma a garantir um processo gradual e progressivo de implementação da rota tecnológica, em que estejam presentes o atendimento às metas, às legislações ambientais e ao ganho de qualidade na prestação dos serviços, sem comprometer sua sustentabilidade econômico-financeira.

Nessa perspectiva, estabeleceu-se estratégia cronológica de implementação das unidades e da estruturação de serviços (conforme o Quadro 6) da seguinte forma:

- Etapa I: dispor da infraestrutura mínima para a coleta indiferenciada, coleta seletiva e disposição final temporária em aterro sanitário licenciado, realizar os estudos e elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para o encerramento dos lixões e dos aterros controlados, e iniciar a inclusão socioproductiva das organizações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, bem como as ações de educação ambiental;
- Etapa II: implantação da UTM e compostagem da fração orgânica visando à ampliação gradativa do aproveitamento e reciclagem dos resíduos, e à redução de rejeitos encaminhados para disposição final em aterro sanitário;
- Etapa III: implantar a disposição final ambientalmente adequada em novo ATERRO SANITÁRIO licenciado, prevendo a coleta centralizada do biogás;
- Etapa IV: promoção do aproveitamento energético da fração orgânica dos RSU por meio de biometanização e produção de CDR, visando à redução de emissões de gases de efeito estufa e redução dos rejeitos encaminhados para disposição final em ATERRO SANITÁRIO.

Quadro 6 – Resumo das etapas projetadas da operação do SMRSU

| Etapa | I | | II | | III | | | IV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|----|---|-----|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 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 |
| Coleta indiferenciada | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Coleta seletiva ¹ | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Triagem local ² | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Transbordo | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Transporte | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Triagem Mecanizada ³ | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Compostagem | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Biometanização | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Aterro sanitário transitório | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Novo ATERRO SANITÁRIO | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

¹ A coleta seletiva será realizada desde o Ano 1 somente nos municípios que possuem UTR. Com exceção de Patos de Minas, nos demais municípios, a coleta seletiva será iniciada a partir do início da operação da UTM (Ano 3 da concessão) ou a partir do momento em que esses municípios tiverem organizações de catadores estruturadas, o que ocorrer primeiro. Em Patos de Minas, a coleta seletiva será iniciada no Ano 2 da concessão, a partir da implantação da unidade de triagem local.

² Encaminhamento dos resíduos da coleta seletiva e recolhimento dos rejeitos.

³ A partir do Ano 3 será implantada a UTM para separação dos recicláveis e orgânicos e a partir do Ano 8 a UTM será incrementada para a produção de CDRu, caso haja viabilidade econômica.

Fonte: elaboração própria.

5.1.2. Fluxograma da rota tecnológica e balanço de massa

As figuras apresentadas na sequência ilustram o balanço de massa projetado em cada etapa, conforme a estratégia cronológica de implementação das unidades e da estruturação de serviços relacionados à rota tecnológica proposta.

Cabe destacar que a linha de produção de CDRu estará disponível, por concepção da rota tecnológica referencial, desde o início da operação da triagem mecanizada (ano 3 da concessão). Contudo adotou-se que sua operação seria iniciada a partir do ano 8 da concessão considerando-se que esse tempo é relevante para negociações e eventual necessidade de adaptação do sistema de queima de CDRu por parte das indústrias interessadas. Nessa perspectiva, adotou-se que enquanto não houver viabilidade de mercado, o CDRu não será produzido.

Com relação à operação da UTM, convém ponderar que nos anos 3 e 4 há um excedente de quase 7 toneladas diárias representando uma variação marginal. Com efeito, deve ser prevista a ocorrência de alguns ajustes operacionais pontuais, como aumentar o tempo de operação da unidade em uma hora a mais por dia ou acrescentar operadores na etapa de triagem de recicláveis. Esses ajustes permitiriam que a UTM opere um pouco acima da capacidade de 300 t/dia, sem aumento da infraestrutura da unidade adquirida.

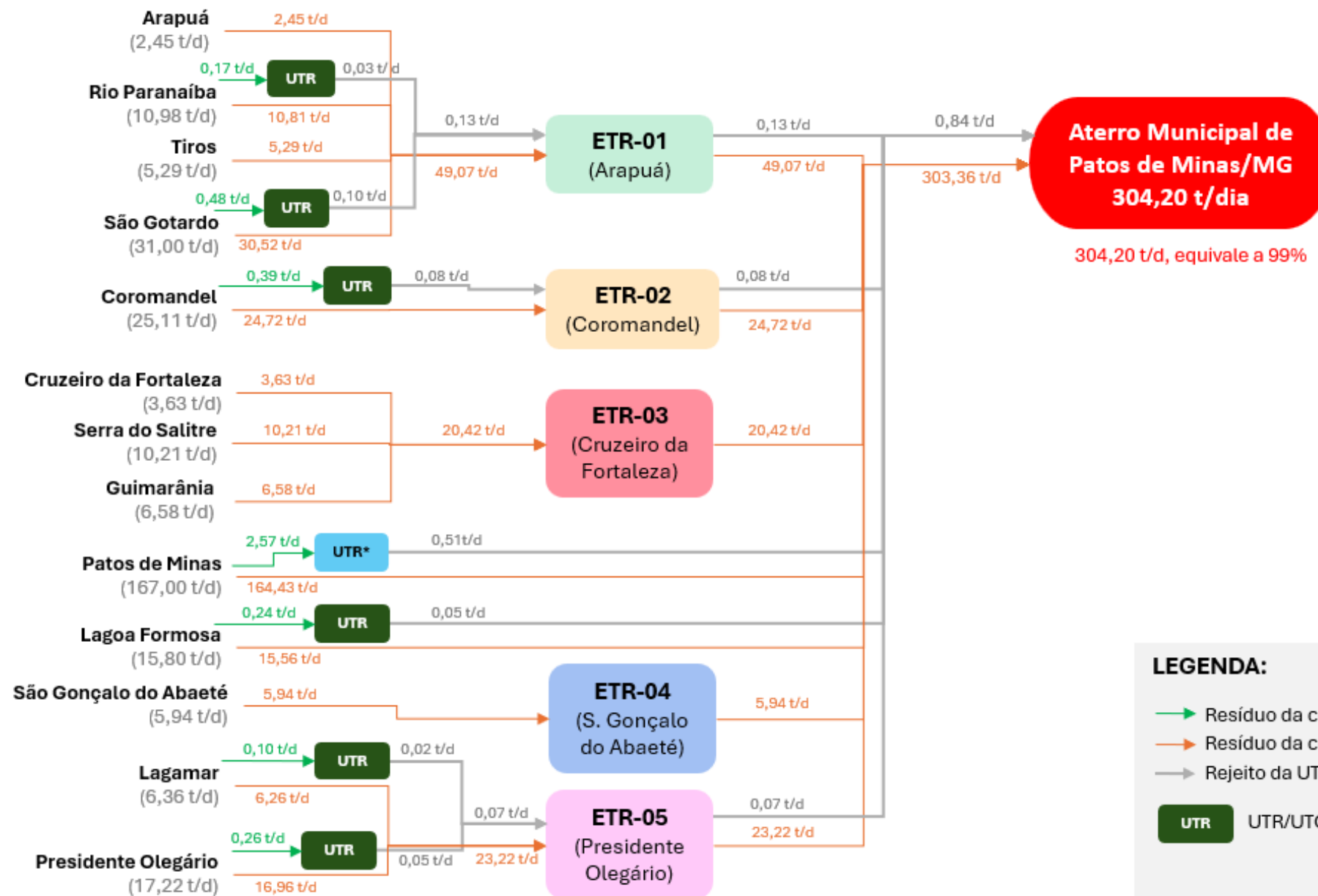
Figura 1 – Balanço de massa da etapa I



CONSÓRCIO VITAL

Balanço de Massa – Cenário de Projeto - Anos 1 e 2

Geração Total de RSU (RSD + RPU): 307,57 t/dia



LEGENDA:







-  Resíduo da coleta seletiva
 -  Resíduo da coleta indiferenciada
 -  Rejeito da UTR
 -  UTR UTR/UTC local existente
 -  UTR UTR/UTC local à construir
 -  ETR-0N Estação de Transferência de RSU (Transbordo)
- * Início da coleta seletiva e operação da UTR de Patos de Minas a partir do Ano 2

Figura 2 – Balanço de massa da etapa II

Balanço de Massa – Cenário de Projeto - Anos 3 e 4



CONSÓRCIO VITAL

Geração Total de RSU (RSD + RPU): 309,77 t/dia

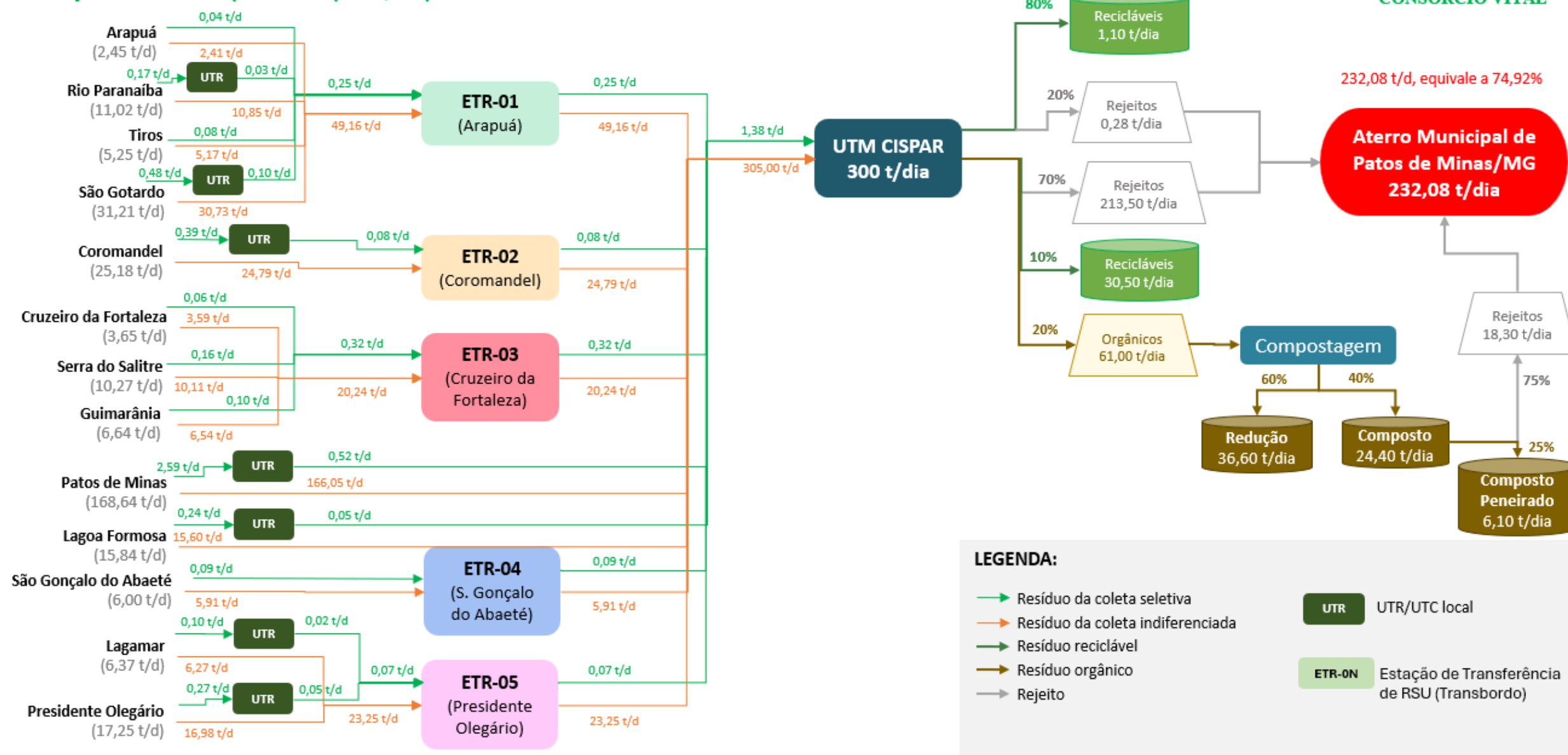


Figura 3 – Balanço de massa da etapa III

Balanço de Massa – Cenário de Projeto - Anos 5 ao 7

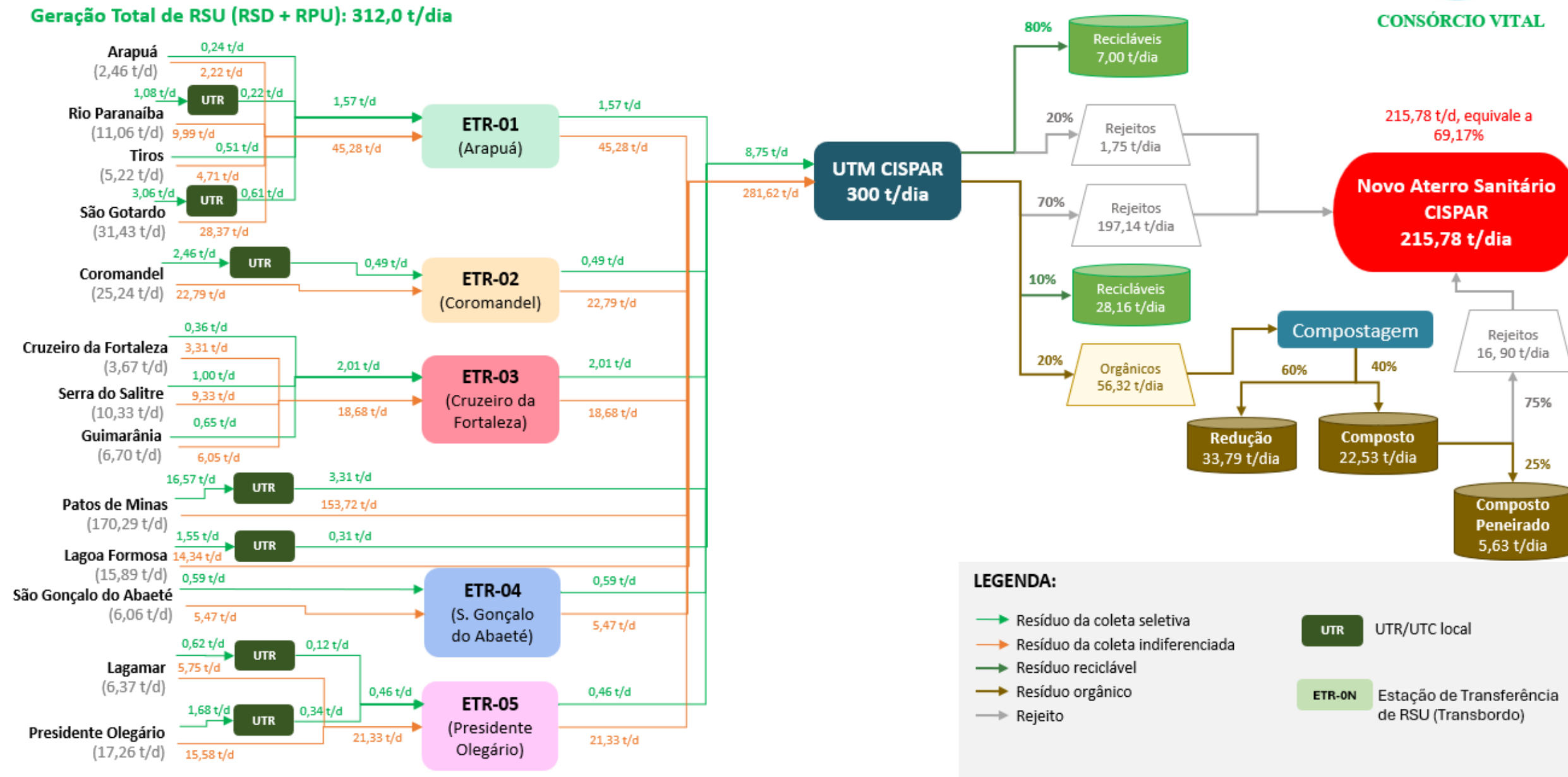


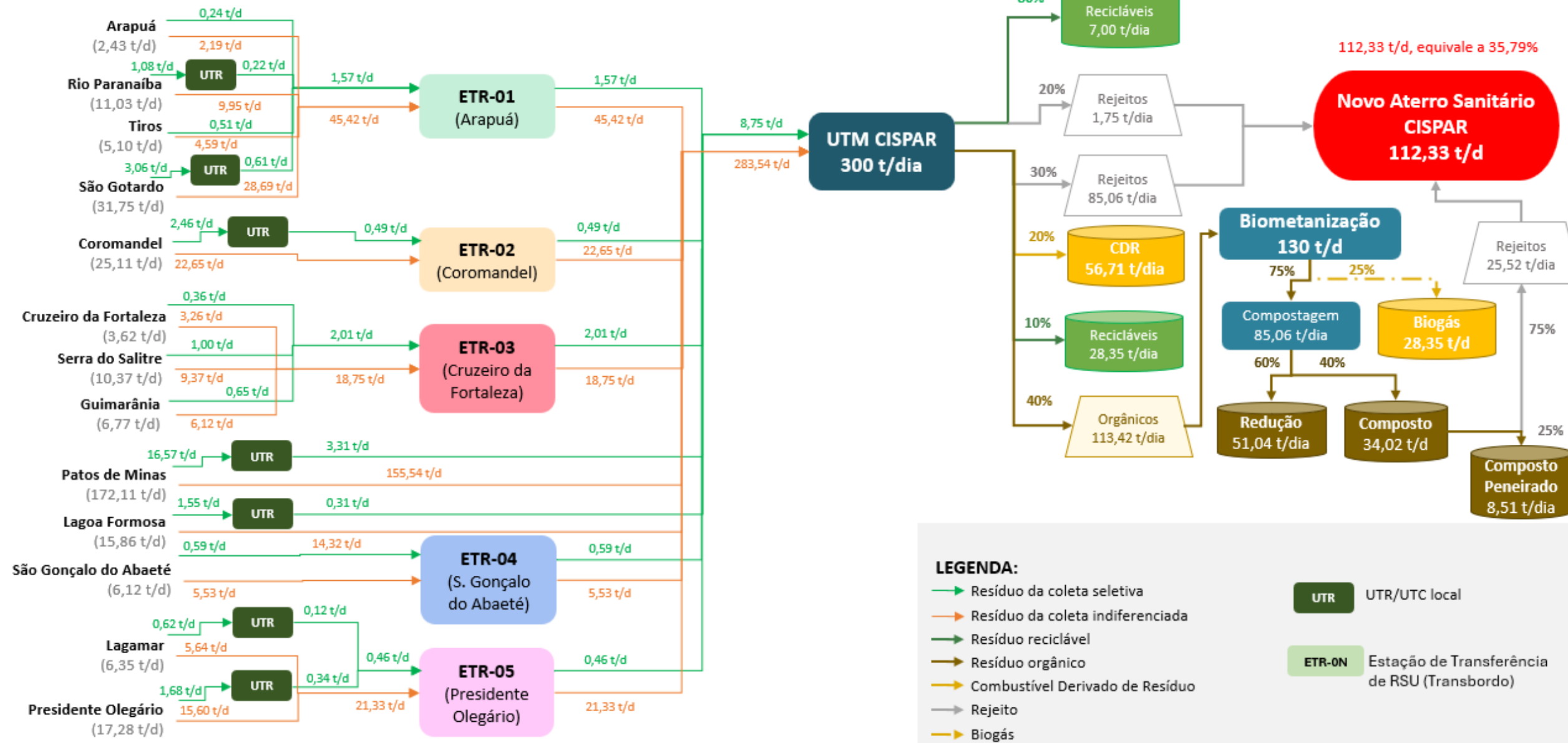
Figura 4 – Balanço de massa da etapa IV

Balanço de Massa – Cenário de Projeto - Anos 8 ao 30



CONSÓRCIO VITAL

Geração Total de RSU (RSD + RPU): 313,9 t/dia



5.2. Coleta

A rota tecnológica adotada inclui dois tipos de coleta: a coleta seletiva, para os resíduos secos com potencial de reciclagem, e a coleta indiferenciada, para os demais resíduos. Em ambas foi adotada frota nova e própria, e estabeleceu-se a vida útil dos veículos em 8 anos.

Para o RPU foram considerados transbordo, transporte e a DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA nas áreas e/ou unidades de tratamento da CONCESSIONÁRIA, permanecendo a execução dos serviços de varrição, poda e capina sob responsabilidade das prefeituras municipais.

5.2.1. Coleta indiferenciada

A coleta indiferenciada será universalizada a partir do ano 1 da CONCESSÃO. O dimensionamento da frota de veículos considerou a utilização de caminhões compactadores com capacidade de 15 m³ (utilizando ou não contentores que possam ser operados por estes caminhões), com taxa de compactação aproximada de 3:1, por serem os veículos de melhor relação custo-benefício para as quantidades envolvidas. A definição da quantidade de RSD a ser coletada em área rural e urbana obedeceu a proporção existente de população urbana e rural, conforme IBGE (2010).

Para o dimensionamento da frota de veículos para a coleta indiferenciada foram adotadas as seguintes premissas:

- Proporção entre população urbana e ruralCenso Demográfico, 2010
- Peso específico dos resíduos soltos.....0,23 t/m³
- Capacidade de carga útil do caminhão compactador.....7.250 kg
- Número de viagens por dia.....2 viagens/dia
- Jornada de trabalho.....8 h/d.

Ao todo, foram previstos 20 caminhões compactadores de 15m³ e 144 contentores de 1 m³, sendo a especificação dos equipamentos as apresentadas abaixo:

- Coletor compactador para lixo urbano, com carregamento traseiro, capacidade volumétrica útil de 15m³, montado em chassi eletrônico com peso bruto total de 16.000kg.
- contentores em polietileno com capacidade de 1.000 litros, basculáveis em caminhões coletores compactadores com capacidade de 15 m³, a serem utilizados na coleta de RSD nas zonas rurais.

No Quadro 7 está apresentado o dimensionamento dos veículos e equipamentos para coleta indiferenciada.

Quadro 7 – Dimensionamento dos veículos e equipamentos de coleta indiferenciada

| Municípios | Quantidade de RSD (t/dia) ano 5 | Coleta área urbana RSD (t/dia) ano 5 | Coleta área rural RSD (t/dia) ano 5 | Destinação | Quantidade de resíduos (t/dia) ano 5 | Quantidade roteiros | Nº de roteiros adotados | Quantidade caminhões 15 m³ | Necessidade containers 1000 litros pelo RSD rural | Nº de containers adotados | Quantidade motoristas (sem reserva) | Quantidade coletores (sem reserva) |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Arapuá | 1,75 | 1,31 | 0,43 | Transbordo Arapuá | 35,68 | 2,46 | 3 | 3 | 1,88 | 2 | 3 | 6 |
| Rio Paranaíba | 7,87 | 4,83 | 3,04 | | | | | | 13,23 | 14 | | |
| São Gotardo | 22,35 | 21,12 | 1,24 | | | | | | 5,37 | 6 | | |
| Tiros | 3,71 | 2,59 | 1,12 | | | | | | 4,89 | 5 | | |
| Coromandel | 17,96 | 14,12 | 3,83 | Transbordo Coromandel | 17,96 | 1,24 | 2 | 2 | 16,67 | 17 | 2 | 4 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 2,61 | 2,23 | 0,38 | Transbordo Cruzeiro da Fortaleza | 14,72 | 1,02 | 2 | 2 | 1,65 | 2 | 2 | 4 |
| Guimarânia | 4,76 | 3,88 | 0,88 | | | | | | 3,82 | 4 | | |
| Serra do Salitre | 7,35 | 5,40 | 1,95 | | | | | | 8,46 | 9 | | |
| Lagamar | 4,53 | 3,06 | 1,47 | Transbordo Pres. Olegário | 16,81 | - | - | - | 6,41 | 7 | 2 | 4 |
| Presidente Olegário | 12,28 | 8,69 | 3,59 | | | | | | 15,60 | 16 | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 4,31 | 2,87 | 1,44 | Transbordo São Gonçalo do Abaeté | 4,31 | 0,30 | 1 | 1 | 6,27 | 7 | 1 | 2 |
| Lagoa Formosa | 11,30 | 8,54 | 2,76 | UTM | 11,30 | 0,78 | 1 | 1 | 12,01 | 13 | 1 | 2 |
| Patos de Minas | 121,13 | 111,54 | 9,59 | UTM | 121,13 | 8,35 | 9 | 9 | 41,71 | 42 | 9 | 18 |
| | | | | | | SUBTOTAL | 20 | 20 | | 144 | 20 | 40 |

Nota 1: Os municípios foram agrupados por destinação. A quantidade de roteiros necessária foi calculada pela razão entre a quantidade de RSD do agrupamento e a capacidade de carga do veículo coletor (14,5 t/roteiro). Foi adotado apenas o coletor de 15 m³.

Nota 2: A necessidade de containers foi calculada pela razão entre a quantidade de RSD área rural de cada município e a capacidade do container adotado (1 m³ - 0,23 t)

Fonte: Consórcio Vital, 2024

5.2.2. Coleta seletiva

Para os municípios que possuem unidade de triagem local, a coleta seletiva deverá ser universalizada a partir do ano 1 da concessão. Para os municípios que não possuem unidade de triagem local, a coleta seletiva deverá ser universalizada a partir do ano 3 da concessão, momento em que a UTM iniciará a operação. O município de Patos de Minas terá o serviço da coleta seletiva universalizado a partir do ano 2 da concessão, após o início da operação da UNIDADE DE TRIAGEM LOCAL a ser construída pela CONCESSIONÁRIA. Caso em algum outro município seja implantada uma Unidade de Triagem Local antes do ano 3, a coleta seletiva será realizada antes do ano 3 nesse município se, e somente se, houver acordo entre PODER CONCEDENTE e CONCESSIONÁRIA considerando as adequações que se fizerem necessárias no PLANO DE OPERACIONALIZAÇÃO E INVESTIMENTOS e considerando o equilíbrio econômico-financeiro do CONTRATO. A coleta seletiva terá frota específica e independente daquela a ser utilizada na coleta indiferenciada. Para a coleta seletiva o veículo especificado foi o caminhão do tipo gaiola, com capacidade de 10 m³.

A coleta seletiva deverá ser implantada em duas modalidades, porta a porta e nos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) a serem implantados.

Para o dimensionamento da frota de veículos para a coleta seletiva foram adotadas as seguintes premissas:

- Proporção de reciclável sobre o RSU40,05%
- Peso específico dos resíduos soltos.....0,23 t/m³
- Capacidade volumétrica do caminhão gaiola.....10 m³
- Número de viagens por dia.....2 viagens/dia
- Jornada de trabalho.....8 h/d.

Ao todo, foram previstos 9 caminhões gaiola de 10 m³ e 30 PEV (90 contenedores), sendo a especificação dos equipamentos:

- Caminhão peso bruto total (PBT) mínimo de 14.000 kg; potência mínima de 180 cv, tipo turbo 4 cilindros. Emissões máximas de acordo com programa de controle da poluição do ar por veículos automotores (PROCONVE). Montado com carroceria tipo gaiola armada para caminhão de coleta, fabricada em aço estrutural “ASTM A-36” a ser acoplada em veículo; com fechamento em tela nas laterais, frontal, traseira e no teto, com capacidade total de até 18 m³; sem divisões internas. Deverá possuir chapa de aço compatível com a



carroceria, para fixação de arte de acordo com o modelo definido pelo PODER CONCEDENTE.

No Quadro 8 está apresentado o dimensionamento dos veículos e equipamentos para a coleta seletiva.

Quadro 8 – Dimensionamento dos veículos e equipamentos de coleta seletiva

| Municípios | Quantidade de resíduos (t/dia) ano 5 | Vai para UTRs locais | Vai para UTM | Rejeito das UTRs locais | Quantidade de resíduos (t/dia) ano 5 | Quantidade roteiros | Nº de roteiros adotado | Quantidade caminhões gaiolas (10 m³) | Quantidade PEVs | Quantidade PEVs adotada | Quantidade de containers adotada |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|
| Arapuá | 0,24 | - | 0,24 | - | 4,93 | 1,07 | 2 | 2 | 0,18 | 1 | 3 |
| Rio Paranaíba | 1,09 | 1,09 | - | 0,22 | | | | | 0,79 | 1 | 3 |
| São Gotardo | 3,09 | 3,09 | - | 0,62 | | | | | 2,24 | 3 | 9 |
| Tiros | 0,51 | - | 0,51 | - | | | | | 0,37 | 1 | 3 |
| Coromandel | 2,48 | 2,48 | - | 0,50 | 2,48 | 0,54 | 1 | 1 | 1,80 | 2 | 6 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,36 | - | 0,36 | - | 4,96 | 1,08 | 2 | 2 | 0,26 | 1 | 3 |
| Guimarânia | 0,66 | - | 0,66 | - | | | | | 0,48 | 1 | 3 |
| Serra do Salitre | 1,02 | - | 1,02 | - | | | | | 0,74 | 1 | 3 |
| Lagamar | 0,63 | 0,63 | - | 0,13 | | | | | 0,45 | 1 | 3 |
| Presidente Olegário | 1,70 | 1,70 | - | 0,34 | | | | | 1,23 | 2 | 6 |
| São Gonçalo do Abaeté | 0,60 | - | 0,60 | - | 0,43 | 1 | 3 | | | | |
| Lagoa Formosa | 1,56 | 1,56 | - | 0,31 | 18,32 | 3,98 | 4 | 4 | 1,13 | 2 | 6 |
| Patos de Minas | 16,75 | 16,75 | - | 3,35 | | | | | 12,14 | 13 | 39 |
| | | | | | | SUBTOTAL | 9 | 9 | | 30 | 90 |

Fonte: Consórcio Vital, 2024.

5.3. Unidades de Triagem de Recicláveis locais (UTR)

O projeto propõe conciliar a atuação da futura concessionária com a atuação dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis. Para tanto, considerou-se que os resíduos da coleta seletiva deverão ser encaminhados para as unidades de triagem locais dos respectivos municípios, operadas via administração pública direta ou por organizações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis.

Para tratamento dos resíduos da coleta seletiva realizada no município de Patos de Minas, considerou-se a implantação de uma UNIDADE DE TRIAGEM LOCAL composta por galpão de 30 x 35 m² e equipamentos, tal como tremonha de alimentação, mesa de triagem com esteira mecanizada, prensa, balança e empilhadeira, a ser operada manualmente por organização de catadores do município.

Portanto, considerou-se que os resíduos da coleta seletiva serão encaminhados para as UNIDADES DE TRIAGEM LOCAL dos seguintes municípios: Coromandel, Lagamar, Lagoa Formosa, Patos de Minas, Presidente Olegário, Rio Paranaíba e São Gotardo.

Além da implantação da UTR em Patos de Minas, considerou-se que a CONCESSIONÁRIA irá adquirir 3 balanças rodoviárias móveis, para fins de pesagem dos resíduos na entrada e saída das UNIDADES DE TRIAGEM LOCAL.

5.4. Transbordo e transporte

Estação de transbordo é um local dotado de infraestrutura apropriada para a transferência de resíduos sólidos urbanos (RSU) de um veículo coletor para outro veículo com maior capacidade de carga, que transportará estes resíduos até a unidade de tratamento e/ou até a disposição final.

Foi projetada a implantação de 5 (cinco) estações de transbordo, nos municípios de: Arapuá, Cruzeiro da Fortaleza, Presidente Olegário, São Gonçalo do Abaeté e Coromandel, conforme apresentado no Quadro 9.

Na

Quadro 10 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da coleta seletiva

| DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Municípios | Quantidade de recicláveis oriundos da | Quantidade de rejeitos das UTCs locais (t/dia) | Transbordo | Capacidade transbordo (t/d) | Destinação ¹ | Quantidade de caixas por dia | Tempo (h) de ida e volta a 50 km/h | Viagens por dia (viagem/d) |
| | | | | | | | | |

| | coleta seletiva (t/dia) ano 5 | ano 5 | | | | | + descarga | | |
|-----------------------|-------------------------------|-------|---------------------------------|-------|-----|------|------------|------|--|
| Arapuá | 0,2 | - | ETR 01 Arapuá | 45,23 | UTM | 0,23 | 2,90 | 2,76 | |
| Rio Paranaíba | - | 0,2 | | | | | | | |
| São Gotardo | - | 0,6 | | | | | | | |
| Tiros | 0,5 | - | | | | | | | |
| Coromandel | - | 0,5 | ETR 02 Coromandel | 22,76 | UTM | 0,07 | 5,86 | 1,37 | |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,4 | - | ETR 03 Cruzeiro da Fortaleza | 18,66 | UTM | 0,29 | 3,42 | 2,34 | |
| Guimarães | 0,7 | - | | | | | | | |
| Serra do Salitre | 1,0 | - | | | | | | | |
| Lagamar | - | 0,1 | ETR 05 Presidente Olegário | 21,31 | UTM | 0,07 | 2,45 | 3,27 | |
| Presidente Olegário | - | 0,3 | | | | | | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 0,6 | - | ETR 04 São Gonçalo do Abaeté | 5,47 | UTM | 0,09 | 5,14 | 1,56 | |
| Lagoa Formosa | - | 0,3 | - | - | UTM | - | - | - | |
| Patos de Minas | - | 3,3 | - | - | UTM | - | - | - | |

¹ A partir do ano 3. Durante os dois primeiros anos da concessão o transporte será realizado até o local da disposição final (aterro sanitário regularizado).

(-) As células preenchidas com traço indicam que o conteúdo da coluna correspondente não se aplica ao município.

Fonte: Consórcio Vital, 2024

Quadro 11 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da limpeza urbana (RPU)

| DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Municípios | Quantidade de resíduos da limpeza urbana (t/dia) ano 5 | Transbordo | Capacidade transbordo (t/d) | Destinação ¹ | Distância ao destino (km) | Quantidade de caixas por dia | Tempo (h) de ida e volta a 50 km/h + descarga | Viagens por dia (viagem/d) | Necessidade de caixas (und.) | Necessidade de carretas (und.) | Momento de transporte (t x km/d) |
| Arapuá | 0,47 | ETR 01 Arapuá | 45,23 | UTM | 59,90 | 0,64 | 2,90 | 2,76 | 1 | 0,23 | 571,74 |
| Rio Paranaíba | 2,11 | | | | | | | | | | |
| São Gotardo | 5,98 | | | | | | | | | | |
| Tiros | 0,99 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------------------------|-------|-----|--------|------|------|------|---|------|--------|
| Coromandel | 4,80 | ETR 02 Coromandel | 22,76 | UTM | 134,00 | 0,32 | 5,86 | 1,37 | 1 | 0,23 | 643,66 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,70 | ETR 03 Cruzeiro da Fortaleza | 18,66 | UTM | 73,00 | 0,26 | 3,42 | 2,34 | 1 | 0,11 | 287,47 |
| Guimarânia | 1,27 | | | | | | | | | | |
| Serra do Salitre | 1,97 | | | | | | | | | | |
| Lagamar | 1,21 | ETR 05 Presidente Olegário | 21,31 | UTM | 48,70 | 0,30 | 2,45 | 3,27 | 1 | 0,09 | 219,01 |
| Presidente Olegário | 3,28 | | | | | | | | | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 1,15 | ETR 04 São Gonçalo do Abaeté | 5,47 | UTM | 116,00 | 0,08 | 5,14 | 1,56 | 1 | 0,05 | 133,82 |
| Lagoa Formosa | 3,02 | - | - | UTM | 13,90 | - | - | - | - | - | - |
| Patos de Minas | 32,40 | - | - | UTM | 19,60 | - | - | - | - | - | - |

¹ A partir do ano 3. Durante os dois primeiros anos da concessão o transporte será realizado até o local da disposição final (aterro sanitário regularizado).

Fonte: Consórcio Vital, 2024

Figura 5 é apresentado o croqui da estação de transbordo padrão projetada, que prevê edificação de apoio operacional e administrativo, plataforma de transferência para descarga por gravidade, sistema de drenagem de efluentes e cobertura metálica, sendo:

- Área de descarga.....300 m²;
- Área de transbordo.....52,5 m²;
- Área de acesso/manobra dos caminhões de coleta.....450 m²;
- Área de acesso/manobra das carretas.....840 m²;
- Cobertura.....75 m²;

Para cálculo do custo de transporte das estações de transbordo para a UTM, foi considerado o transporte através de carretas de 3 eixos, do tipo *roll on roll off*, para transporte de caixas com capacidade de até 30 m³.

O transporte foi dimensionado com 8 carretas, distribuídas da seguinte maneira:

- 4 carretas para a coleta indiferenciada, sendo 1 para reserva técnica;
- 2 carretas para a coleta seletiva, sendo 1 para reserva técnica;
- 2 carretas para os resíduos da limpeza urbana (RPU), sendo 1 para reserva técnica.

Adicionalmente, foi dimensionado com 22 caixas *roll on roll off*, distribuídas da seguinte maneira:

- 10 caixas para a coleta indiferenciada, sendo 1 para reserva técnica;
- 6 caixas para a coleta seletiva, sendo 1 para reserva técnica;
- 6 caixas para os resíduos da limpeza urbana (RPU), sendo 1 para reserva técnica.

No dimensionamento do transporte, adotou-se como parâmetro:

- Peso específico dos resíduos da coleta indiferenciada na carreta.....0,50 t/m³;
- Peso específico dos resíduos da coleta seletiva na carreta.....0,23 t/m³;
- Capacidade volumétrica da caixa *roll on roll off*.....30 m³;
- Velocidade de transporte.....50 km/h;
- Jornada de trabalho.....8 h/d.

No Quadro 9, Quadro 10 e Quadro 11 estão apresentados os resultados do dimensionamento da frota e equipamentos para o transporte dos resíduos da coleta indiferenciada, da coleta seletiva e da limpeza urbana (RPU), respectivamente. Além disso, foi considerada a vida útil de 10 anos para as carretas de transporte.

Quadro 9 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da coleta indiferenciada

| DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Municípios | Quantidade de resíduos da coleta indiferenciada (t/dia) ano 5 | Transbordo | Capacidade transbordo (t/d) | Destinação ¹ | Distância ao destino (km) | Quantidade de caixas por dia | Tempo (h) de ida e volta a 50 km/h + descarga | Viagens por dia (viagem/d) | Necessidade de caixas (und.) | Necessidade de carretas (und.) | Momento de transporte (t x km/d) |
| Arapuá | 1,75 | ETR 01 Arapuá | 45,23 | UTM | 59,90 | 2,38 | 2,90 | 2,76 | 3 | 0,86 | 2.140,63 |
| Rio Paranaíba | 7,88 | | | | | | | | | | |
| São Gotardo | 22,39 | | | | | | | | | | |
| Tiros | 3,72 | | | | | | | | | | |
| Coromandel | 17,98 | ETR 02 Coromandel | 22,76 | UTM | 134,00 | 1,20 | 5,86 | 1,37 | 2 | 0,88 | 2.409,88 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 2,61 | ETR 03 Cruzeiro da Fortaleza | 18,66 | UTM | 73,00 | 0,98 | 3,42 | 2,34 | 1 | 0,42 | 1.076,29 |
| Guimarânia | 4,77 | | | | | | | | | | |
| Serra do Salitre | 7,36 | | | | | | | | | | |
| Lagamar | 4,54 | ETR 05 Presidente Olegário | 21,31 | UTM | 48,70 | 1,12 | 2,45 | 3,27 | 2 | 0,34 | 819,99 |
| Presidente Olegário | 12,30 | | | | | | | | | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 4,32 | ETR 04 São Gonçalo do Abaeté | 5,47 | UTM | 116,00 | 0,29 | 5,14 | 1,56 | 1 | 0,19 | 501,03 |
| Lagoa Formosa | 11,32 | - | - | UTM | 13,90 | - | - | - | - | - | - |
| Patos de Minas | 121,32 | - | - | UTM | 19,60 | - | - | - | - | - | - |

¹ A partir do ano 3. Durante os dois primeiros anos da concessão o transporte será realizado até o local da disposição final (aterro sanitário regularizado).

Fonte: Consórcio Vital, 2024

Quadro 10 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da coleta seletiva

| DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Municípios | Quantidade de recicláveis oriundos da coleta seletiva (t/dia) ano 5 | Quantidade de rejeitos das UTCs locais (t/dia) ano 5 | Transbordo | Capacidade transbordo (t/d) | Destinação ¹ | Quantidade de caixas por dia | Tempo (h) de ida e volta a 50 km/h + descarga | Viagens por dia (viagem/d) | Necessidade de caixas (und.) | Necessidade de carretas (und.) | Momento de transporte (t x km/d) |
| Arapuá | 0,2 | - | ETR 01 Arapuá | 45,23 | UTM | 0,23 | 2,90 | 2,76 | 1 | 0,08 | 94,23 |
| Rio Paranaíba | - | 0,2 | | | | | | | | | |
| São Gotardo | - | 0,6 | | | | | | | | | |
| Tiros | 0,5 | - | | | | | | | | | |
| Coromandel | - | 0,5 | ETR 02 Coromandel | 22,76 | UTM | 0,07 | 5,86 | 1,37 | 1 | 0,05 | 65,82 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,4 | - | ETR 03 Cruzeiro da Fortaleza | 18,66 | UTM | 0,29 | 3,42 | 2,34 | 1 | 0,12 | 146,98 |
| Guimarães | 0,7 | - | | | | | | | | | |
| Serra do Salitre | 1,0 | - | | | | | | | | | |
| Lagamar | - | 0,1 | ETR 05 Presidente Olegário | 21,31 | UTM | 0,07 | 2,45 | 3,27 | 1 | 0,02 | 22,40 |
| Presidente Olegário | - | 0,3 | | | | | | | | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 0,6 | - | ETR 04 São Gonçalo do Abaeté | 5,47 | UTM | 0,09 | 5,14 | 1,56 | 1 | 0,05 | 68,42 |
| Lagoa Formosa | - | 0,3 | - | - | UTM | - | - | - | - | - | - |
| Patos de Minas | - | 3,3 | - | - | UTM | - | - | - | - | - | - |

¹ A partir do ano 3. Durante os dois primeiros anos da concessão o transporte será realizado até o local da disposição final (aterro sanitário regularizado).

(-) As células preenchidas com traço indicam que o conteúdo da coluna correspondente não se aplica ao município.

Fonte: Consórcio Vital, 2024

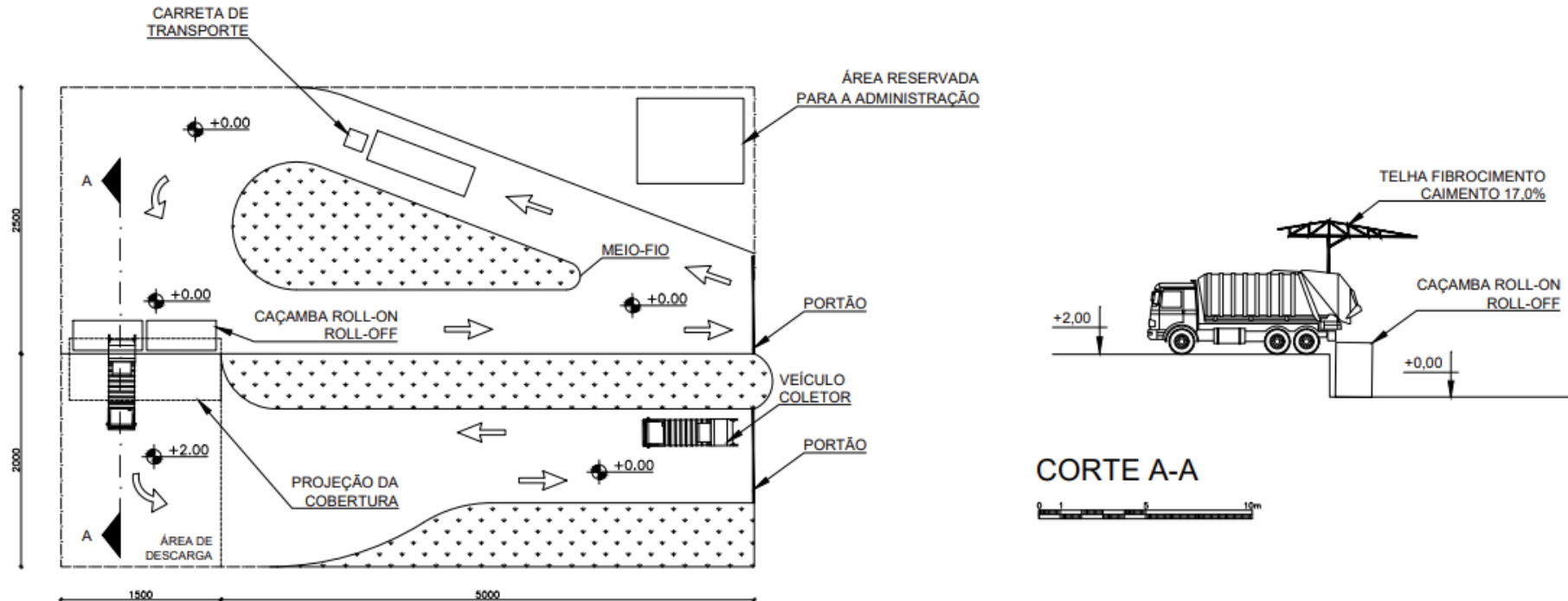
Quadro 11 – Dimensionamento dos equipamentos de transbordo e de transporte dos resíduos da limpeza urbana (RPU)

| DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Municípios | Quantidade de resíduos da limpeza urbana (t/dia) ano 5 | Transbordo | Capacidade transbordo (t/d) | Destinação ¹ | Distância ao destino (km) | Quantidade de caixas por dia | Tempo (h) de ida e volta a 50 km/h + descarga | Viagens por dia (viagem/d) | Necessidade de caixas (und.) | Necessidade de carretas (und.) | Momento de transporte (t x km/d) |
| Arapuá | 0,47 | ETR 01 Arapuá | 45,23 | UTM | 59,90 | 0,64 | 2,90 | 2,76 | 1 | 0,23 | 571,74 |
| Rio Paranaíba | 2,11 | | | | | | | | | | |
| São Gotardo | 5,98 | | | | | | | | | | |
| Tiros | 0,99 | | | | | | | | | | |
| Coromandel | 4,80 | ETR 02 Coromandel | 22,76 | UTM | 134,00 | 0,32 | 5,86 | 1,37 | 1 | 0,23 | 643,66 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,70 | ETR 03 Cruzeiro da Fortaleza | 18,66 | UTM | 73,00 | 0,26 | 3,42 | 2,34 | 1 | 0,11 | 287,47 |
| Guimarânia | 1,27 | | | | | | | | | | |
| Serra do Salitre | 1,97 | | | | | | | | | | |
| Lagamar | 1,21 | ETR 05 Presidente Olegário | 21,31 | UTM | 48,70 | 0,30 | 2,45 | 3,27 | 1 | 0,09 | 219,01 |
| Presidente Olegário | 3,28 | | | | | | | | | | |
| São Gonçalo do Abaeté | 1,15 | ETR 04 São Gonçalo do Abaeté | 5,47 | UTM | 116,00 | 0,08 | 5,14 | 1,56 | 1 | 0,05 | 133,82 |
| Lagoa Formosa | 3,02 | - | - | UTM | 13,90 | - | - | - | - | - | - |
| Patos de Minas | 32,40 | - | - | UTM | 19,60 | - | - | - | - | - | - |

¹ A partir do ano 3. Durante os dois primeiros anos da concessão o transporte será realizado até o local da disposição final (aterro sanitário regularizado).

Fonte: Consórcio Vital, 2024

Figura 5 - Desenho esquemático da estação de transbordo padrão adotada



PLANTA BAIXA - SITUAÇÃO



ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
ESQUEMA BÁSICO – ANTEPROJETO

Fonte: Elaboração própria a partir de licitações do serviço de coleta e transbordo

5.5. Unidade de Triagem Mecanizada (UTM)

O projeto considerou implantar no 3º ano da CONCESSÃO, uma UTM com capacidade de 300 t/d e, complementarmente, uma unidade de biometanização e de produção de CDR, para início máximo de operação a partir do 8º ano de CONCESSÃO, para atendimento das metas de redução progressiva da quantidade de RSU disposta em aterro sanitário e da meta de recuperação de resíduos recicláveis para fins de reutilização e/ou reciclagem. Cabe ressaltar que no processo de triagem implantado, uma linha de produção de CDR poderá ser implantada ou não conforme viabilidade de mercado na região.

A UTM terá capacidade para processar até 300 t/d de resíduos sólidos urbanos, em turno de 8 (oito) horas. A triagem separada de resíduos oriundos da coleta indiferenciada e de resíduos oriundos da coleta seletiva poderá ser realizada em linhas de triagem distintas ou em momentos distintos em uma mesma linha de triagem e está considerada visando maior aproveitamento de materiais destinados à reciclagem. A unidade de processamento do projeto referencial é formada por 2 (duas) linhas de triagem/trituração, com capacidade para processar até 150 toneladas por dia cada, montadas em paralelo, alimentadas por dois carregadores hidráulicos e composta pelos equipamentos especificados a seguir:

a) Sistema de Recepção

Composto por um fosso de concreto com capacidade de 90 m³ cada, para descarga de até 6 (seis) caminhões coletores simultaneamente, e das seguintes peças:

- 1 (um) carregador hidráulico tipo pólipó, confeccionado em chapas de aço carbono, acionamento direto por motor e bomba hidráulica de engrenagens, cinco cilindros hidráulicos com alcance 7 m e giro 270º, capacidade de carga 0,7 m³, comando hidráulico e 5 estágios duplo efeito, com plataforma de operação individual;
- 2 (duas) moegas metálicas para recepção de lixo, capacidade 5 m³, construída em chapas de aço carbono ASTM A-36 e estrutura em perfis laminadas;
- 2 (dois) transportadores mecânicos contínuos, tipo taliscas, construídos em chapas e vigas laminadas de aço carbono, dimensões comprimento 4,0 m largura 1,2 m, com corrente de transporte passo 3", acionamento por motor e redutor, velocidade de transporte 5,0 m/min.

b) Sistema de Triagem (Seleção Manual)

- 2 (dois) transportadores mecânicos contínuos de correia (seleção manual), construídos em chapas de aço carbono ASTM A-36, dimensões comprimento 25,0 m, largura 1,3 m, acionamento indireto por motor e redutor, correia de transporte 48" x 2 lonas, OAN (óleo ácido nítrico), altura acima do solo 2,0

m, com roletes galvanizados diâmetro 4", plataforma metálica de operação, corrimão de proteção, 26 bicas de descarga capacidade 375 litros em cada;

- 52 (cinquenta e dois) carrinhos metálicos manuais, capacidade total 250 litros, construídos em chapa de aço carbono, com duas rodas maciças de borracha sintética \varnothing 12".

c) Sistema de Trituração

- 2 (dois) moinhos trituradores para lixo, tipo martelos, confeccionado em chapas de aço carbono ASTM A-36, com placas de sacrifício em aço carbono SAC-50, acionamento indireto por motor elétrico 60 cv, rotor para 20 martelos em aço-liga e 1 grelha de dilaceração;
- 1 (uma) bica de alimentação do moinho tipo balística, para eliminação de materiais não trituráveis, confeccionada em chapas de aço carbono ASTM A-36, com duto de descarga lateral;
- 1 (uma) plataforma metálica de sustentação do moinho, confeccionada em vigas laminadas de aço carbono, montada sobre pés de concreto reforçado, fixados por chumbadores tipo bengala, passadiço em chapa piso metal expandido e corrimão tubular de proteção;
- 2 (dois) transportadores mecânicos contínuos de correia, para descarga do lixo triturado, dimensões comprimento 4,5 m, largura 0,8 m, com correia de transporte 24" x 2 lonas, acionamento indireto por motor, montado em estrutura tubular, com roletes galvanizados diâmetro 2", proteções laterais e sistema de levante e giro;
- 6 (seis) caçambas metálicas tipo Brooks, capacidade 5 m³, construídas em chapas de aço carbono, com pino para engate em caminhão poliguindastes;
- 4 (quatro) carrinhos metálicos, capacidade 250 litros, construídos em chapa de aço carbono, com duas rodas com pneu e câmara \varnothing 15".

d) Sistema de Cobertura

- 1 (um) conjunto de estrutura metálica de cobertura das duas unidades de processamento (recepção, catação e trituração), confeccionada em chapa de aço carbono, com pés tipo caixão e tesouras treliçadas, cobertura em telhas galvanizadas espessura 0,5 mm, fechamento nas cabeceiras, contraventamentos horizontais e longitudinais. Área coberta aproximada: 570 m².

e) Sistema Elétrico

- 1 (um) quadro elétrico de comando e proteção dos motores da unidade de processamento, carcaça em chapas de aço carbono, dimensionado conforme ABNT;
- 1 (um) quadro elétrico de comando e proteção dos motores da unidade de processamento, carcaça em chapas de aço carbono, dimensionado conforme ABNT;

- 1 (um) conjunto de fiação, tubulação, botoeiras, cabos e demais acessórios necessários para acionamento dos motores e iluminação da unidade de processamento, composta de refletores tipo BEDD Ø 14", com lâmpadas de luz mista 250 W, 220 V.

f) *Sistema de Prensagem*

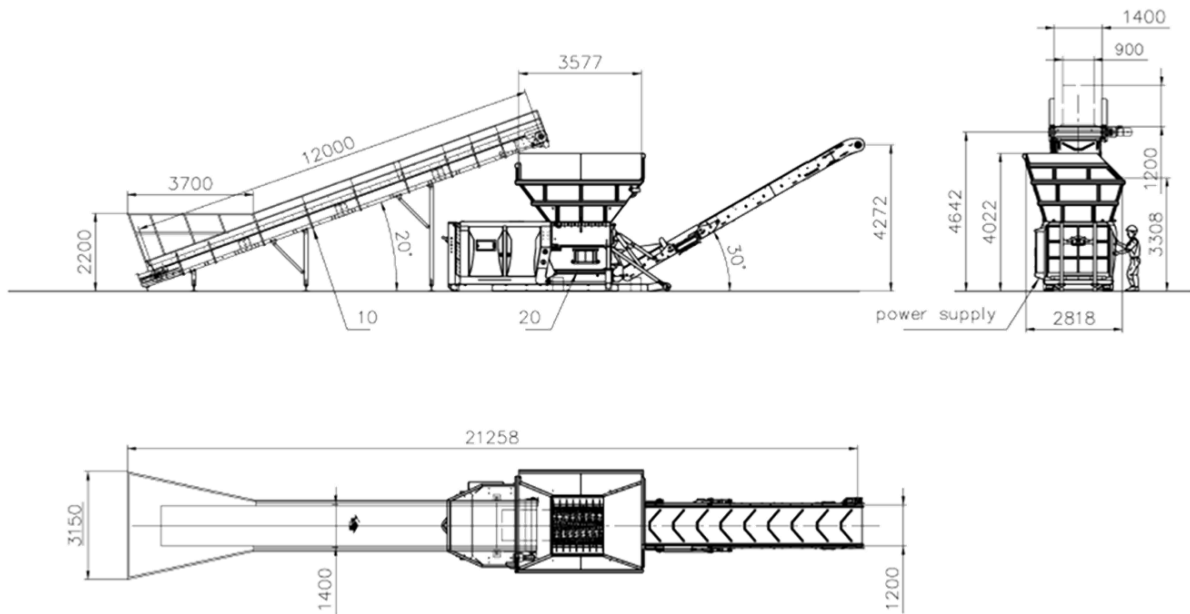
- 6 (seis) prensas hidráulicas verticais para enfardamento de papel, papelão, plástico fino e PET, para fardos até 150 kg, confeccionadas em chapa de aço carbono, acionamento indireto por motor elétrico 10 cv, bomba hidráulica tipo engrenagens, cilindro hidráulico Ø 5.1/2", com chave elétrica de partida direta e cabo elétrico 5 m;
- 3 (três) prensas hidráulicas horizontais para enfardamento de latas e alumínio, confeccionada em chapa de aço carbono, para fardos de até 50 kg, acionamento indireto por motor elétrico 10 cv, bomba hidráulica tipo engrenagens, cilindro hidráulico Ø 6.1/2", chave elétrica de partida direta e cabo elétrico 5 m;
- 2 (dois) moinhos trituradores para vidros, capacidade 500 kg/h, confeccionado em chapa de aço carbono, acionamento por motor elétrico monofásico 3/4 cv, com bica de alimentação e tambor de estocagem.

g) *Sistema de Peneiramento*

- 1 (um) transportador mecânico contínuo de correia, para alimentação de composto curado, dimensões comprimento 4,5 m, largura 0,8 m, com correia de transporte 24" x 2 lonas, acionamento indireto por motor, montado em estrutura tubular, com roletes galvanizados diâmetro 2", proteções laterais e bica de descarga;
- 1 (uma) peneira rotativa cilíndrica, comprimento 5,00 m, diâmetro 1,56 m, confeccionada em chapas de aço carbono, estrutura em vigas laminadas, malha de peneiramento Ø 3/4", acionamento por motor-reductor 5 cv, com chave elétrica de partida direta e bicas de descarga de composto e rejeito;
- 2 (dois) transportadores mecânicos contínuos de correia, para retirada de composto peneirado, dimensões comprimento 6,5 m, largura 0,8 m, com correia de transporte 24" x 2 lonas, acionamento indireto por motor, montado em estrutura tubular, com roletes galvanizados diâmetro 2", proteções laterais e sistema de levante;
- 3 (três) carrinhos metálicos, capacidade 250 litros, construído em chapas de aço carbono, com duas rodas com pneu e câmara Ø 15".

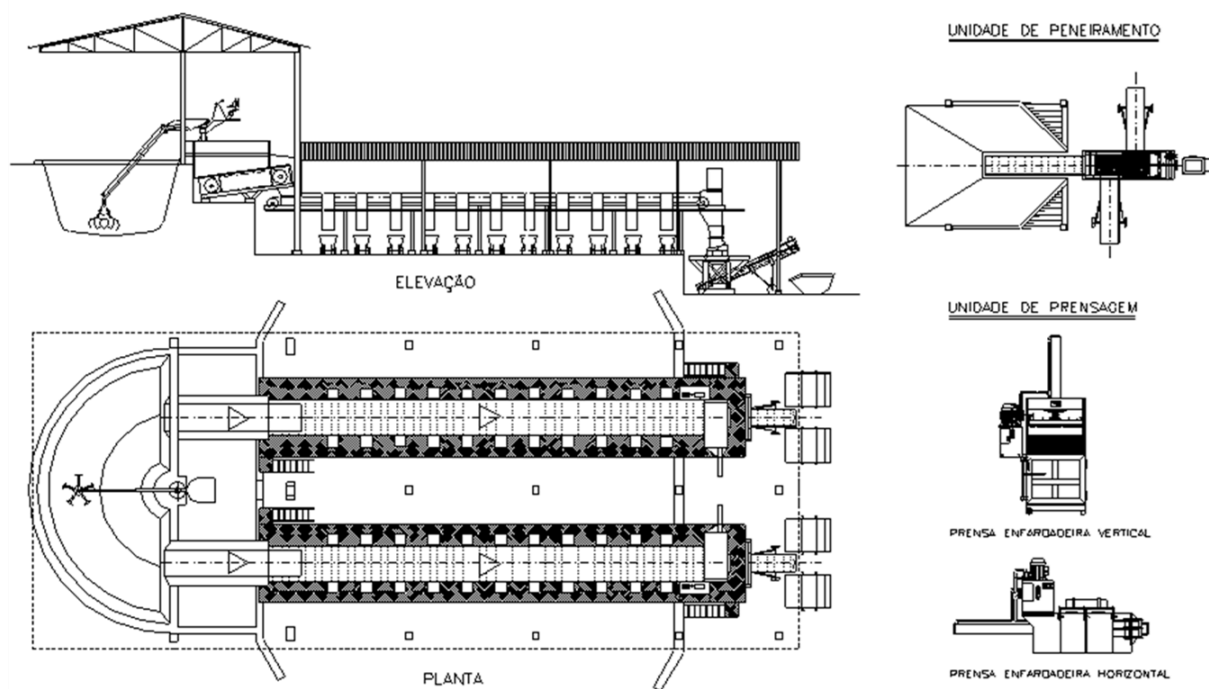
A Figura 6 e a Figura 7 complementam o memorial descritivo da Unidade de Triagem Mecanizada referencial utilizada no projeto.

Figura 6 – Desenho esquemático da Unidade de Triagem Mecanizada (UTM) referencial



Fonte: Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB

Figura 7 – Desenho esquemático da área de processamento da Unidade de Triagem Mecanizada (UTM) referencial



Fonte: Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB

h) Combustível derivado de resíduo urbano (CDR-u)

O denominado Combustível Derivado de Resíduos Urbanos (CDR-u) é produzido a partir da parcela da fração seca não reciclável do RSU e de outras frações dos RSU que atendam às normas e legislações aplicáveis

Os resíduos sólidos urbanos se caracterizam pela heterogeneidade na sua composição face a imensa variedade de materiais que são descartados nas fontes geradoras. Para regulamentação desta atividade e produção do CDR foram instituídas normas técnicas que ao longo do tempo foram sendo revisadas, substituídas e adaptadas às novas situações que se apresentavam. Por exemplo, a nível federal, a Resolução CONAMA 499/2020 estabelece os critérios técnicos, operacionais e padrões de emissão aplicáveis ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos. Os resíduos sólidos urbanos, os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, assim como os resíduos provenientes dos serviços públicos de saneamento básico, podem ser destinados ao coprocessamento, desde que sejam previamente submetidos à triagem, classificação ou tratamento preliminar.

Além da regulamentação federal, existem as normas estabelecidas pelos órgãos ambientais a nível estadual em Minas Gerais, como as Deliberações Normativas COPAM nº 154/2010 (COPAM, 2010) e

223/2018 (COPAM, 2018). Além disso, a ABNT NBR 16.849:2020 apresenta os requisitos para a utilização de resíduos sólidos urbanos para fins energéticos (ABNT, 2020).

A normatização do uso de CDR-u para coprocessamento está, portanto, em processo de aperfeiçoamento para ampliação da atividade, com a anuência da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) que vem participando diretamente desses esforços (ABCP, 2023). O estado de Minas Gerais, por exemplo, está desenvolvendo o projeto piloto “Minas Recicla Energia” coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) em parceria com as prefeituras de Pedro Leopoldo, Matozinhos e Lagoa Santa, com a empresa CSN Cimentos (Unidade de Pedro Leopoldo), Universidade de Lavras e com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Nesse projeto são utilizados os rejeitos do processo de coleta seletiva como CDR-u através do coprocessamento.

Os critérios para recebimento do CDR-u pelas cimenteiras estão estabelecidos atualmente na ABNT NBR 16.849:2020, devendo ser atendidas as determinações da DN COPAM 154/2010.

Deve-se destacar a importância do CDR-u no atingimento de metas ambientais de projeto como: a redução da quantidade de resíduos dispostos em aterro sanitário, a otimização da logística (acondicionamento e transporte do CDR), a substituição de combustíveis fósseis por combustível alternativo (com redução da geração de carbono gasoso⁴) e a possibilidade de geração de receita acessória na concessão.

Entretanto, na composição do CDR-u deve-se observar o estabelecido na Resolução CONAMA 499/2020 e na DN COPAM 154/2010 quanto à presença de frações de contaminação crítica (por exemplo, metais tóxicos, como Mercúrio (Hg), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd)) e substâncias orgânicas críticas (substâncias halogenadas ou resíduos de serviços de saúde), pois essas frações geram CDR de baixa qualidade, além dos possíveis impactos ambientais negativos que esses compostos são capazes de gerar, caso não manejados adequadamente. Além disso, em cumprimento à ordem de prioridade na gestão dos RSU definida pela PNRS, na composição do CDR não devem constar resíduos

⁴ Alinhando-se assim com as políticas ambientais de redução da emissão de gases de efeito estufa.

passíveis de serem reciclados. Tais resíduos devem ser encaminhados para a reciclagem, e não para o aproveitamento energético.

A comercialização do CDR-u depende do atendimento aos requisitos normativos das autoridades ambientais e do interesse de empresas que realizam ou venham a realizar o coprocessamento, próximas geograficamente aos locais de geração de RSU. O CDR-u possui valor comercial, desde que seja produzido visando atender às necessidades técnicas das indústrias receptoras, principalmente as cimenteiras. O valor de mercado, segundo estudos realizados pelo ProteGEEr (projeto de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha para promover uma gestão sustentável e integrada de resíduos sólidos urbanos) tem como valor referencial 140 reais por tonelada (MMA, 2021).

A utilização do CDR-u para coprocessamento é, portanto, uma alternativa possível de destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos, incluindo-se o aproveitamento energético, embora na prática atualmente se verifique a utilização em maior escala de resíduos industriais que apresentam maior homogeneidade e poder calorífico mais elevado. Os estudos realizados pela indústria do cimento para ampliar o uso de combustíveis derivados de resíduos visam à possibilidade de obtenção de CDR a preços mais favoráveis ao dos combustíveis fósseis utilizados atualmente e dos combustíveis de resíduos industriais (CDR-i).

A substituição também representa ganho ambiental ao processo, pela redução efetiva de matérias-primas naturais não renováveis. Adicionalmente, na indústria busca-se atender a planos de descarbonização das matrizes, possivelmente auferindo receita com créditos de carbono em algum momento no futuro.

5.6. Biometanização

Para o beneficiamento da fração orgânica, com benefícios na redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e no aumento da vida útil do aterro sanitário, considerou-se a implantação de Unidade de Biometanização anexa ao novo ATERRO SANITÁRIO.

O projeto considerou implantar uma Unidade de Tratamento Biológico (UTB) para início de operação a partir do 8º ano de CONCESSÃO para atendimento das metas de redução progressiva da quantidade de RSU disposta em aterro sanitário. A tecnologia adotada neste projeto básico referencial foi beneficiamento por Biometanização.

A UTB estudada para o Projeto do consórcio CISPAR será dimensionada para processar a fração orgânica separada na UTM. Os parâmetros de dimensionamento desta unidade se basearam na unidade piloto instalada no Rio de Janeiro, nomeada Ecoparque do Caju/RJ, com base nos estudos

desenvolvidos pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (COMLURB), juntamente com a empresa *Methanum Waste and Energy* e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para realizar o levantamento dos custos de investimentos e operação foram consultados, ainda, dois fornecedores privados desta modalidade tecnológica.

A fração orgânica recebida na unidade de biometanização é armazenada em um pátio de recebimento de resíduos. A introdução do resíduo orgânico é realizada a partir do uso de pá mecânica, nos reatores (também denominados garagens, câmaras, baias, túneis, biocélulas) de formato retangular, dotados por portas que garantem a estanqueidade total da estrutura. Estes reatores podem ser construídos em concreto armado ou em contêineres do tipo marítimo, desde que revestidos por material anticorrosivo.

Após o carregamento do reator, ele é hermeticamente fechado para impedir a entrada de oxigênio no processo. O tempo de batelada requerido para o tratamento dos resíduos orgânicos varia conforme as características bioquímicas do resíduo e estratégias operacionais adotadas (ex.: etapa de pré-tratamento; estratégias de inoculação e recirculação de lixiviado). Usualmente, as bateladas de metanização têm tempo de duração que varia de 20 a 90 dias. Uma importante vantagem operacional do processo por bateladas é o não acúmulo de material inerte no interior do reator, uma vez que este é completamente esvaziado ao final de cada batelada.

Ao longo do processo de biometanização ocorre a formação de biogás, cuja vazão e o teor de metano (CH_4) variam ao longo da batelada. Em função da variação da produção de biogás é recomendado que os processos sejam compostos por quatro ou mais reatores, a fim de estabelecer um fluxo sequencial de bateladas e atingir uma produção semi contínua de biogás, assegurando a eficiência dos sistemas de aproveitamento energético de biogás.

Após o processo biológico com duração estimada de 45 dias, o composto gerado pode ser encaminhado para etapa de beneficiamento, promovido por peneira, onde são removidos os materiais inertes e grosseiros com diâmetro maior que 10 mm, para a produção de biossólido, que é um composto orgânico que poderá ser utilizado como condicionador de solos, em conformidade com normas do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e outras normas vigentes, e não poderá ser disposto em aterro sanitário. Conforme Instrução Normativa MAPA nº 25/2009, o biossólido obtido pela degradação biológica da matéria orgânica é classificado como Classe "C" (BRASIL, 2009).

Para o projeto referencial foi considerada a seguinte infraestrutura necessária para a unidade de tratamento biológico, a ser implantada em uma área de 24.000 m²:

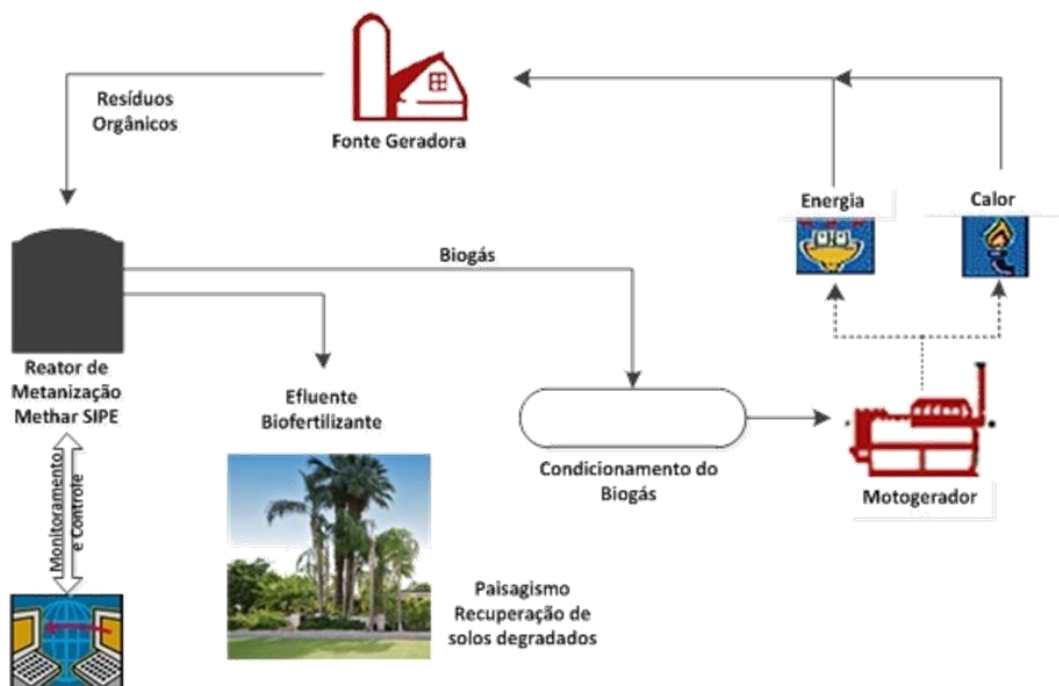
- Área de recepção de 130 t/dia de fração orgânica;
- Área dos reatores;
- Área de transferência e utilidades;
- 1 pá carregadeira de 15 t (compartilhada com as outras unidades);

Considerou-se o aproveitamento da área do novo ATERRO SANITÁRIO para a implantação das unidades de triagem mecanizada e de tratamento. Desta forma, serão minimizados os custos de transporte dos rejeitos oriundos do processo de tratamento a serem dispostos no ATERRO SANITÁRIO.

A utilização energética do biogás apresenta grande importância estratégica no enfoque dos impactos ambientais, pois além de viabilizar seu aproveitamento como fonte de energia, contribui para o controle das emissões de metano na atmosfera, já que o metano tem potencial de aquecimento global vinte e uma vezes maior que o do gás carbônico. Porém, a principal vantagem do biogás frente ao gás natural é que o último não é uma fonte de energia renovável.

No Brasil, assim como em outros países onde há um grande percentual de matéria orgânica nos RSU, os biodigestores vêm sendo utilizados para fins, não só de saneamento rural, como também de redução de custos de produção, tendo em vista que o biogás gera boa parte da energia elétrica consumida na propriedade e o composto orgânico melhora as características do solo, aumentando a produtividade das plantações, como se ilustra na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma de Biodigestão com Geração de Energia





Fonte: Methanum, 2016.

A conversão energética do biogás em energia pode ser feita de várias formas, graças ao avanço tecnológico observado no setor. Dentre as opções disponíveis no mercado, as mais empregadas são as microturbinas a gás e os motores de combustão interna de ciclo Otto.

Neste projeto referencial, considerou-se que o biogás vai gerar energia para alimentar a própria unidade de biometanização (UTB) e para a UTM, economizando gastos com energia elétrica na operação dessas duas unidades.

5.7. Aterro Sanitário

5.7.1. Adequação e expansão do aterro sanitário de Patos de Minas – Ano 1 ao 4

O aterro sanitário municipal de Patos de Minas⁵ atualmente é operado de forma terceirizada e possui vida útil estimada⁶ de 2 a 3 anos, para o caso de receber apenas os resíduos do município. Como se está propondo no modelo referencial que o aterro sanitário passe a receber aproximadamente 300 toneladas de RSU por dia incluindo os outros municípios do Consórcio até que o novo aterro sanitário esteja em operação, considerou-se a adaptação e expansão do aterro para vida útil de 5 anos, sendo encerrado tão logo o novo Aterro Sanitário seja implantado.

O dimensionamento dos custos de ampliação do aterro sanitário atual de Patos de Minas teve por base o plano de avanço do aterro elaborado pela empresa responsável pelos serviços à época da visita técnica. Foram consideradas as áreas do aterro passíveis de expansão para ampliação da vida útil para 5 anos, considerado o somatório dos rejeitos previstos dos municípios do CISPAP incluídos no projeto.

⁵ Caberá ao município de Patos de Minas a obtenção da licença ambiental do aterro sanitário até O FINAL DA CONSULTA PÚBLICA, para fins de utilização pela CONCESSIONÁRIA. Caso o aterro sanitário não esteja licenciado até O FINAL DA CONSULTA PÚBLICA, o estudo referencial considerará outro(s) aterro(s) sanitário(s) devidamente licenciado(s) para o projeto de concessão.

⁶ Conforme informado ao CISPAP pela equipe técnica da Prefeitura.

O modelo referencial considera que todos os municípios destinarão os seus resíduos ao aterro municipal atual de Patos de Minas até o final do 4º ano. Posteriormente, destinarão ao NOVO ATERRO SANITÁRIO do CISPAPAR.

5.7.1. Novo aterro sanitário – Ano 5 ao 30

A partir do 5º ano da CONCESSÃO a CONCESSIONÁRIA deverá iniciar a operação do novo ATERRO SANITÁRIO do CISPAPAR em área a ser adquirida e licenciada ambientalmente pela própria⁷. A localização sugerida situa-se em um raio de 30 km estabelecido a partir do centro de massa do Consórcio, situado nas coordenadas geográficas: 18º 42' 18,14" S e 46º 29' 3,8" O. O modelo referencial considerou uma vida útil para o novo ATERRO SANITÁRIO para o período de 26 anos de concessão, descontados os quatro primeiros anos da CONCESSÃO, com base na geração de RSU projetada.

Quadro 12 – Dimensionamento do novo ATERRO SANITÁRIO

| | | |
|--|--------------|------------------|
| Capacidade de recebimento de resíduos (média do ano 5 ao 30) | 107,7 | t/dia |
| Vida útil | 26,00 | ano |
| Pós encerramento | 20,00 | ano |
| Recebimento total | 856.609,10 | t |
| Densidade dos resíduos | 0,90 | t/m ³ |
| Volume total de RSU | 973.830,00 | m ³ |
| Material de cobertura | 0,20 | % |
| Material de cobertura | 194.766,00 | m ³ |
| Volume total recebido incluindo, material de cobertura | 1.168.596,00 | m ³ |

Fonte: Consórcio Vital, 2024.

⁷ Na concepção da rota tecnológica referencial foi considerada a implantação do novo aterro sanitário observando-se as normas da Deliberação Normativa COPAM nº 244/2022 (MINAS GERAIS, 2022).

6. REFERÊNCIAS

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. Panorama do Coprocessamento 2023 (Ano base 2022). Disponível em < <https://coprocessamento.org.br/panorama-do-coprocessamento-brasil-2023-ano-base-2022-dez23/> >. Acessado em maio de 2024.

ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos. Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários. Relatório Final.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira. ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão. 30 de setembro de 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira. ABNT NBR 16849:2020 - Resíduos sólidos urbanos para fins energéticos - Requisitos. 10 de fevereiro de 2020.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2020.

BDMG. Projeto de concessão dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbanos do Consórcio CISPAR. Produto 2: diagnóstico da situação técnico-operacional. Rev. 01. 30/12/2022

BRASIL. Decreto Federal nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília-DF, 12 jan. 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília-DF, 21 jun. 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA Nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as Normas Sobre as Especificações e as Garantias, as Tolerâncias, o Registro, a Embalagem e a Rotulagem dos Fertilizantes Orgânicos Simples, Mistos, Compostos, Organominerais e Biofertilizantes Destinados à Agricultura.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília-DF, 11 jan. 2007.



BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2011. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília-DF, 2 agosto 2010.

Consórcio Intermunicipal Região Integrada de Desenvolvimento Sustentável (RIDES). Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal RIDES. Volume I. 2015

Conselho Estadual de Política Ambiental. COPAM. Deliberação Normativa. DN COPAM nº 223, de 23 de maio de 2018. Regulamenta o artigo 12 da Lei Estadual nº 13.796, de 20 de dezembro de 2000 e dá outras providências.

Conselho Estadual de Política Ambiental. COPAM. Deliberação Normativa. DN COPAM nº 154, de 25 de agosto de 2010. Dispõe sobre o Coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA/MMA Nº 499, de 6 de outubro de 2020. Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 10 de agosto de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Plano Nacional De Resíduos Sólidos. Brasília. 2022

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do estado de Minas Gerais. Volume II – composição gravimétrica. 25 p. 2017. Disponível em <<http://www.feam.br/inicio/15/2010-publicacoes-pmsl>>. Acessado em fevereiro de 2024.

Fundação João Pinheiro - FJP. Publicações. Estudos populacionais. Estimativas e projeções populacionais. Projeções populacionais municipais 2010-2040 – com população 2021 atualizada. 2021. Disponível em <<https://fjp.mg.gov.br/estudos-populacionais/>>. Acessado em março de 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em março de 2024.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD. Panorama resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais: ano base 2021. Dezembro-2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Semad Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam. Deliberação Normativa nº 244 de 27 de janeiro de 2022. Dispõe sobre os critérios para implantação e operação de aterros sanitários em Minas Gerais e dá outras providências.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 45.181, de 25 de setembro de 2009. Regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências.

Nota Técnica Conjunta nº 01/2020/SPPI/MMA/FUNASA que substituiu a Nota Técnica Conjunta nº 164/2018-M. Diretrizes para a estruturação de projetos relacionados ao manejo dos resíduos sólidos urbanos no âmbito do Fundo de Apoio à Estruturação e ao Desenvolvimento de Projetos de Concessão e Parcerias Público-Privadas (FEP CAIXA) da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Nota Técnica DEA 019/2018 - Estudo sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano. Disponível em <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nt-estudo-sobre-a-economicidade-do- aproveitamento-dos-residuos-solidos-urbanos-em-aterro-para-producao-de-biometano>> Acessado em abril de 2024.

Plansab. Plano Nacional de Saneamento Básico. Caderno Temático Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos. 2019. Disponível em <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/ acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/plsansab-2013-revisao-de-2019-2013-cadernos-tematicos>>. Acessado em maio de 2024.

Prefeitura Municipal de Patos de Minas. Plano Municipal De Saneamento Básico E Plano Municipal De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. Produto 8 - Cartilha do PMSB e PGIRS. Janeiro de 2023.

MMA. Ministério das Cidades. Acesso à informação. Ações e Programas. Saneamento. ProteGEEr. Arquivos úteis. Apresentações. 2021. Combustível Derivado de Resíduos. Christiane Pereira. CDR como ferramenta para a Gestão Sustentável de RSU. Disponível em <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/ acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/protegeer/biblioteca/apresentacoes>>. Acessado em 27 de maio de 2024.



United States Environmental Protection Agency – EPA. Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)
Version 3.02. Software com interface Excel.

United States Environmental Protection Agency – EPA. Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)
Version 3.02 User's Guide. Maio, 2005

PROJEÇÕES POPULACIONAIS MUNICIPAIS 2010-2040_COM POP. 2021 ATUALIZADA 24/11/2021
(<https://fjp.mg.gov.br/estudos-populacionais/> - acessado em 22/05/2023)

7. APÊNDICE I – PROJEÇÕES POPULACIONAIS

Quadro 1 – Projeção populacional ano a ano, por município, para o horizonte de projeto

| Município | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 | Ano 11 | Ano 12 | Ano 13 | Ano 14 | Ano 15 | Ano 16 | Ano 17 | Ano 18 | Ano 19 | Ano 20 | Ano 21 | Ano 22 | Ano 23 | Ano 24 | Ano 25 | Ano 26 | Ano 27 | Ano 28 | Ano 29 | Ano 30 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 | 2051 | 2052 | 2053 | 2054 |
| Arapuá | 2.910 | 2.912 | 2.915 | 2.917 | 2.920 | 2.922 | 2.906 | 2.891 | 2.875 | 2.860 | 2.844 | 2.776 | 2.708 | 2.641 | 2.573 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 | 2.505 |
| Coromandel | 29.161 | 29.202 | 29.243 | 29.285 | 29.326 | 29.367 | 29.267 | 29.167 | 29.067 | 28.967 | 28.867 | 28.405 | 27.943 | 27.482 | 27.020 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 | 26.558 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 4.317 | 4.328 | 4.339 | 4.351 | 4.362 | 4.373 | 4.340 | 4.306 | 4.273 | 4.239 | 4.206 | 4.172 | 4.139 | 4.105 | 4.072 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 | 4.038 |
| Guimarânia | 8.151 | 8.186 | 8.221 | 8.256 | 8.291 | 8.326 | 8.354 | 8.382 | 8.410 | 8.438 | 8.466 | 8.491 | 8.517 | 8.542 | 8.568 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 | 8.593 |
| Lagamar | 7.873 | 7.877 | 7.882 | 7.886 | 7.891 | 7.895 | 7.877 | 7.858 | 7.840 | 7.821 | 7.803 | 7.655 | 7.508 | 7.360 | 7.213 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 | 7.065 |
| Lagoa Formosa | 18.355 | 18.380 | 18.405 | 18.431 | 18.456 | 18.481 | 18.455 | 18.428 | 18.402 | 18.375 | 18.349 | 18.210 | 18.071 | 17.932 | 17.793 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 | 17.654 |
| Patos de Minas | 157.231 | 158.007 | 158.782 | 159.558 | 160.333 | 161.109 | 161.576 | 162.043 | 162.511 | 162.978 | 163.445 | 163.855 | 164.265 | 164.675 | 165.085 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 | 165.495 |
| Presidente Olegário | 20.006 | 20.018 | 20.029 | 20.041 | 20.052 | 20.064 | 20.071 | 20.077 | 20.084 | 20.090 | 20.097 | 20.096 | 20.095 | 20.093 | 20.092 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 | 20.091 |
| Rio Paranaíba | 12.760 | 12.783 | 12.806 | 12.829 | 12.852 | 12.875 | 12.844 | 12.813 | 12.781 | 12.750 | 12.719 | 12.435 | 12.150 | 11.866 | 11.581 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 | 11.297 |
| São Gonçalo do Abaeté | 7.355 | 7.393 | 7.431 | 7.468 | 7.506 | 7.544 | 7.559 | 7.573 | 7.588 | 7.602 | 7.617 | 7.629 | 7.641 | 7.652 | 7.664 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 | 7.676 |
| São Gotardo | 36.017 | 36.140 | 36.263 | 36.386 | 36.509 | 36.632 | 36.757 | 36.882 | 37.007 | 37.132 | 37.257 | 37.369 | 37.482 | 37.594 | 37.707 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 | 37.819 |
| Serra do Salitre | 11.859 | 11.894 | 11.930 | 11.965 | 12.001 | 12.036 | 12.043 | 12.050 | 12.056 | 12.063 | 12.070 | 12.072 | 12.074 | 12.077 | 12.079 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 | 12.081 |
| Tiros | 6.554 | 6.530 | 6.506 | 6.483 | 6.459 | 6.435 | 6.372 | 6.309 | 6.247 | 6.184 | 6.121 | 6.059 | 5.997 | 5.935 | 5.873 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 | 5.811 |
| Total: | 322.549 | 323.651 | 324.753 | 325.855 | 326.957 | 328.059 | 328.419 | 328.780 | 329.140 | 329.501 | 329.861 | 329.225 | 328.590 | 327.954 | 327.319 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 | 326.683 |

Fonte: Fundação João Pinheiro - FJP para os marcos 2025, 2030, 2035 e 2040. Entre os quinquênios dos marcos, adotou-se taxa de crescimento linear. Após o último marco (2040), considerou-se taxa de crescimento nula.

8. APÊNDICE II – PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS NO HORIZONTE DE PROJETO

Quadro 1 – Projeção da geração de RSD ano a ano, por município, para o horizonte de projeto (t/d)

| Município | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 | Ano 11 | Ano 12 | Ano 13 | Ano 14 | Ano 15 | Ano 16 | Ano 17 | Ano 18 | Ano 19 | Ano 20 | Ano 21 | Ano 22 | Ano 23 | Ano 24 | Ano 25 | Ano 26 | Ano 27 | Ano 28 | Ano 29 | Ano 30 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 | 2051 | 2052 | 2053 | 2054 |
| Arapuá | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,99 | 1,99 | 1,99 | 1,98 | 1,97 | 1,96 | 1,95 | 1,94 | 1,89 | 1,84 | 1,80 | 1,75 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 |
| Coromandel | 20,33 | 20,35 | 20,38 | 20,41 | 20,44 | 20,47 | 20,40 | 20,33 | 20,26 | 20,19 | 20,12 | 19,80 | 19,48 | 19,15 | 18,83 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 18,51 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 2,94 | 2,95 | 2,96 | 2,96 | 2,97 | 2,98 | 2,96 | 2,93 | 2,91 | 2,89 | 2,86 | 2,84 | 2,82 | 2,80 | 2,77 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 |
| Guimarânia | 5,33 | 5,35 | 5,38 | 5,40 | 5,42 | 5,45 | 5,46 | 5,48 | 5,50 | 5,52 | 5,54 | 5,55 | 5,57 | 5,59 | 5,60 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 |
| Lagamar | 5,15 | 5,15 | 5,15 | 5,16 | 5,16 | 5,16 | 5,15 | 5,14 | 5,13 | 5,12 | 5,10 | 5,01 | 4,91 | 4,81 | 4,72 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 |
| Lagoa Formosa | 12,79 | 12,81 | 12,83 | 12,85 | 12,86 | 12,88 | 12,86 | 12,84 | 12,83 | 12,81 | 12,79 | 12,69 | 12,60 | 12,50 | 12,40 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 | 12,30 |
| Patos de Minas | 135,22 | 135,89 | 136,55 | 137,22 | 137,89 | 138,55 | 138,96 | 139,36 | 139,76 | 140,16 | 140,56 | 140,92 | 141,27 | 141,62 | 141,97 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 | 142,33 |
| Presidente Olegário | 13,94 | 13,95 | 13,96 | 13,97 | 13,98 | 13,98 | 13,99 | 13,99 | 14,00 | 14,00 | 14,01 | 14,01 | 14,01 | 14,01 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Rio Paranaíba | 8,89 | 8,91 | 8,93 | 8,94 | 8,96 | 8,97 | 8,95 | 8,93 | 8,91 | 8,89 | 8,87 | 8,67 | 8,47 | 8,27 | 8,07 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 7,87 |
| São Gonçalo do Abaeté | 4,81 | 4,83 | 4,86 | 4,88 | 4,91 | 4,93 | 4,94 | 4,95 | 4,96 | 4,97 | 4,98 | 4,99 | 5,00 | 5,00 | 5,01 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 | 5,02 |
| São Gotardo | 25,10 | 25,19 | 25,28 | 25,36 | 25,45 | 25,53 | 25,62 | 25,71 | 25,79 | 25,88 | 25,97 | 26,05 | 26,12 | 26,20 | 26,28 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 | 26,36 |
| Serra do Salitre | 8,27 | 8,29 | 8,32 | 8,34 | 8,36 | 8,39 | 8,39 | 8,40 | 8,40 | 8,41 | 8,41 | 8,41 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | 8,42 |
| Tiros | 4,29 | 4,27 | 4,26 | 4,24 | 4,22 | 4,21 | 4,17 | 4,13 | 4,09 | 4,04 | 4,00 | 3,96 | 3,92 | 3,88 | 3,84 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |
| Total: (t/d) | 249,04 | 249,93 | 250,83 | 251,72 | 252,61 | 253,50 | 253,83 | 254,16 | 254,49 | 254,82 | 255,15 | 254,78 | 254,42 | 254,05 | 253,68 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 | 253,32 |

Quadro 2 – Projeção da geração de RPU ano a ano, por município, para o horizonte de projeto (t/d)

| Município | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 | Ano 11 | Ano 12 | Ano 13 | Ano 14 | Ano 15 | Ano 16 | Ano 17 | Ano 18 | Ano 19 | Ano 20 | Ano 21 | Ano 22 | Ano 23 | Ano 24 | Ano 25 | Ano 26 | Ano 27 | Ano 28 | Ano 29 | Ano 30 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 | 2051 | 2052 | 2053 | 2054 |
| Arapuá | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Coromandel | 4,78 | 4,78 | 4,79 | 4,80 | 4,80 | 4,81 | 4,79 | 4,78 | 4,76 | 4,74 | 4,73 | 4,65 | 4,58 | 4,50 | 4,43 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 4,35 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| Guimarânia | 1,25 | 1,26 | 1,26 | 1,27 | 1,27 | 1,28 | 1,28 | 1,29 | 1,29 | 1,30 | 1,30 | 1,31 | 1,31 | 1,31 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 |
| Lagamar | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,18 | 1,15 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| Lagoa Formosa | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,02 | 3,02 | 3,03 | 3,02 | 3,02 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 2,98 | 2,96 | 2,94 | 2,91 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,89 |
| Patos de Minas | 31,78 | 31,93 | 32,09 | 32,25 | 32,40 | 32,56 | 32,65 | 32,75 | 32,84 | 32,94 | 33,03 | 33,12 | 33,20 | 33,28 | 33,36 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 | 33,45 |
| Presidente Olegário | 3,28 | 3,28 | 3,28 | 3,28 | 3,28 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 | 3,29 |
| Rio Paranaíba | 2,09 | 2,09 | 2,10 | 2,10 | 2,11 | 2,11 | 2,10 | 2,10 | 2,09 | 2,09 | 2,08 | 2,04 | 1,99 | 1,94 | 1,90 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 | 1,85 |
| São Gonçalo do Abaeté | 1,13 | 1,14 | 1,14 | 1,15 | 1,15 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 |
| São Gotardo | 5,90 | 5,92 | 5,94 | 5,96 | 5,98 | 6,00 | 6,02 | 6,04 | 6,06 | 6,08 | 6,10 | 6,12 | 6,14 | 6,16 | 6,18 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 | 6,19 |
| Serra do Salitre | 1,94 | 1,95 | 1,95 | 1,96 | 1,97 | 1,97 | 1,97 | 1,97 | 1,97 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 | 1,98 |
| Tiros | 1,01 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 |
| Total: | 58,53 | 58,73 | 58,94 | 59,15 | 59,36 | 59,57 | 59,65 | 59,73 | 59,81 | 59,88 | 59,96 | 59,87 | 59,79 | 59,70 | 59,62 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 | 59,53 |

(*) calculada multiplicando-se a população pela geração per capita de RPU expressa em t/hab./ano.

Quadro 3 – Projeção da geração de RSU ano a ano, por município, para o horizonte de projeto (t/d)

| Município | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 | Ano 11 | Ano 12 | Ano 13 | Ano 14 | Ano 15 | Ano 16 | Ano 17 | Ano 18 | Ano 19 | Ano 20 | Ano 21 | Ano 22 | Ano 23 | Ano 24 | Ano 25 | Ano 26 | Ano 27 | Ano 28 | Ano 29 | Ano 30 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 | 2051 | 2052 | 2053 | 2054 |
| Arapuá | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| Coromandel | 25,1 | 25,1 | 25,2 | 25,2 | 25,2 | 25,3 | 25,2 | 25,1 | 25,0 | 24,9 | 24,8 | 24,5 | 24,1 | 23,7 | 23,3 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 | 22,9 |
| Cruzeiro da Fortaleza | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| Guimarânia | 6,6 | 6,6 | 6,6 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 |
| Lagamar | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,2 | 6,1 | 5,9 | 5,8 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 |
| Lagoa Formosa | 15,8 | 15,8 | 15,8 | 15,9 | 15,9 | 15,9 | 15,9 | 15,9 | 15,8 | 15,8 | 15,8 | 15,7 | 15,6 | 15,4 | 15,3 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 | 15,2 |
| Patos de Minas | 167,0 | 167,8 | 168,6 | 169,5 | 170,3 | 171,1 | 171,6 | 172,1 | 172,6 | 173,1 | 173,6 | 174,0 | 174,5 | 174,9 | 175,3 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 | 175,8 |
| Presidente Olegário | 17,2 | 17,2 | 17,2 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 |
| Rio Paranaíba | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,1 | 11,1 | 11,1 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 10,9 | 10,7 | 10,5 | 10,2 | 10,0 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |
| São Gonçalo do Abaeté | 5,9 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,1 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| São Gotardo | 31,0 | 31,1 | 31,2 | 31,3 | 31,4 | 31,5 | 31,6 | 31,7 | 31,9 | 32,0 | 32,1 | 32,2 | 32,3 | 32,4 | 32,5 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 |
| Serra do Salitre | 10,2 | 10,2 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 |
| Tiros | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,1 | 5,1 | 5,0 | 5,0 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,8 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 |
| Total: (t/d) | 307,6 | 308,7 | 309,8 | 310,9 | 312,0 | 313,1 | 313,5 | 313,9 | 314,3 | 314,7 | 315,1 | 314,7 | 314,2 | 313,8 | 313,3 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 | 312,8 |