

Contrato CAIXA

nº 13.902/2018

**Estruturação do
SISTEMA DE GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
(RSU)
no Município de Teresina/PI**

Estudo de Engenharia, Logística e Afins



TERESINA

Maio/2021

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	12
2	ANÁLISE DE “DUE DILIGENCE”	13
	2.1 Identificação da Estrutura Existente.....	13
	2.1.1 Estrutura do Ente Público no Manejo de RSU.....	13
	2.1.2 Coleta e Transporte do RSU	15
	2.1.3 Destinação Final dos RSU	27
	2.2 Avaliação da Situação Patrimonial	35
	2.3 Avaliação da Capacidade Instalada	38
3	APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE ENGENHARIA, LOGÍSTICA E	
	AFINS	40
	3.1 Abrangência do projeto	40
	3.2 Horizonte de projeto.....	40
	3.3 Quantificação dos Resíduos Sólidos Urbanos	41
	3.3.1 Crescimento populacional e de geração de Resíduos Sólidos.....	42
	3.3.2 Metas de redução.....	45
	3.3.3 Medidas propostas para redução	47
4	DEFINIÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS	48
	4.1 Diretrizes	48
	4.2 Estratégia de implantação	50
	4.2.1 Etapa inicial	50
	4.2.2 Redução da quantidade de resíduos gerados	51
	4.2.3 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	53
	4.2.4 Implantação gradativa da Coleta Seletiva, ampliação dos PEVs e inclusão dos catadores que atuam no aterro controlado	55
	4.3 Recuperação de Recicláveis e Beneficiamento da fração orgânica .	56
	4.3.1 Rota Tecnológica 1	58
	4.3.2 Rota Tecnológica 2	59
	4.3.3 Rota Tecnológica 3	61
	4.3.4 Captação e Beneficiamento do Biogás de Aterro Sanitário.....	63
	4.4 Instrumentos para atendimento da Política Nacional sobre Mudança no Clima (PNMC).....	63

5	MODELO DE PONDERAÇÃO	68
	5.1 Ponderação sobre as principais rotas tecnológicas para o aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos	68
5.1.1	Coleta e separação dos vários tipos de resíduos.....	68
5.1.2	Destinação do RSU	69
	5.2 Oportunidades para aproveitamento energético de RSU	69
5.2.1	Características do RSU para escolha da tecnologia	70
5.2.2	Descrição das tecnologias de destinação estudadas.....	70
	5.3 Ponderação das rotas tecnológicas para tomada de decisão.....	72
5.3.1	Variáveis que resultam na aferição dos aspectos tecnológicos	72
5.3.2	Variáveis que resultam na aferição dos aspectos socioambientais..	73
5.3.3	Variáveis que resultam na aferição dos aspectos econômicos	74
5.3.4	Modelo de Ponderação	75
	5.4 Justificativa das notas atribuídas a cada variável.....	76
5.4.1	Variáveis dos aspectos tecnológicos.....	76
5.4.2	Variáveis dos aspectos Socioambientais	78
5.4.3	Variáveis dos aspectos econômicos	79
	5.5 Resultado da ponderação e escolha da tecnologia	80
6	DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO PROJETO DE DESTINAÇÃO.....	82
	6.1 Disposição de RSU no Aterro Sanitário Municipal.....	82
6.1.1	Aspectos Construtivos do Projeto Executivo	82
6.1.2	Execução das intervenções do projeto executivo para implantação do Aterro Sanitário	85
6.1.3	Estimativa de vida útil.....	85
	6.2 Instalações Físicas	86
6.2.1	Definição das instalações físicas existentes a serem utilizadas no projeto	86
6.2.2	Definição das instalações físicas a serem implantadas	86
6.2.3	Adequações das instalações físicas existentes a serem utilizadas..	86
6.2.4	Diretrizes construtivas para instalações da sede administrativa	87
	6.3 Detalhamento da rota tecnológica indicada no modelo de ponderação	90
6.3.1	Unidade de triagem para a Biodigestão	93

6.3.2	Fase de Digestão Anaeróbia ou Biodigestão	98
6.3.3	Compostagem Natural do Material Digerido	106
6.3.4	Aterramento dos rejeitos da biodigestão, da compostagem e da reciclagem junto com o excedente dos RSU em aterro sanitário	107
6.3.5	Recuperação do biogás do aterro sanitário	108
6.4	Medidas para encerramento e monitoramento do antigo aterro controlado	111
6.5	Implantação de Sistema de Transbordo	116
6.5.1	Quantidades de projeto	119
6.5.2	Veículos e equipamentos	120
6.5.3	Descrição e especificações	121
7	DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE 125	
7.1	Avaliação do sistema de coleta e transporte de RSU atualmente em vigor 125	
7.1.1	Distância média admitida de transporte.	126
7.1.2	Frota necessária.....	128
7.2	Adequações necessárias.....	129
7.2.1	Coleta convencional de RDO	129
7.2.2	Coleta seletiva no horizonte de projeto	130
7.2.3	Coleta de RDO em áreas rurais	132
8	PARÂMETROS E QUANTITATIVOS DE PROJETO	134
8.1	Parâmetros de projeto	134
8.1.1	Referentes a coleta dos RSU	134
8.1.2	Referentes ao aterro sanitário	134
8.1.3	Referentes as unidades de beneficiamento e tratamento dos RSU 134	
8.2	Resumo dos quantitativos do projeto	135
8.2.1	Quadro de veículos e equipamentos para implantação dos serviços de coleta e transporte de resíduos	135
8.2.2	Quadro de veículos e equipamentos para implantação dos serviços de tratamento e destinação de resíduos	139

8.2.3	Quadro de mão de obra direta para as operações de tratamento e destinação	139
8.2.4	Quadro de mão de obra direta para as operações de coleta e transporte	140
8.2.5	Quadro de mão de obra administrativa	140
8.3	Projeção de geração e demanda dos subprodutos.....	141
8.3.1	Energia recuperada da biodigestão anaeróbica	141
8.3.2	Energia recuperada do biogás do aterro	142
8.3.3	Composto recuperado dos rejeitos da digestão anaeróbica	143
8.3.4	Reciclados recuperados pela coleta seletiva porta a porta	143
8.3.5	Reciclados recuperados pela usina de triagem.....	143
8.3.6	Rejeitos a serem dispostos no aterro	143
9	DESCRIÇÃO DE POSSÍVEIS RECEITAS ACESSÓRIAS	144
9.1	Coleta, transporte e destinação final dos resíduos dos Grandes Geradores.....	144
9.1.1	Estimativa do mercado potencial.....	144
9.2	Recebimento dos RSU de outros municípios	148
9.2.1	Estimativa do mercado potencial.....	148
9.2.2	Proposições.....	150
9.3	Comercialização dos créditos de carbono.....	151
9.3.1	Estimativa do mercado potencial.....	151
9.3.2	Proposições.....	151
10	PLANO DE OPERAÇÃO, CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO	153
10.1	Estrutura administrativa.....	153
10.1.1	Área de Serviços Operacionais de Apoio e Administrativos.....	155
10.1.2	Área de Serviços Operacionais de Destinação Final	160
10.2	Plano de Manutenção da Unidade Tecnológica, da Frota e Equipamentos	160
10.2.1	Sistema Operacional e a interseção com a Manutenção Preventiva 162	
10.2.2	Aspectos da Manutenção que afetam a Operação	164
10.2.3	Classificação dos Serviços de Manutenção	165

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	168
ANEXOS:.....	173

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência da Coleta de Lixo da Zona Rural de Teresina – Veículo I	17
Tabela 2 – Frequência da Coleta de Lixo da Zona Rural de Teresina – Veículo II ...	18
Tabela 3 – Localização dos Postos de Entrega Voluntária (PEV's) em Teresina (PI)	19
Tabela 4 – Distribuição dos PRR's em Teresina (2019).....	21
Tabela 5 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa I	22
Tabela 6 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa II	23
Tabela 7 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa III	23
Tabela 8 – Áreas de Monitoramento em Teresina	25
Tabela 9 - Máquinas Pesadas do Aterro Municipal	31
Tabela 10 - Etapas de implantação do Aterro Sanitário de Teresina	38
Tabela 11 – Serviços de Coleta de Resíduos de Teresina em 2018.....	41
Tabela 12 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo o SNIS .	43
Tabela 13 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo o PMGRIS	43
Tabela 14 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo calculado a partir dos valores fornecidos pela Prefeitura Municipal de Teresina	43
Tabela 15 – Quantidades de Resíduos no Horizonte do projeto (30 anos).....	45
Tabela 16 – Metas de Redução da disposição de resíduos sólidos orgânicos no aterro sanitário administrado pela Concessionária.....	46
Tabela 17 – Metas de Redução da quantidade de resíduos recicláveis secos dispostos no aterro sanitário administrado pela Concessionária.....	46
Tabela 18 – Metas de Redução da quantidade de resíduos recicláveis secos dispostos no aterro sanitário administrado pela Concessionária.....	46
Tabela 19 – Metas para captação de gases de aterros sanitários para queima e/ou aproveitamento energético (%)	65
Tabela 20 – Comparação entre as rotas tecnológicas em relação à emissão de GEE	67
Tabela 21 – Rota Tecnológica 1: Triagem + Pirólise.....	71
Tabela 22 – Rota Tecnológica 2: Triagem + Biometanização + Compostagem.....	71
Tabela 23 – Rota Tecnológica 3: Incineração	72
Tabela 24 – Variáveis e seus respectivos pesos.....	75

Tabela 25 – Cenários e Faixas de pontuação	75
Tabela 26 – Metodologia de ponderação: Resultados	80
Tabela 27 – Dimensionamento Sistema de Transbordo de Resíduos	120
Tabela 28 – OPEX de coleta e transporte (R\$) em função da variação da distância ao centro de massa.....	126
Tabela 29 – Quantidade de RDO coletado por modelo de compactador.	128
Tabela 30 – Quantidade de RDO coletado por modelo de compactador.	128
Tabela 31 – Previsão do número de veículos de 15m ³	128
Tabela 32 – Previsão do número de veículos de 19m ³	129
Tabela 33 – Quantidade de veículos e equipamentos necessários para a execução das atividades previstas para o projeto.	137
Tabela 34 – Quantidade de veículos e equipamentos para operação de destinação final.....	139
Tabela 35 – Profissionais necessários para os serviços de destinação final de resíduos	139
Tabela 36 – Profissionais necessários para os serviços de transporte e coleta domiciliar	140
Tabela 37 – Profissionais necessários para a gestão dos serviços de transporte e coleta e destinação de resíduos.....	141
Tabela 38 – Energia Elétrica Prevista - Unidade de Biometanização	142
Tabela 39 – Resíduos domiciliares privados destinados no aterro municipal de Teresina, 2019.	146
Tabela 40 – Estimativa da população dos Municípios que compõem a RIDE e Informações sobre quantidade de resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados - Ano 2018.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Área total do terreno: Aterro Municipal de Teresina.....	28
Figura 2 - Planta das edificações Aterro Municipal – Aterro Controlado	36
Figura 3 - Planta do Sistema de tratamento de efluente líquido do Aterro Sanitário Municipal	37
Figura 4: Comparação da Quantidade de Resíduos (t/mês) dispostos no Aterro Municipal de Teresina ao longo de 2018 e 2019.....	44
Figura 5 – RPU do projeto.....	53
Figura 6 – Evolução do RSU no horizonte de projeto	56
Figura 7 – Balanço de massa da rota tecnológica 1.....	59
Figura 8 – Balanço de massa da rota tecnológica 2.....	61
Figura 9 – Balanço de massa da rota tecnológica 3.....	62
Figura 10 – Emissões de GEE segundo estratégias de gestão de RSU.....	65
Figura 11 – Modelo de Ponderação: Notas das rotas tecnológicas por grupo de variáveis.....	81
Figura 12 - Diagrama Rota Tecnológica Teresina/PI	92
Figura 13 - Fluxograma da unidade de triagem.....	94
Figura 14 - Sistema de Recepção e Alimentação.	96
Figura 15 - Sistema de Triagem e Trituração.....	96
Figura 16 – Sistema de Prensagem.	98
Figura 17 - Etapas da Biodigestão Anaeróbia.....	101
Figura 18 - Fluxograma de Biodigestão com Geração de Energia.....	103
Figura 19 - Biodigestor Methanum em Operação na COMLURB - RJ	105
Figura 20 – Interior do Biodigestor com resíduos em processo de tratamento – COMLURB - RJ.....	106
Figura 21 - Pátio de Leiras para Compostagem Aeróbia - COMLURB - RJ.....	107
Figura 22 - Captação de Biogás em Aterro Sanitário.	110
Figura 23 - Modelo de flare enclausurado para queima de biogás.....	110
Figura 24 – Caminhão Roll on roll off.	120
Figura 25 – Croqui da Unidade de Transbordo.	122
Figura 26 – Plataforma de ET com cobertura.....	124
Figura 27 – Distâncias ao aterro sanitário municipal.....	127
Figura 28 - Organograma Administrativo	154

GLOSSÁRIO

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACAPI	Associação do Comércio Agropecuário do Piauí
ARSETE	Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina
ATT	Áreas de Transbordo e Triagem
AVETRANTE	Associação dos Trabalhadores em Veículos de Tração Animal
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAPEX	Capital Expenditure
CDR	Combustível Derivado de Resíduos
CE	Ceará
CEASA	Central de Abastecimento
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales de São Francisco e do Parnaíba
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana da cidade do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEMA	Conselho Municipal de Meio Ambiente
COOCAMASA	Cooperativa de Trabalho Empreendedor e catadores de materiais recicláveis do Estado do Piauí
CO2	Dióxido de Carbono
CRAS	Centro de Referência de Assistência Social
CTA	Consórcio Teresina Ambiental
CTR	Centro de Tratamento de Resíduos
CTRS	Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos
DMT	Distância Máxima de Transporte
ET	Estação de Transbordo
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
EVTEA	Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
FEP	Fundo de Apoio à Estruturação e ao Desenvolvimento de Projetos de Concessão e Parcerias Público-Privadas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GCL	Geosynthetic Clay Liner
GEE	Gases de Efeito Estufa
GIF	Graphics Interchange Format
GIZ	
GO	Goiás
GPS	Global Positioning System
GRU	Guia de Recolhimento da União
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IGTV	Instagram TV

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
IPCA-E	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPÉA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LandGEM,	Landfill gas emissions model
LC	Lei complementar
LO	Licença de Operação
LTDA	Sociedade Limitada
MCIDADES	Ministério das Cidades
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPDG	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
NT	Nota Técnica
ONG	Organização Não Governamental
PB	Projeto Básico
PBM	Pesquisa Brasileira de Mídia
PDOT	Plano Diretor de Ordenamento Territorial
PE	Projeto Executivo
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PET	Polietileno Tereftalato
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PFSB	Política Federal de Saneamento Básico
PGR	Potencial de Geração de Resíduos
PGRCD	Plano de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição
PGRS	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos
PMDB	Partido de Movimento Democrático Brasileiro
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGRSS	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMT	Prefeitura Municipal de Teresina
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Saneamento Básico
PP	Polipropileno
PPP	Parceria Público-Privada
PRP	Partido Republicano Progressista
PRR	Pontos de Recebimento de Resíduos
PP	Partido Progressista
PS	Poliestireno
PV	Partido Verde

PVC	Policloreto de Vinil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RDO	Resíduos Sólidos Domiciliares
RIDE	Região Integrada de Desenvolvimento Econômico
RPU	Resíduos de Limpeza Pública
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SA	Sociedade Anônima
SDI	Secretaria de Desenvolvimento de Infraestrutura
SDR	Superintendência de Desenvolvimento Rural
SDU	Superintendência de Desenvolvimento Urbano
SEMAR	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
SEMAM	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Teresina
SEMCASPI	Secretaria Municipal de Cidadania, Assistência Social e Políticas Integradas
SEMCOM	Secretaria Municipal de Comunicação
SEMCOP	Secretaria Municipal de Concessões e Parcerias
SEMDUH	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação
SEMPPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação
SP	São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA/MCID	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
TCRD	Taxa de Serviços de Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares
TCRE	Taxa de Serviços de Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos Sólidos Extradomiciliares
TI	Tecnologia da Informação
TMEF	Tempo médio de funcionamento até a ocorrência de uma falha
TMPR	Tempo médio de reparo
UFBA	Fundação Escola Politécnica da Bahia
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
USEPA	United States Environmental Protection Agency
UTMB	Unidade de Tratamento Mecânico Biológico
ZEII	Zona Especial de Interesse Institucional
ZOM	Zona de Ocupação Moderada
ZR	Zona de Reestruturação

1 APRESENTAÇÃO

O presente produto consiste nos Estudos de Engenharia, Logística e Afins, parte do Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental (EVTEA) para modelagem e estruturação de Concessão dos serviços de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU no município de TERESINA/PI.

Os serviços incluídos contemplam a coleta, transbordo, transporte, tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) e não inclui os serviços de conservação urbana como varrição, poda e capina.

O trabalho contempla as análises e estimativas de engenharia necessárias à proposição do modelo de Concessão, identificando a estrutura de manejo dos resíduos sólidos urbanos, a análise de projetos existentes do Aterro Municipal de Teresina para definir sua vida útil e a necessidade de um novo aterro, a análise e escolha de possíveis rotas tecnológicas para cada etapa do projeto, a estimativa dos investimentos para implantação e custos de operação da alternativa escolhida, os riscos e as responsabilidades envolvidas no projeto, bem como as medidas institucionais necessárias à implantação do estudo em tela.

2 ANÁLISE DE “DUE DILIGENCE”

A análise de “*due diligence*” (diligência prévia) consiste no estudo, busca e levantamento das informações existentes no âmbito de engenharia, logística, infraestrutura e afins, considerando os possíveis riscos e as oportunidades envolvidas no empreendimento, tendo como foco a estruturação do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Teresina/PI.

2.1 Identificação da Estrutura Existente

2.1.1 Estrutura do Ente Público no Manejo de RSU

A seguir, serão apresentados os principais órgãos responsáveis pelo manejo de RSU no município de Teresina/PI.

2.1.1.1 Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitacional (SEMDUH)

O sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos do município de Teresina é atribuição da Coordenação Especial de Limpeza Pública, subordinada à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEMDUH).

A Prefeitura Municipal de Teresina, por meio da SEMDUH/PMT, celebrou o contrato nº 004/2017 (em 09 de junho de 2017), com validade até 2022, para a prestação dos serviços de coleta, transporte, disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos, tendo como contratado o Consórcio Teresina Ambiental (CTA), formado pelas empresas Litucera Limpeza e Engenharia Ltda., CTR Teresina S.A. e a Revita Engenharia S.A.

O referido Consórcio é responsável também pela recuperação ambiental e operação controlada do aterro municipal existente e pela implantação de um novo aterro sanitário na área contígua ao mesmo. Vale ressaltar que o contrato nº 004/2017, em vigor, também prevê a possibilidade de o Consórcio utilizar outros aterros (públicos ou privados) para o tratamento e destinação final dos resíduos coletados no município de Teresina.

2.1.1.2 Secretaria Municipal de Parcerias e Concessões da Prefeitura (SEMCOP)

A Secretaria Municipal de Parcerias e Concessões da Prefeitura (SEMCOP), criada em dezembro de 2016, tem como foco a coordenação, o monitoramento, a avaliação e a supervisão das concessões e parcerias, fornecendo os subsídios técnicos e auxiliares para a implementação da Política Municipal de Concessões e Parcerias do município de Teresina/PI.

Trata-se da secretaria responsável pela condução do presente processo de licitação para concessão dos serviços de gestão de resíduos sólidos domiciliares de Teresina.

As políticas municipais de concessões e as PPP's foram iniciadas em 2005, com a publicação da Lei Municipal nº 3.466, que instituiu o Programa Municipal de Parcerias Público-Privadas, visando disciplinar e promover a realização destas parcerias no âmbito da Administração Pública, em áreas de atuação pública de interesse social ou econômico. Em 31 de outubro de 2017, foi aprovado o Decreto Municipal nº 17.261/2017, que regulamenta o Plano Municipal de Parcerias Público-Privadas, prevendo entre outras diretrizes, a criação de PPP's para os serviços de:

- Iluminação pública;
- Estacionamento rotativo no Centro da cidade;
- Aproveitamento da energia solar;
- Eficiência energética nos prédios públicos.

2.1.1.3 Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina (ARSETE)

A Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina (ARSETE), autarquia especial integrante da Administração Pública Indireta, desenvolve suas atividades em conformidade com a Lei nº 3.600/2006, que define as atribuições da

agência como entidade reguladora, normatizadora, de controle e fiscalização dos serviços públicos do Município de Teresina, em especial os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Como o escopo deste trabalho inclui a contratação dos serviços citados através de concessão, foi atribuído o papel de entidade reguladora à ARSETE dispondo através da Lei Nº 5.432/2019 a ampliação de seu escopo de atuação para atender os serviços de gestão de resíduos sólidos.

2.1.2 Coleta e Transporte do RSU

O presente subitem compreende a apresentação da estrutura operacional existente¹ para o manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Teresina/PI.

A PNRS, em seu art. 13, classifica RSU como sendo: “os resíduos domiciliares (originários de atividades domésticas em residências urbanas) e os resíduos de limpeza urbana (originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana). São constituídos, principalmente, por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens, papel higiênico, fraldas descartáveis, entre outros itens”.

Conforme já definido, o presente trabalho abordará os Resíduos Sólidos Urbanos em um conceito menos abrangente, que inclui a coleta domiciliar, a coleta em áreas de difícil acesso, coleta nas áreas rurais e a coleta seletiva, e que exclui os serviços de limpeza pública (capina, poda, varrição de vias públicas, etc.) - embora inclua a sua destinação final.

Cabe lembrar que o escopo do presente trabalho não inclui os resíduos classificados como:

¹ Referente a julho de 2019

1. Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e de Serviços de Saúde e congêneres (RSS);
2. Resíduos de Grandes Geradores; e
3. Resíduos Sólidos Extradomiciliares.

Porém, algumas dessas tipologias de resíduos citadas são atualmente dispostas no Aterro Controlado e serão abordados em um subitem específico, no intuito de fornecer subsídios para a compreensão do estudo.

2.1.2.1 Resíduos Domiciliares

A coleta e transporte de RDO do município de Teresina é realizada pelo Consórcio Teresina Ambiental (CTA), que utiliza os seguintes veículos: 30 compactadores, sendo 20 com capacidade para 15 m³ e 10 com capacidade de 19 m³, 01 caminhão baú para coleta seletiva e 01 caminhão munck para remoção dos PEV's. Para a remoção dos PRR's e demais pontos onde os resíduos são dispostos em pontos de lixo a céu aberto são utilizados 1 caminhão do tipo Roll on Roll off (PRR), 15 caminhões basculantes e 04 pás carregadeiras para remoção de resíduos a granel. Para a coleta de resíduos das áreas de difícil acesso são utilizados 32 carroceiros contratados pelo CTA – usando tração animal, que coletam os resíduos e trazem para pontos onde é possível a transferência para os veículos compactadores.

Quanto aos prestadores de serviço contratados, o CTA conta, para a coleta e transporte de resíduos, com 137 motoristas, 252 coletores e 68 funcionários alocados na administração dos serviços.

Atualmente, há 5 (cinco) empresas privadas autorizadas a coletar resíduos domiciliares (RDO) de grandes geradores que vazam no Aterro Municipal. As empresas possuem frota própria e contratos firmados com estes grandes geradores (supermercados, restaurantes, condomínios, shoppings, entre outros).

Os resíduos do tipo domiciliar dos serviços de saúde/hospitais municipais de Teresina são coletados pelo CTA.

2.1.2.1.1 Sistema de Coleta na Áreas Rurais

A população rural representa 5,7% da população total (IBGE, 2010).

O PMGIRS (2018) apresenta informações sobre o serviço de coleta convencional (dias de coleta por zona, periodicidade de coleta, tipos de veículos utilizados, entre outros). Porém, os dados são referentes ao ano de 2013, ou seja, não representam a situação atual. Sobre a compostagem na área rural, o PMGIRS afirma que “não é realizado processo de compostagem, pelo sistema público de coleta, transporte e tratamento final dos resíduos orgânicos urbanos coletados. A Superintendência de Desenvolvimento Rural (SDR) mantém uma unidade de compostagem instalada para processamento de coco verde e trituração de galhos...”, embora não esteja em operação.

Segundo a SEMDUH em julho de 2019, a coleta de resíduos na zona rural de Teresina era efetuada por veículos contratados pela Prefeitura, com capacidade de 5 t/viagem.

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam as áreas abrangidas e a frequência da coleta de resíduos na zona rural de Teresina, efetuadas por veículos contratados pela Prefeitura.

Tabela 1 – Frequência da Coleta de Lixo da Zona Rural de Teresina – Veículo I				
Rural Norte		Rural Sul		
2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira
Chapadinha Norte	Gurupá de Baixo	Bom Sossego	Bolena	Calengue
Bela Vista	Gurupá de Cima	Soinho	Coroatá	Serra Do Gavião
Vila Firmino Filho	Ave Verde	Cacimba Velha	Amparo	Árvores Verdes
São Domingos	Baixão Dos Carlos	Fazenda Nova	Lagoa De Dentro	São Raimundo
Santa Helena	Fazenda Soares	Cajaíba	São João	Taboquinha
Boa Hora	Dois Irmãos	Lagoa da Mata	Santa Teresa	Tabocas
Santa Inês	São Vicente de Cima	Boqueirão	Caminho Novo	-
Centro Do Sítio	Marambaia	Palmeira	Santa Rita	-
Portal Parnaíba	Nova Laguna	Centro da Maroca	Estaca Zero	-

Tabela 1 – Frequência da Coleta de Lixo da Zona Rural de Teresina – Veículo I				
Rural Norte		Rural Sul		
2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira
Cajazeira	Santa Luz de Baixo	Mundo Novo	-	-
Esperança	Santa Luz de Cima	Tapuia	-	-
São Vicente de Baixo	Anajás	Assentamento Taouia	-	-
Campestre Norte	São Geraldo	-	-	-

Fonte: SEMDUH, 2019.

Tabela 2 – Frequência da Coleta de Lixo da Zona Rural de Teresina – Veículo II				
Rural Sul 2ª Feira	Rural Sudeste 3ª Feira	Rural Sul 4ª Feira	Rural Sudeste 5ª Feira	Rural Sudeste 6ª Feira
Salobro	Nova Olinda	Alegria	Loteamento Maria Alice	Zé de Holanda
Loteamento Maria Alice	Porção	Humaitá	-	Fazenda Real
-	Angola I E II	Torrões	-	Atalaia
-	Formosa I E II	Cantinho Sul	-	Lagoinha
-	Boquinha	Cebola	-	Taboca do Pau Ferrado
-	Caiçara	Serafim	-	Santa Isabel
-	Campestre Sudeste	Chapadinha Sul	-	Parque Bom Futuro
-	Chapadinha Sudeste	17 de Abril	-	-
-	Vila Maria	-	-	-
-	Centro Afonsinhos E Lagoa dos Afonsinhos	-	-	-

Fonte: SEMDUH, 2019.

2.1.2.1.2 Coleta Seletiva

A partir de 2011, foi iniciada de maneira gradativa, a implantação dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV), locais destinados a receber resíduos secos da população

em geral. Até o mês de julho de 2019, foram instalados cerca de 17 Postos de Entrega Voluntária de resíduos.

Atualmente², além da instalação dos PEV's a Prefeitura efetua o recolhimento dos resíduos recicláveis através do CTA, mediante solicitação e agendamento prévio feito pelos contribuintes. Também é realizada a coleta seletiva porta a porta, de forma gratuita, com rotas programadas para grandes geradores (ex.: condomínios, empresas privadas, geradores no comércio central da cidade, hotéis, entre outros).

Os PEV's estão instalados nos seguintes locais, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Localização dos Postos de Entrega Voluntária (PEV's) em Teresina (PI)		
Ordem	PEV	Endereço
PEV001	PEV - Hiper Carvalho	BR - 343, Hiper Carvalho - Bairro Beira Rio
PEV002	PEV - Praça N. S. De Fátima	Av. NS ^a . de Fátima, Praça da Igreja NS ^a . de Fátima - Bairro Fátima
PEV003	PEV - Morada Do Sol	Av. Dom Severino com Rua Jaime da Silveira - Bairro Morada do Sol
PEV004	PEV - Mocambinho	Praça da TELEMAR - Bairro Mocambinho
PEV005	PEV - Praça Da Vermelha	Praça da Vermelha, ao lado da Igreja N. S. de Lourdes - Bairro Vermelha
PEV006	PEV - Bela Vista	Praça da Igreja Católica do Bela Vista - Bairro Bela Vista
PEV007	PEV - Encontro Dos Rios	Parque Encontros dos Rios - Bairro Olaria
PEV008	PEV - Marechal Castelo Branco	Av. Marechal Castelo Branco - Bairro Ilhotas
PEV009	PEV - Carvalho Barão	Av. Barão de Gurguéia - Carvalho Supermercado - Bairro Tabuleta
PEV010	PEV - Praça Das Violetas	Praça das Violetas, Avenida Dom Severino com Av. Homero Castelo Branco - Bairro Ininga
PEV011	PEV - Tribunal	Praça Edgar Nogueira, e frente ao TRE - Bairro Cabral
PEV012	PEV - Lagoas Do Norte	Av. Boa Esperança - Pq. Lagoas do Norte - São Joaquim

² Julho de 2019

Tabela 3 – Localização dos Postos de Entrega Voluntária (PEV's) em Teresina (PI)

Ordem	PEV	Endereço
PEV013	PEV - Ponte Estaiada	Av. Raul Lopes, próximo ao estacionamento - Bairro Fátima
PEV014	PEV - Nações Unidas	Praça Honorato Julião - Bairro Nossa Senhora das Graças
PEV015	PEV - Praça Do Saci	Praça da Igreja Católica do Saci - Bairro Saci
PEV016	PEV - Praça Dom Celso	Conjunto Tancredo Neves
PEV017	PEV - Praça Da Integração	Conjunto Parque Piauí

Fonte: SEMDUH, 2019.

A coleta dos resíduos dos PEV's é efetuada através de caminhão munck, adaptado para esta finalidade. A coleta seletiva de resíduos secos (efetuada mediante solicitação da população) é realizada utilizando um caminhão do tipo baú de 6 m³, especialmente adaptado. Tanto os resíduos coletados pelo caminhão munck, quanto os resíduos coletados pelo caminhão baú são encaminhados para Associação Trapeiro de Emaús, onde é feita a separação dos resíduos, conforme abordado mais adiante, e posteriormente encaminhados para comercialização.

Segundo informações obtidas junto ao Consórcio Teresina Ambiental, os vidros recolhidos nos PEV's destinam-se a empresa QUEENS ILLINOIS (em Recife), que são transportados pela empresa ECOCENTRAL.

Além do recolhimento dos PEV's efetuado pela Prefeitura através do Consórcio contratado, também ocorre a coleta seletiva executada por catadores autônomos, informais ou que têm ligação com as empresas privadas locais, em parceria com condomínios ou com o comércio central da cidade.

O PMGIRS aponta a existência cerca de 25 empresas compradoras no município e o site do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) registra a existência de 6 sucateiros. Os catadores autônomos atuam de forma independente, não cooperativados e em horários aleatórios.

Outra entidade que atua no setor da coleta seletiva é a Associação Trapeiros de EMAÚS, que foi constituída na França e difundida pelo mundo inteiro por iniciativa do religioso Abbé Pierre. Além de contar com os resíduos coletados pelo Consórcio Teresina Ambiental, a entidade dispõe de dois veículos para coletar nos domicílios.

2.1.2.2 Remoção dos Resíduos Públicos

2.1.2.2.1 Coleta Mecanizada – Resíduos de Grande Volume

São resíduos e entulho de obras provenientes de limpeza doméstica, como: bens inservíveis, galhos, troncos, raízes de árvores e grama dispostos de forma irregular pela população. O Município conta com sistema rotineiro de coleta destes resíduos, utilizando 04 pás mecânicas e 15 caminhões basculantes. Em 2018 foram coletadas 110.788,38 toneladas impedindo, assim, a proliferação de lixões pela cidade.

2.1.2.2.2 Programa Lixo Zero – Pontos de Recebimento de resíduos (PRR's)

Quando da elaboração do PMSB, foram mapeados 101 pontos de disposição irregular no Município, conhecidos popularmente como “áreas de transbordo”, apesar de não serem regulamentadas como pontos de entrega pela Prefeitura.

A Câmara Municipal de Teresina aprovou e sancionou Lei nº 4474/2013, que institui o “Programa Lixo Zero”. Esse Programa tem por finalidade evitar/erradicar o acúmulo de lixo nos logradouros públicos, bem como, impor penalidade para os cidadãos que descumprirem a lei. Desta forma, visando erradicar estes pontos de despejos irregulares, foram implantados os Pontos de Recebimento de Resíduos (PRR's) em setores mais críticos no município de Teresina.

Até o mês de julho de 2019, foram instalados 51 (cinquenta e um) PRR's, nas áreas mais críticas de despejo, distribuídos por região conforme descrição da Tabela 4 e realizados em 3 etapas, conforme demonstrado na Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7.

Tabela 4 – Distribuição dos PRR's em Teresina (2019)	
Região	Nº de PRR's instalados
Centro / Norte	10
Leste	11
Sul	09
Sudeste	06
Total	36

Fonte: SEMDUH, 2019.

Tabela 5 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa I

SDU	PRR	Localização
Centro/Norte	01	Rua Mato Grosso, entre as Ruas Jarbas Martins e Anísio Brito, Bairro Ilhotas
	02	Rua Prof. Fernando Marques, entre a Av. Alameda Parnaíba e Rua Amazonas, Bairro Morro da Esperança
	03	Rua Alcides Freitas, entre as Ruas Rui Barbosa e 13 de Maio, Bairro Mafuá
	04	Rua Governador Arthur de Vasconcelos, entre as Ruas Roraima e Território Fernando de Noronha, Bairro Aeroporto
	05	Rua Des. Caio Oliveira com Av. Santa Clara (do Dique), Loteamento São José, Bairro Mocambinho
	06	Rua Mariano Gaioso com Av. Ministro Sérgio Mota, Bairro Santa Maria da CODIPI
Leste	07	Rua Des. José Lourenço, entre as Ruas Noronha Almeida e Fernando Pires Leal, Bairro São João
	08	Rua Marcos Parente, entre as Ruas Sen. Cândido Ferraz e Anfrísio Lobão, Bairro de Fátima
	09	Rua Domingos Soares com 31 de Março, Bairro Ininga
	10	Rua Maria Quitéria, entre a Av. Maria Antonieta Burlamarqui e a Rua José Torquato Viana, Bairro Satélite
	11	Rua 01 da Vila Maria, Bairro Vale Quem Tem
Sul	12	Rua Benjamim Batista com Av. Maranhão, Bairro Vermelha
	13	Rua A, entre Ruas B E C, Bairro Distrito Industrial
	14	Rua Nova Glória, em Frente A Quadra A, Bairro Bela Vista III
	15	Rua Sem Denominação, entre Rua Dr. Otto Tito e Av. Gil Martins, Bairro Redenção
Sudeste	16	Rua 02 do Parque do Sol, Bairro Renascença (próximo aos trilhos)
	17	Rua 23 com Rua Primeiro, Bairro Novo Horizonte
	18	Av. Noé Mendes com Rua Carlotinha Brito, Bairro Renascença (em frente ao Restaurante Alto Sabor)
	19	Rua 30 com Rua Alexandre Gomes Chaves, próximo a BR-343, Bairro Itararé

Fonte: SEMDUH, 2019.

Tabela 6 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa II		
SDU	PRR	Localização
Centro/Norte	20	Av. da Conquista (Francisco Nogueira), próximo ao Parque Ambiental do Res. Francisca Trindade, Bairro Santa Maria da CODIPI
	21	Rua Manuel Aguiar com Rua Raimundo Vila Nova, Bairro Mafrense
	22	Rua Prof. Oscar Clarck, ao lado do Cemitério Sto. Antônio, Bairro Buenos Aires
Leste	23	Rua Prof. José Gayoso Freitas, ao lado da Unidade Escolar Pedra Mole, Bairro Pedra Mole
	24	Rua Genes Celeste, entre as Ruas Dra. Alaíde Marques e 31 de Março, Bairro Planalto Ininga
	25	Rua Alvina Fernandes Gameiro com Rua Ilhota, Bairro Planalto Uruguai
	26	Rua Prof. Mário Batista, próximo a Av. Sen. Area Leão, Bairro São Cristóvão
	27	Rua Wilson Antônio Bona, por trás do Atlantic City, Bairro Recanto das Palmeiras
	28	Rua Agostinho Alves, Bairro de Fátima
Sul	29	Av. Mestre Dezinho, entre os Bairros Catarina e Morada Nova
	30	Quadra-36 do Parque Sul, Bairro Vamos Ver o Sol
	31	Rua Jerusalém com Rua da Paz, Bairro Porto Alegre
	32	Av. Manuel Fernandes de Oliveira com Av. Rivadávia Braz de Oliveira, Bairro Angelim
	33	Rua Álvaro Freire com Rua Des. Mota, Bairro Cristo Rei
Sudeste	34	Rua das Flores com Rua Alto do Cocal, Bairro Gurupi
	35	Av. Joaquim Nelson com Rua Santa Mariana, Novo Horizonte

Fonte: SEMDUH, 2019.

Tabela 7 – Localização dos PRR's em Teresina – Etapa III		
SDU	PRR	Localização
Centro/Norte	36	Av. Pastor Djair Guerra, Residencial Vila Nova (Nova Teresina)
	37	Av. Rondina, Parque Firmino Filho (Santa Maria da CODIPI)
	38	Rua Bráz Honório, ao lado do Campo de Futebol da Vila Dilma Roussef (Santa Maria da CODIPI)
	39	Rua Santa Inês, ao lado da lagoa do Nova Brasília

Leste	40	Rua Fernando Pires Leal, próximo da Av. dos Expedicionários (São João)
	41	Rua Odete Nunes com Rua Médica Emília Martins (Piçarreira)
	42	Avenida (Vale do Gavião)
Sul	43	Rua Murilo Braga com Rua Arlindo Nogueira, ao lado da subestação da Macaúba
	44	Rua Jacobe Martins com Avenida Maranhão, Santa Luzia
	45	Rua Chico Cardoso, por trás do Carvalho Mercadão do Parque Piauí
	46	Final da Rua Francisco de Assis Garcia, Vila Irmã Dulce
	47	Rua Esmaragdo de Freitas com Rua Des. Mota (Monte Castelo)
Sudeste	48	Balão da Av. Noé Mendes com Rua Des. Manuel Felício Pinto (Dirceu II)
	49	Rua José Maria Moedas com Rua Est. Fábio César (Residencial Frei Damião)
	50	Rua Dois com Rua dos Trilhos (Parque do Sol)
	51	Av. Prof. Camilo Filho com Av. Jehu Sêrvio (Residencial Alto da Ressurreição)

Fonte: SEMDUH, 2019.

A maioria dos PRR's são instalados em áreas públicas, mas existem outros que estão instalados em áreas privadas, onde a Prefeitura obteve a permissão dos proprietários para alocá-los. Os PRR's apresentam-se padronizados, compreendendo a instalação de placa adesivada, abrigo coberto para funcionário e contêineres com a capacidade de 25 m³, sendo permitido o descarte de pequenas quantidades de resíduos da construção civil, resíduos de podas e cortes de árvores, bens inservíveis, resíduos de roçada e capina, varrição e resíduos volumosos, no limite de até 1m³/hab.dia, sendo vedado o descarte de resíduos orgânicos, eletroeletrônicos, lixo hospitalar, industrial, pneus, caminhões de entulhos de obras, penas e vísceras.

Os containers são coletados pelo CTA, utilizando caminhões do tipo Roll-on Roll off, que transportam os resíduos para o Aterro Municipal de Teresina.

Para aprimorar a fiscalização do Programa Lixo Zero e dar maior efetividade ao cumprimento da legislação municipal, conforme descrito no Art.7º da Lei, foi instituída uma coordenação formada por um grupo de servidores, distribuídos em 04 (quatro) equipes, com competência concorrente com as fiscalizações normais das SDU's e que atuam nas 04 (quatro) zonas da cidade. O descarte de resíduos de maneira irregular tem como penalidade a apreensão do veículo que comete a infração e/ou multa em valores que variam entre R\$ 328,04 a R\$ 3.280,43 (SEMDUH,2018).

A SEMDUH possui um projeto que contemplará o monitoramento remoto de áreas críticas de despejo irregular de lixo, através da instalação de câmeras, no intuito de

24

coibir esta prática no município de Teresina. A Tabela 8 fornece a relação das áreas a serem monitoradas, segundo informações da SEMDUH. Foi constatado durante a visita técnica realizada em julho/2019, que o processo de instalação das câmeras foi iniciado.

Tabela 8 – Áreas de Monitoramento em Teresina		
Câmeras	Localização	SDU's
C-01	Avenida Josué de Moura Santos (trecho-1)	Centro/Norte
C-02	Avenida Josué de Moura Santos (trecho-2)	
C-03	Rua Chico Conrado, Parque Wall Ferraz	
C-04	R. Gov. Arthur de Vasconcelos c/ Rua Batalha do Jenipapo, Bairro Aeroporto	
C-05	R. Gov. Arthur de Vasconcelos com Rua Clodoaldo Freitas, Bairro Marquês	
C-06	Rua Anísio de Abreu com Avenida Petrônio Portela, Bairro Aeroporto	
C-07	Avenida Batalha do Jenipapo com Avenida Duque de Caxias	
C-08	Rua Odete Nunes com Rua Médica Emília Martins, Piçarreira	Leste
C-09	Rua Deputado Sebastião Leal com Avenida Giovane Prado, Satélite	
C-10	Rua Barbacena com Rua Indiana, Uruguai	
C-11	Rua Fernando Pires Leal com Avenida dos Expedicionários, São João	
C-12	Rua Egídio Mota com Rua Antônio Santana, Renascença/Parque Poti	Sudeste
C-13	Rua Egídio Mota com Rua Deputado Pinheiro Machado, Renascença/Parque Poti	
C-14	Rua Manoel Felício Pinto, Tancredo Neves	
C-15	Rua Cinco com Avenida Henri Wall de Carvalho, Parque Piauí	Sul
C-16	Rua Jacob Martins com Avenida Maranhão, Santa Luzia	
C-17	Rua Murilo Braga (subestação), Macaúba	
C-18	Rua Costa Rica com Rua Peru, Cidade Nova	
C-19	Rua Gonçalves Lêdo com Rua Primeiro de Maio, Real Copagre	Norte
C-20	Rua Santa Inês com Rua Jim Borrvalho, Nova Brasília	

Tabela 8 – Áreas de Monitoramento em Teresina		
Câmeras	Localização	SDU's
C-21	Rua João Cabral com Alameda Parnaíba, Matinha	
C-22	Rua Raul Serrano com Rua Médico Jairo Paiva, Piçarreira	Leste
C-23	Rua Seis com Rua Cinco (ao lado da Unidade Escolar Residencial Pedra Mole), Pedra Mole	
C-24	Rua Professor Flávio Teixeira de Abreu com Rua Dirce Vasconcelos, Vale Quem Tem	
C-25	Rua Desembargador Vidal de Freitas com Rua Francisco Cerqueira Dantas, Renascença	Sudeste
C-26	Rua Esmaragdo de Freitas com Rua Desembargador Mota, Monte Castelo	Sul
C-27	Avenida Milton Brandão (continuação Celso Pinheiro), Estrada da Alegria	
C-28	Rua Barras com Rua José Marques da Rocha, Memorare	Norte
C-29	Rua Lucídio Freitas com Rua Jacob Almendra, Cabral	
C-30	Rua Industrial José Camilo da Silveira com Avenida Raul Lopes, Fátima	Leste

Fonte: SEMDUH, 2019.

2.1.3 Destinação Final dos RSU

2.1.3.1 Aterro Municipal de Teresina

Atualmente, os resíduos sólidos coletados são transportados ao Aterro Municipal de Teresina, situado no km-07 da BR-316, região Centro-Sul do município. A seguir, a operação e a caracterização do aterro municipal serão brevemente descritas.

O aterro municipal está situado na Zona Especial de Interesse Institucional (ZEII) na Zona Sul. As áreas adjacentes são classificadas pelo zoneamento urbano municipal como:

- Norte e Sul - Zona de Ocupação Moderada (ZOM1)
- Leste - Zona de Reestruturação (ZR)

Segundo o Art.120 do PDOT, as Zonas Especiais de Interesse Institucional são aquelas parcelas do território que se destinam a equipamentos ou a um conjunto de equipamentos que têm papel destaque na estrutura urbana, pelo seu caráter público e/ou por constituir-se referência urbana para a população.

O ANEXO I apresenta o mapa de zoneamento do município de Teresina.

2.1.3.1.1 Caracterização do Aterro Municipal

O Aterro Municipal de Teresina situa-se entre os bairros Santo Antônio e Parque Juliana (aproximadamente 1,5 km da Rodovia BR-116), e contempla 2 setores: o Aterro Controlado em operação e a área de implantação do Aterro Sanitário.

O referido aterro surgiu como um lixão na década de 70. Em 1993, foram iniciadas as obras de recuperação visando o transformar em Aterro Controlado. Desde o ano de 2007, a Prefeitura vem adotando medidas para transformação do aterro controlado em aterro sanitário, sem obter grandes progressos. Em 2017, o Consórcio Teresina Ambiental retomou as obras de recuperação do aterro controlado e da implantação de um aterro sanitário em área contígua ao mesmo. Esta adequação ainda está em andamento. Ressalta-se que o Aterro Controlado não apresenta qualquer tipo de impermeabilização.

Conforme mostrado na Figura 1, a área total do terreno do Aterro Municipal é de 48,59 ha e divide-se em dois setores: um setor a oeste (junto ao acesso pela BR-316, medindo 33,31 ha, já ocupados pelo aterro controlado) e outro setor a leste (com 15,28 ha destinados a implantação do novo aterro sanitário). As edificações do Aterro Municipal foram descritas no item 2.2 a seguir.



Figura 1 - Área total do terreno: Aterro Municipal de Teresina

Fonte: CTA, 2019

O aterro controlado recebe os resíduos da coleta domiciliar (RDO), de serviços de limpeza pública e de conservação (RPU), de resíduos depositados pela população nos PRR's (Pontos de Recebimento de Resíduos), penas e vísceras, bem como aqueles provenientes dos serviços realizados por empresas particulares/grandes geradores.

Segundo informações fornecidas por representante da SEMDUH, o aterro controlado é operado por 34 funcionários do CTA e por 12 funcionários da Prefeitura. Também foi informado que o aterro recebe em média 17.240 t/mês de resíduos domiciliares, 150 t/mês de resíduos especiais (penas e vísceras), 69 t/mês de coleta seletiva, 2.276 t/mês de resíduos provenientes dos PRR's, 1.200 t/mês de resíduos coletados por empresas particulares, 7.000 t/mês de resíduos produzidos pelas equipes de capina e 10.000 t/mês de resíduos removidos dos pontos de transbordo,

totalizando uma média mensal de 37.935 t/mês resíduos dispostos mensalmente no aterro controlado ou 1.264,50 t/dia.

As obras de recuperação do aterro controlado se encontram em andamento. As frentes de trabalho já estão delineadas e o maciço já vem recebendo sua conformação final. Os dispositivos de drenagem superficial, drenos longitudinais (em manta PEAD, rachão e bidim) e drenos de gás estão sendo implantados e outras medidas vem sendo implementadas, visando a segurança e o encerramento do referido aterro.

Ressalta-se que, durante a visita técnica efetuada em julho/2019, foi possível observar que está sendo implantada uma nova lagoa impermeabilizada (em manta PEAD) – Lagoa 1 - para receber os efluentes do aterro controlado, que os direcionará (através de tubulações e caixas de passagem) para a ETE existente no Aterro Municipal, em setor a leste. Atualmente, os efluentes ainda são direcionados para 3 lagoas existentes na área onde está sendo implantado o aterro sanitário, mas estas referidas lagoas estão em processo de desmobilização, pois não possuem impermeabilização. Também foi observada a ausência de piezômetros no aterro em questão.

O aterro sanitário, em fase de implantação da infraestrutura, compreende, basicamente, a “célula 2”, que será subdividida em 4 etapas de execução: A, B, C e D. A etapa A corresponde a área adjacente a ETE, e assim sucessivamente, onde a etapa D compreende a área situada mais próxima ao aterro controlado. Em julho de 2019, a área da etapa A da célula 2 estava em fase final de implantação, com a colocação das mantas PEAD texturizadas de 2 mm de espessura.

A ETE existente no Aterro Municipal utiliza o sistema físico-químico de tratamento de efluentes, que atende o aterro controlado e que servirá também ao aterro sanitário em fase de implantação. O decantador secundário que existia no setor da ETE e a antiga lagoa foram desativados. O efluente tratado é conduzido à Lagoa de Tratados e, posteriormente, é utilizado como água de reuso para lavagem de frota do aterro, rega, entre outros.

Segundo informações fornecidas pelo CTA, existem 3 poços de monitoramento de águas subterrâneas dentro da área do aterro (internos), 3 poços de monitoramento de águas subterrâneas fora da área do aterro (externos) e 2 poços de monitoramento de águas superficiais próximo ao Rio Poty.

2.1.3.1.2 Operação do Aterro Municipal de Teresina

Os veículos de coleta, ao chegarem ao portão de acesso ao aterro, passam pela balança de plataforma única (com a capacidade de 80 toneladas) e, de acordo com a natureza do resíduo transportado, são encaminhados à frente específica de destinação, ou seja:

- O RDO é encaminhado ao aterro controlado;
- Os resíduos de poda e capina são encaminhados a uma frente específica, para posterior aterramento ou compostagem;
- Os resíduos oriundos da coleta de resíduos volumosos são encaminhados a uma célula específica, para que sejam dispostos, em separado, dos resíduos orgânicos.
- Os resíduos recicláveis recolhidos pela Prefeitura são encaminhados para a Associação de Emaús.

Ao chegarem na frente para a qual foram destinados, os veículos coletores procuram depositar os resíduos o mais próximo possível das frentes de trabalho para evitar grandes deslocamento das máquinas de esteira. Após o vazamento os resíduos são compactados pelo trator de esteiras de encontro ao talude de resíduo já existente, mantendo a conformação e a declividade especificadas em projeto.

Este procedimento se repete até o término da jornada de trabalho ou quando a célula atingir as dimensões especificadas no projeto, quando então os taludes externos recebem a conformação definitiva. As células destinadas a disposição do RDO recebem uma camada de cobertura em solo natural para coibir a presença de urubus e outros vetores. Todo esse procedimento fica prejudicado pela presença dos catadores, que operam junto às frentes de trabalho quando os veículos coletores estão descarregando, comprometendo sua integridade física e atrasando os procedimentos acima descritos.

A Tabela 9 apresenta as especificações das máquinas que operam no aterro.

Tabela 9 - Máquinas Pesadas do Aterro Municipal

Item	Máquina	Descrição	Marca	Modelo	Ano
1	Trator de esteira	Com ar-condicionado	Caterpillar	D6-D	1988
2	Trator de esteira	Com ar-condicionado	Caterpillar	D6-D	1988
3	Trator de esteira	Com ar-condicionado	Caterpillar	D6-D	1988
4	Escavadeira hidráulica 03	Com ar-condicionado	Komatsu	PC220	2008
5	Escavadeira hidráulica 02	Com ar-condicionado	Komatsu	PC220	2009
6	Escavadeira hidráulica 01	Com ar-condicionado	Caterpillar	PC320	2015
7	Motoniveladora	Com ar-condicionado	Volvo	G710	2011
8	Rolo compactador	Com ar e patas removíveis	Caterpillar	CF54B	2017
9	Rolo compactador	Com ar e patas removíveis	Hammer	RC08	2017
10	Pá carregadeira	Com ar-condicionado	Caser	W20E	2015
11	Retroescavadeira	Com ar-condicionado	XTMG	XT870	2010

Fonte: CTA, 2019.

2.1.3.1.3 Catadores no Aterro Municipal de Teresina

Em julho de 2019, observou-se uma maior concentração de catadores nas frentes de trabalho. Segundo relatos da equipe do CTA, existem cerca de 60 catadores no aterro. As informações divergem das fornecidas pela equipe da SEMDUH, que estimam a presença de cerca de 120 catadores (em média) e que eles se encontram na região do aterro há muitos anos, provavelmente desde a sua origem, quando o aterro era um antigo lixão (décadas de 70 / 80). Parte dos catadores atua nas frentes de trabalho de forma mais fixa, já outros atuam de forma sazonal/flutuante (também há catadores sazonais que são usuários de entorpecentes).

A Prefeitura tentou por diversas vezes, em ações com o apoio da Secretaria Municipal de Cidadania, Assistência Social e Políticas Integradas (SEMCASPI), inserir os catadores em associações, cooperativas, cadastros, mas muitos se negaram em participar dessas atividades formalizadas. As ações da prefeitura objetivaram:

- Cadastramento de todos os catadores;
- Registro da cooperativa (COOCAMASA) incluindo todos que trabalham no local;
- Construção de galpão para a usina de reciclagem para que a COOCAMASA operasse (atualmente está sendo subutilizada, pois somente uma família de catadores atuam no local);
- Aquisição de 1 caminhão baú para a cooperativa;

As ações acima elencadas não obtiveram sucesso e na prática não conseguiram manter os catadores trabalhando de forma estruturada e organizada em cooperativas.

Em 2015 houve incentivo do Governo Federal com o programa Pró-Catador (previsto na PNRS – Lei Federal nº 12.305/2010), porém, este programa não logrou êxito, pela ausência de recursos.

2.1.3.1.4 Galpão cedido à COOCAMASA

Trata-se de um galpão existente na área do aterro, onde originalmente funcionava uma Usina de Reciclagem. Atualmente todos os equipamentos da antiga usina foram retirados ou se encontram inoperantes, e o galpão foi cedido à Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis do Bairro de Santo Antônio (COOCAMASA), que o utiliza como depósito de materiais aguardando comercialização.

Segundo informações obtidas pela equipe técnica do Consórcio Vital, a COOCAMASA estava em processo de reformulação após a eleição de nova diretoria. Em contato com o Centro de Referência da Assistência Social - CRAS SUL I, que atende aos catadores da área do aterro municipal, foi relatado que a referida associação ficou inativa por um longo período e que não existem informações atuais sobre as suas atividades. A nova diretoria não fez qualquer contato com o CRAS (parceiro natural de associações similares) e a operadora do aterro não se responsabiliza pelas atividades da COOCAMASA.

Atualmente, a COOCAMASA compra os resíduos (sacolões) dos catadores que trabalham nas frentes de serviço, fazendo a separação e venda no galpão. Os

equipamentos de operação, triagem e armazenamento de resíduos recicláveis praticamente encontram-se avariados e muitos estão inoperantes.

2.1.3.1.5 Projetos Referentes à Implantação do Aterro Sanitário Municipal

O Consórcio Teresina Ambiental possui um Projeto Básico datado de 2014 e um Projeto Executivo finalizado no ano de 2019 referente à implantação do Aterro Sanitário Municipal de Teresina, situado em área contígua ao Aterro Controlado.

Os projetos foram considerados para feito de avaliação da vida útil conforme definido no capítulo 5.

2.1.3.1.6 Licenciamento para a Implantação e Operação do Aterro Sanitário Municipal

O Aterro Municipal de Teresina, dentro deste contexto, inclui: o aterro controlado existente e o aterro sanitário que está sendo implantado.

O aterro controlado possui licença de implantação (LI) e licença de operação (LO) municipal. A LO está em fase de tramitação de sua renovação na SEMAM e na SEMAR, conforme ANEXO II.

A Lei Complementar (LC) nº 140/2011 estabelece que o licenciamento de aterros é de competência do Estado. Desta forma, a Prefeitura de Teresina remeteu todo processo de licenciamento ambiental do aterro controlado e seus respectivos documentos para a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMAR. Como o processo encontra-se em análise há 3 anos, a Prefeitura de Teresina solicitou a SEMAR a delegação da atividade de licenciamento ambiental de aterros, porém ainda não recebeu a resposta formal.

A instância responsável pelo licenciamento do aterro é o Estado do Piauí, conforme definido pela resolução nº 023 de 4 dezembro de 2014 do Conselho Estadual do Meio Ambiente. A Prefeitura, por seu lado, vem solicitando delegação da atividade de licenciamento ambiental de aterros para a Secretaria do Meio Ambiente de Teresina - SEMAM com o objetivo de evitar atrasos ao projeto em curso.

A LO existente do aterro controlado, segundo a Resolução CONAMA nº 237 (art.18, parágrafo 4º), mesmo com o prazo de validade de 17/05/19, continua vigente

até o Estado finalizar seu processo de renovação ou delegação de competência para o município de Teresina.

Não foi identificado nenhum projeto de implantação adicional ou expansão de novos aterros a curto ou médio prazo, no município de Teresina.

Para a coleta e transporte, o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA), aprovou no dia 25/02/2019 a resolução nº 02/2019 que institui o licenciamento simplificado para as atividades de transbordo e triagem de resíduos da construção e resíduos volumosos; áreas de reciclagem de resíduos da construção; aterros de pequeno porte; áreas para aterro da construção civil (inertes) e centro de triagem de resíduos para cooperativas de catadores de materiais recicláveis (CTR).

2.1.3.2 Central de Tratamento de Resíduos Teresina – CTR Teresina

A CTR Teresina, de propriedade da CTR Teresina S.A, situa-se na Rodovia PI-130, localidade Fazenda Salobro, s/n, na Zona Rural, Teresina/PI (coordenadas 05° 19' 41.23" S - 42° 47' 07.47" O). O referido aterro encontra-se à 30,7 km do centro de massa de Teresina e possui uma vida útil de projeto estimada de 20 anos.

A CTR Teresina tem capacidade nominal para tratar até 1.200 t/dia e está licenciada para receber, tratar e dispor: Classe I: Resíduos Perigosos (50 t/dia), Classe II: Resíduos Domiciliares e comercial (600 t/dia), Classe IIB: Resíduos da Construção Civil (500 t/dia) e Resíduos de Serviços de Saúde (5 t/dia).

O CTR Teresina se encontra inativa, sem receber resíduos de Teresina ou de outros municípios, embora em seu projeto original esteja incluída a possibilidade de atender também ao município de Demerval Lobão.

Segundo a SEMAM, este aterro foi licenciado pela Prefeitura de Teresina e ficou em operação por aproximadamente 1,5 a 2 anos, recebendo resíduos urbanos de grandes geradores e resíduos da construção civil (1 célula com 30% de seu volume ocupado). A CTR Teresina, entretanto, não efetuou a renovação da LO, pois desativou suas instalações e se encontra fora de operação.

2.1.3.3 Central de Tratamento de Resíduos Altos – CTR Altos

A CTR Altos, de propriedade da Piauí Ambiental S.A, situa-se na Rodovia BR-343, zona rural, Altos/PI (coordenadas 05°03'00.00" S – 42°32'44.18" O), à 31,7 km do centro de massa de Teresina e possui uma vida útil de projeto estimada de 25 anos.

A CTR Altos possui uma área total de 126,58 ha, sendo 25 ha para disposição final, tem capacidade total de disposição de resíduos de 6.600.000 toneladas e está licenciado para receber resíduos da Classe I, Classe II, descontaminação de RSS, além de uma unidade para beneficiamento de RCD. Atualmente, na CTR Altos existe uma célula já implantada, com capacidade para receber até 400 t/dia de resíduos por um período de 18 meses (informações fornecidas pela empresa Piauí Ambiental) e uma lagoa de contenção para operar imediatamente, até que o sistema de tratamento seja instalado.

O CTR Altos encontra-se inativo (não chegou a entrar em operação).

2.2 Avaliação da Situação Patrimonial

Todas as instalações atualmente utilizadas no sistema de coleta são de responsabilidade do CTA e o Aterro utilizado pelo sistema para a disposição final dos resíduos é do Município de Teresina. A sede administrativa do Consórcio, base operacional e garagem da frota de veículos estão situados na Av. Henry Wall de Carvalho, 6898-7154 - Triunfo, Teresina/PI.

Existem ainda 5 pontos de apoio para as turmas dos serviços operacionais de limpeza (Módulo II do Contrato nº 004/2018, sob supervisão das SDU's), sendo 4 cedidos pela Prefeitura e 1 particular do CTA. Estes serviços não são objeto do presente estudo.

O terreno onde se localiza o aterro municipal é de propriedade da Prefeitura de Teresina e foi cedido em comodato ao Consórcio Teresina Ambiental.

Além do terreno existe no local as seguintes benfeitorias:

- Dois containers utilizados como escritório;
- Guarita em alvenaria para controle de acesso à área;
- Edificação em alvenaria para operacional;

- Galpão em alvenaria, originariamente uma usina de reciclagem, que atualmente está cedida à Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis do Bairro de Santo Antônio - COOCAMASA, que a utiliza como depósito de materiais recicláveis;
- Edificação em alvenaria cedido à Associação do Comércio Agropecuário de Piauí – ACAPI, que a utiliza para recepção e logística reversa de embalagens de agrotóxicos;
- Instalações em estrutura metálica para tratamento físico-químico e monitoramento dos efluentes líquidos, de propriedade da empresa Hydros Ambiental, subcontratada do CTA;
- Balança rodoviária com capacidade de 80 toneladas, de propriedade da Prefeitura de Teresina.



Figura 2 - Planta das edificações Aterro Municipal – Aterro Controlado

Fonte: Google Earth, adaptado por Consórcio Vital (2019).



Figura 3 - Planta do Sistema de tratamento de efluente líquido do Aterro Sanitário Municipal

Fonte: Google Earth, adaptado por Consórcio Vital (2019).

Dentre as benfeitorias existentes no aterro de propriedade da Prefeitura de Teresina, algumas estão cedidas a outras entidades, não podendo ser disponibilizadas de imediato para utilização do futuro concessionário.

O galpão de recebimento de embalagens de agrotóxicos faz parte de um programa de logística e reversa e os equipamentos de beneficiamento dos resíduos instalados na usina de reciclagem se encontram inoperantes.

Todas as demais benfeitorias deverão ser cedidas em comodato para o futuro concessionário durante todo o período de concessão (a partir da ordem de início), uma vez que mesmo após o fim da vida útil do aterro sanitário (célula 2), haverá ainda no local a operação de uma estação de transbordo, de uma unidade mecânico-biológica de beneficiamento de RDO e o monitoramento ambiental da célula 1.

As instalações fixas para monitoramento e tratamento de efluentes, embora de propriedade particular, ao término do contrato nº 004/2017, em vigor, serão transferidas à Prefeitura de Teresina.

As benfeitorias instaladas no Aterro Municipal de Teresina estão ilustradas na Figura 2 e na Figura 3.

2.3 Avaliação da Capacidade Instalada

Conforme apresentado no item anterior, a área onde se localiza o atual aterro controlado municipal e o aterro sanitário que está sendo implantado deverá ser cedida em comodato ao futuro concessionário, que deverá executar as obras de adequação necessárias para operação e monitoramento após o fim da vida útil.

O novo Aterro Sanitário de Teresina irá ocupar uma área de 118.100 m² e foi projetado para um volume total adicional de 1.997.333,95 m³, a ser implantada em 4 etapas, conforme detalhado na Tabela 10.

Tabela 10 - Etapas de implantação do Aterro Sanitário de Teresina	
Etapas	Volume (m ³)
A	186.391,71
B	586.888,68
C	685.175,40
D	538.878,16
Total	1.997.333,95

Fonte: CTA, 2019

A primeira etapa (etapa A), com capacidade de 186.391,71 m³, está praticamente concluída. Assumindo-se que comece a ser utilizada em julho de 2020, esta etapa estará inteiramente ocupada em menos de seis meses, cabendo ao CTA a implantação da etapa B, com capacidade para 586.888,68 m³ e suficiente para operação até meados de 2022.

Não se identificou no instrumento contratual a obrigatoriedade de o CTA executar as quatro etapas previstas no Projeto Executivo de implantação do Aterro Sanitário. Assim, neste trabalho considerou-se que apenas as etapas A e B serão implantadas pelo CTA, uma vez que a etapa A em final de implantação será totalmente utilizada antes do início da concessão, e dessa forma, o CTA forçosamente implantará a etapa B para utilização própria.

Como a data de início do contrato de concessão que se está estruturando depende de diversos fatores de difícil previsão, neste estudo considerou-se que o novo concessionário assumirá o aterro sanitário municipal com a etapa B praticamente

preenchida, devendo iniciar as obras de implantação da etapa C logo após a ordem de início.

Os custos de implantação das etapas C e D (685.175,40 e 538.878,16 m³, respectivamente) foram estimados e incluídos no CAPEX previsto para o presente estudo.

3 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE ENGENHARIA, LOGÍSTICA E AFINS

3.1 Abrangência do projeto

A abrangência do presente estudo é a estruturação do sistema de gestão de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) no município de Teresina/PI.

Adotou-se como definição para RDO aquela contida no art. 13º da Lei 12.305/10 - *“resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas”*.

A remoção de Resíduos Públicos (RPU), aqueles originários da prestação dos serviços de Limpeza Urbana, permanecerá sob a responsabilidade do município. Entretanto, para dimensionamento do aterro foi considerado o tratamento e a destinação final dos Resíduos Públicos (RPU), a ser remunerado pela Prefeitura como usuária do serviço de destinação.

Adotou-se como definição para RPU aquela contida no art. 13º da Lei 12.305/10 - *“resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana”*.

Em concordância com a definição acima, os detritos lançados indevidamente pela população em áreas e logradouros públicos e recolhidos pela PMT de forma manual ou mecânica, serão considerados RPU e conseqüentemente serão destinados ao sistema de tratamento e destinação a ser operado pelo futuro concessionário, cabendo à PMT o pagamento por este serviço conforme proposto na Modelagem Econômico-Financeira.

3.2 Horizonte de projeto

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

Portanto neste projeto, considera-se a identificação da expectativa de demanda pelos serviços, referenciando-se em estudos populacionais, estudo de custos, despesas e receitas e de tempo do contrato a ser celebrado em horizonte de 30 (trinta)

anos, contados a partir da data de eficácia do contrato, celebrado após realização do processo licitatório.

3.3 Quantificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Para quantificação dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Teresina/PI, foram utilizados os dados disponibilizados pela SEMDUH. Em 2018 foram coletadas em Teresina 206.897,64 toneladas.

Com base nas projeções do IBGE, a população estimada para Teresina em 2018 era de 861.442 habitantes.

A Tabela 11 apresenta a descrição dos quantitativos de RSU recolhidos em Teresina no ano de 2018, por tipo de serviço.

Tabela 11 – Serviços de Coleta de Resíduos de Teresina em 2018.				
Serviço	t/ano	t/mês	t/dia	kg/hab.dia
Coleta Domiciliar	206.897,64	17.241,47	574,72	0,67
Coleta áreas de difícil acesso	11.440,29	953,36	31,78	0,04
Coleta de resíduos especiais	1.584,75	132,06	4,40	0,01
Coleta Seletiva	829,86	69,16	2,31	0,0027
Total RDO	220.752,54	18.396,05	613,21	0,72
Remoção de PRR's	27.315,02	2.276,25	75,88	0,09
Remoção manual	77.997,64	6.499,80	216,66	0,25
Remoção mecanizada	110.788,38	9.232,37	307,75	0,36
Total RPU	216.101,04	18.008,42	600,28	0,70
Total RSU	436.853,58	36.404,47	1.213,50	1,42
Obs.: População considerada: 861.442 habitantes (2018)				

Fonte: SEMDUH, adaptado por Consórcio Vital (2019).

Observa-se que a média de RSU coletados no município de Teresina foi de 1,42 kg/hab x dia em 2018. Este índice está bem acima da média estimada pela ABRELPE (2017), como também da média nacional para cidades entre 250 mil e um milhão de habitantes que foi de 1,07 kg/hab. x dia (SNIS, 2017).

Para estimar a geração per capita de RSU no ano de 2017 para a Região Nordeste, a ABRELPE estabeleceu a seguinte correlação:

$$RSU = 0,000198 \times \text{população} / 1000 + 0,708588 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab.} \times \text{dia}} \right)$$

(Grau de assertividade da correlação – 94,8%)

Fonte: ABRELPE, 2017

Inserindo-se o valor de população urbana estimada para o ano da contratação, obtém-se a taxa de geração per capita de 0,8792 kg/hab x dia.

3.3.1 Crescimento populacional e de geração de Resíduos Sólidos

A partir dos dados dos Censos e estimativas populacionais realizados pelo IBGE, foram calculadas projeções populacionais futuras até o ano de 2051 (horizonte de projeto), utilizando-se o método da projeção aritmética, apresentada no ANEXO III deste relatório.

Para definir o índice de geração per capita a ser adotado no projeto, procurou-se estimar a geração per capita de resíduos sob o prisma de três séries históricas disponíveis, a saber:

- Os índices de geração per capita calculados pelo SNIS (IN022), com base nas informações fornecidas pela Prefeitura nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018;
- A geração per capita obtida no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Teresina – PI referente aos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013;
- A geração per capita calculada pelo Consórcio Vital com base nas quantidades de resíduos informadas pela Prefeitura nos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, sendo esta última utilizando dados de janeiro a julho extrapoladas até dezembro.

Os resultados obtidos encontram-se descritos nas Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14.

Tabela 12 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo o SNIS		
Ano	População (habitantes)	Massa RDO coletada per capita em relação à pop. total atendida
		kg/ (hab x dia)
		IN022
2014	840.600	0,75
2015	844.245	0,77
2016	847.430	0,73
2017	850.198	0,70
2018	861.442	0,75
Média		0,74

Fonte: SNIS, 2014 a 2018.

Tabela 13 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo o PMGRIS			
Ano	RDO (t/ano)	População (habitantes)	Geração per capita (kg / hab x dia)
2010	184.598,09	814.230	0,63
2011	193.242,65	824.117	0,65
2012	193.242,16	834.004	0,64
2013	208.289,00	843.891	0,69
Média			0,65

Fonte: PMGIRS, 2018.

Tabela 14 - Geração Percapta de RDO do Município de Teresina segundo calculado a partir dos valores fornecidos pela Prefeitura Municipal de Teresina			
Ano	RDO (t/ano)	População (habitantes)	Geração per capita (kg / hab x dia)
2016	192.731,73	847.430	0,63
2017	196.518,30	850.198	0,64
2018	206.897,64	861.442	0,67
2019	199.071,46	864.845	0,64
Média			0,65

Fonte: Consórcio Vital, 2020.

Analizando os dados fornecidos pela Prefeitura, em princípio tende-se a considerar que houve pronunciada redução de 2018 para 2019.

Entretanto, o gráfico abaixo deixa evidente que tal redução ocorreu a partir de março de 2019, mês em que a Prefeitura intensificou a exclusão dos Grandes Geradores da coleta pública. Até 2018 grande parte dos resíduos produzidos por estes

geradores era coletado juntamente com o resíduo domiciliar, elevando o índice de geração per capita.

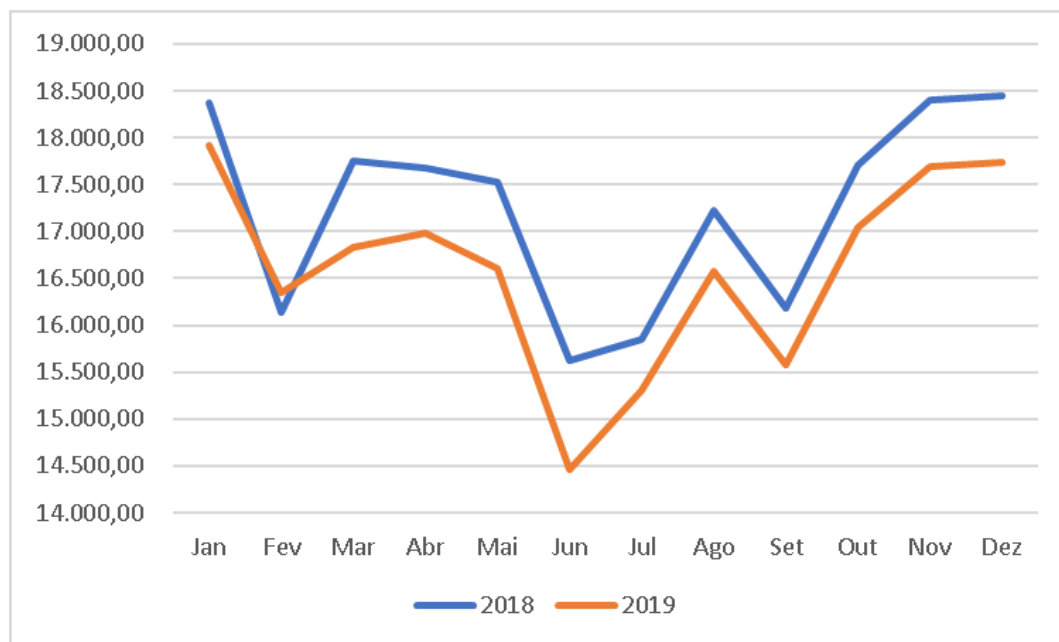


Figura 4: Comparação da Quantidade de Resíduos (t/mês) dispostos no Aterro Municipal de Teresina ao longo de 2018 e 2019.

Fonte: Consórcio Vital, 2020.

A geração estimada para 2019 foi calculada expurgando-se o lixo produzido pelos Grandes Geradores para dimensionamento da coleta, mas foram considerados no dimensionamento do sistema de tratamento e destinação final, mesmo não sendo coletados pelo futuro concessionário.

Por esse motivo, adotou-se os índices referentes ao ano de 2018 (0,67 kg/hab. x dia para RDO e 0,74 kg/hab x dia para RPU), para definir a geração per capita.

Para o dimensionamento do sistema de coleta e transporte dos RDO os resíduos dos Grandes Geradores foram excluídos.

A média obtida pelo Consórcio Vital para os últimos anos é bem próxima daquela apresentada no PMGIRS no período de 2010 a 2013 (0,64 kg / hab x dia), permitindo considerá-la constante no horizonte de projeto.

O PMGIRS já detectava em 2013 uma tendência de forte elevação na geração per capita, o que não foi avaliado na elaboração daquele Plano. Devido ao hiato entre a elaboração do Plano e o presente estudo, considerou-se prudente trabalhar em favor

da segurança, adotando-se o índice de 2018, bem próximo e inferior ao de 2013. Caso este índice venha a se mostrar elevado, o reflexo imediato será o aumento da vida útil dos aterros sanitários e uma maior flexibilidade nos sistemas de coleta e transporte e tratamento e destinação final dos resíduos, sem nenhum impacto considerável no cálculo da tarifa.

Com a população assim obtida, e mantendo-se constantes as médias de geração per capita referentes a 2018 para RDO e RPU, obteve-se a estimativa de geração de resíduos no horizonte de projeto.

Dessa forma, mantendo-se o padrão de geração e a metodologia atual de gestão de RSU, os sistemas de coleta, transporte e destinação dos RSU de Teresina deverão ser dimensionados para as quantidades de resíduos descritas na Tabela 15.

Tabela 15 – Quantidades de Resíduos no Horizonte do projeto (30 anos).		
Tipo de Resíduo	Início do Projeto	Horizonte do Projeto
RDO (t/ano)	212 mil	265 mil
RPU (t/ano)	152 mil	147 mil
RSU (t/ano)	364 mil	412 mil

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

A projeção da geração de resíduos encontra-se no ANEXO IV. Para efeito do dimensionamento e de apresentação das rotas tecnológicas serão utilizados números arredondados de 600 t/dia de RDO e 600 t/dia de RPU referentes ao ano de 2018.

3.3.2 Metas de redução

Dentre os objetivos da PNRS, elencados no artigo 7º da Lei nº 12.305/2010, estão a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Entende-se como rejeito a “parcela a ser encaminhada para disposição final ambientalmente adequada após esgotadas as suas possibilidades de reaproveitamento e reciclagem”.

Dentro desse princípio, a Nota Técnica nº 001/2020 estabelece metas para redução da quantidade de resíduos sólidos orgânicos a ser disposta em aterros sanitários, conforme disposto na Tabela 16 e Tabela 17.

Tabela 16 – Metas de Redução da disposição de resíduos sólidos orgânicos no aterro sanitário administrado pela Concessionária

5 anos (%)	10 anos (%)	15 anos (%)	20 anos (%)	25 anos (%)
15	20	30	40	50

Fonte: NT 001/2020 – Região Nordeste

Tabela 17 – Metas de Redução da quantidade de resíduos recicláveis secos dispostos no aterro sanitário administrado pela Concessionária

5 anos (%)	10 anos (%)	15 anos (%)	20 anos (%)	25 anos (%)
12	16	19	22	25

Fonte: NT 001/2020 – Região Nordeste

Com base no trabalho de Sousa (2018), estimou-se que dos 100% de resíduos gerados, 35,94% correspondem a parcela orgânica, 39,32% são potencialmente recicláveis e 24,74% são rejeitos.

O PMGIRS também versa sobre o tema, definindo metas para curto, médio e longo prazo, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Metas de Redução da quantidade de resíduos recicláveis secos dispostos no aterro sanitário administrado pela Concessionária

5 anos (%)	10 anos (%)	30 anos (%)
2	10	30

Fonte: PMGIRS, adaptada por Consórcio Vital (2019).

Comparando as metas estabelecidas na NT 001/2020 com as definidas no PMGIRS, pode-se verificar que estas últimas possuem alcance maior no horizonte de projeto (30% contra 25%), porém mais factíveis a curto prazo (2% contra 12%). Por este motivo, adotou-se neste trabalho os parâmetros contidos no PMGIRS.

Projeta-se alcançar estas metas através da implementação das medidas abaixo elencadas. O Anexo IV apresenta o RDO que chega ao aterro considerando o alcance das metas da coleta seletiva do PMGIRS.

3.3.3 Medidas propostas para redução

- Redução da quantidade de RDC e outros resíduos misturados ao lixo público – RPU;
- Beneficiamento da fração seca dos resíduos através da ampliação da coleta seletiva nos pontos de entrega voluntária, implantação da coleta seletiva porta a porta, e implantação de usina de triagem integrada ao sistema de beneficiamento de orgânicos (item seguinte), conforme descrito no capítulo 7 do presente trabalho;
- Beneficiamento da fração orgânica dos resíduos através da implantação de uma Unidade de Tratamento Mecânico Biológico, conforme definido no capítulo 6 do presente trabalho.

4 DEFINIÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS

4.1 Diretrizes

A definição das rotas tecnológicas que nortearão a escolha do modelo de gestão dos RDO de Teresina partiu das diretrizes apontadas na NT 001/2020, a seguir resumidas.

- i. Estratégia cronológica de implementação das unidades e da estruturação de serviços componentes da rota tecnológica constituinte da concessão ou PPP.
- ii. Compatibilização dos planos municipais.
- iii. Instrumentos para inclusão dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, nos termos da Lei nº 12.305/2010.
- iv. Instrumentos para o encerramento e monitoramento de aterros sanitários; lixões e demais unidades de manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).
- v. Estrutura comercial para recuperação de custos a ser considerada (cobrança conjunta água-esgoto-resíduos).
- vi. Recuperação energética de resíduos sólidos, nos termos do Art. 9º, § 1º, da Lei nº 12.305/2010.
- vii. Instrumentos para o atendimento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da mitigação de gases de efeito estufa.
- viii. Rotas tecnológicas constituintes da concessão ou PPP.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305/2010 estabelece uma ordem de prioridades no gerenciamento dos resíduos:

- não geração;
- redução;
- reutilização;
- reciclagem;
- tratamento de resíduos sólidos;
- disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

Entende-se como rejeito a “parcela a ser encaminhada para disposição final ambientalmente adequada após esgotadas as suas possibilidades de reaproveitamento e reciclagem”.

Com base nestes conceitos estudou-se diversas alternativas de beneficiamento de resíduos, elencando aquelas consideradas mais viáveis em três rotas tecnológicas estudadas a seguir.

Para este estudo estabeleceu-se também as seguintes premissas básicas:

- Todas as alternativas apresentadas referem-se exclusivamente aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), não levando em consideração Resíduos Sólidos Industriais (RSI) ou Resíduos de Serviços de Saúde (RSS);
- Todas as alternativas deverão atender, obrigatoriamente, aos requisitos impostos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), notadamente no que diz respeito ao aproveitamento, mesmo que parcial, da mão de obra que efetua a catação de lixo no aterro atual e na introdução da prática da reciclagem da fração seca dos RSU;
- Da mesma forma, as alternativas incluirão tecnologias que permitam a valorização da fração orgânica dos RSU com aproveitamento energético, se demonstrada sua viabilidade;
- Na avaliação econômica das alternativas considerou-se como possível receita acessória a parcela proveniente do recebimento de resíduos especiais, desde que em sua proposta o futuro concessionário demonstre capacidade instalada para receber estes resíduos;
- No exercício para avaliar a viabilidade de implantação de tecnologias de valorização dos resíduos não foram consideradas as receitas provenientes da venda de resíduos recuperados dos lixo nem da comercialização de qualquer forma de energia oriunda do biogás recuperado do aterro ou dos sistemas de beneficiamento estudados;
- Também não foram consideradas as receitas provenientes da comercialização do composto previsto na rota tecnológica 2 para reduzir a quantidade de rejeitos a serem enviados ao aterro;
- Qualquer que seja a alternativa avaliada, sempre será considerado o custo de monitoramento da área degradada do aterro controlado;

- Todas as rotas tecnológicas consideradas deverão contar com a segregação inicial dos RCD coletados juntamente com o RPU, que deverão ser dispostos em área separada do aterro.

4.2 Estratégia de implantação

4.2.1 Etapa inicial

No presente estudo considera-se que sua implementação ocorrerá em fases distintas.

Como está em vigor até 2022 o contrato nº 004/2017, mantido com o Consórcio Teresina Ambiental (CTA) para a prestação dos serviços de coleta, transporte e de disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos, considerou-se a manutenção do contrato até que o processo licitatório decorrente do presente estudo seja levado a termo.

Para a elaboração do Termo de Referência deste processo licitatório serão mantidas as rotas e a metodologia de coleta domiciliar convencional adotadas atualmente em função das especificações do contrato nº 004/2017, para os demais tipos de coleta deverá ser utilizada a metodologia proposta no capítulo 7 do presente relatório.

Em relação à destinação final, o referido Consórcio também é responsável pela recuperação ambiental e operação do aterro controlado e a implantação de um aterro sanitário na área contígua ao mesmo. As obras de implantação deste novo aterro se encontram adiantadas; assumiu-se neste trabalho que o novo aterro comece a operar em julho de 2020.

Dessa forma, a situação da destinação dos resíduos de Teresina estaria equacionada até o término da vida útil do novo aterro sanitário, previsto para 2025. Por essa razão, previu-se a construção de novo aterro sanitário conforme detalhado no item 7.1.1.

4.2.2 Redução da quantidade de resíduos gerados

Em 2018 cada cidadão de Teresina gerou em média 1,42 kg de RSU, sendo 0,72 kg na coleta convencional e 0,70 kg de RPU. Em 2019 estes índices foram 1,41 kg de RSU, sendo 0,67 kg na coleta convencional e 0,74 kg de RPU. Conforme apresentado anteriormente, estes índices estão bem acima daqueles apontados pelo SNIS e estimados pela ABRELPE.

A redução da geração per capita de resíduos na fonte depende de políticas públicas, cuja implementação somente apresenta resultados a médio e longo prazo, e que por isso não podem ser atribuídas somente às ações diretas do concessionário.

Por esse motivo, assumiu-se que a geração per capita dos RDO será constante em todo o horizonte de projeto.

Estabeleceu-se uma meta de redução da parcela de RCD que atualmente está sendo removida dos logradouros públicos e disposta no aterro juntamente com os RPU através de ações recomendadas neste trabalho, a serem compartilhadas entre a prefeitura e o concessionário.

Verifica-se na Tabela 11 que o RPU coletado em 2018 **(216.101,04 toneladas ou 600 t/d)** é constituído pela remoção dos resíduos depositados nos PRR's (27.315,02 toneladas), pela remoção manual (77.997,64 toneladas) e pela remoção mecânica dos resíduos depositados indevidamente pela população e por catadores autônomos em locais públicos (110.788,38 toneladas). Os resíduos oriundos dos PRR's e da remoção mecânica correspondem a 64% do total de RPU e são registrados como resíduos classe II-B, referentes a inertes, nos relatórios mensais de diagnóstico e monitoramento do aterro municipal, elaborados pelo CTA em 2019.

Ou seja, são diferentes dos resíduos da remoção manual (varrição, poda e capina) registrados nos relatórios junto aos RDO como resíduos classe II-A, orgânicos.

Tais inertes são compostos majoritariamente por resíduos da construção civil, além de bens inservíveis e outros resíduos inorgânicos de grande volume, em que a destinação é de responsabilidade do próprio gerador, através da contratação de serviços privados de coleta e disposição final de forma ambientalmente adequada.

Adicionalmente, a partir de 2019 foram implantados controles mais rígidos sobre os grandes geradores que aparecem nos referidos relatórios do CTA como resíduos

de origem particular classe II-A. Esses resíduos correspondem a cerca de 20 mil toneladas por ano e não estavam destacados no volume de RSU gerado em 2018

Portanto, há um potencial de redução de RSU no sistema público de aproximadamente 158 mil toneladas por ano (cerca de 440 t/d), oriundos da remoção mecânica, dos inertes irregulares dos PRR's e dos inertes e orgânicos de grandes geradores.

Estabeleceu-se como meta que se alcance no horizonte de cinco anos uma redução de 108.000 toneladas por ano (300 t/d) de RSU no sistema público que fará a coleta, transporte e destinação das demais 328.000 toneladas por ano (cerca de 900 t/d). Os balanços de massa que ilustram essa retirada de resíduos do sistema público estão mostrados na Figura 7, na Figura 8, na Figura 9 e na Figura 12.

O índice per capita estimado pela metodologia proposta pela ABRELPE, de 0,88 kg/hab.dia, aponta para uma geração de RPU de 0,21 kg/hab x dia, mantendo-se para a parcela do RDO o índice de geração per capita de 0,67 kg/hab.dia verificado no ano de 2018 (Tabela 14). Assim, pela metodologia da ABRELPE, a geração média diária de RPU seria de 185 t/dia, bem inferior às 600 t/dia ocorrida em 2018.

Demonstra-se assim que somente com a redução de 50% nos RPU, das atuais 600 t/dia para algo em torno de 300 t/dia, torna-se factível a meta assumida neste trabalho. Atingi-la depende de ações conjuntas a serem implementadas pela Prefeitura e pelo concessionário, algumas delas recomendadas ao longo deste trabalho.

A Figura 5 demonstra a quantidade de RPU estimada no horizonte de projeto.

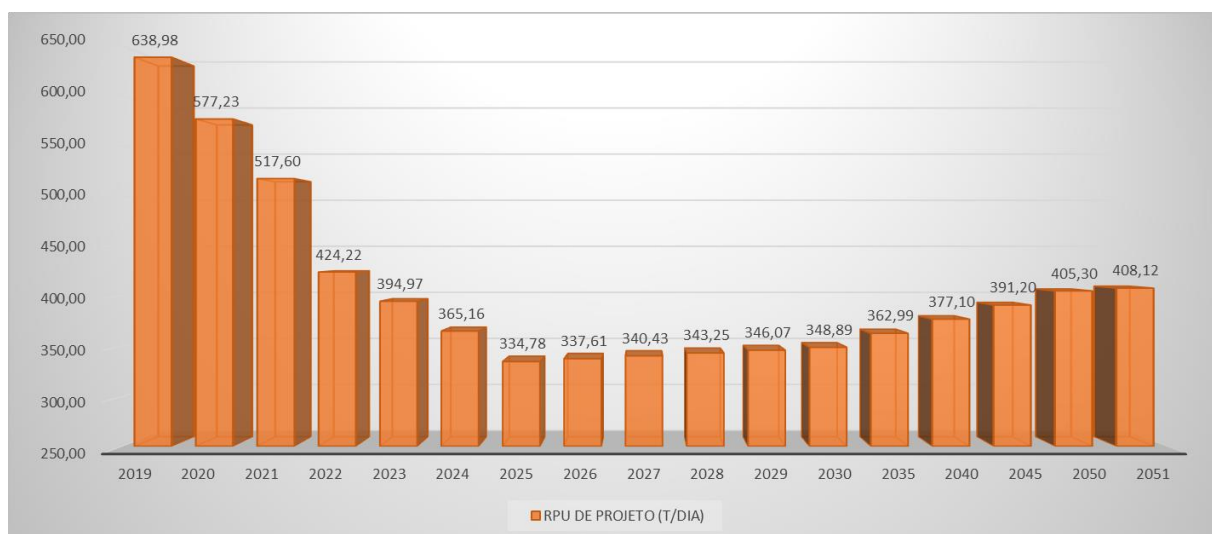


Figura 5 – RPU do projeto
Fonte: Consórcio Vital, 2019.

4.2.2.1 Programa Lixo Zero

Projeta-se atingir as metas de redução da parcela dos resíduos atualmente coletada como RPU através de ações de gestão a serem implementadas pelo Poder Público na fiscalização e repressão de vazadouros clandestinos em conjunto com o futuro Concessionário, atuando principalmente na ampliação do Programa Lixo Zero.

4.2.3 Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

Um dos principais problemas da gestão dos resíduos de Teresina está no fato de não haver uma separação prévia do RCD, mesmo havendo legislação municipal disciplinando o tema.

Cerca de 64% do lixo público (RPU) é constituído de inertes e lançado irregularmente nos logradouros e áreas de transbordo. São basicamente entulhos decorrente de obras de reformas, que acabam sendo removidos pela municipalidade como RPU e dispostos no aterro sanitário.

Para o objetivo de redução dos RCD dispostos no aterro, o poder concedente e a concessionária deverão atuar conforme a origem do RCD gerado, de acordo com a legislação vigente.

4.2.3.1 RCD gerado por empresas de construção ou por pequenos e médios geradores, que contratam serviços privados de transporte e destinação

Os resíduos gerados por empresas de construção e/ou demolição ou particulares (pequenos e médios geradores) que contratem empresas cadastradas na Prefeitura Municipal de Teresina, autorizadas para remoção de RCD, através de caixas brooks (caçambas) devem destinar obrigatoriamente esses resíduos em aterro de inertes licenciado pelo órgão ambiental. Esses resíduos não podem ser destinados no Aterro Sanitário Municipal de Teresina, em cumprimento a Resolução nº 307/2002 do CONAMA, pois comprometeriam significativamente a vida útil do aterro.

4.2.3.2 RCD de pequenos geradores descartados nos PRRs

Os PRRs atuais e aqueles que vierem a ser implantados pela Prefeitura estão autorizados a receber RCD de pequenos geradores até o volume de 1m³. Estes resíduos oriundos de pequenas obras, reformas ou demolições deverão ser armazenados temporariamente nos PRRs em caixas roll on roll off de 25m³.

Esses resíduos deverão ser transportados para uma área de acumulação de material inerte no aterro controlado para ser utilizado como material de aterramento, conformação de nível e para eliminação de superfícies alagadas ou que eventualmente sofram recalques pela acomodação do terreno. No futuro aterro sanitário, deverão ser dispostos em área específica e apartada do RDO.

Por se tratar de pequenos volumes esse material deverá ser segregado na área de acumulação do aterro, para que seja possível recuperar resíduos potencialmente recicláveis (vergalhões, plásticos e vidros) que serão encaminhados a cooperativa de catadores, e expurgados os resíduos indesejáveis (madeiras, latas de tintas, trapos etc.), que serão enviados ao aterro sanitário adjacente.

Esse grupo de resíduos será recolhido pela prefeitura que deverá arcar com o custo de destinação final através do pagamento de tarifa de RPU.

4.2.3.3 RCD descartado irregularmente pela população em logradouros públicos

Os RCD descartados de forma irregular pela população nos logradouros públicos caracterizam a formação dos chamados “pontos de lixo”, que se configuram pela diversidade de resíduos sólidos urbanos descartados a céu aberto (domiciliares, bens inservíveis, animais mortos, penas e vísceras etc.).

Os pontos de lixo são removidos dos logradouros pelos serviços de limpeza pública, através de remoção mecânica utilizando-se de pá carregadeira e caminhões basculantes. Pela natureza do serviço e a forma como é executado, não é viável a segregação do RCD contido nesta massa de resíduos, por isso esse resíduo deve ser caracterizado como RPU, assim como os resíduos provenientes de varrição, capina e roçada, pois são resíduos gerados através dos serviços de limpeza pública.

Esse grupo de resíduos, que caracterizam o RPU, devem ser destinados no Aterro Sanitário Municipal de Teresina e a Prefeitura deverá arcar com o custo de destinação final através do pagamento de tarifa de RPU.

Cabe, portanto, a fiscalização do Poder Concedente, impedir esses descartes irregulares, pois os resíduos removidos no espaço público são indivisíveis e não devem onerar a tarifa definida para os usuários dos serviços.

4.2.4 Implantação gradativa da Coleta Seletiva, ampliação dos PEVs e inclusão dos catadores que atuam no aterro controlado

Este projeto prevê a ampliação da quantidade de PEV's e a implantação gradativa de roteiros de coleta seletiva porta-a-porta abrangendo todo o município no horizonte de projeto.

A instalação de novos PEV's e a inclusão de novas áreas da cidade nos roteiros de coleta seletiva serão precedidas por campanhas de mobilização comunitária, conforme proposto no Relatório Socioambiental (componente do presente trabalho).

Quando o processo de implantação do novo Aterro Municipal estiver concluído, uma das condições é que não haja catadores junto às frentes de trabalho. Para a inclusão desses catadores no novo sistema de gestão proposto, prevê-se a implantação de uma usina simplificada de reciclagem para aproveitar a parcela dos

atuais catadores que não se adaptarem às ações de integração previstas no Relatório Socioambiental e a Concessionário deverá garantir os resíduos para a recuperação dos recicláveis, mesmo após a implantação do novo aterro sanitário. O local previsto para a implantação é o galpão de reciclagem existente no entorno do aterro municipal, que será cedida ao Concessionário e que deverá ser recuperado e reestruturado para essa finalidade. Caso a implantação da usina não se viabilize no atual aterro, a PMT deverá prever novo local para sua implantação.

Estima-se que com a ampliação do Programa Lixo Zero, a implantação da coleta seletiva porta-a-porta, dos Pontos de Entrega Voluntária, o aumento da eficiência da reciclagem no aterro, ao lado da implantação de tecnologias de aproveitamento da fração orgânica, consiga-se atingir à meta de redução estabelecida para quantidade de resíduos sólidos a serem aterrados.

A Figura 6 abaixo demonstra a quantidade de RSU a ser tratada e disposta no horizonte de projeto.

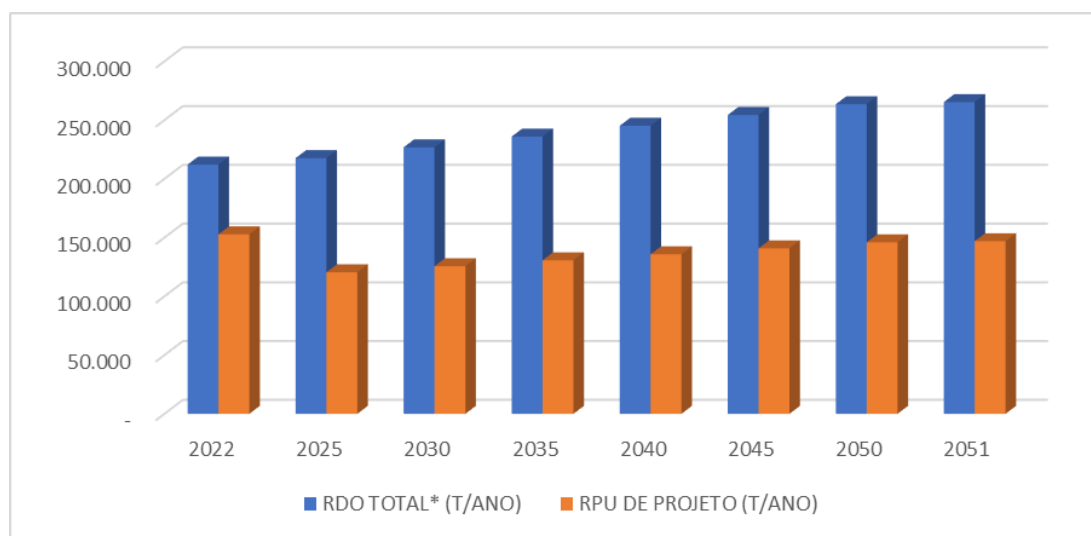


Figura 6 – Evolução do RSU no horizonte de projeto

Fonte: Consórcio Vital, 2020

4.3 Recuperação de Recicláveis e Beneficiamento da fração orgânica

Para que efetivamente se alcance a diminuição da quantidade de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterro sanitário, conforme preconiza a PNRS, é necessária a introdução de uma unidade de tratamento dos resíduos, que tenha como princípios basilares do modelo tecnológico a recuperação de recicláveis e o beneficiamento da

fração orgânica, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e consequentemente aumentando a vida útil do aterro. Obedecendo esta orientação técnica estabeleceu-se três rotas tecnológicas.

- Rota 1 - Triagem + pirólise + aterramento de rejeitos + recuperação do biogás do aterro;
- Rota 2 - Triagem + digestão anaeróbica + compostagem do material digerido + aterramento de rejeitos + recuperação do biogás do aterro;
- Rota 3 - Termovalorização com recuperação de energia + aterramento de rejeitos.

A metodologia para coleta e transporte dos resíduos, descrita no Capítulo 7, será comum a todas as rotas. Outra questão comum em todas as rotas é a redução de 300 t/dia de resíduos do projeto. Esse quantitativo se refere ao somatório de duas parcelas:

- i. Resíduos diversos depositados de forma irregular pela população nos logradouros públicos, caracterizados com RPU. Esses resíduos caracterizam a formação dos chamados “pontos de lixo”, que se configuram pela diversidade de resíduos sólidos urbanos descartados inadequadamente a céu aberto (pequenos volumes de RCD, domiciliares, bens inservíveis, animais mortos, penas e vísceras etc.). Como são dispostos de forma aleatória pela população terminam por se misturar, não sendo possível a sua segregação. Os “pontos de lixo” são removidos dos logradouros pelos serviços de limpeza pública.
- ii. Grandes Geradores: até 2018 grande parte dos resíduos produzidos por estes geradores era coletado juntamente com o resíduo domiciliar, elevando o índice de geração per capita.

A seguir serão apresentadas, além da descrição detalhada de cada uma das unidades consideradas, as medidas fundamentais que possibilitarão o sucesso de sua implementação.

4.3.1 Rota Tecnológica 1

A Rota Tecnológica 1 se constitui da implementação dos procedimentos e unidades operacionais elencados abaixo.

4.3.1.1 Usina de triagem

Como o módulo base da unidade de pirólise possui capacidade para tratar 250 t/dia, para essa Rota considerou-se a adoção de uma usina de triagem de igual capacidade, ou seja, para processar até 250 toneladas/dia de lixo bruto. Espera-se recuperar nesta unidade uma média de 12 toneladas por dia. Alguns fabricantes propõem metas mais ousadas, chegando à quase totalidade dos resíduos seco potencialmente recicláveis; todavia, neste estudo optou-se por uma modelagem mais conservadora, deixando para o futuro concessionário adotar unidades com maior eficiência de separação, caso deseje.

4.3.1.2 Unidade de Pirólise

A unidade estudada para tratamento do RSU é a de pirólise lenta, com capacidade para processar, em baixas temperaturas e com a utilização de um reator horizontal os resíduos não recuperados na usina de triagem.

Os parâmetros de dimensionamento da unidade de pirólise levaram em consideração as informações obtidas na literatura e na expertise dos consultores, tendo em vista a inexistência de unidade semelhante operando no Brasil em escala industrial.

Admitindo 60% de umidade na fração orgânica, a massa a ser processada em base seca será de 125 t/dia, com uma eficiência de conversão em carvão da ordem de 35%; a massa de carvão produzida será de 32 t/dia de biochar.

Admitindo a mesma base de raciocínio, a fração gasosa terá o mesmo peso final de 32 t/dia (35% de eficiência) e a fração líquida será de 28 t/dia.

Ao final do processo sobrarão 18 toneladas por dia de rejeitos Classe II.A, - a serem dispostos no aterro sanitário juntamente com a parcela não beneficiada de RSU.

4.3.1.3 Balanço de massa

De acordo com as tecnologias a serem implementadas, a rota tecnológica 1 apresentará o balanço de massa fornecido na Figura 7.

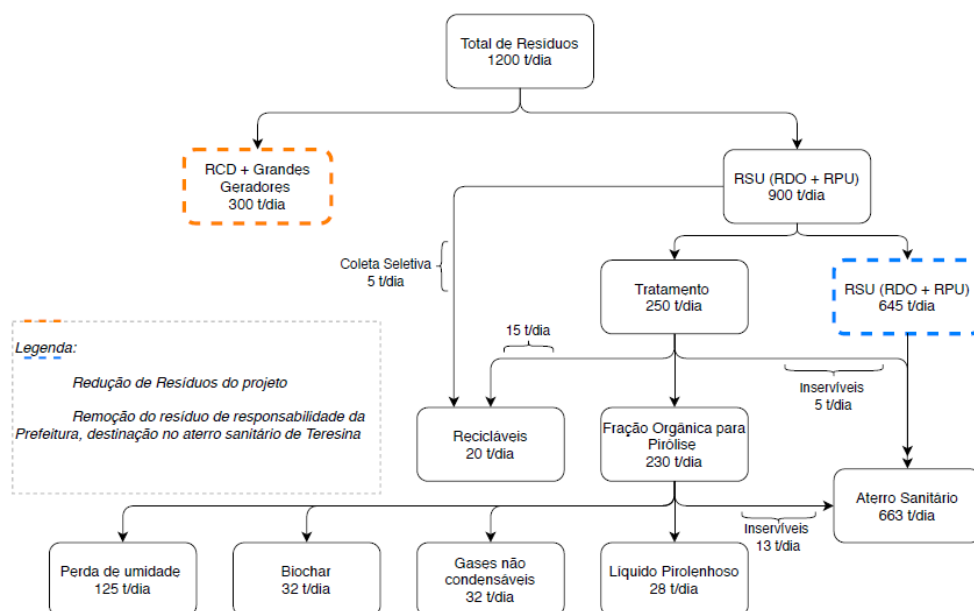


Figura 7 – Balanço de massa da rota tecnológica 1.

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

4.3.1.4 Aterro Sanitário

O aterro sanitário, nessa rota tecnológica, receberá um total de 668 t/dia referentes aos rejeitos do processo de triagem e pirólise e ao RSU excedente (que não passará por processo de beneficiamento).

4.3.2 Rota Tecnológica 2

A Rota Tecnológica 2 se constitui da implementação dos procedimentos e unidades operacionais elencados abaixo.

4.3.2.1 Usina de triagem

Como o módulo base da unidade de biometanização possui capacidade para tratar 200 t/dia, para essa Rota considerou-se a adoção de uma usina de triagem de igual

capacidade, ou seja, processar até 200 toneladas/dia de lixo bruto. Espera-se recuperar nesta unidade uma média de 20 toneladas por dia de reciclados e 5 t/dia de rejeitos a serem encaminhados ao Aterro Sanitário.

4.3.2.2 Digestão Anaeróbica ou Biodigestão

A unidade estudada para Teresina será dimensionada para processar 200 t/dia.

Os parâmetros de dimensionamento desta unidade se basearam em uma unidade piloto instalada no 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, tendo em vista a inexistência de unidades operando no Brasil em escala industrial.

Estima-se que esta unidade propicie a decomposição anaeróbica de 115 toneladas por dia, gerando aproximadamente 20.000 Nm³ de gás metano (CH₄) por dia.

4.3.2.3 Compostagem natural dos resíduos não processados pela metanização

O resíduo resultante da digestão anaeróbica poderá ser disposto em aterro sanitário, sendo classificado como resíduo Classe II-A com elevado teor de matéria orgânica não digerida, ou passar por processo de estabilização final em pátio de leiras convencional, para compostagem aeróbica com reviramento semanal das leiras por pá carregadeira.

O pátio será dimensionado para receber 60 t/dia de material digerido que será estabilizado ao longo de 45 dias. Depois de estabilizado, o material passará por um peneiramento dando origem a 40 t/dia de composto orgânico (podendo ser comercializado) e 20 t/dia de inservíveis (a serem encaminhadas para o aterro sanitário).

4.3.2.4 Balanço de massa

De acordo com as tecnologias a serem implementadas a rota tecnológica 2 apresentará o balanço de massa fornecido na Figura 8.

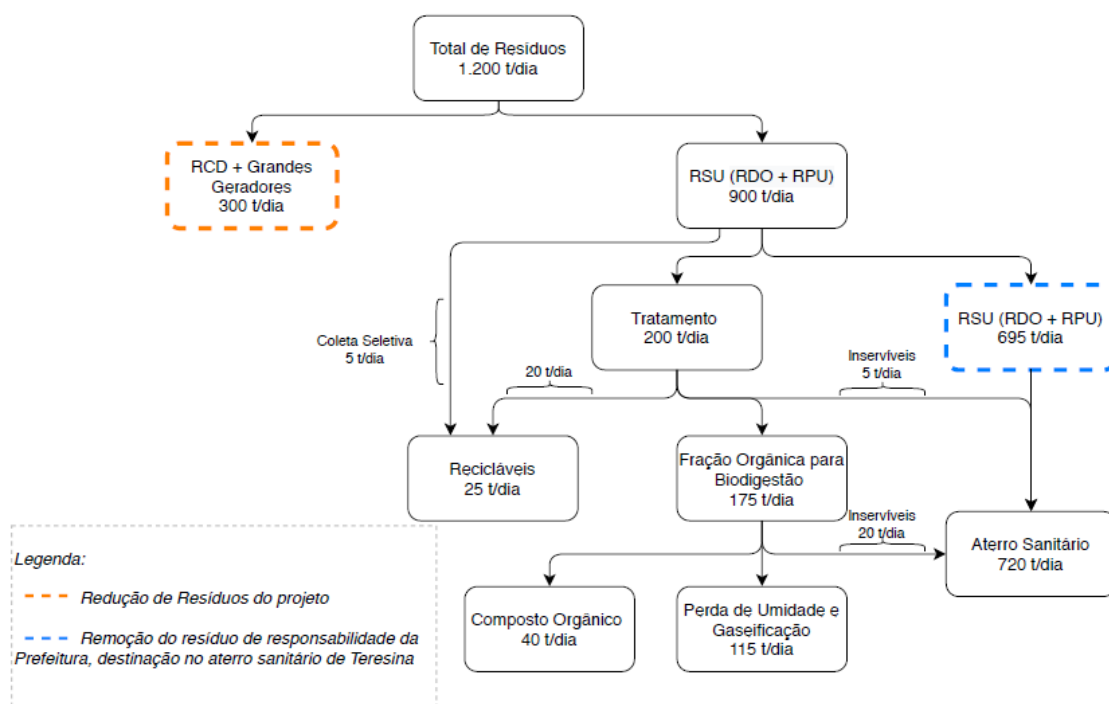


Figura 8 – Balanço de massa da rota tecnológica 2

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

4.3.2.5 Aterro sanitário

O aterro sanitário, nessa rota tecnológica, receberá um total de 725 t/dia referentes aos rejeitos do processo de triagem e compostagem e ao RSU excedente (que não passará por tratamento energético).

4.3.3 Rota Tecnológica 3

A Rota Tecnológica 3 prescinde da Usina de Triagem e de outras unidades de tratamento da fração orgânica, uma vez que a incineração processa toda a massa de resíduos.

Esta rota se constitui da implementação dos seguintes procedimentos e unidades operacionais:

4.3.3.1 Unidade de Termovalorização

Considerou-se uma unidade de incineração do tipo leito móvel “*mass burn*”, dimensionada para operar 600 t/dia, visando uma maior economicidade. A parcela de resíduos remanescente será destinada juntamente com as cinzas do processo em aterro sanitário.

Os parâmetros de dimensionamento da unidade levaram em consideração as informações obtidas na literatura e na expertise dos consultores, tendo em vista a inexistência de unidade semelhante operando no Brasil em escala industrial.

Estima-se que esta unidade propicie a destruição térmica de 570 toneladas por dia, gerando aproximadamente 30 toneladas por dia de rejeitos. Esses rejeitos poderão conter metais pesados e outros resíduos Classe I, dependendo do modelo de pós-tratamento utilizado na tecnologia a ser adotada. Neste trabalho assumiu-se que os resíduos resultantes poderão ser dispostos em aterro sanitário Classe II.

4.3.3.2 Balanço de Massa

De acordo com as tecnologias a serem implementadas, a rota tecnológica 3 apresentará o balanço de massa fornecido na Figura 9.

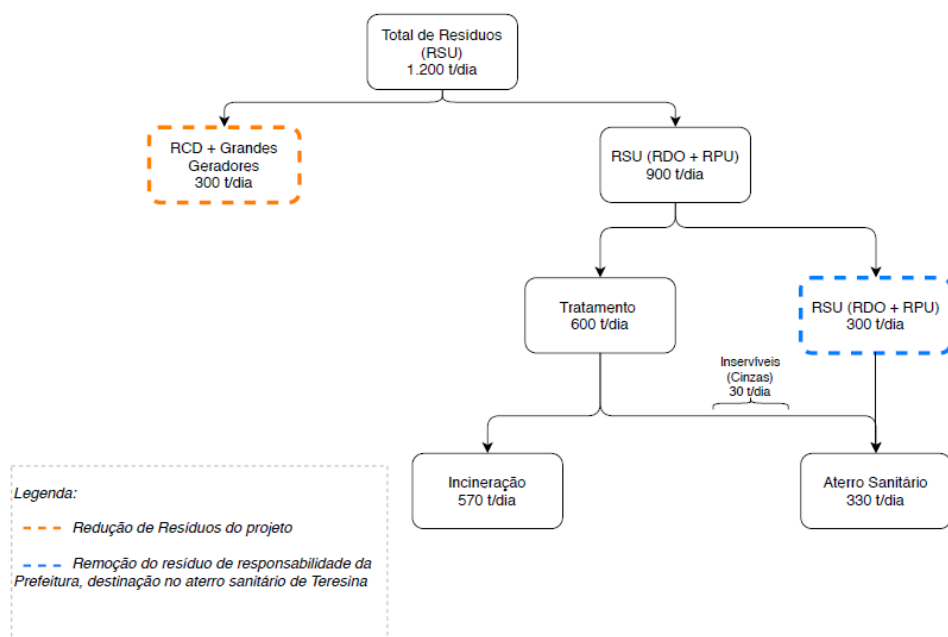


Figura 9 – Balanço de massa da rota tecnológica 3

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

4.3.3.3 Aterro Sanitário

O aterro sanitário, nessa rota tecnológica, receberá um total de 330 t/dia referentes aos rejeitos do processo de termovalorização e ao RSU excedente (que não passará por tratamento energético).

4.3.4 Captação e Beneficiamento do Biogás de Aterro Sanitário

Para as três rotas tecnológicas foi considerado a captura e o beneficiamento do biogás do aterro.

Esse biogás poderá ser aproveitado para geração de calor e/ou energia elétrica, que poderão ser aproveitados pelo próprio concessionário (por exemplo, nos processos de tratamento de chorume) ou comercializados, vindo a se constituir como fonte de receitas acessórias.

Entretanto, neste trabalho optou-se pela queima em condições controladas (em flares) do biogás.

4.4 Instrumentos para atendimento da Política Nacional sobre Mudança no Clima (PNMC)

A Lei nº 12.187/2009 define a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da qual o Brasil assume o compromisso de adotar ações mitigadoras com o objetivo de reduzir as emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas até 2020.

Em novembro de 2016 o país ratificou sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), quando assumiu o compromisso junto ao UNFCCC, de adotar medidas para redução das emissões de GEE em 37% em 2025 e 43% em 2030, tendo por referência o ano de 2005.

De acordo com a United States Environmental Protection Agency (DEA, 2008), são quatro as principais formas de relação entre RSU e o efeito estufa:

- emissão de dióxido de carbono (CO₂) decorrente do consumo de energia para extração e produção dos bens (incluindo a extração e processamento dos combustíveis a serem usados);

- emissão de CO₂ oriunda do consumo não-energético de combustíveis no processo de produção dos bens;
- emissão de metano (CH₄) a partir dos aterros sanitários em que os resíduos depositados se decompõem anaerobicamente; e
- fixação de carbono das parcelas dos materiais que não se decompõem nos aterros sanitários.

As emissões produzidas pela decomposição dos resíduos em aterros sanitários são compostas por metano (45% a 60%), dióxido de carbono (40% a 60%), nitrogênio (2% a 5%) e, em quantidades inferiores a 1%, de dezenas de contaminantes orgânicos e inorgânicos conhecidos pela sigla NMOCs (Non-Methane Organic Compounds), que incluem benzeno, tolueno, clorados, mercúrio, organometálicos, etc.

O metano surge como o principal poluente atmosférico que contribui fortemente para o efeito estufa no setor (28 vezes mais que o CO₂), sendo essencialmente gerado através da disposição final de resíduos sólidos em aterro sanitário, sem captação e aproveitamento de biogás. Neste contexto, a gestão integrada de RSU, baseada no princípio de aproveitamento da matéria e energia de suas frações, têm importância fundamental como aliada na redução das emissões de GEE (NT 01/2020).

Embora relativamente constantes em termos de composição química, as emissões variam tanto em velocidade de produção quanto em quantidade produzida ao longo do tempo de deposição, em função de fatores climáticos, forma de disposição e da própria composição dos rejeitos (NT DEA 06/2018).

A produção máxima de metano é alcançada pouco tempo após a deposição do resíduo, seguida de decaimento exponencial, mais lento ou mais rápido dependendo do tipo do resíduo.

Considerando que a hierarquia da PNRS aplicada à gestão dos resíduos, de modo geral, se baseia na adoção de estratégias de baixas emissões, apresenta-se na Figura 10 a hierarquia de emissões de GEE segundo estratégias de gestão de RSU.



Figura 10 – Emissões de GEE segundo estratégias de gestão de RSU.

Fonte: NT 164, 2018.

O principal aspecto que norteia a maior ou menor emissão de metano é a diferenciação da captação/aproveitamento do metano nas diferentes formas de disposição final.

Os aterros sanitários evoluíram tecnologicamente e podem ser considerados biodigestores anaeróbios com captação do biogás e geração de energia.

A Tabela 19 apresenta as metas para captação de gases de aterros sanitários para queima e/ou aproveitamento energético.

Tabela 19 – Metas para captação de gases de aterros sanitários para queima e/ou aproveitamento energético (%)	
Meta	Redução
5 anos	25%
10 anos	30%
15 anos	40%
20 anos	50%
25 anos	55%

Fonte: NT 164/2018.

O aproveitamento energético de RSU considerado nas três rotas tecnológicas acima descritas constitui agente de redução dos GEE, uma vez que reduz as emissões de metano (decorrente da fermentação do lixo disposto nos aterros), podendo se constituir como alternativa à geração de energia a partir de fontes fósseis (isto é particularmente verdadeiro nos países desenvolvidos, onde a produção de eletricidade se faz predominantemente a partir do gás natural e do carvão mineral). Como no Brasil a produção de eletricidade se dá basicamente em função de hidrelétricas, desprezou-se essa redução.

No presente trabalho focou-se em quantificar o potencial de redução do metano gerado nos aterros de lixo, considerando como Cenário 1 a deposição de todo o RSU em aterro sanitário e como Cenário 2 considerando apenas o excedente do que vier a ser desviado para a tecnologia adotada nas rotas 1, 2 e 3 acima descritas. Posteriormente considerou-se que 80% do metano potencialmente produzido no Cenário 2 seja capturado e queimado, ou convertido em biocombustível, ou energia elétrica (alternativa a ser avaliada pelo futuro concessionário).

As quantidades de CH₄ foram estimadas utilizando o programa LandGEM (2006), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA). O referido modelo se baseia na premissa de que há uma fração constante de material biodegradável no aterro por unidade de tempo. Trata-se de um modelo cinético de primeira ordem usado para avaliar a produção de biogás durante a vida de um aterro.

A agência designa os valores desses parâmetros para uma análise conservadora do projeto (USEPA, 2005). Os valores parâmetros estabelecidos pela USEPA, e, utilizados nessa análise são $k = 0,02$ e $L_0 = 100 \text{ Nm}_3\text{CH}_4/\text{MgRSU}$.

A quantidades de metano potencialmente deixadas de serem emitidas foram transformadas em toneladas de Carbono Equivalente (tCO_{2e}) utilizando o fator de conversão de 1:28.

A Tabela 20 a seguir apresenta a quantidade de Carbono equivalente reduzida em decorrência da adoção das rotas tecnológicas 1, 2 ou 3.

Tabela 20 – Comparação entre as rotas tecnológicas em relação à emissão de GEE

Rota Tecnológica	Redução (tCO _{2eq})
1	4.800.907,55
2	4.817.089,44
3	5.714.028,78

Fonte: Consórcio Vital (2019)

Uma quinta relação entre RSU e GEE decorre da potencial emissão de CO₂ devido ao transporte dos resíduos, desde a coleta até a destinação final. Em relação a esta última, a COMLURB iniciou em 2019 a substituição de parte da frota de coleta por caminhões da marca BYD Motors 100% elétricos. Essa alternativa não foi abordada no presente estudo, devido à ausência de dados para avaliação dos prós e contras da utilização deste tipo de veículo, e também devido à pouca oferta de chassis elétricos no mercado nacional, o que poderia acarretar problemas futuros no processo licitatório. Mas o futuro concessionário poderá propor a adoção desta tecnologia, se assim o desejar.

Outra possibilidade é a utilização do biocombustível derivado do biogás. A adoção do biocombustível apenas para suprir as necessidades do concessionário não viabilizaria os investimentos necessários, mas pode vir a ser adotado como política pública para a substituição de parte da frota que atende à Prefeitura, transporte públicos etc.

Também a possibilidade de se adotar soluções modulares de tratamento de RSU, descentralizando o destino e permitindo maior otimização das rotas de coleta certamente contribuiria para a redução das quantidades de CO₂ lançadas na atmosfera. Todavia, esta alternativa não foi avaliada neste projeto devido à necessária economia de escala necessária para viabilizar a implantação das tecnologias de beneficiamento incluídas nas rotas tecnológicas, considerando os preços atuais, mas não impede que venha a ser adotada no horizonte de projeto caso as condições de mercado venham a se alterar.

5 MODELO DE PONDERAÇÃO

5.1 Ponderação sobre as principais rotas tecnológicas para o aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia de ponderação desenvolvida para avaliação das alternativas de rotas tecnológicas de destinação final de RSU, que incluem o aproveitamento energético da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

As alternativas estão em linha com a Lei Federal nº 12.305/2010 PNRS que estabelece diretrizes para a elaboração de planos de gestão de resíduos. Devem contemplar metas de redução, reutilização e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para uma disposição final ambientalmente adequada.

Dentro da ótica da PNRS, o aproveitamento energético de resíduos deve ser considerado como uma opção desejável sempre que houver viabilidade econômica.

5.1.1 Coleta e separação dos vários tipos de resíduos

Considerou-se para todas as rotas estudadas a mesma estrutura e objetivos de coleta. A coleta domiciliar deverá ser ampliada buscando-se a universalização, incluindo as áreas de difícil acesso e a zona rural. Considerou-se também, em todas as rotas, a ampliação do Programa Lixo Zero e a intensificação da fiscalização para garantir o cumprimento de suas metas.

A coleta seletiva foi definida na PNRS como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implementada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos. Está considerado em todas as rotas tecnológicas a implantação da coleta seletiva no tempo das metas estabelecidas no Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos.

Por outro lado, a fiscalização deverá reduzir a parcela de resíduo sólido urbano hoje coletada pelo poder público e que não se enquadram na categoria de resíduo domiciliar (RDO), como resíduos de construção e demolição (RCD) e o proveniente

de grandes geradores. Estes deverão ser coletados e dispostos pelos próprios geradores conforme a legislação aplicável. Em 2018, o total de RSU (RDO + RPU) destinado ao aterro foi de cerca de 1.200 t/dia. A estratégia é reduzir este volume para cerca de 900 t/dia ao longo dos primeiros cinco anos de concessão, permanecendo neste nível (variando conforme crescimento da população) até o fim da concessão.

5.1.2 Destinação do RSU

Os RSU de Teresina serão destinados ao Aterro Municipal durante sua vida útil. A partir daí, o futuro concessionário deverá implantar um novo aterro em área a ser estudada. Para efeito de cálculo da vida útil do Aterro Municipal, foi considerada a destinação também dos resíduos da limpeza urbana (RPU), além do RDO, posto que a Prefeitura deverá continuar destinando os RPU sob sua responsabilidade ao Aterro Municipal. Com isso, espera-se que sejam dispostos no aterro ao fim do quinto ano de operação o equivalente a 900 t/dia, considerados os quantitativos de 2018, dos quais 600 t/dia se refere ao RDO e cerca de 300 t/dia ao RPU.

A estratégia de implantação e as metas do novo modelo de coleta estão descritas a seguir. O ANEXO IV apresenta a projeção da quantidade de resíduos no horizonte de projeto.

5.2 Oportunidades para aproveitamento energético de RSU

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos:

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

A viabilidade econômica depende, além do balanço entre receitas e despesas, de um adequado modelo de negócios entre a concessionária e a Prefeitura que garanta a continuidade de suprimento dos resíduos.

5.2.1 Características do RSU para escolha da tecnologia

Todas as alternativas compreendem a separação dos materiais recicláveis com apoio de catadores seguida ou não de triagem no destino. A exceção foi a alternativa tecnológica com incineração, incluída neste estudo, posto que sua eficiência energética depende das frações de RSU que apresentem elevado poder calorífico, como plásticos, papel/papelão e borrachas. Como consequência, os catadores terão que ser incluídos em outras áreas do sistema de gestão de resíduos sólidos.

Descartou-se a tecnologia de geração de CDR, pois se mostrou inviável para Teresina devido à inexistência de cimenteiras a uma distância logisticamente aceitável. Como se trata de um resíduo de baixo peso específico, sua adoção implicaria num elevado custo de transporte.

É possível viabilizar tecnologias de digestão anaeróbia, assim como de pirólise e gaseificação, com o mínimo de 150 t/dia de RSU bruto, sendo mais conveniente o mínimo de 250 t/dia.

Já para a incineração, devido ao seu elevado CAPEX, a faixa mínima que viabiliza o processo está acima de 600 t/dia, sendo desejável o valor de 1.200 t/dia que permita a implantação de duas linhas de 600 t/dia.

Com base nos parâmetros encontrados na literatura e em informações de fornecedores de tecnologias avaliadas, as alternativas foram estudadas de acordo com um balanço de massa para cada rota.

5.2.2 Descrição das tecnologias de destinação estudadas

As três rotas tecnológicas analisadas são:

- Rota 1 - Triagem + pirólise (250 t/dia) + aterramento de resíduos (650 t/dia) + recuperação do biogás do aterro;
- Rota 2 - Triagem + Biometanização (200 t/dia) + compostagem do material digerido (100 t/dia) + aterramento de resíduos (900 t/dia) + recuperação do biogás do aterro;
- Rota 3 - Incineração (600 t/dia) + aterramento de resíduos (300 t/dia) + recuperação do biogás do aterro.

As vantagens e desvantagens das três rotas propostas estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3 nas páginas a seguir.

Como em todas as rotas haverá necessidade de um aterro sanitário para disposição dos rejeitos, considerou-se a captação e beneficiamento do biogás produzido no aterro.

Tabela 21 – Rota Tecnológica 1: Triagem + Pirólise	
Vantagens	Desvantagens
Beneficiamento da fração seca dos resíduos	Heterogeneidade dos RSU dificulta o controle de variáveis operacionais
Possibilidade de modularidade das plantas industriais, conforme demandas locais	Tecnologia não consolidada em escala comercial
Menor emissão de poluentes atmosféricos, em relação à incineração	Processo lento, comparado à incineração, com utilização de combustível auxiliar
Redução do volume a ser disposto em aterro	Elevado custo operacional e de manutenção

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Tabela 22 – Rota Tecnológica 2: Triagem + Biometanização + Compostagem	
Vantagens	Desvantagens
Tecnologia adequada ao resíduo brasileiro que possui elevada fração de orgânicos	Menor redução da fração orgânica
Menor emissão de poluentes atmosféricos, em relação à incineração	Necessidade da compostagem para a completa estabilização da matéria orgânica digerida.
Promove a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes	-
Tecnologia implantada no Brasil com equipamentos periféricos disponíveis no mercado brasileiro e internacional	-

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Tabela 23 – Rota Tecnológica 3: Incineração	
Vantagens	Desvantagens
Redução significativa de volume dos resíduos	Tecnologia não testada com RSU brasileiro que possui elevada fração orgânica e alto teor de umidade
Possibilidade de localização próxima de áreas urbanas diminuindo os custos de transporte	Alto custo de investimento e operação
Pode receber grande variedade de resíduos	Exclui catadores em triagem prévia para aumento do poder calorífico.
Maior eficiência na produção de energia por tonelada tratada	Elevado custo de tratamento de efluentes gasosos e líquidos. Riscos ambientais associados à geração de dioxinas e furanos e cinzas contaminadas

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

5.3 Ponderação das rotas tecnológicas para tomada de decisão.

Com o intuito de facilitar o processo de tomada de decisão foi criado um conjunto de critérios para o exercício de comparação entre as propostas de rotas tecnológicas.

Desta forma, observou-se a necessidade de se estabelecer a junção de diversas variáveis capazes de abarcar as múltiplas faces que compõem uma determinada tecnologia.

Sendo assim, foram criados três conjuntos de variáveis:

- ✓ Tecnológicas;
- ✓ Socioambientais; e
- ✓ Econômicas.

O resultado do processo é demonstrado através de cenários (A, B, C e D) criados para agregar o resultado das aferições dos três conjuntos de variáveis.

5.3.1 Variáveis que resultam na aferição dos aspectos tecnológicos

- **Histórico das tecnologias:** variável que trata do grau de conhecimento pela comunidade técnica sobre as características de cada tecnologia. Foi dividida em quatro situações: *Tecnologia testada apenas no exterior* que retrata uma tecnologia nova no Brasil e com poucos dados analíticos,

72

Tecnologia testada no Brasil que reflete propostas com histórico e usos difundidos no Brasil, possibilitando análises mais sólidas em razão da existência de dados produzidos no país, *Tecnologia consagrada* que aponta uma tecnologia já testada e com casos de sucesso e *Tecnologia experimental*, onde só foi testada em projetos pilotos sem resultados conclusivos.

- **Aspectos operacionais:** variável que busca qualificar as dificuldades de operação da proposta em suas múltiplas complexidades. Optou-se por ser retratada em uma escala de quatro situações, sendo estas: *Muito Complexo, Complexo, Média Complexidade e Baixa Complexidade*.
- **Confiabilidade das informações:** variável que identifica o grau de precisão e confiabilidade dos dados fornecidos por terceiros sobre os parâmetros técnicos de uma determinada tecnologia. As gradações foram: *Muito alta, Alta, Média e Baixa*.
- **Redução de rejeito para o aterro:** variável muito importante. Indica a redução da quantidade de rejeito a ser encaminhada para o aterro e posta da seguinte forma: *Não reduz; Reduz menos de 20%; Reduz entre 20% e 50%; e Reduz em mais de 50%*.

5.3.2 Variáveis que resultam na aferição dos aspectos socioambientais

- **Redução de Metano:** variável muito importante. A capacidade de redução de metano por parte de uma determinada rota tecnológica foi posta da seguinte forma: *Não reduz; Reduz menos de 20%; Reduz entre 20% e 50%; e Reduz em mais de 50%*.
- **Geração de Poluentes:** variável que busca traduzir os impactos ambientais resultantes da operação de uma determinada tecnologia, principalmente no que se refere a geração de CO₂ que venham a necessitar de tratamento adicional. As gradações são: *Muito alta, Alta, Média e Baixa*.
- **Inserção dos catadores no processo:** Sendo uma das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a capacidade de inserção dos catadores existentes no processo é medida pelo percentual de

aproveitamento dos catadores no processo: *Não inclui catador (0%); Inclui até 30% catadores; Inclui entre 30% e 70% dos catadores; Inclui de 70% a 100% dos catadores.*

5.3.3 Variáveis que resultam na aferição dos aspectos econômicos

- **Custos de instalação:** variável que tem por objetivo identificar o peso financeiro da instalação de determinada tecnologia. Esta análise, por se tratar de uma identificação qualitativa, não almeja ter a precisão resultante de um estudo de orçamentação detalhado e sim por meio de valores gerais de referência permitir a comparação com outras tecnologias. As gradações são: Custo de instalação *menor que 150 milhões de reais*; Custo de instalação *entre 150 milhões de reais e 300 milhões de reais*; Custo de instalação *entre 300 milhões de reais e 600 milhões de reais*; Custo de instalação *maior que 600 milhões de reais*.
- **Custos de operação:** como no item anterior, tem por objetivo identificar o peso financeiro de uma determinada tecnologia, porém, neste caso referente a operação. A relação de comparação é feita do custo de operação por tonelada: Custo de Operação *menor que R\$ 50/t*; Custo de Operação *entre R\$ 50/t e R\$ 100/t*; Custo de Operação *entre R\$ 100/t e R\$ 200/t*; Custo de Operação *maior que R\$ 200/t*.
- **Possíveis receitas de energia:** variável que indica se a tecnologia avaliada possui formas de geração de receitas em função de seus processos. As categorias são: *Sim, superiores aos custos de operação*; *Sim, iguais aos custos de operação*; *Sim, porém, menores que os custos de operação e*; *Não possui receitas extras*.
- **Valor final ao contribuinte:** variável muito importante. Considera o valor a ser pago pelo contribuinte com a implementação da tecnologia em relação ao valor atribuível ao contribuinte através dos impostos que pagam a operação atual. Foram estipuladas as seguintes situações: *Sem acréscimo de valor (Base R\$ 47/hab)*, *Acréscimo de até 50% no valor*, *Acréscimo de 50% a 100% no valor*, *Acréscimo superior a 100% no valor*.

5.3.4 Modelo de Ponderação

No que se refere à ponderação atribuiu-se maior importância às variáveis que se relacionam diretamente com os objetivos da implantação do projeto. Assim sendo, a **redução de rejeito para o aterro**, a capacidade de **redução de metano** emitido e o **valor final ao contribuinte** foram considerados os critérios prioritários, assim recebendo pesos maiores. As variáveis e os respectivos pesos a elas atribuídos estão descritos na Tabela 24.

Tabela 24 – Variáveis e seus respectivos pesos	
Variáveis	Pesos
Histórico das tecnologias	1
Aspectos operacionais	1
Confiabilidade das informações	1
Redução de rejeito para o aterro	3
Redução de metano	3
Inserção dos catadores no processo	2
Geração de Poluentes	1
Custos de instalação	1
Custos de operação	1
Possíveis receitas de energia	1
Valor final ao contribuinte	3

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Em cada variável foram atribuídas as notas (4), (2), (-2) e (-4), sendo a nota (4) atribuída ao aspecto que contribui mais positivamente para a variável estudada e (-4) ao que contribui mais negativamente para a variável.

Dentro de cada conjunto de variáveis, foi calculado o somatório das notas de cada variável multiplicadas pelos respectivos pesos a elas atribuídos, o que resulta em uma pontuação final do conjunto de variáveis classificada em um dos cenários descritos na Tabela 25.

Tabela 25 – Cenários e Faixas de pontuação		
Cenário	Descrição	Pontuação
A	Tecnologias com propostas que apresentam melhores soluções ambientais, orçamentárias ou nas ações de operação em relação às	16 a 22

75

Tabela 25 – Cenários e Faixas de pontuação		
Cenário	Descrição	Pontuação
	outras alternativas. Representam categorias positivas e que traduzem as melhores opções.	
B	Não apresenta questões discrepantes dos objetivos do Projeto	8 a 15
C	Opção onerosa ou trabalhosa para a implantação e operação, porém, sem situações que a inviabilizem	0 a 7
D	Tecnologia que apresenta grandes desafios para a sua implementação e operação como fatores de degradação ambiental ou de altos custos financeiros	< 0

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

5.4 Justificativa das notas atribuídas a cada variável

5.4.1 Variáveis dos aspectos tecnológicos

5.4.1.1 Pirólise

No Brasil essa tecnologia ainda é uma novidade mesmo em protótipos. Logo, para a variável “**Histórico das tecnologias**” a pirólise foi avaliada como “testada apenas no exterior”.

Os “**Aspectos operacionais**” ligados a tecnologia dependem da composição gravimétrica dos resíduos a serem tratados. A heterogeneidade do RSU de Teresina, conforme constatado no presente estudo, dificulta o controle das variáveis operacionais, sendo assim classificado como “média complexidade”.

Por se tratar de uma metodologia de tratamento de resíduos em processo de testes e estudos para implementação em escala comercial no Brasil, os dados coletados durante os estudos foram fornecidos por empresas que detêm a tecnologia, por esta razão a variável “**Confiabilidade das informações**” foi avaliada como “Média Complexidade”.

A “**Redução de rejeito para aterro**”, quando 250 t de resíduos são tratadas via pirólise, varia de “Superior a 50%”.

5.4.1.2 Biometanização

Tecnologia testada em escala comercial no Brasil, em unidade de pequeno porte (50 t/dia). Logo, para a variável **“Histórico das tecnologias”** a biometanização foi avaliada como “tecnologia testada no Brasil”.

Nesta tecnologia, para a completa estabilização da matéria orgânica os resíduos precisam passar por diferentes etapas de tratamento (triagem mecanizada, digestão anaeróbica e compostagem). Por outro lado, o processo é natural: ocorre mesmo sem o enclausuramento da fração orgânica. Por isso os **“Aspectos operacionais”** foram classificados como “baixa complexidade”.

Por se tratar de uma metodologia de tratamento testada em escala comercial no Brasil, a **“Confiabilidade das informações”** obtidas durante este estudo foram classificadas como “Alta”.

A **“Redução de rejeito para aterro”**, quando 200 t de resíduos são tratadas via biometanização, varia de “20% a 50%”.

5.4.1.3 Incineração

No Brasil essa tecnologia ainda é uma novidade mesmo em protótipos. Não há experiência com a tecnologia. Logo, para a variável **“Histórico das tecnologias”** a incineração foi avaliada como “tecnologia testada apenas no exterior”.

Os **“Aspectos operacionais”** foram classificados como “muito complexos” pois esse tipo de tratamento pode gerar poluentes de difícil controle, demandando tratamento diferenciado e mão de obra especializada.

Por se tratar de uma metodologia de tratamento de resíduos em processo de testes e estudos para implementação em escala comercial no Brasil, os dados coletados durante os estudos fornecidos por empresas que detêm a tecnologia foram incompletos e deficientes. Por esta razão a variável **“Confiabilidade das informações”** foi avaliada como “Baixa”.

A **“Redução de rejeito para aterro”**, quando 600 t de resíduos são tratadas via incineração, a redução de rejeitos é “superior a 50%”.

5.4.2 Variáveis dos aspectos Socioambientais

5.4.2.1 Pirólise

A pirólise proporciona uma **“Redução do Metano”** “maior que 50%” quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio.

O tratamento do resíduo por meio da Pirólise proporciona uma **“Geração de Poluentes”** “baixa”, quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio.

Como essa tecnologia exige que os resíduos passem previamente por um processo de separação a **“Inserção dos catadores no processo”** é fundamental e varia “entre 30% e 70%”.

5.4.2.2 Biometanização

A biometanização proporciona uma **“Redução do Metano”** “maior que 50%” quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio.

O tratamento do resíduo por meio da biometanização proporciona uma **“Geração de poluentes”** “baixa” quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio.

Como essa tecnologia exige que os resíduos passem previamente por um processo de separação a **“Inserção dos catadores no processo”** é fundamental e varia “entre 30% e 70%”.

5.4.2.3 Incineração

A incineração proporciona uma **“Redução do Metano”** “maior que 50%” quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio.

O tratamento do resíduo por meio da incineração proporciona uma **“Geração de poluentes”** “Muito Alta” quando comparado a emissão gerada pelo resíduo quando

disposto no aterro sem nenhum tipo de tratamento prévio pois os furanos e dioxinas gerados demandam a instalação e manutenção de sistemas complexos de tratamento de gases.

Para eficiência do processo de incineração é necessário que os resíduos secos de alto poder calorífico como papel, papelão e plásticos não sejam separados para coleta seletiva, mas incluídos no tratamento em conjunto com os demais tipos de resíduos. Como a **“Inserção dos catadores no processo”** inviabiliza o processo, foi atribuída a nota **“0%”**.

5.4.3 Variáveis dos aspectos econômicos

5.4.3.1 Pirólise

O **“Custo da Instalação”** dessa tecnologia varia **“menor R\$ 150 milhões”**.

O **“Custo da Operação”** varia **“entre R\$100/t e R\$200/t”**.

A tecnologia permite o recebimento de **“Possíveis receitas de energia”** que, de acordo com o presente trabalho foi avaliada como **“superiores aos custos operacionais”**.

O **“Valor final ao contribuinte”** sofrerá um **“acréscimo entre 20% e 50% no valor”** conforme demonstrado nos estudos econômico-financeiros.

5.4.3.2 Biometanização

O **“Custo da Instalação”** dessa tecnologia é **“menor R\$ 150 milhões”**.

O **“Custo da Operação”** varia **“entre R\$50/t e R\$100/t”**.

A tecnologia permite o recebimento de **“Possíveis receitas de energia”** que, de acordo com o presente trabalho foi avaliada como **“superiores aos custos operacionais”**.

O **“Valor final ao contribuinte”** sofrerá um **“acréscimo de até 20%”** do valor previsto nos estudos econômico-financeiros.

5.4.3.3 Incineração

O “**Custo da Instalação**” dessa tecnologia varia “entre R\$ 300 milhões e R\$ 600 milhões”.

O “**Custo da Operação**” varia “entre R\$100/t e R\$200/t”.

A tecnologia permite o recebimento de “**Possíveis receitas de energia**” que, de acordo com o presente trabalho foi avaliada como “superiores aos custos operacionais”.

O “**Valor final ao contribuinte**” sofrerá um “acréscimo superior a 50% do valor” previsto nos estudos econômico-financeiros.

5.5 Resultado da ponderação e escolha da tecnologia

A partir da aplicação do modelo de ponderação obteve-se as classificações e as respectivas notas por grupos de variáveis apresentadas na Tabela 26 e na Figura 11.

Tabela 26 – Metodologia de ponderação: Resultados				
Rota Tecnológica	Classificação			
	Ponderação dos aspectos tecnológicos	Ponderação dos aspectos socioambientais	Ponderação dos aspectos econômicos	Ponderação Final
Pirólise	B	A	C	B
Biometanização	B	A	A	A
Incineração	C	C	D	D

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

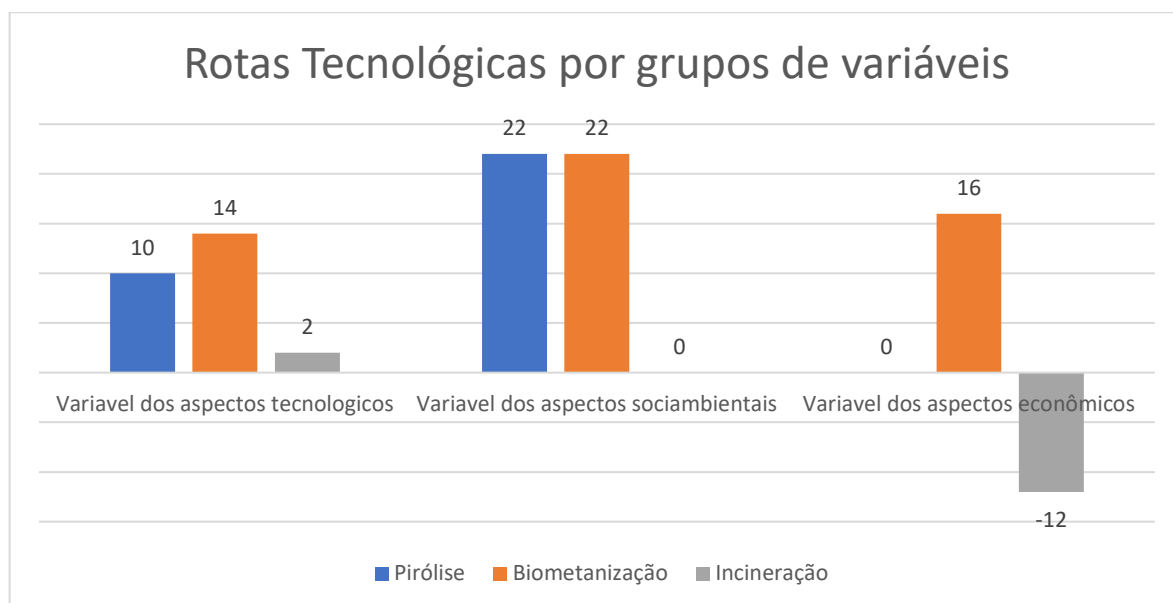


Figura 11 – Modelo de Ponderação: Notas das rotas tecnológicas por grupo de variáveis.

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Os resultados apontam para a escolha da rota tecnológica com a biometanização (rota tecnológica 2). Os estudos efetuados a partir deste ponto foram desenvolvidos apenas para o projeto com biometanização.

6 DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO PROJETO DE DESTINAÇÃO

6.1 Disposição de RSU no Aterro Sanitário Municipal

O presente tópico apresenta considerações sobre Projeto Executivo do Aterro Sanitário (inserido na área do Aterro Municipal de Teresina) de propriedade e responsabilidade técnica do CTA para a possível utilização pelo futuro Concessionário.

6.1.1 Aspectos Construtivos do Projeto Executivo

O Projeto Executivo abrange as informações técnicas de implantação do aterro sanitário, bem como os critérios de remediação do aterro controlado.

O novo Aterro Sanitário de Teresina irá ocupar uma área de 118.100 m² e foi projetado para um volume total adicional de 1.997.333,95 m³. O relevo da área de implantação do aterro sanitário é relativamente plano, apresentando seu ponto mais baixo nas proximidades da ETE.

A caracterização do solo fornecida pelo projeto indica que o terreno é formado por solos silte-argilosos e arenosos provenientes de processos antigos de erosão, além de camada de matéria orgânica recente. Não foi observada na camada profunda de “rocha de fogo”, fissuração, ou alteração importante, caracterizando o subsolo com característica de impermeabilidade importante e propícia a isolamento dos mananciais adjacentes. Também não foi detectado lençol freático nas sondagens já realizadas.

O clima da região foi caracterizado como Tropical Semiúmido, tendo períodos de chuvas que ocorrem no verão e outono e períodos de seca que ocorrem no inverno e primavera. A precipitação pluviométrica média anual situa-se em torno de 1.143 mm e a temperatura (na maior parte do ano) possui uma média em torno dos 27° C, com mínimas de 22° C e máximas que chegam à 40 °C (INMET, 2018).

Os taludes projetados possuem 5,0 m de altura, com inclinação de 1v:3h e bermas entre taludes com 4,5 m de largura.

O projeto indica a utilização de geomembrana de PEAD, texturizada, com espessura de 2,00 mm. No intuito de fornecer maior segurança caso ocorra vazamento de lixiviado por algum possível ponto de fraqueza nas soldas da

geomembrana, foi adotada uma camada de um geocomposto bentonítico (GCL), com uma massa mínima de bentonita igual a 3,5 kg/m². Segundo dados de projeto, a utilização deste material se justifica pela dificuldade em se encontrar argila de boa qualidade na região de Teresina/PI.

Sobre a geomembrana, será lançada uma camada de 20 cm de pó de pedra, como proteção mecânica, em seguida o rachão.

A drenagem horizontal é do tipo “espinha de peixe”, composto por rachão ou seixo rolado, caixas de transição, tubos de PEAD (tipo Kananet) com diâmetro mínimo de 110mm e envelopados com Geotextil não tecido 500 gm/m². Os lixiviados captados serão conduzidos para reservatórios de acúmulo, destinados posteriormente para a ETE.

Os lixiviados gerados pelas camadas de resíduos superiores do aterro serão conduzidos por drenos verticais (dutos de concreto de 0,60 m de diâmetro, perfurados e envoltos por uma camada de rachão fixados por uma malha metálica tipo Telcon Q335) até os drenos de base. Estes tipos de drenos também serão executados para garantir a drenagem dos gases que deverão ser conduzidos até a superfície, podendo ser queimados antes do lançamento na atmosfera, ou então captados para outra finalidade econômica.

O fluxo dos lixiviados dos drenos principais será conduzido para os poços de visita, instalados no pé do dique. A transposição do dique será por tubo de PVC rígido-soldável com diâmetro mínimo de 200 mm introduzido em bueiro convencional feito de tubos de concreto tipo CA, que nesse caso servirá de proteção mecânica do mesmo. O tubo deverá ser conectado ao PV que conduzirá o lixiviado sob o dique até a caixa de passagem, com registro para controle do escoamento, a ser instalado externamente no pé do dique de cada etapa de implantação.

Este sistema deverá possuir declividade mínima de 1%. O lixiviado deverá ser conduzido por uma nova rede de emissários (Tronco Coletor) e conduzidos para a lagoa de lixiviado existente no aterro. Os emissários deverão ser implantados sobre a superfície do terreno, para evitar qualquer dano à rede, os tubos em PVC reforçado deverão ser assentados num berço de areia, cobertos até a sua geratriz superior, compactados mecanicamente e reaterrados com material da própria cava.

A drenagem superficial é composta por canaletas de berma, descidas de águas, travessias de bermas e viários, canal e canaletas de contorno e canaletas provisórias. A água captada pelo sistema de drenagem deverá ser conduzida até a lagoa pluvial. Ressalta-se que as descidas d'águas deverão ser executadas na face dos taludes em gabião colchão em formato trapezoidal. As implantações das descidas d'águas são executadas sobre a camada de cobertura dos resíduos por onde escoar grande volume d'água. O projeto menciona ainda que não se tem notícia sobre a existência de nenhuma nascente no local do empreendimento.

Os acessos deverão possuir subleito compactado e reforçado com camadas de material granular. O abaulamento transversal das pistas deverá ter 3% de declividade do eixo para as laterais, de forma impedir que as águas corram diretamente sobre elas. Ainda referindo-se aos acessos, os taludes de corte resultantes deverão possuir declividade de 1v:2h, sendo que o acabamento dos taludes não deverá ser feito através do uso de inclinação lateral das lâminas. A drenagem lateral dos acessos deverá ser feita através de canaleta triangular com 50 cm de largura, com saída lateral amortecida em rachão ou similar a cada 200 m.

As coberturas diária e final dos resíduos serão executadas em solo compactado com espessuras de 30 e 60 cm respectivamente. Para o lançamento de nova camada de resíduo, deve ser removida esta camada já realizada no processo anterior, permitindo a livre percolação dos lixiviados e otimizando o volume final de resíduos no aterro. Como alternativa para as coberturas diárias, poderão ser utilizadas mantas de "sacrifício" construídos por geomembrana PEAD de 1 mm de espessura, ou geomembranas reforçadas de PEAD com espessura aproximada de 0,75 mm. A cobertura final do aterro será executada com camada vegetal.

No monitoramento, é prevista a instalação de marcos superficiais e piezômetros.

Segundo o projeto, o solo a ser utilizado na execução dos aterros provirá das escavações localizadas na área externa ao empreendimento e deverá estar isento de matéria orgânica (máximo de 5% de material micáceo). As argilas orgânicas não devem ser empregadas e não será permitido também o uso de solos que tenham baixa capacidade de suporte e expansão maior que 4%. Os materiais terrosos não devem apresentar uma incidência de pedregulhos maior que 5% e uma fração de finos (silte e argila) maior que 40%.

6.1.2 Execução das intervenções do projeto executivo para implantação do Aterro Sanitário

Está prevista a entrega das obras de recuperação do Aterro Controlado em operação ao futuro concessionário totalmente implantadas, incluindo equipamentos para monitoramento, cabendo ao concessionário apenas os custos de manutenção e monitoramento do aterro.

Os vazios existentes nos taludes externos e os desníveis da última camada podem eventualmente ser utilizados pelo concessionário para a destinação de resíduos inertes oriundos da remoção de lixo público, contribuindo para o aumento da vida útil do Aterro Sanitário que está sendo implantado.

Com relação a este último, não se identificou a obrigatoriedade de o CTA executar as quatro etapas previstas para o mesmo. Assim, neste trabalho considerou-se que a etapa A (capacidade de 186.391,71 m³) já implantada será totalmente utilizada antes do início da concessão, e dessa forma, o CTA implantará a etapa B (586.888,68 m³) que deverá ser entregue ao concessionário parcialmente ocupada.

Os custos de implantação das etapas C e D (685.175,40 e 538.878,16 m³, respectivamente) foram estimados e incluídos no CAPEX previsto.

6.1.3 Estimativa de vida útil

Para o cálculo da estimativa da vida útil do Aterro Sanitário de Teresina foi considerada que, a concessionária dará início as atividades no ano de 2022, recebendo do CTA as etapas A e B do aterro sanitário inteiramente implantadas e em final de vida útil.

Após implantadas pela concessionária, as etapas C e D juntas representarão um acréscimo de 1.224.053,56 m³, conforme indicado no ANEXO IV, o que permitirá a utilização da célula 2 do Aterro Sanitário até o início de 2025, caso sejam adotadas as medidas de redução de resíduos indicadas neste trabalho.

O Anexo IV apresenta a evolução da vida útil da área do aterro em função do tempo decorrido.

6.2 Instalações Físicas

6.2.1 Definição das instalações físicas existentes a serem utilizadas no projeto

Todas as instalações atualmente utilizadas (garagem, oficina, escritórios) no sistema de coleta e destinação dos RSU em Teresina são de propriedade do CTA, à exceção do terreno e benfeitorias do Aterro Municipal.

Em relação as benfeitorias existentes no aterro, algumas estão cedidas a outras entidades, não podendo ser disponibilizadas de imediato para utilização pelo futuro concessionário.

Por isso, considerou-se no presente estudo que todas as instalações necessárias deverão ser adquiridas pelo futuro concessionário, à exceção da área de 48,59 ha. onde se localiza o Aterro Municipal, da qual 33,31 ha. já estão ocupadas pelo atual aterro controlado (antigo lixão), restando 15,28 ha. para a implantação do novo aterro sanitário, do sistema de tratamento de efluentes, unidade de tratamento mecânico biológico, unidade de transbordo e edificações de apoio a operação (portaria, balança rodoviária, administração, refeitório e vestiário).

6.2.2 Definição das instalações físicas a serem implantadas

Todas as instalações necessárias à implementação das tecnologias previstas neste trabalho serão concentradas na área do Aterro Municipal e do futuro Aterro.

Como atualmente a sede administrativa e operacional do aterro opera em contenedores de aço, o futuro concessionário necessitará construir uma sede administrativa, que agregue todas as funcionalidades necessárias para atendimento a operação de destinação final de resíduos.

6.2.3 Adequações das instalações físicas existentes a serem utilizadas

As instalações de apoio existentes são: a guarita, containers de apoio administrativo, balança rodoviária, vestiários e refeitório, área de manutenção de

máquinas e almoxarifado, unidade de reciclagem de resíduos e unidade de armazenamento temporário de embalagens vazias de defensivos agrícolas.

De forma geral, as instalações físicas se encontram em razoável estado de conservação. Entretanto, considerou-se no projeto a necessidade de adequação das instalações físicas, face ao período de utilização das instalações ser o da vida útil do aterro municipal.

Entre as medidas de melhoria e ampliação da área de recepção de resíduos está a implantação de uma segunda plataforma da balança rodoviária (capacidade de 80 toneladas), com o objetivo de oferecer maior dinâmica no acesso ao aterro sanitário, evitando-se a formação de filas, com a utilização de plataformas distintas para a entrada e saída de veículos.

As condições de operação das células do aterro sanitário municipal já instaladas e o sistema de drenagem e de tratamento de efluentes serão de responsabilidade da concessionária e deverão ser adequadas caso julgue necessário.

6.2.4 Diretrizes construtivas para instalações da sede administrativa

As edificações que compõem a área de recepção dos RSU e de apoio administrativo e operacional devem seguir as seguintes diretrizes construtivas apresentadas a seguir:

6.2.4.1 Guarita

A recepção dos resíduos é iniciada nessa edificação, que deve ter área aproximada de 18 m² (6,00m x 3,00m). A guarita terá a função de controlar a entrada e saída de veículos e pedestres através de dois portões independentes que deverão permanecer sempre fechados, sendo abertos pelo vigilante, somente para a entrada e saída de pedestres e veículos, bem como controlar a pesagem de resíduos sólidos. Será constituída de uma sala para o controle de pesagem, sanitário e balança eletrônica com as seguintes dimensões: sala de controle (3,95 m x 2,70 m) e sanitário (2,70 m x 1,20 m).

O controle da pesagem será efetuado através de balança eletrônica a ser instalada em um fosso de 8,00 m de comprimento, 3,00 m de largura e 2,00 m de profundidade,

sendo registrado o peso dos resíduos sólidos transportados por veículos e caminhões. A balança será vinculada a software de sistema de banco de dados, de forma a permitir a emissão de relatórios diários e/ou periódicos e o acompanhamento remoto em tempo real pelo contratante.

Nesta instalação irão trabalhar um vigilante e dois controladores para as duas plataformas que serão responsáveis pela identificação dos veículos e pedestres, além de efetuarem o controle da pesagem.

6.2.4.2 Prédio de Administrativo

O prédio de apoio administrativo, com área prevista de 200,00 m², abrigará o contingente de funcionários de apoio técnico, administrativo e operacional. O espaço deverá comportar uma recepção, sala da gerência e apoio técnico, administração, posto médico, banheiro/vestiários e copa, onde serão desenvolvidas as seguintes funções:

- Recepção: com dimensões de 5,60 m x 2,75 m, tendo como função sala de espera e atendimento, com mesa para a recepção, sofás e arquivos;
- Sala da gerência: com dimensões de 4,10 m x 4,05 m, tendo como função abrigar duas mesas para o gerente e encarregado e estante;
- Sala de apoio técnico: com dimensões de 5,20 m x 3,50 m, tendo como função abrigar mesa de reunião, estante, arquivo e duas mesas para computadores;
- Administração e acervo técnico: com dimensões de 3,50 m x 3,20 m, tendo como função sala de controle administrativo, com duas mesas para funcionários e duas mesas para computadores;
- Posto médico: com dimensões de 3,50 m x 3,00 m, destinada aos serviços referentes à medicina, higiene do trabalho e ambulatório de primeiros socorros em caso de acidentes, com mesa, estante e maca para atendimento emergencial;
- Banheiro/vestiário feminino: com dimensões de 3,60 m x 2,85 m, com dois vasos sanitários, duas pias e Box com chuveiro;

- Banheiro/vestiário masculino: com dimensões de 3,80 m x 2,90 m, com um vaso sanitário, dois mictórios, dois boxes equipados com chuveiro e duas pias;
- Copa: com dimensões de 2,70 m x 1,65 m, destinada a abrigar fogão, estufa e pia.

6.2.4.3 Prédio de apoio - Manutenção e Almoxarifado

Esta instalação deverá ter área de 200,00 m², destinada à manutenção e reparos de máquinas, veículos e equipamentos, bem como o armazenamento de peças de maior rotatividade e ferramentaria necessários às atividades desenvolvidas no aterro sanitário, abrigará 03 (três) boxes para oficina elétrica, oficina mecânica e borracharia e lavagem, além de uma sala para o almoxarifado com as seguintes funções:

- Oficina elétrica: destinada à manutenção elétrica, com dimensões 10,70 m x 5,20 m, equipada com bancada e pia;
- Oficina mecânica e borracharia: destinada à manutenção mecânica e reparo de pneus, com dimensões 10,70 m x 5,10 m, equipada com bancada e pia;
- Lavagem: destinada à limpeza dos veículos, máquinas e equipamentos, com dimensões 10,70 m x 5,10 m, equipada com bacia de contenção de efluentes, ponto de água e caixa separadora de água/óleo;
- Almoxarifado: sala com prateleiras de concreto e um balcão, com dimensões 11,00 m x 4,00 m.

6.2.4.4 Pátio de Estacionamento e Manobra

Área descoberta, em pavimentação asfáltica, com 600,00 m² contendo 07 (sete) vagas para veículos e espaço livre de manobra.

6.2.4.5 Castelo d'Água

Será constituído de 04 (quatro) pilares de 0,50 m x 0,50 m e altura de 6,00 m com laje em concreto armado, com as seguintes dimensões: 4,00 m x 4,00 m x 0,15 m. Abrigará 02 (duas) caixas d'água em polietileno, capacidade de 1.000 l.

6.2.4.6 Padrão Construtivo

Nas edificações de apoio supracitadas será adotado o seguinte padrão construtivo:

- Alvenaria - bloco de concreto;
- Estrutura - concreto;
- Esquadria de alumínio (janelas);
- Esquadria de alumínio ou ferro (portas);
- Esquadria de madeira (portas internas);
- Malhas metálicas (fechamento de vãos);
- Revestimento – cerâmica branca até 1,50 m;
- Pintura – tintas PVA, látex e esmaltes brancos;
- Piso - cimentado para os prédios;
- Cobertura - telhas onduladas em fibrocimento;
- Instalação hidráulica - tubulações embutidas e louças brancas;
- Instalação elétrica - tomadas, interruptores, condutores e quadro de luz embutidos;
- Instalação sanitária – tubulações embutidas em PVC e louças brancas;
- Fossa/Filtro em concreto e sumidouro;
- Caixa separadora de água/óleo em concreto;
- Pavimentação asfáltica para o pátio;
- Caixa d'água em polietileno.

6.3 Detalhamento da rota tecnológica indicada no modelo de ponderação

Conforme visto no capítulo 5 – Modelo de Ponderação, a rota tecnológica que apresentou melhor resultado global, considerados todos os parâmetros avaliados, foi

a rota tecnológica 2, que inclui a implantação de uma unidade de biometanização com capacidade para processamento de 200 t/dia.

A Figura 12 apresenta um diagrama esquemático da rota tecnológica do projeto.

Os resíduos públicos (RPU) serão coletados pela PMT e a concessionária será responsável pelo tratamento e disposição final desses resíduos.

6.3.1 Unidade de triagem para a Biodigestão

A usina de triagem de RSU terá capacidade para processar até 200 toneladas/dia de lixo bruto, operando em dois turnos.

As informações técnicas obtidas com os técnicos e pesquisadores envolvidos na unidade de biometanização estudada como parâmetro para a elaboração deste trabalho apontaram inicialmente não ser imprescindível um pré-tratamento rigoroso dos resíduos a serem encaminhados à unidade de beneficiamento da fração orgânica. Um teor de impurezas (basicamente resíduos inertes) maior ou menor interferiria apenas nos parâmetros de recuperação do biogás e, conseqüentemente, no rendimento térmico da unidade.

Na unidade estudada, implantada nas instalações da COMLURB, não havia pré-tratamento. Procurava-se obter um resíduo de melhor qualidade através da escolha dos roteiros de coleta com gravimetria mais adequada às necessidades de projeto.

Os dados de volume e o estudo gravimétrico alertaram para a possibilidade de não alcançar os parâmetros estimados devido ao baixo rendimento demonstrado pelos processos de separação manual e à viabilidade de se adotar plenamente a solução do Rio de Janeiro.

Além disso, o aprofundamento dos estudos da equipe de técnicos da Methanum indicou que elevadas concentrações de impurezas no RSU a ser tratado podem não só reduzir a qualidade e quantidade do biogás, como o percentual de material decomposto, e conseqüentemente vir a comprometer as metas de redução do material orgânico a ser aterrado.

Optou-se, então, por incluir na Unidade de Tratamento Mecânico Biológico uma usina de triagem de orgânicos para efetuar a separação dos materiais menos adequados ao processo de biometanização ainda que sem o beneficiamento da parcela com potencial de reciclagem com a seguinte configuração.

AL-101 TRANSP. DE ALIMENTAÇÃO UP6,5/1200
CT-103 TRANSP. DE SELEÇÃO DE VOLUMOSOS UP10/1200
CT-104 TRANSP. DE SELEÇÃO DE VOLUMOSOS UP24/1200
CT-105 TRANSP. BYPASS ABRIDOR DE BOLSAS UP3/1400
AB-101 ABRIDOR DE BOLSAS TM 3400 SE
CT-106 TRANSP. ALIMENTAÇÃO TAMBOR REVOLVEDOR UP12,8/1400
TR-101 TAMBOR REVOLVEDOR 2,5/5,0
CT-107 TRANSP. INCLINADO SAÍDA TAMBOR REVOLVEDOR UP12,5/1400

CT-301 TRANSP. DE SELEÇÃO PA38,5/1400
CT-302 TRANSP. INCLINADO AO GIRATÓRIO UP11/1200
SM-301 SEPARADOR MAGNÉTICO
MO-301 SISTEMA DE TRITURAÇÃO TM-7275
CT-303 TRANSPORTADOR DE ELEVAÇÃO - UP 12,5/1200
CT-304 TRANSP. REVERSÍVEL GIRATÓRIO UPG4,5/1200

CT-401 TRANSP. DE ALIMENTAÇÃO DA PRENSA DE SUBPRODUTOS
PR-401 PRENSA DE SUBPRODUTOS
PR-402 PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL PHH-350

PL-501 PLATAFORMA DE SELEÇÃO DE VOLUMOSOS PL 11,7/9,2/8
PL-502 PLATAFORMA DE SELEÇÃO PL 30,5/5,3/3,4
BP-500 FURADOR DE GARRAFAS PET BP440 (4PCS)

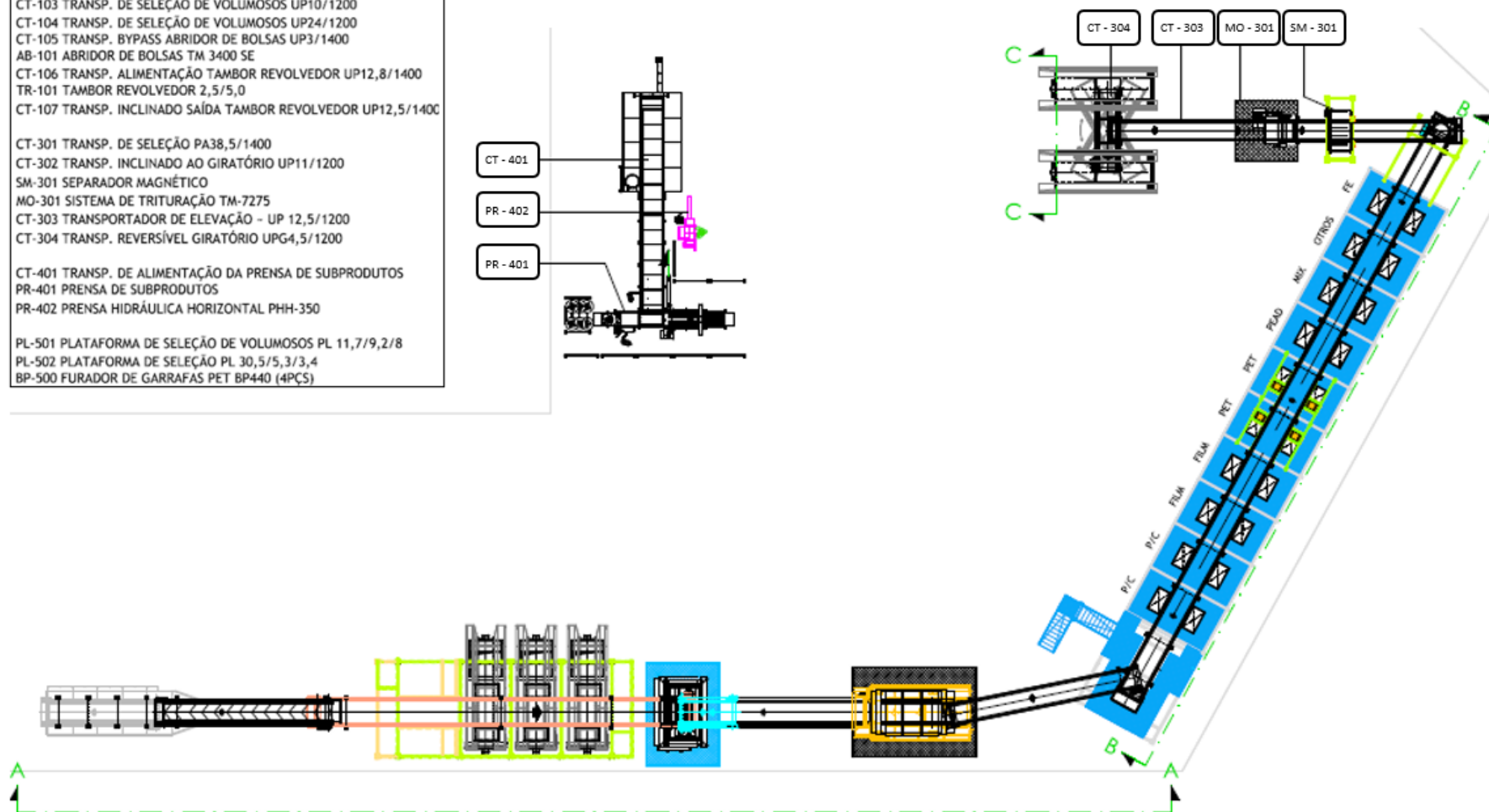


Figura 13 - Fluxograma da unidade de triagem

Fonte: Iguaçumec, 2020.

a. Sistema de Recepção e Alimentação

Os caminhões de coleta descarregam os resíduos em galpão dimensionado para receber separadamente RDO e os resíduos volumosos numa área independente da área de tratamento mecânico.

A área de recepção de resíduos domiciliares, incluída a área de manobra de descarga, é 30 m x 48 m (1.440 m²), com uma área de armazenamento de resíduos de 720 m², o equivalente a 2.160 m³ (considerando uma altura de descarga de 3 m).

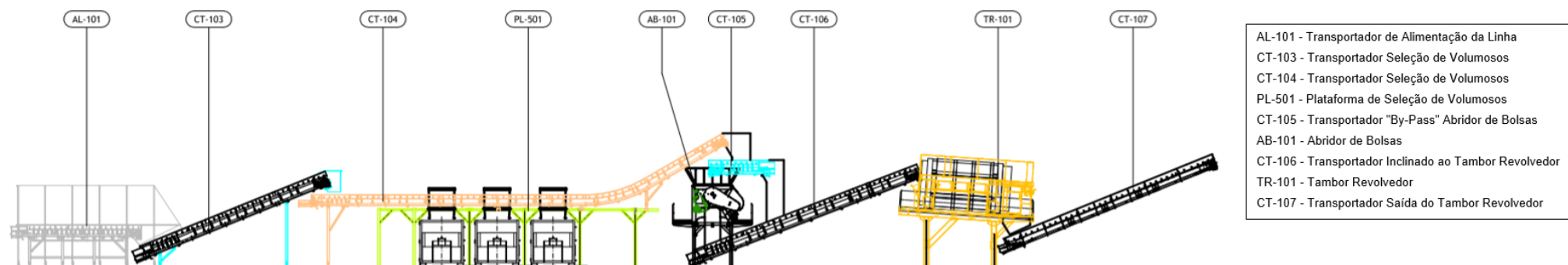
A área de armazenamento de resíduos volumoso foi projetada com 20 m x 20 m (400 m²).

Depois de uma primeira separação de elementos volumosos na descarga dos caminhões se alimenta a linha através de transportadores que conduzem os resíduos a um rompedor de bolsas plásticas e a um tambor revolvente, conforme indicado na Figura 14.

b. Sistema de Triagem e Trituração

Adotou-se uma única linha de catação permitindo o trabalho simultâneo de 20 catadores em cada turno de trabalho e um separador magnético para resíduos ferrosos após a linha de separação manual.

O Sistema de Trituração é composto por moinho triturador para lixo, tipo martelo, bicas de alimentação tipo balística para eliminação de materiais não trituráveis e transportadores mecânicos contínuos de correia, para descarga do lixo triturado. A Figura 15 ilustra o sistema de triagem e trituração.



CORTE A-A

Figura 14 - Sistema de Recepção e Alimentação.

Fonte: Iguaçumec, 2020.

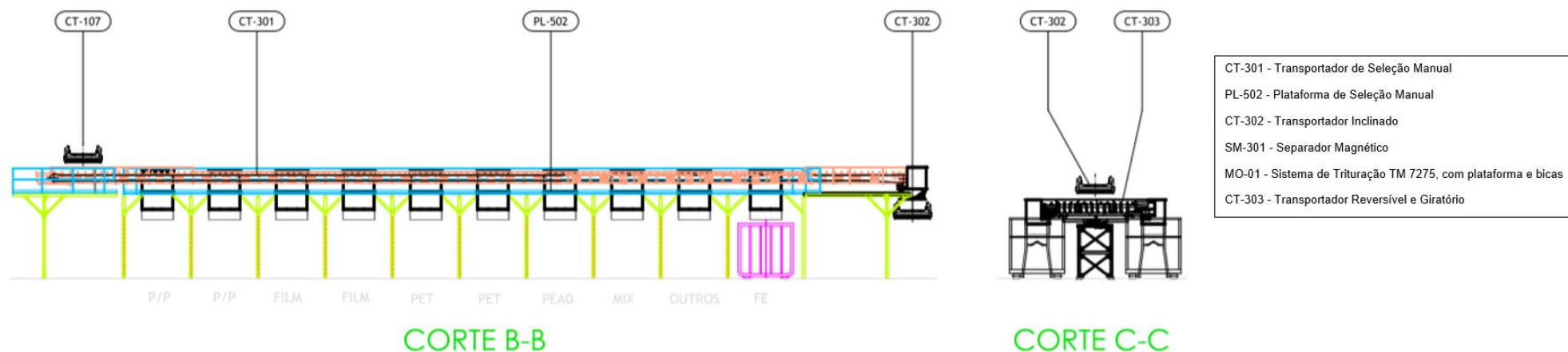


Figura 15 - Sistema de Triagem e Trituração

Fonte: Iguaçumec, 2020.

c. Sistema de Cobertura

Estrutura metálica de cobertura das unidades de processamento (recepção, catação, trituração e prensagem), 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: 4.000 m².

d. 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) 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.

e. Sistema de Prensagem

Adotou-se sistema de prensagem alimentado automaticamente por transportadores, prensas hidráulicas para enfardamento de papel, papelão, plástico fino e PET, latas e alumínio e perfurador de PET, conforme ilustrado na Figura 18. O transporte será efetuado por transportadores planos e inclinados.

Com essa configuração estima-se a separação de 20 t/dia de reciclados.

Sistemas mais sofisticados de triagem com maior automação permitem aumentar a separação e o beneficiamento de recicláveis. Para os objetivos deste projeto, focado na redução de resíduos dispostos em aterro, tais sistemas encareceriam sem a contrapartida da receita derivada, razão por que não foram utilizados.

Futuramente, caso o projeto executivo do concessionário considere a receita com recicláveis, poderá implantar sistemas de triagem mais complexos. Caso a se desenvolva política pública de separação de orgânicos na origem, poderá ainda definir roteiros mais adequados ao beneficiamento.

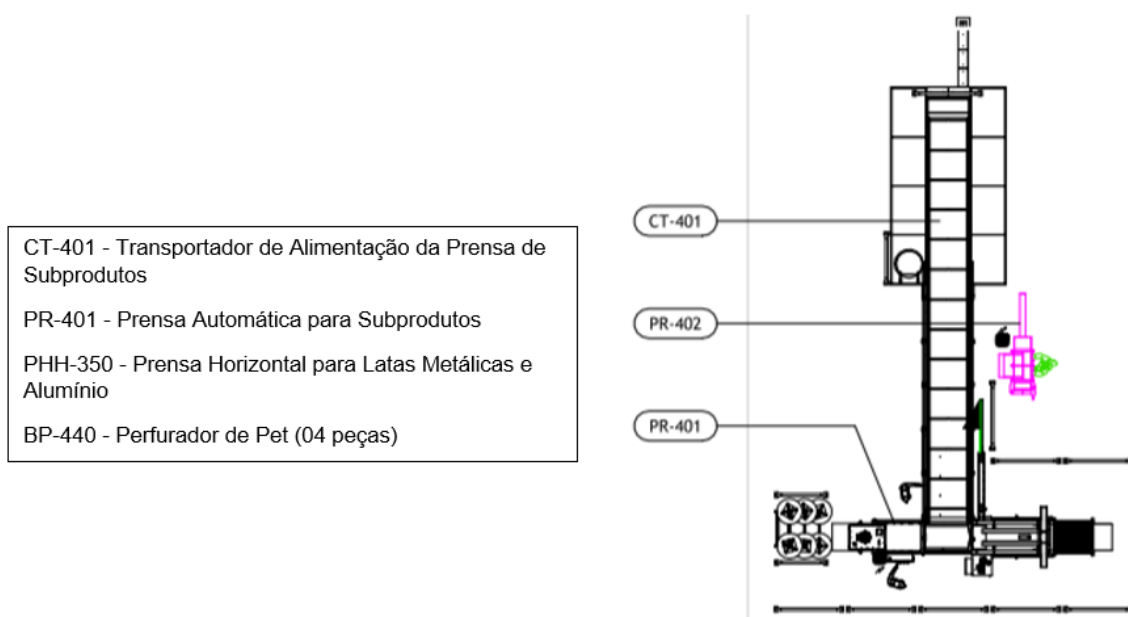


Figura 16 – Sistema de Prensagem.

Fonte: Iguaçumec, 2020.

Futuramente, caso o projeto executivo do concessionário considere a receita com recicláveis, poderá implantar sistemas de triagem mais complexos. Caso a se desenvolva política pública de separação de orgânicos na origem, poderá ainda definir roteiros mais adequados ao beneficiamento.

6.3.2 Fase de Digestão Anaeróbia ou Biodigestão

Digestão Anaeróbia ou Biodigestão é um processo de decomposição da matéria orgânica pelo ataque de micro-organismos em condições de ausência de oxigênio livre, gerando como produtos finais gasosos, o biogás (mistura de metano, gás carbônico, gás sulfídrico, amônia e outros gases em menor proporção) e um substrato sólido que pode ser usado como condicionador de solos.

Entretanto, a fração orgânica dos resíduos sólidos é um substrato complexo e, obviamente, a sua degradação envolve um caminho metabólico ainda mais complexo, constituído por uma série de reações, até à síntese do metano como produto final.

Ao contrário da degradação aeróbia, onde a matéria orgânica é metabolizada diretamente a gás carbônico - CO₂, a degradação anaeróbia envolve quatro etapas distintas e sequenciais, a saber:

- Etapa 1 – Hidrólise

Nesta etapa, as substâncias orgânicas complexas (carboidratos, proteínas e lipídios) são hidrolisadas em materiais de menor peso molecular (normalmente ácidos voláteis) que podem atravessar as paredes celulares das bactérias fermentativas, tendo em vista que estas não são capazes de assimilar a matéria orgânica diretamente.

A hidrólise do material particulado, bem como de material solúvel de maior tamanho, é uma etapa essencial para aumentar a biodisponibilidade, ou seja, o acesso das células microbianas ao substrato. Esta conversão inicial é realizada por meio de exoenzimas, que são enzimas excretadas por bactérias fermentativas, também denominadas bactérias hidrolíticas. Assim, as proteínas são degradadas em peptídeos; os carboidratos em açúcares solúveis; e os lipídios em ácidos graxos de cadeia longa e glicerol.

Cabe ressaltar que a hidrólise dos polímeros usualmente ocorre de forma lenta, sendo vários os fatores que podem afetar o grau e a taxa em que o substrato é hidrolisado, como temperatura, tamanho do material, pH e quantidade de celulose e lignina.

Nestes casos, a alta complexidade do material orgânico pode resultar em uma baixa velocidade de hidrólise, tornando-a a etapa limitante de todo o processo de digestão.

- Etapa 2 – Acidogênese

Os produtos solúveis provenientes da fase de hidrólise são metabolizados por bactérias fermentativas em compostos mais simples, incluindo ácidos graxos voláteis de cadeia curta, álcoois, ácido lático, dióxido de carbono, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio.

A acidogênese é efetuada por um grande e distinto grupo de bactérias fermentativas, principalmente as espécies *Clostridium* e *Bacteroids*, sendo que as *Clostridium* formam esporos, o que lhes confere capacidade de sobrevivência em ambientes adversos.

- Etapa 3 – Acetogênese

As bactérias acetogênicas são responsáveis pela oxidação dos produtos provenientes da fase anterior, gerando o substrato apropriado para as bactérias metanogênicas, composto basicamente por hidrogênio, gás carbônico e acetatos. Durante a oxidação dos produtos é formada uma grande quantidade de hidrogênio, fazendo com que o meio se torne ácido.

Nesta fase, pelo menos 50% da matéria biodegradável é convertida em sais orgânicos que, posteriormente, são decompostos em acetato e hidrogênio pela ação das bactérias acetogênicas.

Em suma, os produtos da acidogênese são transformados pelas bactérias acetogênicas em hidrogênio, dióxido de carbono e acetato.

- Etapa 4 – Metanogênese

Compreendida como a etapa final do processo anaeróbio, nesta fase há a produção do gás metano, que ocorre pela ação de dois grupos de bactérias metanogênicas: as acetotróficas, que produzem metano pela redução do ácido acético e do metanol; e as hidrogenotróficas, que geram metano a partir do hidrogênio e do gás carbônico, liberando água.

Observe-se, entretanto, que as bactérias metanogênicas dependem do substrato fornecido pelas bactérias acetogênicas, pois não têm capacidade de converter diretamente o substrato da acidogênese.

Por fim, cabe mencionar que, como as bactérias metanogênicas são responsáveis pela maior parte da degradação dos resíduos, a sua baixa taxa de crescimento e de utilização dos ácidos orgânicos normalmente representa o fator limitante no processo de digestão anaeróbia.

A Figura 17, apresenta esquema das etapas do processo de digestão anaeróbia.

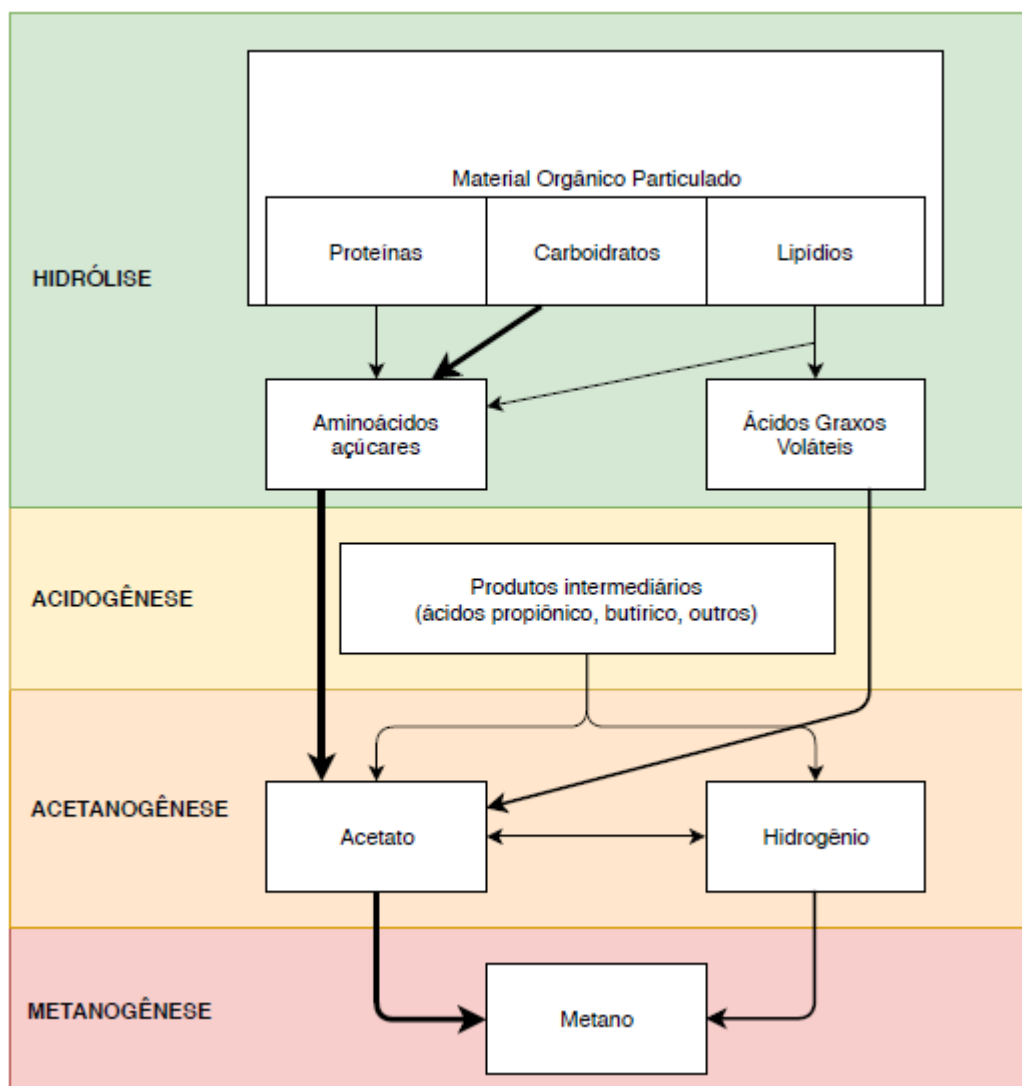


Figura 17 - Etapas da Biodigestão Anaeróbia

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Em linhas gerais, o tempo de digestão da massa orgânica é curto, cerca de 45 dias (tempo de aproveitamento econômico de extração do biogás). Entretanto, após este período é necessário que se proceda à cura do material resultante, o que demora, pelo menos, mais 45 dias em condições climáticas tropicais, totalizando, o processo completo, num período mínimo de 90 noventa dias.

Atualmente, o processo de tratamento por digestão anaeróbia figura como uma tecnologia promissora, em virtude da alta taxa de produção de biogás que propicia o aproveitamento energético.

Várias são as vantagens dos sistemas anaeróbios quando comparados aos tratamentos aeróbios, dentre as quais merecem destaque:

- menor consumo de energia;
- menor área para implantação;
- potencial de geração de energia.

Contudo, os processos anaeróbios empregados no tratamento de resíduos sólidos ainda possuem alguns interferentes, devido à falta de configurações de sistemas de tratamento e, sobretudo, ao tempo necessário para estabilizar os resíduos sólidos, que é bastante longo quando comparado com processos aeróbios.

Estudos mostram que, a partir da crise energética dos anos 70, o gás metano dos digestores anaeróbios voltou a despertar o interesse geral, acarretando o aumento de sua utilização nos países europeus. Esta tendência foi reforçada nos últimos anos em virtude da proibição da implantação de novos aterros sanitários na Comunidade Europeia.

A utilização energética do biogás apresenta grande importância estratégica dentro do 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 tem o potencial de aquecimento global vinte e oito 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, razão pela qual vários países o utilizam como fonte energética.

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 evidencia na Figura 18.

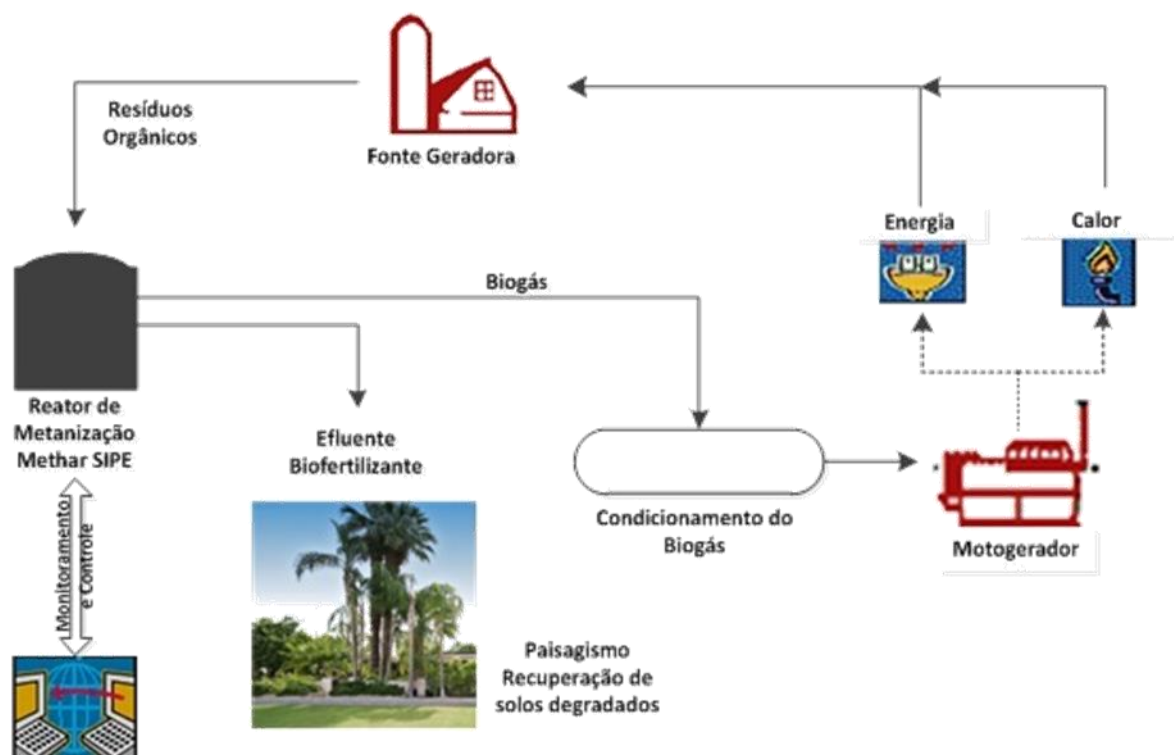


Figura 18 - Fluxograma de Biodigestão com Geração de Energia

Fonte: Methanum, 2016.

A conversão energética de 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.

No caso de Teresina/PI, a produção de energia elétrica pela queima do biogás em motores recíprocos de combustão interna associados a conjuntos de geradores promete ser a alternativa mais viável, já que estes motores possuem comparativamente menor custo por quilowatt e maior eficiência que a maioria das turbinas a gás. A par disto, o conjunto motor-gerador ainda oferece como vantagem a flexibilidade para futuras expansões ou reduções do sistema, levando em consideração as eventuais incertezas quanto a produções futuras de biogás.

Pelo exposto, vê-se que o uso da digestão anaeróbia no tratamento de resíduos sólidos não é novidade, principalmente quando as condições de mercado viabilizam economicamente a exploração do biogás como fonte de energia alternativa.

A viabilidade econômica relacionada aos processos de digestão anaeróbia pode ser alcançada a partir da redução dos custos de disposição em aterro sanitário; geração de receita derivada da produção e comercialização de energia renovável; da comercialização do composto orgânico para uso agrícola (ou mesmo a produção e venda de plantas ornamentais); e ainda a possibilidade de comercialização de créditos de carbono (pouco significativa, atualmente).

É importante salientar que até a presente data, no Brasil, não existe digestor anaeróbio que trate resíduos sólidos urbanos em escala comercial, porém, a unidade piloto em operação no Rio de Janeiro, dimensionada para tratar até 50 t/dia de fração orgânica (Figura 20), vem operando com bastante sucesso (Figura 19).

Por esta razão, a unidade prevista para Teresina foi avaliada para o mesmo modelo de tecnologia (Methanum) e será dimensionada para processar 175 t/dia de fração orgânica.

A tecnologia citada apresenta como principais vantagens:

- aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- redução da fração orgânica dos RSU, responsável pelos odores desagradáveis e geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários;
- maior geração de biogás e metano devido às condições controladas de umidade e temperatura dos digestores;
- permite a coleta de todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação pode variar de 20 a 40%), reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa;
- o processamento gera sub-produtos valorizáveis: biogás (energia e calor) e composto orgânico.

As principais desvantagens dessa tecnologia são:

- a composição e a heterogenidade dos resíduos podem variar dependendo da localização (zona de geração) e da estação do ano, podendo comprometer o processo de biodigestão anaeróbia e consequentemente a qualidade do biogás e do material digerido gerado;

- necessidade de etapa posterior (como compostagem) para bioestabilização dos resíduos digeridos;
- dificuldade na operação do sistema, principalmente em termos de obstruções de canalização em sistemas contínuos;
- necessidade de mão de obra qualificada para o processo de operação e monitoramento da planta.



Figura 19 - Biodigestor Methanum em Operação na COMLURB - RJ

Fonte: Consórcio Vital, 2019.



Figura 20 – Interior do Biodigestor com resíduos em processo de tratamento – COMLURB - RJ

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

6.3.3 Compostagem Natural do Material Digerido

Após a saída do processo de biometanização, o composto produzido pela digestão anaeróbia deve sofrer um processo de estabilização final em pátio de leiras convencional (Figura 21), onde passará pelo processo de compostagem aeróbia com reviramento semanal das leiras por pá carregadeira.



Figura 21 - Pátio de Leiras para Compostagem Aeróbia - COMLURB - RJ

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

O pátio será dimensionado para receber 60 t/dia de material digerido que será estabilizado ao longo de 45 dias. Depois de estabilizado, o material passará por um peneiramento dando origem a 40 t/dia de composto orgânico (a ser comercializado) e 20 t/dia de inservíveis (que será encaminhado para o aterro sanitário).

A poda oriunda do RPU não foi considerada. A adoção da compostagem orgânica como componente autônomo da rota e não como medida complementar foi descartada devido ao baixo valor de revenda do composto e à necessidade de grande área disponível. Caso o mercado futuramente se mostre receptivo para a comercialização do composto, o concessionário poderá ampliar este tipo de tratamento

6.3.4 Aterramento dos rejeitos da biodigestão, da compostagem e da reciclagem junto com o excedente dos RSU em aterro sanitário

Todos os passos e processos apresentados nas rotas tecnológicas apresentam ao final dos ciclos, rejeitos que devem ser dispostos em aterro. A exceção do aterro sanitário nenhuma alternativa consegue eliminar totalmente os resíduos, havendo sempre a necessidade de um local para receber os rejeitos advindos da reciclagem, da biodigestão e da compostagem realizadas na unidade de tratamento, para confinamento e disposição final das parcelas sem possibilidade de beneficiamento.

Até mesmo a incineração que é um processo de destruição térmica dos resíduos sólidos urbanos, na saída da última câmara de queimadores, são geradas cinzas que devem ser analisadas e destinadas em aterro de acordo com a classificação do rejeito / resíduo pela NBR 10.004.

Há que se considerar também a possibilidade de paralisações dos sistemas de beneficiamento ocasionadas por quebras e manutenções. Como a maioria dos sistemas atualmente disponíveis advém de tecnologias pouco difundidas no Brasil, obviamente com dificuldade de obtenção de peças de reposição, o risco de longos períodos de paralisação não podem ser descartados, criando-se a necessidade de um sistema alternativo não só para os rejeitos dos processos de tratamento, mas também da totalidade dos resíduos em caso de quebra.

Dessa forma, o futuro concessionário deverá projetar, licenciar, implantar e operar um novo aterro sanitário em área a ser adquirida por ele, respeitando os condicionantes contidos no item 7.1.1, além da legislação e normas técnicas específicas.

Após a implantação desse novo aterro, a totalidade do RDO (ou parte dela, a ser definido pelo concessionário) será encaminhada ao sistema de transbordo descrito no item 6.5.

6.3.5 Recuperação do biogás do aterro sanitário

O biogás é um subproduto da decomposição anaeróbica realizado em presença de archeobactérias do tipo metanogênicas, que se alimentam dos materiais orgânicos, presentes nos resíduos sólidos urbanos. É constituído basicamente por metano CH₄ (50%), dióxido de carbono CO₂ (49%) e pequenas quantidades de outros gases,

dentre eles: hidrogênio H_2 , gás sulfídrico H_2S , oxigênio O_2 , amoníaco NH_3 e nitrogênio N_2 .

A composição do biogás depende do material orgânico de origem e, em se tratando do biogás de aterro sanitário, da idade da célula, pois os componentes químicos sofrem decaimento ao longo do tempo.

Segundo a ABRELPE, para que o metano do biogás possa ser explorado comercialmente, por meio de recuperação energética, o aterro sanitário deverá receber, no mínimo, 200 toneladas de RSU por dia e ter altura mínima de carregamento de 10 metros.

No aterro sanitário a captação do biogás será feita através de manifolds conectados às cabeças dos poços de drenagem de gases que conduzirão o biogás coletado para a unidade de tratamento (Figura 22), uma vez que, a fim de garantir um processo de queima ambientalmente seguro, ou mesmo um melhor rendimento energético (caso o futuro concessionário venha a optar por esta alternativa), deverá ser feita a remoção de outros gases, como o dióxido de carbono (CO_2) e principalmente o gás sulfídrico (H_2S).

Neste projeto considerou-se que a totalidade do biogás captado tratado será queimado de forma centralizada e controlada através da instalação de flare para queima de até $150m^3/h$.

A câmara de combustão deve ser fabricada em aço inox AISI 304, com dimensões aproximadas de 2mm x 950mm (diâmetro) x 4.000mm.

A dinâmica do sistema de queima do biogás tem como elemento responsável pelo acionamento do processo de queima o transmissor de pressão, que percebendo pressão previamente determinada, envia um sinal elétrico ao controlador de pressão que através de relés, obedece a seguinte sequência:

- Acionamento do sistema de ignição, fazendo com que o transformador envie a tensão para que o eletrodo produza um arco voltaico (faísca), durante o tempo pré-determinado;
- Abertura da válvula automática;
- Desligamento do queimador quando a pressão interna do digestor atingir o valor mínimo previamente estabelecido. Um controlador de temperatura em conjunto com relé de tempo monitora o re-start do equipamento, reiniciando

todo o sistema de ignição caso não seja detectada a ignição do biogás, após o intervalo de tempo previamente determinado.



Figura 22 - Captação de Biogás em Aterro Sanitário.

Fonte: Consórcio Vital, 2019.



Figura 23 - Modelo de flare enclausurado para queima de biogás

Fonte: Combustec – queimadores e geradores de ar quente, 2019.

6.4 Medidas para encerramento e monitoramento do antigo aterro controlado

As obras de recuperação da área do aterro controlado ainda não foram finalizadas, pois a área continua em operação, o que dificulta as operações de encerramento e recuperação. Paralelamente a empresa prestadora dos serviços de destinação final de resíduos está avançada com os serviços de implantação do novo aterro sanitário, na área adjacente ao aterro controlado e deve iniciar a operação na nova área ainda este ano. No aterro controlado, as áreas onde não estão ocorrendo vazamento de resíduos, já estão com a sua conformação final bem delineada, com bermas e maciço consolidados na cota de encerramento.

O sistema de captação e tratamento de efluentes já está instalado e funcionando, assim como a rede de drenagem pluvial periférica. Para promover estabilidade geotécnica do maciço, de forma a permitir a continuidade de disposição de resíduos até o fechamento final do aterro, foi executado um dique perimetral na face sul do aterro. O dique tem além da função de contenção da massa de resíduos, também a finalidade de evitar que águas pluviais oriundas de uma bacia de contribuição perene localizada na área vizinha se infiltrem na massa de lixo.

Foi implantada uma rede de drenos secundários com a finalidade de captar o lixiviado que desponha nas cotas superiores da mesma porção e vem desaguar na linha de escoamento existente ao lado o acesso lateral sul-sudeste, desviando-o para uma rede de drenos principais, que conduzem os efluentes ao sistema de tratamento.

Após o encerramento definitivo das operações, com o início das atividades na área adjacente onde está sendo implantado o aterro sanitário, o seguinte plano de encerramento deve ser observado, contendo as ações a seguir descritas:

- **Plano de Ações**

Essas ações incluem a manutenção do controle definitivo do acesso à área, bem como medidas que irão promover a recuperação ambiental da área:

- Reconformação do terreno e implantação da camada de cobertura vegetal definitiva;
- Implantação do sistema de drenagem superficial;
- Adequação e recuperação do sistema de drenagem de gases;
- Monitoramento geotécnico e ambiental;

- Diretrizes para o planejamento e execução de Estudos de Investigação Detalhada de Contaminação e Avaliação de Risco à Saúde Humana.

- Reconformação do Terreno e Implantação da Camada de Cobertura Final dos Resíduos

Em toda a área de disposição de resíduos deverá ser providenciada a limpeza mecanizada da camada vegetal existente bem como remoção de árvores de pequeno e médio porte.

Após a conveniente limpeza e regularização do terreno, deverá ser disposta em toda área uma camada composta por geocomposto drenante e sobre esta camada deverá ser implantada a camada de geocomposto argiloso¹ (Geosynthetic Clay Liner – GCL), acima da qual será executada uma camada de solo compactado, com 0,80m de espessura. Por fim, deverá ser executada uma camada constituída por 0,20 m de solo vegetal para plantio de grama.

- Drenagem Superficial

Deverá ser dada continuidade ao sistema de drenagem superficial que já vem sendo implantado, para escoamento das águas pluviais que incidirem diretamente sobre a área de disposição dos resíduos, composto basicamente por canaletas de berma triangular.

O projeto de drenagem das águas pluviais foi orientado pelos seguintes objetivos principais:

- Evitar danos causados por inundações e ou enxurradas;
- Minimizar os problemas de erosão no maciço de resíduos;
- Evitar acúmulo e infiltração de água sobre a superfície de disposição de resíduos, a fim de evitar a possível formação de percolado;
- Evitar a contaminação do escoamento superficial direto, que pode ocorrer por meio de erosões e carreamento de resíduos;

A proteção superficial dos taludes de resíduos com grama também compõe ação de proteção superficial contra erosão do material de cobertura.

- Sistema de Drenagem de Gases

O sistema de drenagem de gases visa a manutenção da captura de gases emanados da decomposição dos resíduos dispostos no aterro controlado, que podem provocar focos de ignição espontânea, poluição da atmosfera afetando a saúde da população do entorno, ou simplesmente produzir odor desagradável. Os drenos de gases já implantados no local, recomenda-se a manutenção geral dos mesmos e, caso sejam verificados problemas e/ou deficiências pontuais no sistema, deverá ser prevista a complementação/instalação de novos dispositivos.

- Sistema de Drenagem de Percolados

O sistema deve ser revisitado com a frequência determinada no plano de monitoramento e, caso sejam identificados pontos de afloramento de lixiviados, deverá ser prevista a construção de trincheiras drenantes, incluindo a instalação de dispositivos para o adequado acúmulo dos líquidos percolados e posterior encaminhamento para as lagoas de tratamento. Caso haja geração de percolado que possa comprometer a capacidade de acumulação das lagoas existentes, deve estar previsto o envio do excedente gerado para tratamento externo.

- Monitoramento Geotécnico e Ambiental

O plano de monitoramento geotécnico terá como objetivo acompanhar a evolução das condições geotécnicas do maciço de resíduos, a fim de garantir que o mesmo esteja se comportando de modo seguro em relação à estabilidade e evolução de deslocamentos e pressões internas de líquidos e gases e devem seguir as diretrizes estabelecidas pela NBR 8419. O monitoramento geotécnico deverá ser realizado por meio de inspeções visuais com periodicidade trimestral, ou conforme estabelecido pelo órgão ambiental e os piezômetros que deverão estar instalados por obrigação contratual (Contrato 004/2017) e deverão ser aferidos periodicamente. As inspeções visuais devem ser realizadas periodicamente, de modo que possa perceber, visualmente, comportamentos localizados diferenciados/anômalos tais como:

- Movimentação do talude que se manifesta através da abertura de fissuras e trincas na cobertura das células, empoçamentos de águas pluviais, etc.;
- Ocorrência de erosões na camada de cobertura das células que podem facilitar a infiltração de água e desestabilizar o terreno;
- Comprometimento da integridade dos dispositivos de drenagem de líquidos provenientes da infiltração de águas pluviais;
- Existência de líquidos percolados nos taludes ou no sistema de drenagem superficial.

Desta forma, o objetivo das inspeções rotineiras de manutenção será avaliar as condições de manutenção dos principais elementos de projeto, de modo que todos os seus sistemas componentes sejam avaliados periodicamente, por meio de um “check list”. Caso tais constatações sejam observadas, estas deverão ser registradas, fotografadas e devidamente analisadas para que sejam tomadas medidas de intervenção adequadas, ou para que sejam instalados instrumentos de medição para monitoramentos específicos. Os dados obtidos no monitoramento geotécnico deverão ser analisados, de modo a gerar relatórios, os quais deverão ser encaminhados ao órgão ambiental competente de acordo com a periodicidade pré-estabelecida.

Além do monitoramento geotécnico, é importante considerar minimamente uma análise semestral da qualidade das águas subterrâneas, coletando amostras dos poços de monitoramento existentes e comparando os resultados com os dados históricos e os parâmetros definidos pela SEMAR. Além disso, recomenda-se também, com a mesma frequência, a coleta de duas amostras de águas superficiais (uma a montante e uma a jusante) para avaliação dos parâmetros e comparação com os limites da Conama 357/2005.

O ANEXO V apresenta a planilha de monitoramento geotécnico e ambiental.

- Implantação de Cobertura Vegetal

Em relação à manutenção ou implantação da cobertura vegetal o objetivo é impedir a formação de processos erosivos, proteger a última camada de solo do aterro, diminuindo a infiltração das águas pluviais, consequentemente, a quantidade de

percolados gerada, (IPT/CEMPRE, 2000) e impedir o desenvolvimento de outras espécies vegetais cujas raízes poderiam atingir a massa de resíduos.

A implantação da cobertura vegetal deverá ser iniciada na porção de maior altitude do terreno, proporcionando estabilidade a estas áreas, evitando carreamento de sedimentos para as partes mais baixas, ocasionado por fortes precipitações. A espécie de gramínea mais indicada para a proteção superficial é a grama batatais (*Paspalum notatum*). Esta espécie de grama possui desenvolvimento vigoroso no verão, em áreas abertas, é tolerante ao pisoteio, ao calor e a seca, adapta-se bem a solos pobres e pode ser propagada vegetativamente. O método de plantio mais prático, rápido e eficiente é através de placas. As placas geralmente, são encontradas no tamanho 30 x 30 cm. O solo deve ser levemente rebaixado e umedecido antes do plantio, as juntas devem ser alternadas para impedir a erosão. Pode-se passar um rolo compactador e preencher as juntas com terra, o gramado deve ser irrigado abundantemente por 10 a 15 dias. Este método é especialmente indicado para taludes pelo seu rápido fechamento em solo argiloso. As placas devem ser dispostas na diagonal para evitar erosão e dependendo da inclinação, podem ser grampeadas com estacas de bambu bem enterradas e que serão mantidas no local.

- Barreira Hidráulica (Trincheira Drenante)

Devido à inexistência de um sistema de impermeabilização por mantas de PEAD na base dos maciços de resíduos, recomenda-se a implantação de uma trincheira drenante com o objetivo de conter os líquidos lixiviados que infiltram no solo e que deverão escoar em subsuperfície. Essa trincheira drenante terá como finalidade, ainda, garantir que a possível pluma de contaminação, identificada em estudos anteriores, permaneça nos limites do site. Os líquidos a serem captados pela trincheira drenante deverão ser, posteriormente, encaminhados a um poço de acúmulo, para sua contenção e armazenamento.

A barreira hidráulica será implantada contornando toda a área a jusante de onde se encontram os atuais maciços sanitários, de forma a captar os lixiviados produzidos pelos resíduos já dispostos. A barreira será composta por vala escavada e seu preenchimento será feito com rachão, e um tubo de PEAD tipo Kananet será

posicionado em sua porção superior central. Todo o contorno da vala será revestido por um Geotêxtil não tecido de gramatura 300 g/m². A face de jusante deverá ser revestida também com uma camada impermeabilizante (GCL=3,6 kg/m²), posicionada externamente com relação ao Geotêxtil. O selamento superior da vala deverá ser executado com uma camada de solo compactado, cuja espessura será variável em função da localização da mesma.

6.5 Implantação de Sistema de Transbordo

Com o encerramento da Célula 2 do Aterro Municipal e a consequente necessidade de implantação de um novo aterro, avaliou-se a viabilidade de implantação de uma Estação de Transferência, para onde convergiria parte da frota de coleta ao invés de se deslocar para o novo aterro, situado a uma distância média de 25 km do centro da cidade (ver item 7.1.1).

A estação de transbordo (ET) é o local onde os caminhões coletores descarregam suas cargas em veículos com carrocerias de maior capacidade, para que posteriormente sejam enviados ao destino final visando reduzir o tempo de transporte, consequentemente reduzir os custos de operação e manutenção do caminhão coletor compactador, desde o ponto inicial do roteiro até o local de disposição temporária dos resíduos.

Deste modo, a ET é o local de armazenamento temporário de resíduos que visa facilitar a logística e reduzir os custos de operação. Os caminhões coletores efetuam o roteiro, transportam os resíduos até a ET, onde transferem os resíduos para outro caminhão com maior capacidade, que efetua o transporte até a destinação final, no Aterro Sanitário.

A opção pela implantação de uma Estação de Transbordo envolve um estudo minucioso verificando se a otimização dos custos, tempos e movimentos dos veículos coletores em função de vazarem no transbordo cobre os custos adicionais de implantação e operação dos mesmos.

Neste trabalho não se definiu o local para a implantação do novo aterro sanitário. Fixou-se apenas a distância média em relação centro de geração de resíduos, como já visto, em 25 km, o que dificulta a estimativas decorrentes dessa opção.

Na maioria dos estudos consultados, as estações de transbordo se tornam viáveis quando a distância entre o centro de massa de coleta e o aterro sanitário é superior a 25 km. Entretanto, em cidades onde as condições de tráfego rodoviário tornam extremamente lentos os deslocamentos, é possível encontrar estações implantadas em locais cuja distância do aterro sanitário é inferior a 20 km.

Além disso, outros fatores além do econômico-financeiro indicaram a viabilidade de se adotar esta solução em Teresina.

Atualmente, onde o aterro sanitário se situa, em torno de 12 km do centro de geração de resíduos, ainda é grande a quantidade de caminhões, carroceiros e outros transportadores que utilizam pontos de vazamento clandestino em vez de se deslocarem ao local adequado para destinar seus resíduos. Dobrando-se essa distância é de se esperar o aumento nessa prática irregular, mesmo com todas as medidas adotadas pela Prefeitura para coibi-la.

Acrescenta-se ainda um ganho significativo à mobilidade urbana, fator que deve ser levado em consideração em regiões com baixa mobilidade e ocorrência de engarrafamentos rotineiros. A implantação de uma ET reduz a quantidade de caminhões em tráfego, com impactos positivos à mobilidade e ao ambiente.

A menor quantidade de veículos queimando combustíveis fósseis (motores a diesel) auxilia as demais medidas preconizadas neste trabalho para controle da emissão de GEE (embora esse efeito não tenha sido contabilizado).

O local ideal para uma ET é aquele onde o custo unitário é minimizado em função do balanço entre o tempo de percurso do veículo de coleta e o tempo gasto pelo veículo de transporte para trafegar da estação para o aterro.

Pesa também o critério (subjetivo e político) que envolve a participação social, através da representação dos interesses da população. A implantação do transbordo em um local onde exista ou já existiu uma unidade de limpeza urbana tende a ser mais aceita do que a utilização de um novo local, devido ao estigma que ainda cerca estas unidades.

Outros fatores que também pesam na escolha do local adequado:

- Localização central em relação as rotas de coleta;
- Existência de área suficiente para a dimensão da estação;

- Espaço suficiente para acessos locais, formação de filas e estacionamentos;
- Compatibilidade com o tráfego e com os caminhões;
- Espaços para implantação de estações de reciclagem, compostagem e espaço para educação pública;
- Terrenos de topografia apresentando desníveis que possam ser utilizados para minimizar custos de escavação e terraplenagem;
- Concordância com o zoneamento municipal.

O local para a implantação da Estação de Transbordo proposto neste estudo é nas dependências do Aterro Sanitário Municipal.

A escolha deste local visa o aproveitamento da infraestrutura existente, como: cercamento, guarita, vigilância, escritórios, refeitórios, acessos, instalações elétricas e o sistema de drenagem já implantado.

Outro fator importante na escolha do local é a topografia que permitirá a utilização dos desníveis naturais do terreno, reduzindo as escavações na área, necessários entre a pista de estacionamento das carretas e a plataforma de descarga dos caminhões de coleta, para possibilitar a transferência dos resíduos para as caçambas sem a necessidade de elevação no carregamento. A Estação de Transbordo será construída próxima à entrada do Aterro Sanitário.

Um dos fatores importantes na concepção e na localização desta atividade é a acessibilidade dos veículos, para a carga e descarga dos RSU. As carretas que executarão a transferência dos resíduos são veículos grandes e que necessitam facilidades para manobras, de preferência evitando o tráfego em marcha ré e acíves acentuados quando estiverem carregados. Os caminhões compactadores da coleta RSU devem poder circular e manobrar para a descarga com facilidade, devendo-se evitar cruzamentos na entrada e saída, portanto em pista de sentido único.

O conjunto estará próximo à balança e possuirá área que permita a integração com outras atividades a serem implantadas, como os sistemas de beneficiamento das frações seca (Unidade de Triagem) e úmida (Unidade de Biometanização).

Caberá ao futuro concessionário a elaboração dos projetos executivos, o licenciamento e realização das obras para construção, bem como a respectiva operação do sistema.

O Sistema de Transbordo compreende basicamente uma unidade de transferência de resíduos sólidos em uma área de 4.000 m² situada próximo à entrada da célula 1 do aterro municipal, o fornecimento e operação de equipamentos de transporte (veículos, equipamento roll on roll off e contenedores de 30 m³), o fornecimento de toda a mão de obra necessária, a operação e manutenção da unidade e respectivos equipamentos e o transporte dos resíduos ao novo aterro a ser implantado ao término da vida útil do aterro atual.

Incluem-se ainda a limpeza e manutenção da unidade de transbordo (instalações físicas, veículos, contenedores, etc.).

6.5.1 Quantidades de projeto

Uma vez que o Aterro Municipal se encontra bem mais próximo ao centro de geração de resíduos do que as áreas factíveis para a instalação de um novo aterro, estimou-se nesse trabalho que após a implantação deste, a totalidade dos caminhões de coleta utilizem a estação de transbordo. Contudo, caberá ao futuro concessionário, em seu Projeto Executivo, direcionar quais roteiros utilizarão o transbordo e quais seguirão direto no aterro sanitário.

No dimensionamento do sistema de transbordo considerou-se a quantidade média de RDO estimada para o período de 2025 a 2051 (ver ANEXO IV), descontando o que vier a ser separado na coleta seletiva porta a porta e nas unidades beneficiamento a serem instaladas, ou seja:

- 517 t/dia aprox.
- DMT – 25 km (premissa de projeto)
- Regime de operação – 24 horas de segunda feira a sábado (12 x 36)
- 05 conjuntos caminhão/equipamento roll on roll off
- 10 caixas roll on roll off de 30 m³
- 05 motoristas (incluindo 1 reserva)

Tabela 27 – Dimensionamento Sistema de Transbordo de Resíduos		
Nº de Viagens por dia		1,56
Distância Média de Transporte		25,00 km
Distância por viagem ((ida + volta) x 1,25 – trânsito)		62,5 km
Tempo por viagem (ida + volta + carga)		2,93 km
Número de viagens por dia		8,18
Capacidade do conjunto (roll on roll off + carreta de 30 m³)		163,59 t/dia
		Adotados
Necessidade de Veículos Roll on Roll off (nº de veículos)	4,00	5,00
Caixas roll on roll off (30 m³)	10,00	10,00

Fonte: Consórcio Vital, 2020.

6.5.2 Veículos e equipamentos

- Chassis: P.B.T. mínimo de 23.000kg (vinte e três mil quilos), (6x2) motor diesel, devendo atender às prescrições do PROCONVE e da NBR 8433.
- Sistema Roll-on/roll-off: sistema de guincho, para recolhimento, transporte, basculamento e deposição de caçambas estacionárias.
- Contenedores: Caixa estacionária com capacidade de 30m³ de volume, confeccionada com chapa de 4,25mm, destinada ao recebimento de lixo pela sua parte superior aberta, por transbordo direto. Pelas suas características, pode ser recolhida do solo, transportada, descarregada pela traseira e recolocada no solo por meio de roll-on roll-off.



Figura 24 – Caminhão Roll on roll off.

Fonte: Podium Ambiental, 2020.

6.5.3 Descrição e especificações

A unidade de transbordo deverá ser construída de acordo com a concepção básica apresentada no croqui da Figura 25.

A unidade deverá ser dotada de sistema de iluminação, sistema de saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário), redes de drenagem pluvial e para captação de chorume e respectivo tratamento, rede de combate a incêndio e de sistemas de lavagem. A Concessionária poderá aproveitar as edificações hoje existentes, que ficarão subutilizadas após a implantação do novo aterro.

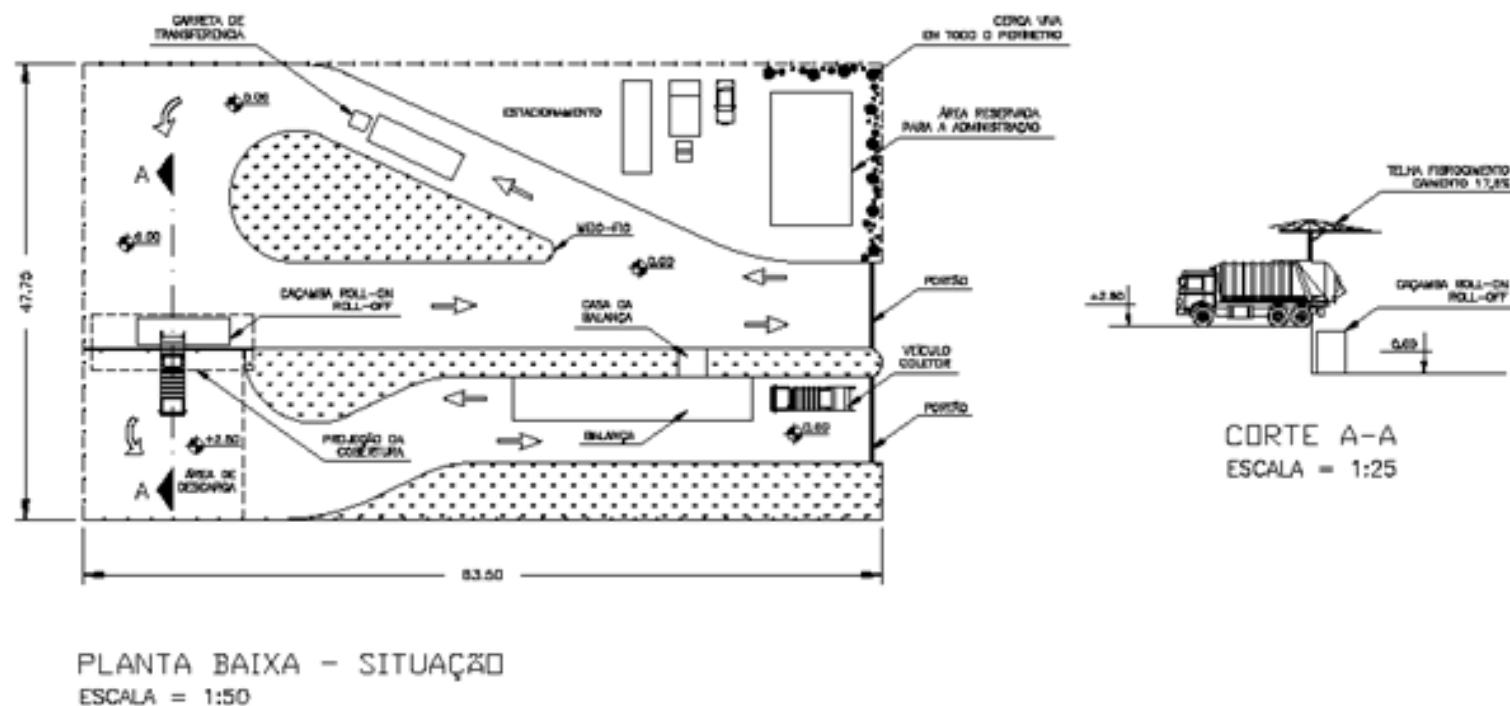


Figura 25 – Croqui da Unidade de Transbordo.

Fonte: Consórcio Vital, 2020.

- **Limpeza e fechamento da área**

Os trabalhos de limpeza do terreno consistirão na remoção de todo o material de origem vegetal das áreas de implantação das obras civis, áreas operacionais e áreas destinadas à administração da estação.

As cercas serão executadas com mourões retos de concreto chumbados no terreno e colocados a cada 2,50m. A cada 10 mourões colocados deverá ser previsto um mourão especial denominado espaçador. Tal mourão espaçador (e suas respectivas escoras) deverá ser colocado também em cada mudança de direção da cerca. As escoras, com comprimento mínimo de 2,20m, serão colocadas entre o terreno (solidarizado a este) e o mourão esticador num ângulo de 45 graus. Nestes mourões serão passados 8 fios de arame farpado galvanizado 16 BWG e serão amarrados aos mourões por meio de arame galvanizado BWG 14.

O portão de acesso deverá ser executado com estrutura de tubos de aço galvanizado de 1 ½" de diâmetro, sendo os vãos preenchidos com tela também galvanizada de malha 2 ½" (BWG 10). A fixação do portão no terreno dar-se-á através de estrutura em concreto armado formada por sapatas diretas, baldrame de ligação entre as sapatas e pilares.

- **Movimentação de terra**

Na elaboração do projeto executivo o concessionário deverá explorar os desníveis existentes na célula 1 para minimizar os movimentos de terra.

O desnível da área de descarga dar-se-á através de um muro, executado em concreto armado, com as dimensões e características indicadas no projeto executivo e aprovadas pela fiscalização. Para a sua implantação deverá ser previamente preparado o terreno com dimensões que possibilitem a sua construção. A seguir deverá ser executado um lastro de concreto e a laje de fundo (em concreto armado). A seguir deverá ser executada a parede, também em concreto armado. Após a conclusão da estrutura, a drenagem pluvial do paramento posterior dar-se-á através da colocação de uma camada vertical drenante protegida por manta geotêxtil contra os efeitos do "pipping".

- **Pavimentação**

O piso deverá ser em placa de concreto de alta resistência (mínimo de 20 cm), aplicado em base de areia sobre leito devidamente compactado.

- **Urbanismo**

O serviço de proteção vegetal dos taludes consiste no plano de vegetação (gramado) com finalidade de proteger superficialmente as áreas expostas dos taludes da estação, proporcionando condições de resistência a erosão superficial. Deverá ser utilizado o sistema de leivas, que consiste no plantio da grama já desenvolvida em placas.

- **Cobertura**

Na plataforma da ET, mais especificamente na área de descarga, deverá ser prevista a instalação de uma cobertura de telha de fibrocimento em 2 águas com inclinação mínima de 17,6% e pé direito de 5 m medido a partir da plataforma, semelhante da plataforma de ET ilustrada na Figura 26. A estrutura de apoio do telhado poderá ser metálica ou de concreto pré-moldado



Figura 26 – Plataforma de ET com cobertura.

Fonte: laguninforma, 2020.

7 DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE

7.1 Avaliação do sistema de coleta e transporte de RSU atualmente em vigor

Em Teresina, o gerenciamento da prestação do serviço da coleta convencional de resíduos sólidos é de responsabilidade da Prefeitura Municipal por meio da SEMDUH. Também é de responsabilidade da SEMDUH: contratar, quando necessário, empresas terceirizadas; elaborar os memoriais técnicos e descritivos, além de fiscalizar os serviços prestados.

Os serviços de coleta e transporte dos RSU coletados em Teresina são executados de forma indireta, pelas empresas Litucera Limpeza e Engenharia LTDA, CTR Teresina S.A e a Revita Engenharia S.A., que compõem o Consórcio Teresina Ambiental (CTA), sob o Contrato 004/2017 – SEMDUH/PMT, que teve início em 9 de junho de 2017 e possui validade de 5 anos, encerrando-se em 2022.

Os serviços inclusos no contrato são: “serviços públicos de Coleta, transporte e descarga de Resíduos Sólidos urbanos regulares (domiciliar, comercial, de mercados públicos e de (feiras-livres) em caminhões compactadores dotados de sistema de monitoramento remoto via satélite (GPS); coleta, transporte e descarga de Resíduos Sólidos especiais; Coleta seletiva de resíduos recicláveis porta a porta, implantação e manutenção de PEV's; Coleta dos PRR's; Coleta em áreas de difícil acesso e implantação de programa de educação ambiental”.

Conforme informado na primeira etapa do presente estudo, a Taxa de cobertura da coleta domiciliar é de 95,70% da população urbana. De acordo com o SNIS, essa taxa era de 90,18% em 2016, e 96,15% em 2017.

Em Teresina, a coleta convencional é realizada de forma manual, utilizando caminhões coletores compactadores de 15 e 19 metros cúbicos. As equipes de coleta são compostas por um motorista e três coletores.

A coleta é efetuada nos períodos diurno e noturno, sendo vinte roteiros no primeiro turno e 19 no segundo, atendendo a todo o perímetro urbano. Existe ainda um roteiro diário exclusivo para coleta de penas e vísceras. A área central, o Bairro Morada Nova e o Conjunto João Emílio Falcão são atendidos pelo serviço de coleta todos os dias. As demais regiões e bairros são atendidos três vezes por semana.

7.1.1 Distância média admitida de transporte.

O Aterro Sanitário Municipal se encontra a aproximadamente 12 quilômetros do Centro Urbano. Entretanto, a vida útil desse aterro se esgotará, obrigando o futuro concessionário a adotar uma nova solução para tratamento e destinação final do RSU.

A Rota Tecnológica sugerida no capítulo anterior, que serviu de base para a modelagem econômico-financeira do presente projeto, prevê que da totalidade dos RSU gerado no município, 200 toneladas por dia sejam tratadas em uma UTMB (Unidade de Tratamento Mecânico Biológico), e o restante seja destinado em Aterro Sanitário, que também atenderá aos rejeitos produzidos na UTMB.

Mantida essa concepção pelo futuro concessionário, haverá necessidade da implantação de um novo Aterro Sanitário em área a ser definida posteriormente.

Para definir a Distância Média de Transporte (DMT) do aterro a ser construído após o encerramento do aterro municipal, analisou-se o impacto no OPEX de coleta e transporte da distância do novo aterro em relação ao centro de massa de geração de resíduos, conforme ilustrado na Figura 27.

A Tabela 28 abaixo apresenta o OPEX estimado considerando a coleta domiciliar, coleta nas áreas de difícil acesso, coleta seletiva, coleta dos PRRs e coleta na zona rural.

Tabela 28 – OPEX de coleta e transporte (R\$) em função da variação da distância ao centro de massa	
Raio (km)	Custo (R\$/t)
20	93,52
25	95,63
30	97,75

Fonte: Estimativa de custos apenas para efeito de comparação – Consórcio Vital, 2020.

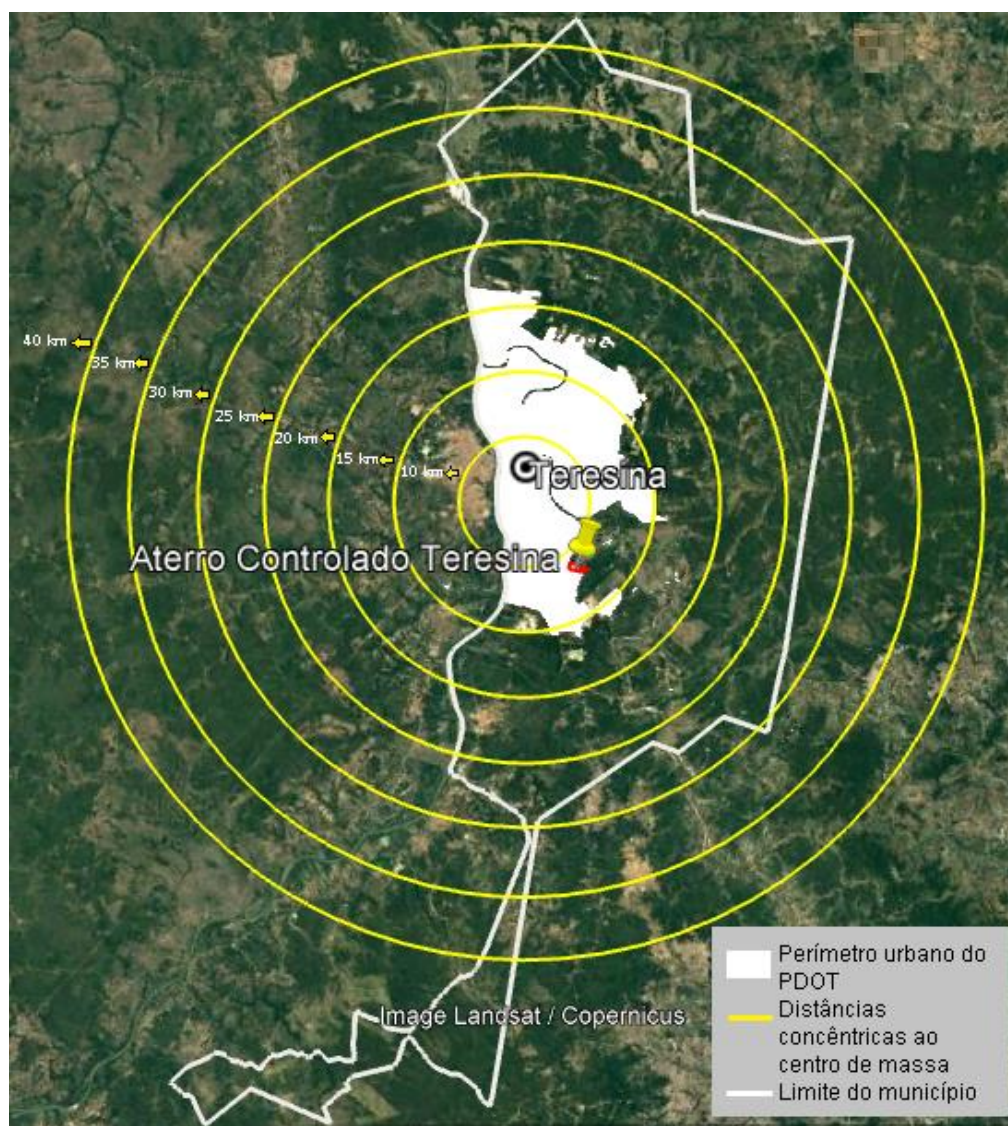


Figura 27 – Distâncias ao aterro sanitário municipal.

Fonte: Consórcio Vital, 2020.

Distâncias menores que 15 km não foram consideradas pois englobam a área urbana do município onde os custos do terreno são mais elevados e na maioria destas áreas não há previsão legal para instalação de aterro. O resultado evidenciou que a distância impacta diretamente no custo da coleta e transporte de resíduos, porém não inviabiliza sua construção a distâncias maiores em caso de obtenção de compensações como custo do terreno, existência de acessos etc.

Definiu-se pela distância de 25 km, limite no qual, se ultrapassado, avançaria o limite do município de Teresina. Este fato não exclui a possibilidade de o proponente

127

optar por um terreno em outro município, caso perceba vantagens sobre o estimado neste Projeto.

Para a escolha da área para implantação de um novo aterro o concessionário terá de consultar a classificação, segundo o PDOT (2019), das áreas do município de Teresina, apresentada no ANEXO I.

7.1.2 Frota necessária

Para verificar se os roteiros atuais atendem à demanda, manteve-se os parâmetros obtidos junto à CTA referentes ao ano de 2018, descritos na Tabela 29 e na Tabela 30.

Tabela 29 – Quantidade de RDO coletado por modelo de compactador.		
Descrição	Capacidade (m³)	Parcela do RDO coletado por modelo de compactador (%)
Compactador	15	67,6
Compactador	19	32,4

Fonte: CTA, 2018.

Tabela 30 – Quantidade de RDO coletado por modelo de compactador.	
Coleta	Parcela do RDO coletado por turno (%)
Diurna	55
Noturna	45

Fonte: CTA, 2018.

A partir destes parâmetros chegou-se a frota necessária, conforme demonstrado na Tabela 31 e Tabela 32

Tabela 31 – Previsão do número de veículos de 15m³		
Nº de Viagens por veículo por turno		2,43
Distância por viagem em coleta		17,19 km
Distância por mês em coleta		1.089,30 km
Distância total por mês admitindo uma DMT ao transbordo de 12,5 km		1.584,36km
Toneladas coletadas por viagem		7,40 t
Dias úteis no mês		26,08
Capacidade mensal / veículo		468,84 t
		Adotados
Coleta diurna (nº de veículos)	14,00	14,00

Coleta noturna (nº de veículos)	11,40	12,00
--	-------	--------------

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

Tabela 32 – Previsão do número de veículos de 19m³		
Nº de Viagens por veículo por turno		1,46
Distância por viagem em coleta		23,28 km
Distância por mês em coleta		886,34 km
Distância total por mês admitindo uma DMT ao transbordo de 12,5 km		951,92 km
Toneladas coletadas por viagem		9,62 t
Dias úteis no mês		26,08
Capacidade mensal / veículo		366,37 t
		Adotados
Coleta diurna (nº de veículos)	8,6	9,00
Coleta noturna (nº de veículos)	7,0	7,00

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

7.2 Adequações necessárias

7.2.1 Coleta convencional de RDO

A coleta de RDO será feita convencionalmente sem segregação de resíduos secos e orgânicos, exceto os da coleta seletiva na proporção das metas referidas em 7.2.3. O RDO que chegará ao aterro, portanto, será de resíduos mistos, sendo este um dos critérios para a definição do sistema de beneficiamento estudado. Caso o futuro concessionário venha adotar outro sistema para tratamento dos orgânicos que exija ou indique essa separação, a mesma deverá adotada.

Não foi considerada a indicação da NT 001/2020 para cidades com população entre 500.000 e 1.000.000 habitantes para realizar a coleta domiciliar diferenciando resíduos secos, orgânicos e mistos.

A coleta de RDO está compatível com as necessidades estimadas, podendo ser mantida nos padrões atuais para a implantação dos serviços. Na área urbana, bairros residenciais são atendidos diariamente sobrecarregando o serviço que poderia ser realizado apenas três vezes por semana, como é recomendado pelo Ministério da Saúde. Contudo, reduzir os padrões de atendimento já há muito tempo consolidados pode vir a ocasionar mais problemas do que benefícios, devendo o novo

129

concessionário avaliar junto ao contratante a real necessidade e/ou pertinência de adotar alguma modificação neste quesito.

Os índices de produtividade atuais também podem vir a ser melhorados, buscando maior eficiência. Entretanto, qualquer modificação que implique redução da frota ou da equipe atualmente utilizada só deverá ser implementada após a implantação dos serviços e obtenção de números mais atuais, sempre submetida à anuência do contratante e precedida, caso aprovada, por ampla campanha de divulgação.

Para estimar a quantidade de RDO a ser coletada no horizonte de projeto, considerou-se a geração per capita, somente considerada a coleta domiciliar porta a porta, como sendo constante e igual a 0,67 kg/hab x dia e dessa forma estimou-se uma evolução proporcional ao crescimento vegetativo da população.

7.2.2 Coleta seletiva no horizonte de projeto

A projeção da quantidade de resíduos passíveis de reciclagem na coleta seletiva foi estimada com base nos estudos de composição gravimétrica do RDO de Teresina, que constatou que cerca de 40% do RDO são resíduos com potencial de reciclagem e comercialização desde que reciclados adequadamente.

As metas para coleta seletiva consideradas como parâmetro de projeto e dimensionamento do serviço de coleta domiciliar, foram inicialmente estimadas em 2% do total de RDO. Como não existe coleta seletiva porta-a-porta e as iniciativas institucionais referem-se à atuação de cooperativas de catadores e a implementação de PEV's para entrega de recicláveis pela população, a meta crescerá gradativamente ao longo do período de concessão até atingir 30% estimados pelo PMGIRS.

Para alcançar as metas estabelecidas no projeto para coleta seletiva, o concessionário deverá adotar medidas efetivas, conforme será descrito nos próximos itens.

7.2.2.1 Ampliação da coleta seletiva porta a porta

Neste projeto se prevê o incremento da coleta seletiva pública através da implantação de roteiros porta a porta, priorizando setores do município de acordo com

projeto específico a ser elaborado pelo concessionário e submetido à fiscalização do contratante.

Em princípio está prevista a utilização de caminhões coletores sem compactação, do tipo baú de 6 m³ especialmente adaptados, até o décimo ano de concessão.

Caso as metas estipuladas neste trabalho sejam alcançadas ou suplantadas, recomenda-se que a coleta seletiva passe a ser executada por caminhões compactadores de 15 m³ (ou outro equipamento equivalente, a ser proposto pelo concessionário) a partir do décimo primeiro ano de concessão.

Cabe ressaltar que, segundo a PNRS, o interesse da coleta seletiva pública não pode conflitar com o das associações e cooperativas de catadores. A realidade atual é que essas cooperativas possuem baixa efetividade na coleta de reciclados, daí a necessidade de implantação da coleta pública. Todavia, caso essa realidade venha a se modificar, o plano de coleta seletiva ora proposto deverá ser revisto por iniciativa do poder público ou do concessionário.

7.2.2.2 Ampliação do sistema dos Pontos de Entrega Voluntária

O município possui atualmente 17 Pontos de Entrega Voluntária de Resíduos, listados na Tabela 3 (Capítulo 2). Uma vez que a implantação destes PEV's foi fruto de ações públicas junto à comunidade, que por este motivo já está familiarizada com o conceito, o que se propõe é mantê-lo na fase de implantação, aumentando progressivamente a quantidade de pontos de entrega durante o horizonte de projeto.

Durante a implantação deverá ser feita campanha de conscientização junto a todas as comunidades diretamente atendidas pelos PEV's existentes. O mesmo procedimento deverá ser adotado para cada novo PEV implantado.

O concessionário poderá propor um novo modelo de mobilização popular e recolhimento de resíduos segregados, elaborando projeto executivo específico, que deverá ser submetido à anuência contratante.

Considerou-se, para dimensionamento, que cada caminhão munck atende a um conjunto de 20 PEV's.

7.2.2.3 Coleta de RDO em locais de difícil acesso

A coleta de resíduos das áreas de difícil acesso é efetuada atualmente pelos caminhões compactadores que compõem a frota de coleta regular. Os resíduos são coletados no interior das comunidades por carroceiros vinculados ao CTA, conforme visto no capítulo 2, que trazem os resíduos para pontos onde é possível a transferência para os veículos compactadores.

Neste trabalho procuramos manter para a fase de implantação a mesma metodologia atualmente utilizada pelo CTA. Neste sentido, essa vinculação entre carroceiros e empresa coletora tem sido bem aceita pelas comunidades, e por este motivo está se sugerindo que seja mais bem avaliada pelo futuro concessionário, inclusive pelo forte componente de inclusão social, substituindo a tração animal por veículos motorizados devidamente licenciados.

Para evitar que os resíduos fiquem expostos por muito tempo, projetou-se ampliar a frequência de atendimento dos compactadores de 15 m³ que são direcionados especificamente para o recolhimento dos resíduos acondicionados nestes contenedores.

Como é de se esperar, com a crescente urbanização que a cidade vem alcançando, as condições de acesso a essas comunidades tendem a melhorar.

Como esta alternativa não depende somente do futuro concessionário, para efeito de dimensionamento e orçamento considerou-se a instalação de 160 contenedores de 1.000 litros nas comunidades para acondicionamento dos resíduos coletados enquanto aguardam a passagem do caminhão compactador.

A coleta será alternada, executada nos mesmos dias e horários de coleta da região de entorno.

7.2.3 Coleta de RDO em áreas rurais

Na área rural, o serviço de coleta convencional atualmente está sob responsabilidade da SDR – Secretária de Desenvolvimento Rural. O serviço é realizado uma vez por semana em cada localidade da área rural, de segunda-feira a sexta-feira, no período diurno, das 07:00 horas às 14:00 horas. O sistema de coleta conta com dois veículos com capacidade de 4.000 kg, com dois funcionários em cada caminhão, totalizando quatro funcionários disponíveis para execução dos serviços.

Para executar a coleta dos RDO nas áreas rurais se está adotando o uso de caminhões compactadores de pequeno porte (6 m³) para efetuarem a coleta porta a porta em todos os logradouros destas comunidades que permitirem acesso a este tipo de equipamento. Serão necessários 2 coletores compactadores de 6 m³.

A coleta será executada duas vezes por semana (segunda e quinta-feira, terça e sexta-feira ou quarta feira e sábado) em cada comunidade, no período diurno.



8 PARÂMETROS E QUANTITATIVOS DE PROJETO

O presente capítulo tem por objetivo descrever os parâmetros e os quantitativos de projeto de engenharia, bem como a descrição de todas as intervenções previstas para: usina de reciclagem, unidade de triagem, unidade de compostagem, aterro sanitário, dentre outras unidades de coleta, operação do processamento e destinação dos resíduos sólidos.

Os valores do projeto estão apresentados no Relatório de Modelagem Econômico Financeira e fundamentados no seu anexo “Nota Técnica de Custos”.

8.1 Parâmetros de projeto

8.1.1 Referentes a coleta dos RSU

Os índices operacionais e de produtividade foram obtidos junto à empresa Litucera, empresa contratada pela Prefeitura de Teresina para realização dos serviços de coleta, referentes ao ano de 2019, quando disponíveis. Na ausência dos mesmos recorreu-se à literatura específica e à expertise dos consultores.

8.1.2 Referentes ao aterro sanitário

Conforme descrito no capítulo 6 , estima-se que haverá necessidade de obras para complementação das Etapas C e D do aterro sanitário, seguindo o projeto executivo de expansão do aterro. Posteriormente haverá a necessidade de implantação de um novo aterro, ao término da vida útil do aterro municipal.

8.1.3 Referentes as unidades de beneficiamento e tratamento dos RSU

Os digestores anaeróbios em disponibilidade no mercado mundial apresentam ampla variedade em termos de projeto, de regime de operação, de temperatura de processo, de grau de umidade, entre outros parâmetros.

Todos os processos de biodigestão, entretanto, têm em comum o fato de inexistirem unidades implantadas em território nacional operando em escala industrial.

As informações fornecidas pelos importadores destas tecnologias não permitem que se ratifique com segurança a eficiência dos sistemas, a segurança operacional e o potencial de recuperação financeira pretendidos pelos mesmos.

A literatura específica muitas vezes se baseia em dados referentes a unidades de tratamento instaladas em outros países com composição gravimétrica de resíduos, condições ambientais e aspectos sócio econômicos muito diferentes da realidade brasileira.

Neste trabalho adotou-se como referência a usina piloto implantada no Parque Ecológico do Caju pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana da Cidade do Rio de Janeiro – COMLURB, juntamente com o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG e a empresa Methanum Waste and Energy.

Considerou-se também a implantação e operação de uma unidade de triagem para tratamento prévio do RDO, de uma unidade de compostagem aeróbica para pós tratamento da parcela de resíduos não decomposta no biodigestor e de uma unidade de beneficiamento e queima controlada do biogás gerado.

8.2 Resumo dos quantitativos do projeto

8.2.1 Quadro de veículos e equipamentos para implantação dos serviços de coleta e transporte de resíduos

Para realização dos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos, nas diferentes condições e locais em que se apresentam, deve-se considerar que o planejamento básico das atividades decorre das características específicas dos serviços a executar e em função do volume de resíduos a coletar.

Os serviços tratados no presente item abrangem os seguintes tipos de atividades:

- Coleta de resíduos sólidos domiciliares;
- Coleta em áreas de difícil acesso (comunidades);
- Coleta seletiva de resíduos recicláveis;
- Coleta nas zonas rurais;
- Remoção de resíduos recicláveis dos PEV's;

A Tabela 33 apresenta a quantidade de veículos e equipamentos necessários para execução para a realização das atividades previstas no projeto, conforme apresentado nos Capítulos 6 e 7.



Tabela 33 – Quantidade de veículos e equipamentos necessários para a execução das atividades previstas para o projeto.

Ano	Coleta domiciliar		Difícil acesso			Coleta seletiva		PEV		Zona rural
	Compactador 15m ³	Compactador 19m ³	Compactador 15m ³	Veículos motorizados*	Contenedor 1.000 l	Baú	Compactador	Caminhão munk	Contenedor	Compactador 6m ³
2021	14	9	2	32	160	2	-	1	20	2
2022	15	9	2	32	160	2	-	1	20	2
2023	15	9	2	32	160	2	-	1	20	2
2024	15	9	2	32	160	2	-	1	20	2
2025	15	9	2	32	160	2	-	1	20	2
2026	15	9	2	32	160	3	-	1	20	2
2027	15	9	2	32	160	3	-	1	20	2
2028	15	9	2	32	160	3	-	1	20	2
2029	15	9	2	32	160	3	-	1	20	2
2030	15	9	2	32	160	3	-	1	20	2
2031	15	9	2	32	160	-	3	2	40	2
2032	15	9	2	32	160	-	3	2	40	2
2033	15	9	2	32	160	-	3	2	40	2
2034	15	9	2	32	160	-	3	2	40	2
2035	15	9	2	32	160	-	3	2	40	2
2036	15	9	2	32	160	-	4	2	40	2

Tabela 33 – Quantidade de veículos e equipamentos necessários para a execução das atividades previstas para o projeto.

Ano	Coleta domiciliar		Difícil acesso			Coleta seletiva		PEV		Zona rural
	Compactador 15m ³	Compactador 19m ³	Compactador 15m ³	Veículos motorizados*	Contenedor 1.000 l	Baú	Compactador	Caminhão munk	Contenedor	Compactador 6m ³
2037	15	9	2	32	160	-	4	2	40	2
2038	15	9	2	32	160	-	4	2	40	2
2039	15	9	2	32	160	-	4	2	40	2
2040	15	9	2	32	160	-	4	2	40	2
2041	15	9	2	32	160	-	5	3	60	2
2042	15	9	2	32	160	-	5	3	60	2
2043	15	10	2	32	160	-	5	3	60	2
2044	15	10	2	32	160	-	5	3	60	2
2045	15	10	2	32	160	-	5	3	60	2
2046	16	10	2	32	160	-	6	3	60	2
2047	16	10	2	32	160	-	6	3	60	2
2048	16	10	2	32	160	-	6	3	60	2
2049	16	10	2	32	160	-	6	3	60	2
2050	16	10	2	32	160	-	6	3	60	2

*Veículo com capacidade de 2m³

Fonte: Consórcio Vital, 2019.



8.2.2 Quadro de veículos e equipamentos para implantação dos serviços de tratamento e destinação de resíduos

O dimensionamento da frota de veículos e equipamentos necessários para as operações de destinação final de resíduos no Aterro Municipal, com operação em 2 (dois) turnos está expressa na Tabela 34.

Tabela 34 – Quantidade de veículos e equipamentos para operação de destinação final			
Equipamento	1º turno	2º turno	Total Quantidades
Trator de esteira	2	1	3
Escavadeira hidráulica	1	-	1
Pá carregadeira	1	-	1
Retroescavadeira	-	1	1
Motoniveladora	1	-	1
Caminhão basculante	2	1	3
Carro pipa	-	-	1
Camionete tipo pick up c/cabine e caçamba	2	-	2
Caminhão roll on roll off	12 x 36	12 x 36	5
Caixa roll on roll off	10	-	10

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

8.2.3 Quadro de mão de obra direta para as operações de tratamento e destinação

O quantitativo de profissionais do setor operacional para atuação nos serviços de destinação final de resíduos, também foi relacionado considerando-se uma equipe mínima, conforme Tabela 35.

Tabela 35 – Profissionais necessários para os serviços de destinação final de resíduos			
Cargos	1º turno	2º turno	Quantidade Total
Motorista (Manobreiro)	1	1	2
Op. Sist. Trat. Chorume	1	0	1
Serventes	3	1	4
Balanceiro	2	2	4
Mecânico / Eletricista	3	0	3

Tabela 35 – Profissionais necessários para os serviços de destinação final de resíduos			
Cargos	1º turno	2º turno	Quantidade Total
Auxiliar Técnico	2	0	2
Auxiliar de Escritório	3	0	3
Apontador	1	0	1
Vigias	2	2	4
Operador de máquinas	6	2	8
Motorista de caminhão	7	1	8
Sub-Encarregado	1	0	1
Engenheiro Junior	1	0	1
Motorista carreta			5
Total de funcionários	1	0	47

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

8.2.4 Quadro de mão de obra direta para as operações de coleta e transporte

Para realização dos serviços de transporte e coleta domiciliar de Teresina/PI, foi dimensionado o quadro funcional da Tabela 36.

Tabela 36 – Profissionais necessários para os serviços de transporte e coleta domiciliar			
Serviços	Motorista	Coletor	Fiscal
Coleta domiciliar	51	152	4
Coleta zona rural	1	2	0
Coleta em áreas de difícil acesso	3	39	1
Coleta seletiva	2	3	-
Coleta de PEV	2	3	-
Total	59	199	6

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

8.2.5 Quadro de mão de obra administrativa

Para todas as atividades de suporte administrativo e gerência das atividades operacionais e de planejamento do contrato de concessão, também foi dimensionado o quadro administrativo apresentado na Tabela 37.

Tabela 37 – Profissionais necessários para a gestão dos serviços de transporte e coleta e destinação de resíduos

Cargos	Quantidade
Gerente Geral	1
Coordenadores	4
Encarregado de coleta	2
Encarregados administrativos	1
Encarregado de tratamento e destino	1
Encarregado de sala técnica	1
Auxiliar administrativo	4
Auxiliar técnico	2
Estagiário	2
Técnico de segurança do trabalho	1
Comprador	1
Almoxarife	1
Auxiliar de serviços gerais	2
Vigia	4
Total	27

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

8.3 Projeção de geração e demanda dos subprodutos

Com base nos parâmetros acima definidos pode-se estimar as demandas dos subprodutos resultantes dos processos tecnológicos, que constituirão receitas adicionais ao concessionário.

8.3.1 Energia recuperada da biodigestão anaeróbica

O processo de decomposição anaeróbica gera quantidade considerável de biogás. O biogás gerado possui elevada concentração de metano (da ordem de 60%), que uma vez liberado na atmosfera produz forte impacto como gerador de efeito estufa.

Por outro lado, o metano possui elevado poder calorífico, podendo ser utilizado como biocombustível, substituindo o GLP, ou alimentando um moto gerador para produção de energia elétrica.

Como a utilização do metano como biocombustível depende de negociações e adequações do setor energético, neste trabalho, para efeito de dimensionamento e

estimativas de investimento e custo operacional, considerou-se a utilização do metano recuperado para geração de energia elétrica.

A eficiência energética do biogás, considerada neste trabalho, com percentual superior a 60% de metano e 30% na conversão elétrica do gerador, é de aproximadamente 0,19 MWh/t.dia, demonstrando a potencialidade de uso controlado. Na Tabela 25 são apresentados os quantitativos esperados para geração de energia elétrica em 1 (um) ano.

Tabela 38 – Energia Elétrica Prevista - Unidade de Biometanização		
Quantidade (t/dia)	Geração de Energia do processo (MWh/t)	Energia produzida (MWh/ano)
200	0,19	13.870

Fonte: Ornellas, 2019

8.3.2 Energia recuperada do biogás do aterro

A quantidade de metano gerada pelo aterro sanitário foi estimada com auxílio do software LandGEM, desenvolvido pela USEPA, baseado na metodologia de decaimento de primeira ordem, cujos resultados são apresentados a seguir:

Aterro sanitário:

- Em 30 anos: 33.198.030,68 Nm³

Novo aterro:

- Em 30 anos: 84.384.837,08 Nm³

Devido a menor quantidade de metano esperada nos 4 – 5 anos de operação do aterro sanitário municipal, desconsiderou-se para estimativa da energia a ser potencialmente recuperada.

O biogás capturado no aterro novo será direcionado ao sistema de geração de energia juntamente ao biogás produzido na biodigestão a partir do ano 5, quando se inicia a operação do aterro novo. Baseado na metodologia acima citada (conforme USEPA - Environmental Protection Agency), estimou-se em cerca de 11.760 MWh/ano a média anual de energia adicionada ao demonstrado em 8.3.1.

8.3.3 Composto recuperado dos rejeitos da digestão anaeróbica

• Capacidade da usina	200 t/dia
• Quantidade de material tratado na reciclagem	25 t/dia
• Quantidade de material a ser digerido	175 t/dia
• Quantidade de mat. não digerido passível de compostagem	60 t/dia
• Quantidade que efetivamente se transforma em composto	40 t/dia

8.3.4 Reciclados recuperados pela coleta seletiva porta a porta

Início do projeto – Ano 1

• Quantidade de RDO	212 mil t/ano
• Abrangência da coleta seletiva	0,2% do RDO
• Quantidade de recicláveis coletados	417 t/ano

Término do projeto – Ano 30

• Quantidade de RDO	265 mil t/ano
• Abrangência da coleta seletiva	12% do RDO
• Quantidade de recicláveis coletados	31 mil t/ano

8.3.5 Reciclados recuperados pela usina de triagem

• Capacidade da usina	200 t/dia
• Quantidade de material separado na triagem	25 t/dia
• Quantidade efetivamente reciclada	20 t/dia
• Rejeitos da usina de triagem	5 t/dia

8.3.6 Rejeitos a serem dispostos no aterro

• Rejeitos da usina de triagem	5 t/dia
• Rejeitos da biometanização/compostagem	20 t/dia

9 DESCRIÇÃO DE POSSÍVEIS RECEITAS ACESSÓRIAS

Além das receitas previstas decorrentes dos parâmetros tarifários obtidos a partir da modelagem econômico-financeiro desenvolvida para a concessão, há necessidade de se abordar a possível permissão de obtenção de receitas acessórias pelo concessionário.

A Lei Federal nº 8.987/1995 (Lei Geral de Concessões de Serviços Públicos) evidencia a autorização no seu artigo 11, ao Poder Concedente para que preveja, em favor do concessionário, a possibilidade de auferir receitas alternativas, complementares, acessórias ou de projetos associados, com vistas a favorecer a modicidade das tarifas. Trata-se de mecanismo de financiamento do serviço concedido, que não onera os seus destinatários (usuários), nem o Poder Público (nas hipóteses de concessões comuns subsidiadas e de parcerias público-privadas). Tais receitas podem guardar, em razão das externalidades do serviço público prestado, relação direta com o contrato de concessão (geração de energia a partir da captação de biogás nos processos de destinação de energia), ou terem vinculação indireta (destinação final de resíduos de grandes geradores privados).

O entendimento jurídico que deve prevalecer é no sentido de que todas as receitas acessórias obtidas pelo concessionário devem ser revertidas à modicidade tarifária e determina que essas receitas sejam obrigatoriamente consideradas para a aferição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão.

O relatório de análise econômico-financeira do presente Projeto irá detalhar de que forma as possíveis receitas acessórias irão contribuir, quando efetivamente realizadas, para o valor da tarifa a ser cobrada. Em qualquer caso, tais receitas necessitarão ser apresentadas ao poder concedente para autorização prévia ao efetivo investimento.

9.1 Coleta, transporte e destinação final dos resíduos dos Grandes Geradores

9.1.1 Estimativa do mercado potencial

A Lei Municipal nº 4.974, de 19 de dezembro de 2016, que instituiu o novo Código Tributário de Teresina/PI, criou a cobrança da Taxa de Serviços de Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares – TCRD. A legislação estabelece, em seu art. 272 e 273, a Taxa de Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos Sólidos Extradomiciliares – TCRE, que tem como fato gerador, exclusivamente, a prestação de serviços pelo município de Teresina, referentes à coleta, transporte e disposição final de resíduos sólidos extradomiciliares, assim definidos:

“Art. 273. São resíduos sólidos extradomiciliares aqueles que por seu volume, peso, grau de periculosidade ou degradabilidade, ou por outras especificidades, requeiram procedimentos especiais para o seu manejo e destinação, considerando os impactos negativos e os riscos à saúde e ao meio ambiente, compreendendo os abaixo especificados:

I - Restos de matadouros de animais, restos de entrepostos de alimentos, restos de alimentos sujeitos à rápida deterioração provenientes de feiras públicas permanentes, de mercados, supermercados, açougues e estabelecimentos congêneres, alimentos deteriorados ou condenados, ossos, sebos e vísceras;

II - Bens móveis domésticos imprestáveis e demais resíduos volumosos;

III - Resíduos de poda de manutenção de jardim, pomar ou horta, especialmente troncos, aparas, galhadas e assemelhados, de acordo com as quantidades e periodicidade estabelecidas pelo órgão ou entidade municipal competente pela limpeza urbana;

IV - Resíduos gerados em edificações unifamiliares ou multifamiliares com características de resíduos domiciliares, que exceda o volume de duzentos e quarenta litros ou sessenta quilos, por período de vinte e quatro horas, por unidade domiciliar, fixado para a coleta regular;

V - Resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, com características de resíduos domiciliares, que exceda o volume de duzentos e quarenta litros ou sessenta quilos, por período de vinte e quatro horas, por contribuinte, fixado para a coleta regular;

VI - Resíduos gerados em estabelecimentos industriais ou nos demais imóveis não residenciais, com características de resíduos domiciliares;

VII - Resíduos produzidos pela limpeza de terrenos não edificadas ou não utilizados;

VIII - Outros Resíduos Extradomiciliares, definidos em regulamento, que pela sua composição qualitativa ou quantitativa, enquadrem-se na presente classificação.

§ 1º A coleta, o transporte e a destinação final dos resíduos sólidos extradomiciliares é de responsabilidade do gerador, devendo ser processados por métodos aprovados e licenciados pelos órgãos ambientais competentes, de acordo com a legislação específica, com as normas ambientais, com as disposições desta lei, de seu regulamento e normas técnicas do órgão gerenciador da limpeza urbana de Teresina.

§ 2º O órgão gerenciador da limpeza urbana de Teresina somente executará a coleta, o transporte e a disposição final de resíduos sólidos extradomiciliares através de seus serviços regulares de coleta e transporte de resíduos sólidos em caráter facultativo e a seu exclusivo critério, cobrando a TCRE”

Até 2018 a coleta dos resíduos extradomiciliares vinha sendo executada pela Prefeitura através da cobrança da TCRE, e por empresas particulares contratadas diretamente pelos geradores.

Durante a fase de levantamento de dados para a elaboração do presente trabalho, em janeiro de 2019, a Prefeitura comunicou que a partir de 1º de março de 2019 não mais efetuará a coleta de resíduos extradomiciliares, cabendo aos geradores contratarem este serviço diretamente de empresas credenciadas e licenciadas pela Prefeitura.

Levantamentos posteriores efetuados junto ao CTA Teresina mostraram que a quantidade de resíduos dispostas em 2019 no Aterro Municipal de Teresina pelas empresas credenciadas para a coleta de grandes geradores, está expressa na Tabela 39.

Tabela 39 – Resíduos domiciliares privados destinados no aterro municipal de Teresina, 2019.	
Mês	Quantidade (t)
Jan	1499,70
Fev	1457,60
Mar	1591,15
Abr	1578,66

Tabela 39 – Resíduos domiciliares privados destinados no aterro municipal de Teresina, 2019.	
Mês	Quantidade (t)
Mai	2032,88
Jun	1844,04
Jul	1883,36
Ago	-
Set	-
Out	-
Nov	-
Dez	-
Média (t/mês)	1698,20
Total	20378,38 (média mensal x 12)

Fonte: SEMDUH, 2019.

O município de Teresina tem uma grande quantidade de grandes geradores na área urbana, o que permite identificar a potencialidade deste mercado como incremento de receita acessória. Essa receita indireta da atividade será utilizada no modelo econômico-financeiro, como um mecanismo de indução de diminuição da tarifa para o usuário final, sem ônus para o Poder Concedente.

Em um macro levantamento realizado nos estudos preliminares foi verificado que o município conta com 4 shopping centers, um terminal rodoviário, um Aeroporto, uma Central de Abastecimento (CEASA), 125 supermercados, 194 restaurantes, 84 mercados de menor porte, 187 bares, 69 locais para eventos (buffet), 103 hotéis / motéis, 69 frutarias, 4 feiras livres, 88 lojas de calçados e 7 lojas de departamentos/magazines com capacidade de geração de mais de 240 litros de resíduos/dia, totalizando 937 pontos.

O município deve cadastrar esses geradores previamente definidos e validá-los ou não como grande gerador passivos de coleta e taxação diferenciada. Este cadastro deve ser atualizado sempre que houver mudança de endereço, fechamento, ou alteração de atividade do referido empreendimento. Neste mesmo cadastro é possível definir e informar ao empreendedor se o mesmo necessita de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Em relação aos grandes geradores de resíduos industriais, a Prefeitura não criou lei que diferencia os pequenos dos grandes geradores. De acordo com a SEMDUH,

147

para essa tipologia de resíduos, cada empresa tem responsabilidade sobre o correto armazenamento e transporte, o Município tem apenas a incumbência da disposição final, quando o resíduo tem caracterização, que o licenciamento ambiental do Aterro Municipal de Teresina, autorize recebê-lo.

A Lei Complementar nº 4974/2016 não estipula valores a serem pagos por estas empresas à Prefeitura para execução da coleta de resíduos extradomiciliar. Prevê apenas a taxa de licenciamento destas empresas e o valor referente ao custo de destinação no Aterro Municipal de Teresina.

No ano de 2018, conforme informações prestadas pela SEMDUH, quando a empresa contratada pelo município para os serviços de coleta domiciliar ainda coletava os considerados grandes geradores foram gastos R\$445.409,84. Este valor corresponde a 1.584 toneladas de resíduos, representados basicamente por penas e vísceras coletadas nos matadouros e congêneres. Desta forma pode-se verificar a amplitude do segmento de grandes geradores, caso a fiscalização passe a desempenhar o importante papel para o desenvolvimento do projeto, tanto para coibir as atividades irregulares quanto para induzir o comportamento em acordo com a PNRS e aumentando o credenciamento das empresas que desejem atuar neste setor.

9.2 Recebimento dos RSU de outros municípios

9.2.1 Estimativa do mercado potencial

Uma outra forma de gerar receitas acessórias ao concessionário de forma a que este possa oferecer no edital de concessão dos serviços, uma tarifa mais vantajosa ao usuário final é a possibilidade de expansão da área de abrangência da destinação final de resíduos sólidos urbanos, para os municípios que compõem a região metropolitana de Teresina.

O município de Teresina faz parte da RIDE - Região Integrada de Desenvolvimento - da Grande Teresina, que é composta também pelos municípios de Altos, Beneditinos, Coivaras, Currálinhos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária, Pau D'arco e União, no estado do Piauí, além do município de Timon, que pertence ao estado do Maranhão.

As RIDE's têm como objetivo associar e aliar as ações administrativas da União, dos Estados e dos Municípios, para promover projetos que visem estimular a economia e reduzir a desigualdade social.

A RIDE da Grande Teresina foi criada pela Lei Complementar nº 112, de 19 de setembro de 2001, e regulamentada pelo Decreto nº 4.367, de 9 de setembro de 2002. O plano de Ação Integrada para a RIDE grande Teresina abrange:

“as principais áreas de desenvolvimento das cidades, incluindo infraestrutura, geração de emprego e capacitação profissional, saneamento básico (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e serviço de limpeza pública), uso e ocupação do solo. Com a instalação da RIDE, todas as ações executadas nos municípios passam a ser coordenadas pelo Conselho da Rede de Desenvolvimento, formado por prefeitos da região, por representantes dos governos estaduais, por membros do Ministério da Integração Nacional e da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba”. (CODEVASF, 2013).

A RIDE da Grande Teresina ocupa uma área de 11.321 km², com uma população de 1.222.940 habitantes em 2018, de acordo com o estimado pelo IBGE.

Na Tabela 40 são apresentados os quantitativos de resíduos gerados nos municípios integrantes da RIDE Teresina, que forneceram informações para o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS 2018.

Tabela 40 – Estimativa da população dos Municípios que compõem a RIDE e Informações sobre quantidade de resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados - Ano 2018.

Municípios	População (hab.)	UF	Quantidade total de resíduos coletados
Altos	40.440	PI	NI
Benedictinos	10.462	PI	NI
Coivaras	4.007	PI	150,0
Curralinhos	4.425	PI	NI
Demerval Lobão	13.793	PI	500,0
José de Freitas	39.072	PI	NI
Lagoa Alegre	8.504	PI	NI
Lagoa do Piauí	4.052	PI	NI
Miguel Leão	1.250	PI	NI
Monsenhor Gil	10.565	PI	NI
Nazária	8.536	PI	NI
Pau D'arco do Piauí	4.023	PI	NI
União	44.396	PI	2.200,0
Timon	167.973	MA	13.270,0

NI = Não informado

Fonte: Malha Setores Censitários do Estado do Piauí - IBGE (2010) e SNIS (2018).

Nem todos os municípios fornecem anualmente as informações ao SNIS e a qualidade das informações técnicas prestadas, no caso de alguns municípios, carece de maior detalhamento, o que pode acarretar distorções que devem ser verificadas e confirmadas em visitas técnicas locais.

9.2.2 Proposições

A possibilidade de ampliação da recepção de resíduos sólidos urbanos dos municípios que compõem a RIDE da Grande Teresina, geraria um incremento de até 42% da população atendida na região metropolitana, incluindo a cidade de Timon/MA. Evidentemente este incremento considerado refere-se à totalidade dos municípios, mas ainda que sejam parcelas menores de municípios incluídos na opção de uso dos serviços do concessionário de Teresina como destinação final dos resíduos, a

abertura dessa alternativa pode significar importante receita acessória para o concessionário e também para o Poder Concedente.

Essa proposição poderá gerar a cobrança pelo Poder Concedente de outorga, em um percentual sobre o valor total do contrato firmado com as Prefeituras dos municípios autorizados a utilizar os serviços. Para o concessionário significará uma receita acessória, que permitirá uma diminuição do resultado final do custo operacional do objeto da concessão, com reflexo direto na tarifa a ser cobrada da população da capital.

Paralelamente, haveria um ganho indireto de grande importância para a região, pois será oferecida aos pequenos municípios, com população inferior a 20.000 habitantes que compõem a RIDE da Grande Teresina, alternativa ambientalmente adequada e licenciada para destinação dos resíduos. Cabe ressaltar que municípios desse porte são os que apresentam maiores dificuldades de cumprimento das diretrizes da PNRS e onde se encontram uma quantidade maior de lixões de difícil extinção.

9.3 Comercialização dos créditos de carbono

9.3.1 Estimativa do mercado potencial

Outra possível fonte de receitas acessórias é a adoção de modelos operacionais nos projetos de recuperação do aterro controlado e de implantação do aterro sanitário que venham a permitir a captação dos incentivos previstos no Protocolo de Quioto (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL) através da venda de Créditos de Carbono.

Como haverá drástica redução da emissão de gás metano bem como de processos de redução e reciclagem com a implantação do novo modelo de gestão do aterro sanitário, será possível a captura de novas receitas.

9.3.2 Proposições

Considerando-se a possibilidade de captura do biogás no aterro sanitário e na rota tecnológica a ser implantada para produção de energia e o período de concessão de

30 anos foi estimada uma quantidade de 200.000 t/ano de CO₂ equivalentes que deixarão de ser emitidas para a atmosfera.

O valor do crédito de carbono no mercado futuro por tonelada CO equivalente não emitida, atualmente está bastante depreciado. Este valor tem se mantido em um patamar muito baixo pela dificuldade de adesão dos países que mais contribuem para o aumento dos gases de efeito estufa, aos acordos internacionais de mudanças climáticas.

O concessionário, entretanto, pode optar por implantar o sistema de recuperação e contabilização do gás metano capturado nas operações de destinação de resíduos sólidos e posterior comercialização no momento economicamente e ambientalmente mais favorável.

10 PLANO DE OPERAÇÃO, CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO

O presente capítulo tem por objetivo apresentar o plano de operação, conservação e manutenção do projeto. Os valores estimados estão apresentados no Relatório de Modelagem Econômico-Financeira e fundamentados no seu anexo “Nota Técnica de Custos”.

10.1 Estrutura administrativa

A estrutura da Concessionária para gerenciamento dos serviços a serem concedidos deverá ser implantada como uma unidade regional da concessionária, dispondo de quadro de liderança com dedicação exclusiva a gerir e controlar a operação, sendo capaz de manter o processo e seus indicadores dentro do acordado, sempre monitorando, desenvolvendo e implantando melhorias que possibilitem o aperfeiçoamento contínuo dos serviços prestados à população.

Os profissionais deverão ser capacitados e experientes, com estrutura que possibilite o monitoramento intenso das operações, corrigindo qualquer desvio que possa haver sem nenhum prejuízo à qualidade dos serviços.

O organograma a seguir apresenta uma estrutura administrativa sugerida, não obrigatória, para o contrato de concessão, no que tange as funções necessárias para atendimento ao escopo contratual. Por refletir necessidades verificadas durante elaboração do EVTEA a estrutura administrativa deverá ser revista pela concessionária de forma a atender o projeto que será de fato implementado.

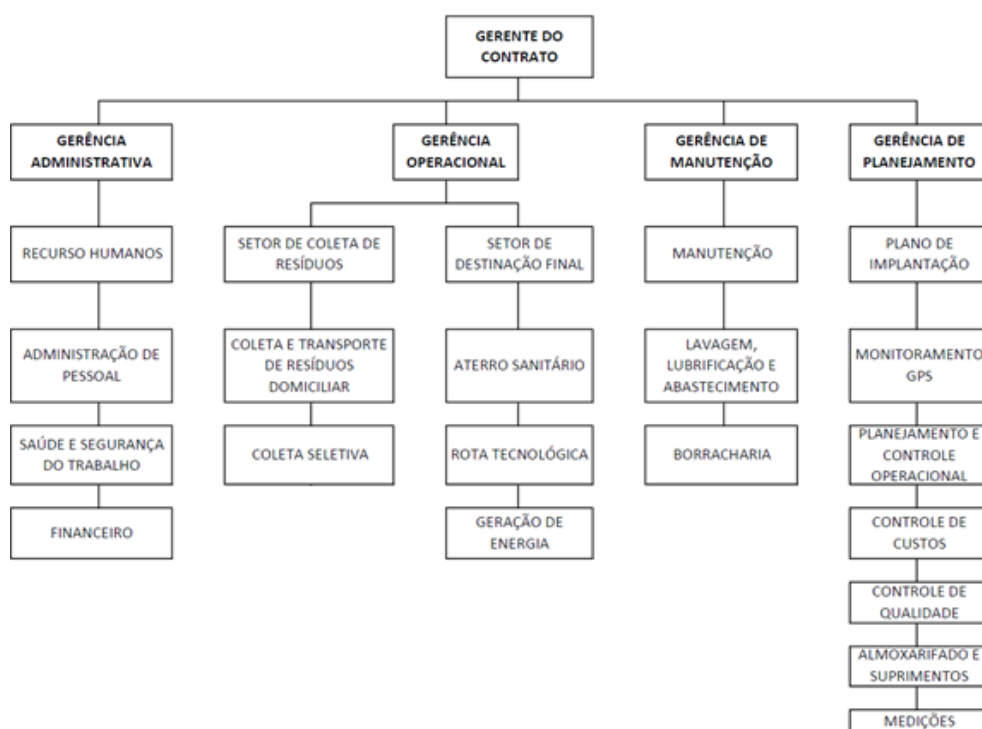


Figura 28 - Organograma Administrativo

Fonte: Consórcio Vital, 2019.

As instalações para gerenciamento dos serviços objeto da concessão deverão preferencialmente estarem localizadas em duas áreas operacionais distintas.

A primeira área deve concentrar os serviços operacionais de apoio e administrativo, que farão o controle das atividades de coleta e transporte dos resíduos sólidos, que irão abrigar toda a infraestrutura de apoio operacional de transporte, além de todo o aparato de gestão administrativa do contrato. Deverá dispor de instalações para estacionamento e manutenção da frota de coleta domiciliar, dependências para os trabalhadores que atuam na coleta (vestiário, refeitório e área para descanso laborial), almoxarifado, área para lavagem de veículos e equipamentos, controle operacional e central de monitoramento dos serviços. A área do centro operacional deve ser entendida como uma unidade de apoio administrativo aos serviços concedidos e são considerados bens não reversíveis.

A segunda área concentrará as atividades operacionais de destinação final de resíduos e deverá estar situada no aterro sanitário e posteriormente transferida para o novo aterro. As instalações físicas desta área deverão dispor de uma edificação para

controle de pesagem de veículos, com sala para a fiscalização do Poder Concedente, além de unidade para serviços de manutenção preventiva das máquinas e equipamentos que operam no aterro. A área deverá ainda ser dotada de edificação que atenda os trabalhadores que atuam no aterro e os catadores da usina de reciclagem, com vestiário, refeitório e espaço para descanso laborial. A usina de reciclagem prevista é somente para o entorno do aterro municipal, não se transferindo para o novo aterro sanitário. A área do futuro aterro sanitário deverá ser adquirido pelo concessionário e será revertida ao Poder Concedente ao final da concessão.

As áreas do centro operacional da concessão e a área de destinação final dos resíduos (aterros sanitários, transbordo, usina de reciclagem e unidade tecnológica) devem preferencialmente estarem locadas em áreas distintas. Caso as duas atividades se concentrem na área do aterro sanitário, haverá perda de espaço operacional com o garageamento e manutenção de toda a frota da coleta domiciliar, limitando o espaço para possíveis implantações de unidades operacionais vinculadas ao tratamento, transbordo e destinação final (tratamento de chorume, captura de biogás, laboratório de análises etc.).

10.1.1 Área de Serviços Operacionais de Apoio e Administrativos

A aquisição ou locação de área para implantação do setor operacional e administrativo da concessionária será responsabilidade da própria. O local para implantação da sede operacional deverá possuir área suficiente para instalação das áreas administrativas, operacionais e oficinas, sem interferir com o fluxo dos veículos e com a menor interferência possível com o tráfego local.

A sede operacional deverá ser murada e os pátios de guarda e manutenção da frota deverão interferir o mínimo possível com a vizinhança do entorno. Com o objetivo de oferecer um melhor atendimento logístico e facilitar a circulação de veículos, máquinas e equipamentos, a área de implantação deverá ser utilizada de forma estratégica e racional. O arranjo proposto deverá procurar, além de minimizar as distâncias, evitar as interferências que possam ocorrer entre as unidades e os serviços propriamente ditos.

O arranjo resultante dessa análise deverá prever áreas distintas assim definidas:

- Área Administrativa

Nessa área deverão ficar concentradas todas as atividades técnico-administrativas da Concessionária. As unidades que compõem esta área deverão ser posicionadas de forma estratégica em função de suas destinações e da própria taxa de ocupação no terreno:

- Portaria (entrada principal do terreno);
- Escritório Administrativo;
- Sala/central de monitoramento de vigilância.

- Área de Serviços

Destinada às atividades de apoio aos funcionários deverá estar localizada junto à área de manutenção, constituída pelas seguintes unidades:

- Sanitários e Vestiários;
- Refeitório;
- Descanso laborial.

- Área de Manutenção

Nessa área deverão ser executadas todas as atividades de manutenção dos veículos e equipamentos a serem utilizados nos serviços. As unidades constantes deverão ser locadas na área disponível mais próxima às instalações operacionais e acessos, facilitando, assim, a locomoção.

As unidades que integrarão essa área deverão possuir seus acessos facilitados à circulação de equipamentos, bem como às manobras de caminhões, prevendo-se que deverão ser implantadas nessa área as seguintes unidades:

- Almoxarifado;
- Oficina de Manutenção de Equipamentos e Veículos;
- Rampa de lavagem;
- Abastecimento de Combustível.

- Higiene das Instalações Operacionais

As instalações sanitárias, projetadas em quantidades suficientes, deverão ser mantidas em perfeito estado de conservação e higiene, assim como o refeitório que

sempre deverá estar em estado de perfeito asseio e higiene. Os resíduos deverão ser acondicionados em recipientes adequados e removidos diariamente, evitando-se a criação e proliferação de insetos. Periodicamente, deverá ser providenciada a dedetização de toda a instalação operacional.

- Segurança Patrimonial

Esta seção deverá ser encarregada de zelar pela segurança patrimonial da sede operacional da Concessionária, até o término definitivo do Contrato de Concessão. Deverão ser compostas por: porteiros, vigias diurnos e noturnos.

- Portaria Principal;
- Sala de monitoramento central (prevista na Área Administrativa).

A Portaria Principal terá como finalidade básica, o procedimento do controle e monitoramento do fluxo das pessoas, veículos e equipamentos no acesso de entrada e saída das instalações operacionais. Deverá contar com unidades de relógio de ponto e chapeira. Visará proceder a vigilância e segurança patrimonial da unidade, através da sua posição estratégica que deverá permitir uma total visualização da área interna das instalações operacionais.

- Escritório Administrativo

Esta unidade será planejada a fim de atender à equipe responsável pelo gerenciamento técnico-administrativo dos serviços. Deverá consistir em uma edificação dimensionada em conformidade com a quantidade de pessoal que será alocada na atividade. Deverá contar com dependências destinadas aos serviços administrativos e técnicos, de engenharia, reuniões, sala específica para as atividades de Educação Ambiental, sanitários e copa para atender aos funcionários.

- Refeitório

Terá por finalidade preparar e servir refeições para os níveis básico e médio, alocados no Contrato, com previsão de turnos de atendimento. Deverá conter salões para refeições e cozinha compatível com a necessidade de preparo de alimentação para a força de trabalho.

Para o nível médio e superior deverá haver um salão de refeições também equipado com mesas e cadeiras, com capacidade para atender o pessoal alocado.

- Sanitários e Vestiários

Esta unidade deverá atender a todos os funcionários do Contrato. Esta unidade deverá conter bacias sanitárias, lavatórios coletivos, mictórios, chuveiros, armários de aço e bancos de madeira, dimensionados de acordo com o efetivo previsto.

- Almoxarifado

Esta unidade deverá ser concebida com a finalidade de proceder à guarda e ao armazenamento dos diversos materiais e ferramentas a serem utilizados nos serviços, devendo ser instalada em uma edificação fechada e coberta, com área para materiais diversos, equipada com prateleiras, escritório e balcão para atendimento.

- Oficina de Manutenção de Veículos e Equipamentos

Deverá ser planejada com a finalidade de atender aos serviços de manutenção preditiva e corretiva, lubrificação e lavagem dos equipamentos e dos veículos, que estarão vinculados ao contrato, devendo ser instalada em um galpão com boxes para abrigo dos equipamentos e dos veículos.

- Pátio de Estacionamento

O pátio de estacionamento deverá ser projetado em função da quantidade de veículos e equipamentos que compõem a frota dimensionada para a operação de todos os serviços objeto do contrato. Deve ser prevista uma taxa de ocupação dos veículos de 30 m² por unidade.

- Rede de Instalações Elétricas

O suprimento de energia elétrica deverá ser feito através do prolongamento da rede existente, das instalações da Concessionária local de energia, até o local das instalações operacionais, com a instalação de transformador aterrado, para o rebaixamento da tensão. As redes de baixa tensão deverão ser aéreas, seguindo padrões das Normas Técnicas previstas. Na oficina deverá ser utilizada a tensão 220/380 v; nos escritórios e unidades comunitárias, será utilizada a tensão de 220v.

- Rede de Instalações Hidráulicas

A água potável deverá ser obtida através do prolongamento da rede de abastecimento existente. A distribuição para as unidades das instalações operacionais deverá ser feita através de redes, a partir de um reservatório elevado que deverá ser implantado. Nas unidades, haverá caixa d'água de fibrocimento com capacidade para um dia de consumo. Todas as redes deverão ser executadas em PVC rígido.

- Rede de Esgoto Sanitário

O sistema de esgoto sanitário deverá ser formado por redes de coleta de esgotos que atenderão às unidades das instalações operacionais, encaminhando os despejos nas redes da Concessionária de esgoto existente.

Para coleta e disposição dos esgotos, as redes deverão ter caixas de passagem posicionadas o mais próximo possível do núcleo gerador, facilitando, assim, as operações de manutenção. A rede deverá ser dimensionada em função do número de usuários em cada local de geração.

Caso o terreno para implantação das instalações operacionais não esteja beneficiado com a rede pública de coleta de esgotos, os despejos deverão ser coletados em fossas sépticas e destinados para sumidouros.

- Rede SPDA e Dispositivos de Segurança contra Incêndio

Os dispositivos de segurança contra incêndio deverão se constituir num conjunto de extintores a serem distribuídos nos locais recomendados pelas Normas Regulamentadoras, na instalação de hidrantes em pontos estratégicos e brigada de incêndio formada por equipe que deverá ser treinada para o perfeito manuseio e utilização dos equipamentos de combate a incêndio.

Quanto à rede de SPDA de prevenção contra descargas atmosféricas, deverão ser instalados, em pontos estratégicos, para-raios do tipo Franklin; sendo que a quantidade e a distribuição deverão atender às Normas Técnicas e ao raio de ação dos mesmos.

10.1.2 Área de Serviços Operacionais de Destinação Final

Na área onde se realizam as operações de destinação final dos resíduos sólidos urbanos de Teresina, que serão gerenciadas pela concessionária no início do período de concessão, as obras de adequação e reforma das instalações deverão atender às Normas Regulamentadoras NR-18 e NR-24, no tocante ao dimensionamento, conforto ambiental, método construtivo e infraestrutura.

As condições mínimas exigíveis para projetos de aterro sanitários devem seguir a NBR-8419, assim como a NBR-3591 para a compostagem.

Para garantir a manutenção e limpeza das instalações, deverá haver uma equipe responsável por estes serviços, destacando as seguintes atribuições:

- Inspeção periódica dos extintores de incêndio existentes;
- Verificação de placas e cartazes de segurança do trabalho e sinalização;
- Realização de serviços de sanificação nas instalações operacionais, englobando dedetização contra insetos rasteiros, voadores e desratização;
- Limpeza interna das unidades, mantendo os móveis, pisos e paredes sempre limpos e asseados;
- Varrição e lavagem do piso dos refeitórios após cada refeição;
- Manutenção dos sanitários e vestiários, devendo os pisos serem lavados diariamente;
- Realização de serviços de manutenção das instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

Posteriormente, caso seja de interesse da concessionária, ampliar as instalações internas de apoio e demais unidades existentes na área, esta deverá submeter ao Poder Concedente, o projeto de ampliação para aprovação.

10.2 Plano de Manutenção da Unidade Tecnológica, da Frota e Equipamentos

A escolha do modelo tecnológico para atender as premissas de redução da quantidade de resíduos destinadas em aterro sanitário, é uma prerrogativa do concessionário, entretanto este deverá fornecer todas as informações técnicas e os

160



planos de operação e manutenção da unidade, para que possa ser acompanhado pela fiscalização do Poder Concedente.

No caso de contratação do tipo “turn key” em que o fabricante e/ou detentor da tecnologia oferecem soluções para um projeto em todas as etapas – consultoria, projeto, infraestrutura, implantação, treinamento, operação e manutenção de todo o sistema, o concessionário deverá fornecer ao Poder Concedente todas as informações operacionais e cronograma de manutenção da unidade durante toda a vigência do contrato.

Cabe ao concessionário propor a alternativa tecnológica de tratamento dos resíduos, de acordo com os estudos desenvolvidos por cada empresa ou consórcios, que apresentem a melhor relação custo/ benefício. O Poder Concedente deverá autorizar a instalação e operação da unidade e deverá receber todos os instrumentos do concessionário que permitam fiscalizar a operação e todas as etapas de manutenção da unidade.

As equipes de manutenção deverão estar dimensionadas e estruturadas para darem todo o suporte ao setor de operações, como parte integrante do esforço de produção da Concessionária.

A parcela desse esforço pertinente à manutenção depende de qualificação técnica para funcionar no nível de desempenho adequado, diretamente associados à frequência de falhas e aos tempos de duração dos serviços de manutenção, que interferem no desempenho operacional. A busca de ganhos de produtividade deverá ser um objetivo a ser perseguido para que não haja descontinuidade que afete os resultados da operação.

O bom funcionamento dos serviços de manutenção representará um alto potencial de contribuição para o aumento de produtividade, à luz de seu relacionamento com o setor operacional que apresenta uma dinâmica relevante no cotidiano da cidade.

Por outro lado, o exercício dessas duas funções requer combinações específicas de recursos tanto para a provisão de bens como de serviços.

As atividades de manutenção deverão ser executadas com a finalidade de assegurar um estado satisfatório, previamente especificado, de equipamentos e instalações. De modo geral a manutenção tem sido associada simples e diretamente à conservação de veículos e equipamentos, embora administrativamente deva ser

considerada de modo bem mais abrangente. No seu relacionamento com a operação, deverá ser reforçado o conceito de que a manutenção está intimamente ligada ao resultado operacional desejado.

10.2.1 Sistema Operacional e a interseção com a Manutenção Preventiva

Na interseção entre os serviços operacionais e a manutenção estará a importância de assegurar as condições operacionais dos veículos e equipamentos, isto é, a manutenção influencia o resultado operacional da concessão. O conceito de disponibilidade de veículos e equipamentos, para que possam produzir, surge então como fator bastante útil na avaliação da qualidade do serviço prestado pela manutenção à operação do sistema.

Não é tarefa fácil medir a disponibilidade. Para todos é clara a necessidade de que o tempo de paralisação do equipamento deve ser o menor possível. Frequentemente há confusão entre o tempo de interrupção da operação e o tempo de reparo.

Um sistema que não é operado continuamente pode desenvolver falha sistêmica enquanto está inativo. A condição de falha pode não ser evidente até que o sistema é solicitado a operar.

Estas considerações são importantes para empresas que exerçam atividades onde o transporte e a logística são fatores essenciais no bom desempenho da prestação de serviços. O serviço de coleta domiciliar e a destinação final de resíduos sólidos urbanos, são fundamentalmente serviços de transporte de carga. Nessa situação, fica claro que face a complexidade das operações, o custo de paralisação é alto e deve ser objeto de análises criteriosas à medida em que os ganhos de disponibilidade se tornarem mais difíceis de se conquistar.

São considerados na análise os seguintes parâmetros de tempos:

- Constatação da falha: é o tempo que decorre até que a condição de falha se torne evidente. Este elemento é pertinente à disponibilidade, mas não constitui parte do tempo de reparo;
- Acesso: corresponde ao período de tempo dedicado, desde a constatação da falha, ao contato com instrumentação, relógios mostradores e pontos de testes, dando condições assim para o início da localização da falha. Não

inclui deslocamentos e viagens, mas inclui a remoção das tampas, blindagem e proteções;

- Diagnóstico: refere-se à localização da falha e inclui a ajustagem de equipamentos de teste, checagens, interpretação da informação obtida, verificando as conclusões tiradas e decidindo qual a ação de correção;
- Obtenção de sobressalente: a peça reserva pode ser obtida a partir da caixa de ferramentas, por canibalização, ou usando conjunto redundante idêntico de outra parte do sistema. O tempo eventualmente necessário para remover peças do almoxarifado não está incluído, pois ele é parte do tempo logístico;
- Substituição: tempo que envolve a remoção do menor conjunto cuja substituição elimina falha diagnosticada. Este elemento de tempo depende bastante da escolha do menor conjunto, das características mecânicas do equipamento e do projeto de conectores;
- Verificação: corresponde ao tempo para verificar que a condição de falha não mais existe e que o sistema está em condições operacionais. Há possibilidade de se restaurar a operação do sistema antes do término desta verificação, caso em que, mesmo sendo uma atividade de reparo, não colabora para a interrupção da produção;
- Ajustes: a inserção de um novo módulo no sistema implica ajustes e regulagens. A exemplo do que ocorre com a verificação, parte ou a totalidade do tempo de ajustes pode não implicar interrupção da produção;
- Tempo Logístico: é o tempo consumido pela espera de peças, de equipamentos de testes, de ferramentas adicionais e de mão de obra que devem ser transportados até o sistema objeto de reparo;
- Tempo Administrativo: é função da agilidade do usuário do sistema. Envolve tipicamente o registro de falha (onde afeta o período de interrupção da operação), distribuição das tarefas de reparo, comutação da mão de obra quando há demarcação de limites da atuação, intervalos formais, etc.

Na verdade, a manutenção deve administrar a incerteza com a qual convive, na medida em que não se sabe exatamente quando o equipamento vai falhar. O

tratamento estatístico de histórico de falhas vem no auxílio de se encontrar uma solução.

Dentro de um enfoque mais abrangente pode ser desenvolvido um modelo de tratamento de fatores que afetam a produtividade levando em conta também à ação preventiva da manutenção.

10.2.2 Aspectos da Manutenção que afetam a Operação

A operação dos serviços de coleta domiciliar depende do potencial de produtividade dos veículos e equipamentos e do bom desempenho dos profissionais envolvidos nessas funções. É cada vez mais evidente a assertiva de que a manutenção começa na adequada operação dos veículos e equipamentos.

As atividades de manutenção são essenciais para assegurar que as funções previstas no contrato objeto da concessão serão exercidas pelos veículos que compõem a frota, em determinadas condições, e por um período de tempo especificado, o que traduz na contribuição da manutenção para garantir a confiabilidade da frota.

As ações de manutenção podem implicar interrupção operacional, ou paralisação de veículos e equipamentos gerando perda de eficiência e atrasos na operação. Os responsáveis pela administração só podem agir sobre esses tempos através da análise dos diversos fatores intervenientes.

Uma medida da confiabilidade é o tempo médio de funcionamento até a ocorrência de uma falha (TMEF), que está associado diretamente à frequência de ocorrência de falhas.

A eficiência da manutenção pode ser medida correspondendo à probabilidade de retorno de uma unidade a uma condição específica, em um determinado período de tempo, com o uso de recursos definidos. Isto tem a ver com o tempo de reparo, normalmente expresso através do tempo médio para reparo (TMPR).

A disponibilidade pode ser expressa pela relação clássica:

$$D = \frac{TMEF}{(TMEF + TMPR)} \times 100\%$$

A obtenção de ganhos de produtividade exige dedicação sistemática da área de manutenção, a análise e a ação sobre esses fatores. Essa sistematização é possível na medida em que a manutenção adote um modelo dinâmico de planejamento e controle operacional.

10.2.3 Classificação dos Serviços de Manutenção

A classificação dos diferentes tipos de serviços de manutenção que serão adotados pela equipe responsável pela oficina da Concessionária podem ser resumidos em 4 tipos:

- Manutenção Corretiva

As manutenções corretivas são intervenções realizadas depois que a falha já ocorreu e têm, portanto, caráter emergencial. As manutenções corretivas não são programadas, são executadas sempre que ocorrem paradas inesperadas de equipamentos por falha e ocupam, portanto, um período de tempo que desfalca a frota de veículos e equipamentos em operação.

- Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste na substituição de peças em períodos regulares. Tem caráter preventivo de interferir em equipamentos antes que ocorra uma falha inesperada.

A troca de peças em períodos regulares pode acarretar uma substituição das mesmas pelo descarte antes do fim de sua vida útil. O período de tempo para execução de intervenções é programado por antecipação, ou seja, as intervenções não implicam interrupção inesperada da operação.

- Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva parte do pressuposto de que, do ponto de vista econômico, parar um veículo, máquina ou equipamento para desmontá-lo e executar intervenções de manutenção preventiva quando o mesmo ainda apresenta condições de operar com desempenho satisfatório, não é procedimento admissível e deveria ser evitado.

Por outro lado, esperar que o veículo entre em pane para então repará-lo pode causar prejuízos absurdos. A adoção da manutenção preditiva pressupõe que existe uma solução ideal, que consiste em intervir nos veículos e equipamentos, ou seja, providenciar uma manutenção eficaz que o mantenha com desempenho aceitável, no momento adequado.

Tal momento é estabelecido mediante um estudo e acompanhamento (monitoramento) cuidadoso dos vários elementos que intervêm no processo de operação, visando detectar a iminência de uma falha.

Neste particular, o próprio equipamento fornece os elementos que permitem detectar o seu estado real, assim como o de seus componentes, bastando que tais elementos sejam verificados com atenção no decorrer da operação.

A manutenção preditiva pode ser considerada como uma maneira de enfocar a manutenção preventiva, tendo caráter proativo, ou seja, é caracterizado por uma postura ativa dos responsáveis pela manutenção.

- **Manutenção Operacional Plena**

É uma filosofia de organização que integra todos os funcionários de uma empresa, destacadamente as equipes de manutenção e operação, na execução dos serviços de manutenção. O operador também executa serviços de manutenção do veículo ou equipamento, particularmente aqueles que não exigem conhecimento tecnológico altamente especializado.

- **Plano de Emergência em caso de Acidentes de Trânsito**

Caso ocorram acidentes no intervalo de percurso dos veículos operacionais, o atendimento será praticamente imediato, função dos recursos que a Concessionária deverá dispor para atendimento de casos emergenciais. Aliado a esta condição, apesar da implementação de um plano de manutenção eficaz, não será descartada a hipótese de ocorrência de avarias dos equipamentos durante o desenvolvimento dos serviços.

Nesse sentido, a Concessionária tão logo seja iniciado o contrato, deverá ter à disposição um conjunto de empresas no segmento de auto socorro, através de

guinchos, identificados, preferencialmente, dentro do próprio município de Teresina ou da região metropolitana. Essas empresas deverão estar de prontidão 24 horas por dia, sendo necessário, portanto, o cadastramento de vários meios de comunicação.

Os veículos avariados deverão ser transportados através de autos-socorro até as instalações operacionais da concessionária para serem realizados os devidos reparos e prontamente substituídos por outro veículo similar para a continuidade dos serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, 2017. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil;

ABNT NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos: Classificação;

BNDES, 2013. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão;

CAIXA VIGOV – Relatório Técnico de Diagnóstico Preliminar Consolidado. Sistema de Resíduos Sólidos Urbanos. Teresina. 2018;

Sólidos. Ficha Diagnóstico Complementar;

CEMPRE, 2019 – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: outubro/2019;

Contrato nº 004/2017– SEMDUH/PMT;

Contrato nº 012/2017 – SDU CENTRO NORTE/PMT;

CTA, 2019 – Consórcio Teresina Ambiental, 2019;

CWF, 2012 – ClimateWorks Foundation: Estudo de alternativas de tratamento de resíduos sólidos urbanos. Incinerador mass burn e Biodigestor anaeróbio;

Decreto Municipal nº 17.261 de 2017 – Regulamentação do Plano Municipal de Parcerias Público-Privadas de Teresina;

Decreto Municipal nº 18.060 de 2018 – Regulamenta o Capítulo III, do Título II – Do Lixo –, e Capítulo III, Seção VI, do Título III – Das Caçambas Estacionárias –, ambos da Lei Complementar nº 3.610, de 11 de janeiro de 2007 (Código de Posturas), e dá outras providências;

Decreto Municipal nº 18.061 de 2018 – Regulamenta o Cadastramento de Transportadores de Resíduos Sólidos;

Decreto Municipal nº 18.062 de 2018 – Regulamenta o Cadastramento de Áreas de Disposição Final de Resíduos Sólidos;

Decreto Municipal nº 33.971 de 2011 (RJ) – Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos de construção e demolição, em obras e serviços de engenharia, Rio de Janeiro;

Google Earth;

INMET, 2018 – Instituto Nacional de Meteorologia;

IPT/CEMPRE, 2000 – Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado;

IPT/CEMPRE, 2018 – Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado;

JUCÁ, José Fernando Thomé e outros, 2014 – Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 1. ed. Recife: CCS Gráfica Editora Ltda, 2014b. v. 1. 186p;

LandGEM, 2006 – Landfill gas emissions model: version 3.02;

Lei Complementar nº 112/2001 – Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento da Grande Teresina e dá outras providências;

Lei Complementar nº 140/2011 – Divisão de competência entre os entes federativos para emissão de licenciamento ambiental;

Lei Complementar nº 4.974/2016 - Institui o novo Código Tributário de Teresina/PI;

Lei Complementar nº 4.664/2014;

Lei Estadual nº 5.813/2008 – Criação do ICMS ecológico para beneficiar municípios;

Lei Federal nº 8.987/1995 - Lei Geral de Concessões de Serviços Públicos;

que se destaquem na proteção ao meio ambiente e dá outras providências;

Lei Federal nº 11.079/2004 – Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública;

Lei Municipal nº 3.600/2006 – Criação da Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina;

Lei Municipal nº 3.466/2005 – Institui o Programa Municipal de Parcerias Público Privadas;

Lei Municipal nº 4.474/2013 – Institui o “Programa Lixo Zero”, no âmbito do Município de Teresina, e dá outras providências;

Lei Municipal nº 5.432/2019 – Atribuição dos serviços de gestão de resíduos sólidos a entidade reguladora ARSETE;

Lei Municipal nº 5.538/2012 (RJ) – Dispõe sobre a obrigatoriedade do processo de coleta seletiva de lixo nos geradores de lixo extraordinário no Município do Rio de Janeiro;

Lei nº 11.445/2007 - Lei do Saneamento;

Lei nº 2.475/1996 - Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente;

Lei nº 12.187/2009 - Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima;

Lei nº 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/2010);

Martins, Luís Oscar e outros, 2017 – Análise da viabilidade econômica e financeira da implantação de usina de geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos no Município de Santo Antônio de Jesus – BA.

METHANUM, 2016 – Methanum Energia e Resíduos. Disponível em <<http://methanum.com/>> Acessado em: setembro de 2019;

NT DEA 06/2018 – Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS;

NT DEA 16/2014 – Economicidade e competitividade do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos;

NT DEA 19/2018 – Estudo sobre a economicidade do aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos em aterro para produção de biometano;

NT 164/2018 – 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;

Ornelas, 2019 – Strategies for energy recovery and gains associated with the implementation of a solid state batch methanization system for treating organic waste from the city of Rio de Janeiro – Brazil;

Panorama ABRELPE de 2012;

PDOT, 2017 – Plano Diretor do Município de Teresina/PI;

PDOT, 2019 – Minuta do Plano Diretor do Município de Teresina/PI em análise na Câmara Municipal de Teresina;

Plano de Ação Integrado e sustentável para a RIDE Grande Teresina, 2014;

Plano Municipal de Saneamento Básico de Teresina – PI. Produto 02 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico. Versão final. Teresina. 2013;

PMGIRS, 2018 – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Teresina, PI;

Portaria MCIDADES nº 557/2016 - Institui normas de referência para a elaboração de estudos de viabilidade técnica econômico-financeira (EVTE);

Relatório de Pesquisa – Diagnóstico de Resíduos Sólidos Urbanos. IPEA 2012;

Resolução CONAMA nº 237/97 – Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental;

Resolução CONAMA nº 307/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;

Resolução CONAMA nº 357/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

Resolução COMDEMA nº 02/2019 – Institui o licenciamento simplificado para as atividades de transbordo e triagem de resíduos da construção e resíduos volumosos;

Resolução COMDEMA nº 23/2014;

SEMDUH, 2019 – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação 2019;

SEMF – Secretaria Municipal de Finanças: Taxa de Serviços de Coleta, Transporte e Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares - TCRD. Disponível em: <<http://semf.teresina.pi.gov.br/taxa-de-lixo/>>. Acesso em: setembro de 2019;

SNIC, 2019 – Site do Sindicato Nacional da Indústria de Cimento - <http://snic.org.br>;

SNIS, 2017 – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em:
<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em: outubro/2019;

Sousa, 2018 – Indicadores socioeconômicos, geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Teresina/PI: uma contribuição para a Gestão Municipal. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Pernambuco (Recife/PE);

TR do presente Contrato nº 004/2017;

USEPA, 2015 – User's Guide, Washington. Disponível em: <

ANEXOS:

ANEXO I – Zoneamento do Município de Teresina

ANEXO II – Licença de Instalação e Licença de Operação de Aterro municipal de Teresina

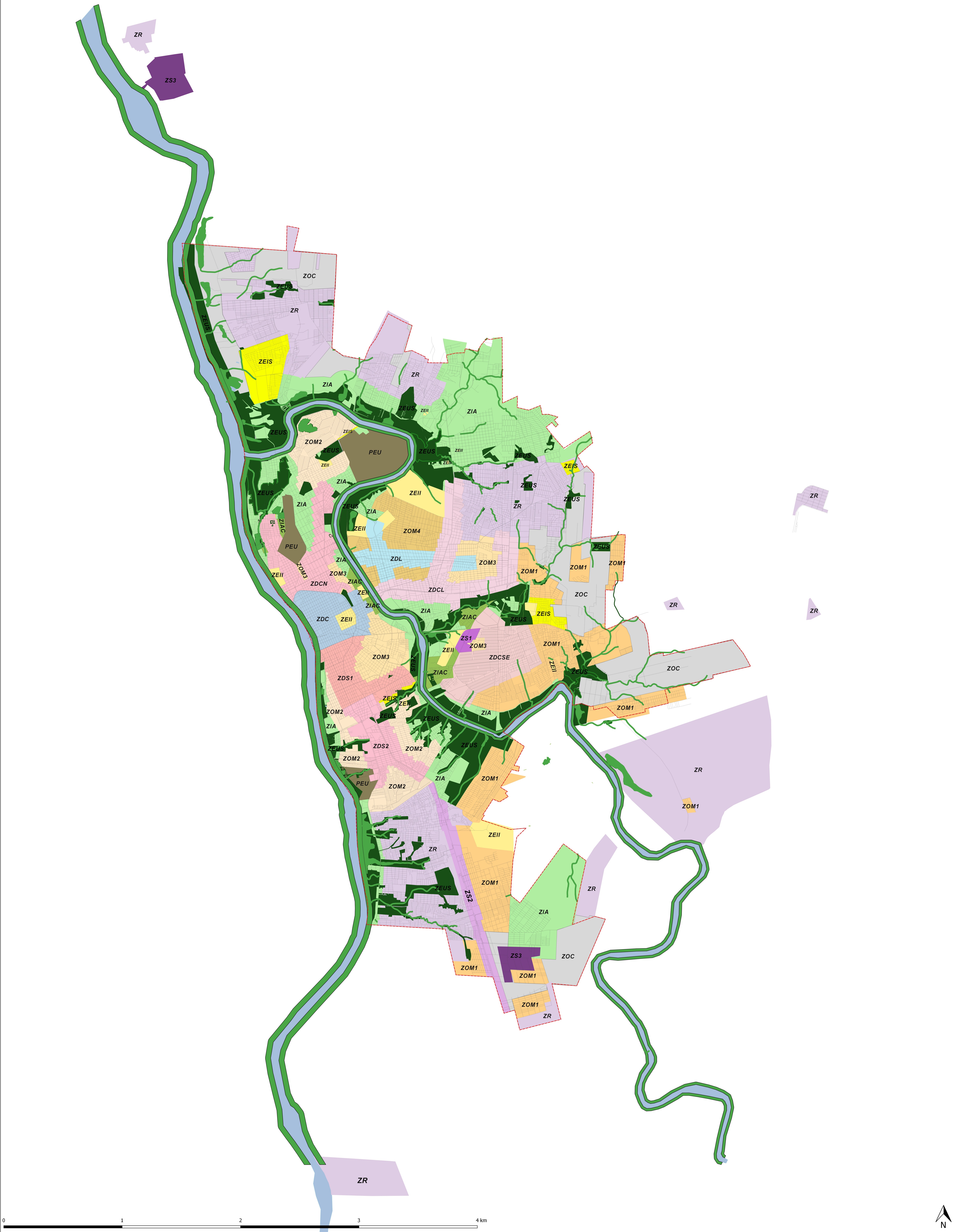
ANEXO III – Projeção da população no horizonte de projeto

ANEXO IV – Projeção da quantidade de resíduos no horizonte de projeto

ANEXO V – Planilha de monitoramento geotécnico e ambiental

ANEXO VI – Especificações mínimas para veículos e equipamentos operacionais

ANEXO I – ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE TERESINA



Perímetro Urbano de 2015

Logradouros

Rios

Área de Preservação Permanente - APP

ZONEAMENTO

Zona de Desenvolvimento Corredor Leste - ZDCL

Zona de Desenvolvimento Corredor Norte - ZDCN

Zona de Desenvolvimento Corredor Sudeste - ZDCSE

Zona de Desenvolvimento Corredor Sul 1 - ZDCS1

LEGENDA

Zona de Desenvolvimento Corredor Sul 2 - ZDCS2

Zona de Desenvolvimento Centro - ZDC

Zona de Desenvolvimento Leste - ZDL

Zona de Interesse Ambiental - ZIA

Zona de Interesse Ambiental de Corredor - ZIAC

Zona de Ocupação Moderada 1 - ZOM 1

Zona de Ocupação Moderada 2 - ZOM 2

Zona de Ocupação Moderada 3 - ZOM 3

Zona de Ocupação Moderada 4 - ZOM 4

Plano Específico de Urbanização - PEU

Zona de Reestruturação - ZR

Zona de Serviço 1 - ZS1

Zona de Serviço - ZS2

Zona de Serviço - ZS3

Zona Especial de Interesse Institucional - ZEII

Zona Especial de Interesse Social - ZEIS

Zonas Especiais de Uso Sustentável - ZEUS

Zona de Ocupação Condicionada - ZOC



ANEXO XX - ZONEAMENTO URBANO

PLANO DIRETOR DE ORDENAMENTO TERRITORIAL

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA/PI

ANEXO II – LICENÇA DE INSTALAÇÃO E LICENÇA DE OPERAÇÃO DO ATERRO MUNICIPAL DE TERESINA



Prefeitura Municipal de Teresina

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAM

LICENÇA AMBIENTAL Nº 510/17

RENOVAÇÃO

DATA: 17/05/2017
VALIDADE: 17/05/2019

A SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, no uso de suas atribuições, que lhe são conferidas pela Lei Municipal Nº 3.616 de 23 de março de 2007, e de acordo com os procedimentos de licenciamento ambiental instruídos pela Lei Federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei Nº 8.028 de 12 de abril de 1990, regulamentada pelo Decreto Nº 99.274 de 06 de junho de 1990, art. 233 da Lei Orgânica do Município de Teresina e Lei Municipal Nº 2.475, de 04 de julho de 1996, RESOLVE expedir a presente licença à entidade abaixo identificada.

CATEGORIA

- ☐ PRÉVIA: Documento que dá direito ao licenciado para realizar estudos para localização do empreendimento
- ☐ INSTALAÇÃO: Documento que dá direito ao licenciado de instalar o empreendimento
- ☒ OPERAÇÃO: Documento que dá direito ao licenciado operar o empreendimento

Interessado: SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E
HABITAÇÃO - SEMDUH

Validade: 02 ANOS
Número/Processo: 037.00233/17
Valor (R\$): ISENTO

Razão Social: SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO - SEMDUH

Nome Fantasia:

Nome do Responsável: Vicente da Silva Moreira Filho

Atividade: Aterro Controlado de Teresina – PI.

Endereço: Ao Sul da área urbana de Teresina, na sub-bacia do Poti, nas coordenadas geográficas: 05° 09' 42,77" S e 42° 45' 25,50" O – Acesso ao local por meio da BR – 316, Km 07.

Bairro/Distrito: Santo Antônio Município: Teresina U.F.: PI

CEP: 64.000-000 CPF/CNPJ: 06.554.869/0020-27 Data:

CONDIÇÃO GERAL: O presente documento não descobre o licenciado de outras providências junto aos órgãos Municipais, Estaduais e/ou Federais, para legalidade plena do empreendimento.

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

1. A renovação desta licença deverá ser requerida 120 dias antes da data de expiração de sua validade em conformidade com a Resolução do CONAMA nº 237/97 Art. 18 Inciso III, § 4º SOB PENA DE MULTA E/OU SANÇÃO ADMINISTRATIVA;
2. O empreendedor deverá desenvolver suas atividades de forma promover destinação e manejo adequados dos resíduos gerados no empreendimento;
3. Qualquer alteração no Empreendimento deverá ser comunicada a esta SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE;
4. A presente Licença Ambiental deverá permanecer no local do empreendimento estando a sua validade condicionada ao cumprimento da legislação ambiental vigente;
5. Esta licença não autoriza o corte de árvores, florestas ou qualquer outra forma de vegetação em zona urbana ou rural do Município de Teresina (Lei Municipal Nº 2.798/99);
6. Cumprimento da Lei Municipal nº 3.508/06 quanto aos níveis sonoros permitidos no município de Teresina;
7. Promover o plantio de espécies arbóreas nativas, em todo o perímetro do aterro, de forma a se criar um Cinturão Verde;
8. Apresentação do Relatório Mensal acerca do volume de resíduos sólidos recebidos no aterro;
9. Apresentação do Relatório Mensal do efluente final tratado pelo aterro;
10. Apresentação de Relatório de Monitoramento Ambiental, devidamente certificado, a cada 3 (três) meses à SEMAM;
11. O descumprimento de qualquer condicionante disposta nesta Licença acarretará em paralisação das atividades, lavratura de auto de infração e/ou revogação da licença Ambiental emitida.

Francisca Margareth Neres Batista
Gerente Executiva de Meio Ambiente

Olavo Braz Barbosa Nunes Filho
Secretário Municipal de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

Av. Duque de Caxias, 3520 – Palácio Verde – Primavera CEP: 64002 – 600 – Fone: (86) 3225-6555
Teresina – Piauí – Brasil



Prefeitura Municipal de Teresina

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAM

LICENÇA AMBIENTAL N°081/18

RENOVAÇÃO

DATA: 18/05/2018
VALIDADE: 18/05/2020

A SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, no uso de suas atribuições, que lhe são conferidas pela Lei Municipal N° 3.616 de 23 de março de 2007, e de acordo com os procedimentos de licenciamento ambiental instruídos pela Lei Federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei N° 8.028 de 12 de abril de 1990, regulamentada pelo Decreto N° 99.274 de 06 de junho de 1990, art. 233 da Lei Orgânica do Município de Teresina e Lei Municipal N° 2.475, de 04 de julho de 1996, RESOLVE expedir a presente licença à entidade abaixo identificada.

CATEGORIA

- ☐ PRÉVIA: Documento que dá direito ao licenciado para realizar estudos para localização do empreendimento
- ☒ INSTALAÇÃO: Documento que dá direito ao licenciado de instalar o empreendimento
- ☐ OPERAÇÃO: Documento que dá direito ao licenciado operar o empreendimento

Interessado: SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO - SEMDUH

Validade: 02 ANOS
Número/Processo: 037.00624/18
Valor (R\$): ISENTO

Razão Social: SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO - SEMDUH

Nome Fantasia:

Nome do Responsável: Vicente da Silva Moreira Filho

Atividade: Construção Civil – Implantação do Aterro Sanitário do Município de Teresina – PI.

Endereço: Ao Sul da área urbana de Teresina, na sub-bacia do Poti, nas coordenadas geográficas: 05° 09' 42,77" S e 42° 45' 25,50" O – Acesso ao local por meio da BR – 316, Km 07.

Bairro/Distrito: Santo Antônio Município: Teresina, U.F.: PI

CEP: 64.000-000 CPF/CNPJ: 06.554.869/0020-27 Data:

CONDIÇÃO GERAL: O presente documento não desobriga o licenciado de outras providências junto aos órgãos Municipais, Estaduais e/ou Federais, para legalidade plena do empreendimento.

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

1. A renovação desta licença deverá ser requerida 120 dias antes da data de expiração de sua validade em conformidade com a Resolução do CONAMA n° 237/97 Art. 18 Inciso III, § 4° SOB PENA DE MULTA E/OU SANÇÃO ADMINISTRATIVA;
2. Os resíduos gerados durante a obra deverão ser gerenciados de acordo com o disposto na Resolução do CONAMA n° 307/2002, alterada pela Resolução CONAMA n° 348/2004, sendo proibido a sua disposição/acondicionamento irregular em local não autorizado e/ou em desconformidade com a legislação vigente;
3. Qualquer alteração no Empreendimento deverá ser comunicada a esta SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE;
4. A presente Licença Ambiental deverá permanecer no local do empreendimento estando a sua validade condicionada ao cumprimento da legislação ambiental vigente;
5. Esta licença não autoriza o corte de árvores, florestas ou qualquer outra forma de vegetação em zona urbana ou rural do Município de Teresina (Lei Municipal N° 2.798/99);
6. Cumprimento da Lei Municipal n° 3.508/06 quanto aos níveis sonoros permitidos no município de Teresina;
7. Quando da Solicitação da Licença Ambiental de Operação deverá ser apresentado Relatório Técnico de Conclusão da obra com Registro Fotográfico;
8. O descumprimento de qualquer condicionante disposta nesta Licença acarretará em paralisação das atividades, lavratura de auto de infração e/ou revogação da licença Ambiental emitida.

Francisca Margareth Neres Batista
Gerente Executiva de Meio Ambiente

Olavo Braz Barbosa Nunes Filho
Secretário Municipal de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

Av. Duque de Caxias, 3520 – Palácio Verde – Primavera CEP: 64002 – 600 – Fone: (86) 3225-6555
Teresina – Piauí – Brasil

Claudinei Alves da Costa Feitosa
Secretário Executivo
Sec. Munic. de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos - SEMAM

ANEXO III – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO

Ano	PGIRS 2013	Aritmetica	Geometrica	Tx Dec. Cresc.	Cresc. Log.
2020	913.100	868.075	868.075	868.075	868.075
2021	922.987	875.711	876.514	871.435	871.689
2022	932.874	883.347	885.035	874.567	875.051
2023	942.761	890.982	893.639	877.485	878.177
2024	952.648	898.618	902.327	880.206	881.083
2025	962.535	906.254	911.099	882.741	883.782
2026	972.422	913.890	919.956	885.103	886.288
2027	982.309	921.525	928.899	887.305	888.614
2028	992.196	929.161	937.930	889.357	890.771
2029	1.002.083	936.797	947.048	891.270	892.772
2030	1.011.970	944.433	956.255	893.052	894.626
2031	1.021.857	952.068	965.551	894.714	896.345
2032	1.031.744	959.704	974.938	896.262	897.937
2033	1.041.631	967.340	984.415	897.705	899.412
2034		974.976	993.986	899.050	900.777
2035		982.611	1.003.649	900.303	902.041
2036		990.247	1.013.406	901.471	903.211
2037		997.883	1.023.258	902.560	904.294
2038		1.005.519	1.033.205	903.574	905.295
2039		1.013.154	1.043.250	904.520	906.221
2040		1.020.790	1.053.392	905.401	907.078
2041		1.028.426	1.063.632	906.222	907.870
2042		1.036.062	1.073.972	906.988	908.603
2043		1.043.697	1.084.413	907.701	909.280
2044		1.051.333	1.094.955	908.366	909.905
2045		1.058.969	1.105.600	908.985	910.484
2046		1.066.605	1.116.348	909.563	911.018
2047		1.074.240	1.127.201	910.101	911.512
2048		1.081.876	1.138.159	910.603	911.968
2049		1.089.512	1.149.224	911.070	912.390
2050		1.097.148	1.160.396	911.506	912.780
2051		1.104.783	1.171.677	911.912	913.139

ANEXO IV – PROJEÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS NO HORIZONTE DE PROJETO

ANO	RDO TOTAL* (T/ANO)	RDO A SER TRATADO/ DESTINADO (T/ANO) **	BIODIGESTÃO ANAERÓBICA (T/ANO)	REJEITOS (TON/ANO)	RDO DE PROJETO DO ATERRO (T/ANO) *****	RPU DE PROJETO (T/ANO)	INERTES NO ATERRO CONTROLADO (T/ANO) ***	RSU A SER ATERROADO (T/ANO) ****	RSU A SER ATERROADO (M³/ANO)	MATERIAL DE COBERTURA (M³/ANO)	VOLUME TOTAL ACUMULADO (M³/ANO)	CAPACIDADE ATERRO SANITÁRIO ATUAL (M³)	CAPACIDADE ATERRO SANITÁRIO FUTURO (M³)
2022	212.159	211.741,47			211.741,47	152.718,95	85.302,54	279.157,88	328.421,04	65.684,21	394.105,24	1.217.408,71	
2023	213.992	213.319,36			213.319,36	142.189,91	74.190,75	281.318,53	330.962,98	66.192,60	791.260,82		
2024	215.826	214.977,79			214.977,79	131.457,78	62.875,86	283.559,71	333.599,66	66.719,93	1.191.580,41		
2025	217.660	216.376,58			216.376,58	120.522,55	51.357,87	285.541,26	335.930,89	67.186,18	1.594.697,48	11.172.793,60	
2026	219.494	217.768,16	72.000	9.000,00	154.768,16	121.538,03		276.306,19	325.066,11	65.013,22	1.984.776,81		
2027	221.328	218.717,40	72.000	9.000,00	155.717,40	122.553,50		278.270,91	327.377,54	65.475,51	2.377.629,85		
2028	223.162	219.652,22	72.000	9.000,00	156.652,22	123.568,98		280.221,20	329.672,00	65.934,40	2.773.236,25		
2029	224.996	220.572,62	72.000	9.000,00	157.572,62	124.584,46		282.157,07	331.949,50	66.389,90	3.171.575,65		
2030	226.830	221.032,64	72.000	9.000,00	158.032,64	125.599,93		283.632,57	333.685,38	66.737,08	3.571.998,11		
2031	228.664	221.471,03	72.000	9.000,00	158.471,03	126.615,41		285.086,44	335.395,82	67.079,16	3.974.473,09		
2032	230.498	221.434,63	72.000	9.000,00	158.434,63	127.630,89		286.065,52	336.547,67	67.309,53	4.378.330,30		
2033	232.332	221.369,39	72.000	9.000,00	158.369,39	128.646,37		287.015,76	337.665,60	67.533,12	4.783.529,01		
2034	234.166	221.275,30	72.000	9.000,00	158.275,30	129.661,84		287.937,15	338.749,58	67.749,92	5.190.028,51		
2035	236.000	221.152,37	72.000	9.000,00	158.152,37	130.677,32		288.829,69	339.799,64	67.959,93	5.597.788,08		
2036	237.834	221.000,60	72.000	9.000,00	158.000,60	131.692,80		289.693,40	340.815,76	68.163,15	6.006.766,99		
2037	239.667	220.819,98	72.000	9.000,00	157.819,98	132.708,27		290.528,25	341.797,94	68.359,59	6.416.924,53		
2038	241.501	220.610,52	72.000	9.000,00	157.610,52	133.723,75		291.334,27	342.746,20	68.549,24	6.828.219,96		
2039	243.335	220.372,21	72.000	9.000,00	157.372,21	134.739,23		292.111,44	343.660,52	68.732,10	7.240.612,58		
2040	245.169	220.105,06	72.000	9.000,00	157.105,06	135.754,71		292.859,76	344.540,90	68.908,18	7.654.061,66		
2041	247.003	219.809,06	72.000	9.000,00	156.809,06	136.770,18		293.579,25	345.387,35	69.077,47	8.068.526,48		
2042	248.837	219.484,22	72.000	9.000,00	156.484,22	137.785,66		294.269,89	346.199,87	69.239,97	8.483.966,32		
2043	250.671	221.101,82	72.000	9.000,00	158.101,82	138.801,14		296.902,96	349.297,60	69.859,52	8.903.123,43		
2044	252.505	222.719,41	72.000	9.000,00	159.719,41	139.816,62		299.536,03	352.395,33	70.479,07	9.325.997,82		
2045	254.339	224.337,01	72.000	9.000,00	161.337,01	140.832,09		302.169,10	355.493,06	71.098,61	9.752.589,49		
2046	256.173	225.954,60	72.000	9.000,00	162.954,60	141.847,57		304.802,17	358.590,79	71.718,16	10.182.898,44		
2047	258.007	227.572,19	72.000	9.000,00	164.572,19	142.863,05		307.435,24	361.688,52	72.337,70	10.616.924,66		
2048	259.841	229.189,79	72.000	9.000,00	166.189,79	143.878,52		310.068,31	364.786,25	72.957,25	11.054.668,16		
2049	261.675	230.807,38	72.000	9.000,00	167.807,38	144.894,00		312.701,38	367.883,98	73.576,80	11.496.128,93		
2050	263.508	232.424,98	72.000	9.000,00	169.424,98	145.909,48		315.334,45	370.981,71	74.196,34	11.941.306,98		
2051	265.342	234.042,57	72.000	9.000,00	171.042,57	146.924,96		317.967,52	374.079,44	74.815,89	12.390.202,31		

Obs:

* RDO estimado a partir da geração de RDO per capita e da projeção da população

** RDO de Projeto após a redução da Coleta Seletiva

*** RCD será disposto inicialmente no Aterro Controlado para possibilitar o aumento da vida útil do Aterro Sanitário

**** O RSU a ser aterrado considera o RDO - BIODIGESTÃO ANAERÓBICA + RPU + Rejeito da Biodigestão Anaeróbica

ANEXO V – PLANILHA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO E AMBIENTAL

CHECK LIST DE INSPEÇÕES DE MONITORAMENTO - ENCERRAMENTO ATERRO CONTROLADO					
Monitoramento Ambiental	Possíveis Incidências	Avaliação		Riscos Associados	Ações Corretivas
		Adequada	Inadequada		
Vias de acesso e superfícies	Nivelamento da superfície			Erosão e arrasto de sedimentos	Melhoria da drenagem superficial e manutenção dos acessos
	Acúmulo de águas pluviais				
	Processos erosivos				
	Observação de trincas				
Bermas e Taludes	Dimensões / inclinações			Erosão, arrasto de sedimentos e estabilidade geotécnica	Drenagem superficial e manutenção da cobertura vegetal
	Afloramento de percolados				
	Acúmulo de águas pluviais				
	Processos erosivos				
	Observação de trincas				
	Falta de manutenção da cobertura vegetal				
Sistema de drenagem de percolados e gases	Afloramento de percolados			Drenagem interna do maciço e estabilidade geotécnica	Substituição da tubulação e reativação dos drenos de gases
	Drenos de biogás inoperantes				
	Tubulação danificada				
	Cobertura vegetal queimada				
Sistema de drenagem superficial	Assoreamento			Erosão e arrasto de sedimentos	Manutenção dos sistemas existentes
	Mudança de declividade	-	-		
	Trincas e rupturas	-	-		
Lagoa de contenção de percolados	Vazamento de percolados			Risco Ambiental	Reparos locais e controle de odores
	Odores				
Instrumentação de controle (marcos superficiais e piezômetros)	Instrumentos danificados ou mal funcionamento			Estabilidade Geotécnica	Instalação e recuperação ou substituição dos instrumentos
	Ausência de instrumentos				
Monitoramento de águas subterrâneas	Sistema de proteção danificado			Risco Ambiental	Instalação; recuperação ou substituição dos poços
	Posso obstruído ou seco				
	Ausência de poços de monitoramento				
Sistema de proteção de taludes	Processos erosivos			Estabilidade geotécnica. Erosão e arrasto de sedimentos	Replanto e correções locais
	Falta de cobertura vegetal				
	Ausência de sistema de drenagem				
Cobertura vegetal	Falta de manutenção			Erosão e arrasto de sedimentos	Replanto e correções locais
	Ausência de cobertura vegetal				

ANEXO VI – ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS

ANEXO VI

ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS

1 COMPACTADOR 6 M³ P/ COLETA DE LIXO DOMICILIAR E PÚBLICO: CHASSI PBT 10.000KG

Coletor compactador p/ lixo urbano, c/ carregamento traseiro, capacidade volumétrica útil de 06m³, montado obrigatoriamente em chassi eletrônico c/ PBT de 10.000kg.

- Chassi

Com PBT de 10.000 kg (dez mil quilogramas) no mínimo, direção hidráulica, proteção do carter do motor, movido a óleo diesel, descarga posicionada na vertical entre a cabine e o equipamento em estrita observância às prescrições do PROCONVE e da Euro 5, obrigatoriamente c/ gerenciamento eletrônico de injeção, tração 4x2, preferencialmente preparado p/ acionar a tomada de força diretamente pelo volante do motor, c/ grade protetora do radiador, c/ chicote elétrico traseiro independente p/ o equipamento, c/ feixes de molas dianteiros e traseiros especiais, c/ molas curtas e reforçadas dimensionadas p/ suportar o equipamento compactador de lixo, c/ 4 interruptores tipo tecla no painel de instrumentos, p/ acionamento dos dispositivos/acessórios a serem incorporados.

- Caixa Coletora

Deverá ser rígida e indeformável, ter laterais lisas, compactar lixo urbano heterogêneo e misturado c/ utensílios domésticos em desuso, confeccionada c/ chapas em aço c/ espessura e resistência mecânica compatíveis c/ a natureza do serviço durante os 60 meses de contratação e em 2 turnos diários; todos os cordões de solda internos deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos; na parte traseira da caixa deverá ser previsto compartimento coletor de chorume e água de lavagem, c/ registro tipo esfera p/ descarga destes líquidos; a resistência do aço a ser empregado deve atender às seguintes condições mínimas: limite de escoamento de 80.000PSI para todo o conjunto, com exceção da saia do assoalho que deverá ter o limite de escoamento mínimo de 120.000PSI.

- Porta Traseira

A porta traseira deverá ser rígida e indeformável, confeccionada com chapas de espessuras e resistência mecânica compatíveis com a natureza do serviço a que será submetido, sendo 2 turnos diários pelo período de 60 meses. Internamente todos os cordões de solda deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos. O trancamento da porta traseira deverá ser seguro, resistente e de fácil manuseio; a vedação entre a porta traseira e a caixa coletora deverá ser perfeita, de modo a não permitir vazamento para o exterior, de lixo ou líquido oriundo da carga coletada. A resistência do aço a ser empregado deve atender às seguintes condições mínimas: limite de escoamento de 80.000PSI para todo o conjunto, com exceção do fundo do depósito de carga que deve ser de 120.000PSI. Deverá ser previsto na porta traseira do equipamento, sistema de segurança, como estribos instalados em ambos os lados, a altura máxima de 500 mm do solo, de forma que ofereçam segurança aos operadores, confeccionados com chapa antiderrapante, cantos arredondados, batentes na extremidade dianteira, e alças para as mãos posicionadas de forma a não interferir na operação de carga, oferecendo segurança aos operadores.

- Tomada de Força

Preferencialmente com transmissão direta, acoplada ao motor, acionamento do interior da cabine, de forma a permitir que o sistema de compactação opere com o veículo em deslocamento (baixa velocidade) no roteiro de coleta. Baixo nível de ruído durante a coleta (atendendo aos limites estabelecidos na legislação vigente, medidos conforme preconizado na norma NBR 8433).

- Sistema Hidráulico

Obrigatoriamente a bomba do sistema deverá ser de palhetas, visando um menor nível de ruído; o comando traseiro de compactação deverá ter obrigatoriamente acionamento elétrico por botoeiras reforçadas, funcionais, de fácil manuseio e pronta ação; o sistema deve permitir o funcionamento do ciclo de compactação durante o deslocamento do veículo a baixa velocidade; deverá existir comando, em ambos os lados, que permita a operação através de um único acionamento p/ realização do ciclo contínuo de compactação; o sistema deverá ainda prever a existência de 2 botões de

emergência p/ parada imediata do ciclo de compactação, localizados em ambos os lados da porta traseira, em local de fácil acesso às mãos dos operadores; o sistema hidráulico deverá conter dispositivo para evitar ruído por impacto provocado pelos êmbolos dos cilindros de compactação no final do curso; deverá ter dispositivo p/ aceleração automática do motor, devendo a rotação ser garantida obrigatoriamente em níveis abaixo de 1.000rpm, c/ desarme automático caso a rotação seja ultrapassada; o subsistema hidráulico do acionamento da placa de ejeção deverá ter dispositivo que impossibilite a compactação no interior do coletor contra a porta fechada; os acionamentos da placa ejetora e abertura da porta traseira deverão ser por meio de manetes localizadas próximas a cabine do veículo, no lado esquerdo; o ciclo de compactação deverá ser de 21 segundos +/- 10%.

2 COMPACTADOR 15 M³ P/ COLETA DE LIXO DOMICILIAR E PÚBLICO: CHASSI PBT 16.000KG

- Descrição

Coletor compactador p/ lixo urbano, c/ carregamento traseiro, capacidade volumétrica útil de 15m³, montado obrigatoriamente em chassi eletrônico c/ PBT de 16.000kg.

- Chassi

Com PBT de 16.000 kg (dezesesseis mil quilogramas) no mínimo, direção hidráulica, proteção do carter do motor, movido a óleo diesel, descarga posicionada na vertical entre a cabine e o equipamento em estrita observância às prescrições do PROCONVE e da Euro 5, obrigatoriamente c/ gerenciamento eletrônico de injeção, tração 4x2, preferencialmente preparado p/ acionar a tomada de força diretamente pelo volante do motor, c/ grade protetora do radiador, c/ chicote elétrico traseiro independente p/ o equipamento, c/ feixes de molas dianteiros e traseiros especiais, c/ molas curtas e reforçadas dimensionadas p/ suportar o equipamento compactador de lixo, c/ 4 interruptores tipo tecla no painel de instrumentos, p/ acionamento dos dispositivos/acessórios a serem incorporados.

- Caixa Coletora

Deverá ser rígida e indeformável, ter laterais lisas, compactar lixo urbano heterogêneo e misturado c/ utensílios domésticos em desuso, confeccionada c/ chapas em aço c/ espessura e resistência mecânica compatíveis c/ a natureza do serviço durante os 60 meses de contratação e em 2 turnos diários; todos os cordões de solda internos deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos; na parte traseira da caixa deverá ser previsto compartimento coletor de chorume e água de lavagem, c/ registro tipo esfera p/ descarga destes líquidos; a resistência do aço a ser empregado deve atender às seguintes condições mínimas: limite de escoamento de 80.000PSI para todo o conjunto, com exceção da saia do assoalho que deverá ter o limite de escoamento mínimo de 120.000PSI.

- **Porta Traseira**

A porta traseira deverá ser rígida e indeformável, confeccionada com chapas de espessuras e resistência mecânica compatíveis com a natureza do serviço a que será submetido, sendo 2 turnos diários pelo período de 60 meses. Internamente todos os cordões de solda deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos. O trancamento da porta traseira deverá ser seguro, resistente e de fácil manuseio; a vedação entre a porta traseira e a caixa coletora deverá ser perfeita, de modo a não permitir vazamento para o exterior, de lixo ou líquido oriundo da carga coletada. A resistência do aço a ser empregado deve atender às seguintes condições mínimas: limite de escoamento de 80.000PSI para todo o conjunto, com exceção do fundo do depósito de carga que deve ser de 120.000PSI. Deverá ser previsto na porta traseira do equipamento, sistema de segurança, como estribos instalados em ambos os lados, a altura máxima de 500 mm do solo, de forma que ofereçam segurança aos operadores, confeccionados com chapa antiderrapante, cantos arredondados, batentes na extremidade dianteira, e alças para as mãos posicionadas de forma a não interferir na operação de carga, oferecendo segurança aos operadores.

- **Tomada de Força**

Preferencialmente com transmissão direta, acoplada ao motor, acionamento do interior da cabine, de forma a permitir que o sistema de compactação opere com o veículo em deslocamento (baixa velocidade) no roteiro de coleta. Baixo nível de ruído

durante a coleta (atendendo aos limites estabelecidos na legislação vigente, medidos conforme preconizado na norma NBR 8433).

- Sistema Hidráulico

Obrigatoriamente a bomba do sistema deverá ser de palhetas, visando um menor nível de ruído; o comando traseiro de compactação deverá ter obrigatoriamente acionamento elétrico por botoeiras reforçadas, funcionais, de fácil manuseio e pronta ação; o sistema deve permitir o funcionamento do ciclo de compactação durante o deslocamento do veículo a baixa velocidade; deverá existir comando, em ambos os lados, que permita a operação através de um único acionamento p/ realização do ciclo contínuo de compactação; o sistema deverá ainda prever a existência de 2 botões de emergência p/ parada imediata do ciclo de compactação, localizados em ambos os lados da porta traseira, em local de fácil acesso às mãos dos operadores; o sistema hidráulico deverá conter dispositivo para evitar ruído por impacto provocado pelos êmbolos dos cilindros de compactação no final do curso; deverá ter dispositivo p/ aceleração automática do motor, devendo a rotação ser garantida obrigatoriamente em níveis abaixo de 1.000rpm, c/ desarme automático caso a rotação seja ultrapassada; o subsistema hidráulico do acionamento da placa de ejeção deverá ter dispositivo que impossibilite a compactação no interior do coletor contra a porta fechada; os acionamentos da placa ejetora e abertura da porta traseira deverão ser por meio de manetes localizadas próximas a cabine do veículo, no lado esquerdo; o ciclo de compactação deverá ser de 21 segundos +/- 10%.

- Basculamento de Contêineres

Dispositivo hidráulico p/ basculamento automático e independente de 2 contêineres plásticos de 2 rodas e 120 e 240l ambos atendendo obrigatoriamente aos dois padrões: americano e europeu (Norma ABNT NBR 15.911) dispositivo este que deverá efetuar movimento conjugado de translação e rotação, de modo a garantir um ângulo mínimo de 45° permitindo o esvaziamento completo dos contêineres s/ solavancos; não deverá haver interferência da placa transportadora c/ os contêineres durante o ciclo de basculamento dos resíduos na boca de carga, mesmo c/ a operação simultânea (contêineres e placa transportadora da porta traseira); o tempo de

basculamento (do solo até a posição superior) do contêiner de 240 litros deverá ser de 5 a 7 segundos, c/ válvula final de curso dupla ação para evitar avarias nos contêineres.

3 COMPACTADOR 19M³ P/ COLETA DE LIXO DOMICILIAR E PÚBLICO

- Descrição

Coletor compactador p/ lixo urbano, c/ carregamento traseiro, capacidade volumétrica útil de 19m³, montado em chassi eletrônico c/ PBT de 23.000 kg.

- Chassi

Com PBT de 23.000 kg (vinte e três mil quilogramas) no mínimo, direção hidráulica, proteção do carter do motor, movido a óleo diesel, em estrita observância às prescrições do PROCONVE e da Euro 5, obrigatoriamente c/ gerenciamento eletrônico de injeção, tração 6x2, preferencialmente preparado p/ acionar a tomada de força diretamente pelo volante do motor, descarga posicionada na vertical entre a cabine e o equipamento c/ grade protetora do radiador, c/ chicote elétrico traseiro independente p/ o equipamento, c/ feixes de molas dianteiros e traseiros especiais, dimensionados p/ suportar o equipamento compactador de lixo, c/ 4 interruptores tipo tecla no painel de instrumentos, p/ acionamento dos dispositivos/acessórios a serem incorporados.

- Caixa Coletora

Deverá ser rígida e indeformável, ter laterais lisas, compactar lixo urbano heterogêneo e misturado c/ utensílios domésticos em desuso, confeccionada c/ chapas em aço c/ espessura e resistência mecânica compatíveis c/ a natureza do serviço durante os 60 meses de contratação e em 2 turnos diários; todos os cordões de solda internos deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos; na parte traseira da caixa deverá ser previsto compartimento coletor de chorume e água de lavagem, c/ registro tipo esfera p/ descarga destes líquidos; a resistência do aço a ser empregado deve atender às seguintes condições mínimas: limite de escoamento de 80.000PSI para todo o conjunto, com exceção da saia do

assoalho que deverá ter o limite de escoamento mínimo de 120.000PSI. Suporte para pás e vassouras.

- Porta Traseira

A porta traseira deverá ser rígida e indeformável, confeccionada com chapas de espessuras e resistência mecânica compatíveis com a natureza do serviço a que será submetido, sendo 2 turnos diários pelo período de 60 meses. Internamente todos os cordões de solda deverão ser contínuos, a fim garantir que sejam evitados vazamentos. O trancamento da porta traseira deverá ser seguro, resistente e de fácil manuseio; a vedação entre a porta traseira e a caixa coletora deverá ser perfeita, de modo a não permitir vazamento para o exterior, de lixo ou líquido oriundo da carga coletada. Deverá ser previsto na porta traseira do equipamento, sistema de segurança, como estribos instalados em ambos os lados e centro, a altura máxima de 500 mm do solo, de forma que ofereçam segurança aos operadores, confeccionados com chapa antiderrapante, cantos arredondados, batentes na extremidade dianteira, e alças para as mãos posicionadas de forma a não interferir na operação de carga, oferecendo segurança aos operadores.

- Tomada de Força

Preferencialmente com transmissão direta, acoplada ao motor, acionamento do interior da cabine, de forma a permitir que o sistema de compactação opere com o veículo em deslocamento (baixa velocidade) no roteiro de coleta. Baixo nível de ruído durante a coleta (atendendo aos limites estabelecidos na legislação vigente, medidos conforme preconizado na norma NBR 8433).

- Sistema Hidráulico

Obrigatoriamente a bomba do sistema deverá ser de palhetas, visando um menor nível de ruído; o comando traseiro de compactação deverá ter obrigatoriamente acionamento elétrico por botoeiras, reforçadas, funcionais, de fácil manuseio e pronta ação; o sistema deve permitir o funcionamento do ciclo de compactação durante o deslocamento do veículo a baixa velocidade; deverá existir comando, em ambos os lados, que permita a operação através de um único acionamento p/ realização do ciclo contínuo de compactação; o sistema deverá ainda prever a existência de 2 botões de

emergência p/ parada imediata do ciclo de compactação, localizados em ambos os lados da porta traseira, em local de fácil acesso às mãos dos operadores; o sistema hidráulico deverá conter dispositivo para evitar ruído por impacto provocado pelos êmbolos dos cilindros de compactação no final do curso; deverá ter dispositivo p/ aceleração automática do motor, devendo a rotação ser garantida obrigatoriamente em níveis abaixo de 1.100rpm, c/ desarme automático caso a rotação seja ultrapassada; o subsistema hidráulico do acionamento da placa de ejeção deverá ter dispositivo que impossibilite a compactação no interior do coletor contra a porta fechada; os acionamentos da placa ejetora e abertura da porta traseira deverão ser por meio de manetes localizadas próximas a cabine do veículo, no lado esquerdo; o ciclo de compactação deverá ser de 21 segundos +/- 10%.

- **Basculamento de Contêineres Plásticos 2 rodas**

Dispositivo hidráulico para basculamento semi automático e independente de 2 contêineres plásticos de 2 rodas de 120 e 240l ambos atendendo obrigatoriamente aos dois padrões: americano e europeu (Norma ABNT NBR 15.911) dispositivo este que deverá efetuar movimento que permita o esvaziamento completo dos contêineres s/ solavancos; o tempo de basculamento (do solo até a posição superior) do contêiner de 120/240 litros deverá ser de 5 a 7 segundos, com válvula final de curso dupla ação para evitar avarias nos contêineres.

- **Basculamento de Caçambas Estacionárias**

Dispositivo hidráulico superior para basculamento de caçambas metálicas multiuso de 5m³, incluídos os atracadores na porta traseira, dispositivo este que deverá garantir o esvaziamento completo das caçambas sem solavancos; não deverá haver interferência da placa transportadora e dos lifters c/ as caçambas durante o ciclo de basculamento dos resíduos na boca de carga; o tempo de basculamento (do solo até a posição superior) da caçamba deverá ser no máximo de 60 segundos.

Das 28 (vinte e oito) unidades de veículos, tipo P7, 15 (quinze) unidades deverão ser dotados dos seguintes equipamentos e acessórios:

- **Basculamento de Contêineres Metálicos 4 rodas:** Dispositivo hidráulico inferior para basculamento de contêineres metálicos de 4 rodas e

capacidade nominal de 1.200l (Norma ABNT NBR 15.911) dispositivo este que deverá efetuar movimento que permita o esvaziamento completo dos contêineres s/ solavancos.

- Deverá conter 200 (duzentos) contêineres metálicos novos, por veículo, com capacidade nominal de 1.200l, composto de corpo, tampa bipartida e 4 rodízios 6x3" giratórios 360° reforçados em chapa estrutural SAE1020 com travas de segurança em 2 rodas (Norma ABNT NBR 13.334). Deverão ser pintadas com tinta anticorrosiva e tinta esmalte sintético automotiva. Nos lados do contêiner metálico de 1.200l, deverão conter a palavra COMLURB e o número sequencial de identificação, em baixo ou alto relevo, conforme anexo da programação visual.

4 ROLL ON / ROLL OFF P/ COLETA DE LIXO CONCENTRADO

- Descrição

Roll on / Roll off para operação com caixas compactadoras e caçambas abertas estacionárias, para apoio na coleta de lixo, montado em chassi de PBT de 23.000kg.

O conjunto assim constituído destina-se ao acondicionamento, transporte e descarga de lixo domiciliar e público concentrado em comunidades carentes.

- Chassi

Com PBT de 23.000kg (vinte e três mil quilogramas), no mínimo (6x2), motor diesel, devendo atender às prescrições do PROCONVE e da EURO 5.

- Roll on / Roll off

Dotado de sistema de guincho, para recolhimento, transporte basculamento e deposição de caçambas estacionárias.

- Caixa compactadora estacionária – Caixa Roll on Roll off

Com peso líquido máximo de 20.000kg e 30m³ de volume, é destinada ao recebimento de lixo pela sua parte superior aberta, por transbordo manual e automático frontal direto e compactação contínua. Pelas suas características, pode ser recolhida do solo, transportada, descarregada pela traseira e recolocada no solo por meio de roll-on/roll-off. Deverá conter 2 dispositivos hidráulicos para basculamento

automático e independente de contêiner plástico. Este dispositivo deve efetuar movimento conjugado de translação e rotação, de modo a atingir um ângulo mínimo que permita o esvaziamento completo do contêiner.

5 CAMINHÃO MUNCK

Caçamba basculável aberta superiormente, fabricada em aço, com formato retangular, e capacidade volumétrica útil de 7m³ (sete metros cúbicos), montada em chassi eletrônico de PBT de 16.000kg, c/ guindaste hidráulico veicular de 9.000kg x m.

- Chassi

Com PBT de 16.000 kg (dezesesseis mil quilogramas) no mínimo, (4 x 2), motor diesel, gerenciamento eletrônico de injeção com grade inferior protetora do radiador devendo atender às prescrições do PROCONVE e da EURO5.

- Caçamba

Deverá ser construída em aço e soldada eletricamente, internamente à caçamba; todos os cordões de solda deverão ser contínuos, a fim de evitar vazamento de líquido oriundo da carga; deverá ser constituída de fundo, laterais, parte frontal, porta traseira com articulação suspensa e protetor da cabine. Suporte para pás e vassouras.

- Sistema Hidráulico

De acionamento direto ou indireto, bomba hidráulica, reservatório de óleo, tubulações e comandados do interior da cabine, com ângulo de basculamento de no mínimo 45° (quarenta e cinco graus) e no tempo de 60` (sessenta segundos). Deverão ser instalados nas laterais do equipamento, parte inferior, dois faróis de serviço, um do lado direito e outro do lado esquerdo, direcionados para a área de trabalho da guarnição.

- Complementos

Para-lamas: nas rodas traseiras, dotados de anteparos dianteiros e traseiros, montados de maneira a permitirem sem dificuldade a troca de pneus; cada conjunto complementado de para-barro de borracha maciça; Para-choque: na traseira do veículo deve ser instalado para-choque de acordo com as normas do CONTRAN;

Engate para tração de reboque: Na traseira, fixo à última travessa do chassi, com pino e trava de segurança. Lona para cobertura da carga: a carroceria deve conter lona de cobertura do material a ser transportado; Dispositivo para enlonamento. Ganchos para amarração de lona: a carroceria deve ser provida, em sua volta, de ganchos para amarração de lona; Acesso à carroceria: deve ser previsto sistema de acesso à carroceria, pelas duas laterais. Tomadas de ar e elétrica: Na traseira do chassi deverão ser instaladas 2 tomadas sendo uma pneumática e uma elétrica para o acionamento do freio e sinalização de reboques

6 CAMINHÃO BAÚ

- Descrição

Veículo tipo baú fechado com capacidade mínima de 6m³, adaptada para coleta seletiva, montada em chassi eletrônico com PBT de 5.000kg.

- Chassi

Com PBT de 5.000 kg (cinco mil quilogramas) no mínimo, (4 x 2), motor diesel, com grade inferior protetora do radiador, devendo atender às prescrições do PROCONVE e da EURO 5.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Especificações Técnicas mínimas para veículos e equipamentos destinados à coleta e transporte de lixo extraordinário – Sistema de Documentação da COMLURB – Anexo 12^a - revisão agosto/18