

PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

RELATÓRIO 05 PROGNÓSTICO



PMGIRS
PIRAQUARA

MUNICÍPIO DE PIRAQUARA - PR
2025



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAQUARA – PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO
INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

RELATÓRIO 05 – PROGNÓSTICO

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

MARCUS TESSEROLLI
PREFEITO

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

CNPJ: 23.146.943/0001-22
Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 210.
CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP
www.liderengenharia.eng.br

COORDENAÇÃO

Coordenador Geral
Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 99639-2

Coordenador de Arquitetura
Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7

Coordenador de Engenharia Civil
Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

EQUIPE TÉCNICA

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Vinicius Ternero Ragghianti
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 106812-4

Solange Passos Genaro
Assistente Social
CRESS/PR 6676

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON/SP 36677

Pedro Henrique Vicente
Engenheiro Civil
CREA/SP 5070395829

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

Robert Caetano da Silva
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/BA 052102706-3

Mike Martins Rodrigues
Estagiário de Engenharia Ambiental

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

Lenise Cristina de Oliveira Lapchenski

Técnica de Meio Ambiente – Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMMA
Licenciada em Biologia

Samuel da Silva Cordeiro

Superintendente da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos - SMISU

Fabíola Fernanda Ferreira de Lima

Professora – Secretaria Municipal de Educação - SMED
Cientista Social e Pedagoga

Luis Henrique Gasparin Bueno

Secretaria Municipal de Finanças - SMFI
Analista de Sistemas

Fabiane Freitas

Secretaria Municipal de Saúde – SMSA
Enfermeira

Ernesto Brandalize

Membro do Conselho Municipal de Saneamento Ambiental – COMSAN
Advogado

Ana Caroline Giordani

Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA
Ma. Bióloga

Jéssica Gonçalves Martins

Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA
Engenheira Ambiental

Jean Carlos Padilha

Secretário Municipal de Meio Ambiente

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	18
INTRODUÇÃO	19
1. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
2. PROJEÇÃO POPULACIONAL	38
3. PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	44
3.1. PROJEÇÃO RSU TOTAL.....	48
3.1.1. Cenário Base.....	48
3.1.2. Cenário Pessimista	49
3.1.3. Cenário Intermediário.....	51
3.1.4. Cenário Otimista.....	52
3.1.5. Síntese dos Cenários	54
3.2. PROJEÇÃO COLETA CONVENCIONAL	56
3.2.1. Cenário Base.....	56
3.2.2. Cenário Pessimista	60
3.2.3. Cenário Intermediário.....	64
3.2.4. Cenário Otimista.....	68
3.2.5. Síntese dos Cenários	72
3.3. PROJEÇÃO COLETA SELETIVA.....	87
3.3.1. Cenário Base.....	87
3.3.2. Cenário Pessimista	91
3.3.3. Cenário Intermediário.....	95
3.3.4. Cenário Otimista.....	99
3.3.5. Síntese dos Cenários	103
4. MECANISMOS PARA A CRIAÇÃO DE FONTES DE NEGÓCIOS, EMPREGOS E RENDA.....	114
4.1. PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPPS)	116
4.2. SOLUÇÕES CONSORCIADAS.....	119
5. DESCRIÇÃO DAS FORMAS E LIMITES DA PARTICIPAÇÃO DO PODER PÚBLICO LOCAL NA COLETA SELETIVA, NA LOGÍSTICA REVERSA E DE OUTRAS AÇÕES RELATIVAS À RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS	126
6. MEIOS A SEREM UTILIZADOS PARA CONTROLE E FISCALIZAÇÃO, NO ÂMBITO LOCAL, DA IMPLEMENTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DOS PLANOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	134
7. DEFINIÇÃO DE REGRAS PARA O TRANSPORTE E OUTRAS ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SUJEITOS AO PLANO DE GERENCIAMENTO ESPECÍFICO (PGRS).....	138

8.	DEFINIÇÃO DE GRANDES GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS	142
9.	DEFINIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS A SEREM ADOTADAS EM SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	147
9.1.	CONTROLE SOCIAL	147
9.1.1.	Conselho Municipal de Saneamento	149
9.2.	AGÊNCIA REGULADORA	150
9.3.	SERVIÇO PÚBLICO DE LIMPEZA URBANA	154
9.3.1.	Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros	155
9.3.2.	Limpeza de Feiras	161
9.3.3.	Limpeza de Eventos Festivos	162
9.3.4.	Limpeza de Praças e Jardins	163
9.3.5.	Roçada, Capina e Poda	164
9.3.6.	Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem	167
9.3.7.	Diretrizes do Aprimoramento dos Serviços de Limpeza Pública	168
9.4.	COLETA CONVENCIONAL	170
9.4.1.	Guarnições da Coleta Convencional	173
9.4.2.	Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta Convencional	179
9.4.3.	Acondicionamento e Apresentação para Coleta Convencional	182
9.4.4.	Veículos Utilizados na Coleta Convencional	185
9.4.5.	Área de Transporte e Transbordo (ATT)	192
9.5.	COLETA SELETIVA	194
9.5.1.	Formas de Execução da Coleta Seletiva	196
9.5.2.	Veículos Utilizados na Coleta Seletiva	198
9.5.3.	Triagem dos Resíduos Recicláveis	199
9.6.	SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA	203
9.7.	TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	208
9.8.	REGULAMENTAÇÕES PARA OS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	220
10.	APRIMORAMENTO DA POLÍTICA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	221
11.	PLATAFORMA SINISA	225
12.	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA	229
13.	SISTEMA DE CÁLCULO DOS CUSTOS DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	247
14.	METAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PMGIRS	250
	REFERÊNCIAS	257

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição gravimétrica utilizada (diagnóstico).	87
Figura 2 – Composição gravimétrica hipotética utilizada (pessimista).	91
Figura 3 – Composição gravimétrica hipotética utilizada (intermediário).	95
Figura 4 – Composição gravimétrica hipotética utilizada (otimista).	99
Figura 5 – CATR.....	140
Figura 6 – Equipamento utilizado para varrição mecânica.	156
Figura 7 – Exemplo de bituqueira.	160
Figura 8 – Exemplo de bituqueira.	160
Figura 9 – Quantitativo de pontos de ônibus por parada por linha.	161
Figura 10 – Exemplos de EPIs básicos necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	178
Figura 11 – Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.	180
Figura 12 – Recipientes para a coleta seletiva.	195
Figura 13 – Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).	210
Figura 14 – Leiras de compostagem natural em grande escala.	211
Figura 15 – Leiras de compostagem natural.....	212
Figura 16 – Reator de compostagem acelerada.	212
Figura 17 – Fluxograma do processo de elaboração de uma PME.	223

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Áreas de Risco para.....	233
Mapa 2 – Áreas de Risco para.....	234
Mapa 3 – Áreas de Risco para.....	235
Mapa 4 – Áreas de Risco para.....	236
Mapa 5 – Áreas de Risco para.....	237
Mapa 6 – Áreas de Risco para.....	238
Mapa 7 – Áreas de Risco para.....	239
Mapa 8 – Áreas de Risco para.....	240
Mapa 9 – Áreas de Risco para.....	241

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico populacional.	38
Tabela 2 – Linhas de tendência (desvio padrão).	41
Tabela 3 – Projeção populacional de Piraquara (número de habitantes).	42
Tabela 4 – Geração <i>per capita</i> anual média.	46
Tabela 5 – Análise gravimétrica da coleta convencional.	46
Tabela 6 – Recicláveis, Orgânicos e Não Recicláveis conforme gravimetria.	47
Tabela 7 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário base).	48
Tabela 8 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário pessimista).	49
Tabela 9 – Projeção da geração anual de RSU (cenário intermediário).	51
Tabela 10 – Projeção da geração anual de RSU (cenário otimista).	52
Tabela 11 – Projeção da geração anual total de RSU (síntese).	54
Tabela 12 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário base). ..	57
Tabela 13 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário pessimista).	61
Tabela 14 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário intermediário).	65
Tabela 15 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário otimista).	69
Tabela 16 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Alumínio).	72
Tabela 17 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Isopor). ..	73
Tabela 18 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Metal). .	74
Tabela 19 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Orgânicos).	76
Tabela 20 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Outros). ..	77
Tabela 21 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Papel e Papelão).	78
Tabela 22 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese PET). ...	80
Tabela 23 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Plásticos diversos).	81
Tabela 24 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Rejeito). ..	82
Tabela 25 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Trapos, pano e estopa).	84
Tabela 26 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Vidro). ..	85
Tabela 27 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário base).	88
Tabela 28 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário base).	89
Tabela 29 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (pessimista).	92
Tabela 30 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (pessimista).	93
Tabela 31 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (intermediário).	96
Tabela 32 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (intermediário).	97

Tabela 33 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário otimista).....	100
Tabela 34 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário otimista).	101
Tabela 35 – Projeção da geração anual total de recicláveis (síntese).	103
Tabela 36 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papel).	104
Tabela 37 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papelão).	105
Tabela 38 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Plástico).	107
Tabela 39 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Vidro).	108
Tabela 40 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Metal).	109
Tabela 41 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Outros).	111
Tabela 42 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Rejeito).	112
Tabela 43 – Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada/ano).	214
Tabela 44 – Estimativa de custos para aquisição de bombonas.	218
Tabela 45 – Estimativa de custos para higienização das bombonas.	218
Tabela 46 – Estimativa de custos para aquisição de caminhões compartimentados.	218
Tabela 47 – Custo total estimado.	218

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Compilação das problemáticas identificadas.....	21
Quadro 2 – Divisão das problemáticas conforme objetivos.....	30
Quadro 3 – Definições de Grande Gerador de Resíduos (sugestão).....	143
Quadro 4 – Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.....	158
Quadro 5 – Vantagens e desvantagens do aprimoramento dos serviços de limpeza urbana.....	168
Quadro 6 – Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.....	176
Quadro 7 – Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.....	181
Quadro 8 – Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.....	181
Quadro 9 – Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.....	194
Quadro 10 – Formas de segregação de resíduos sólidos.....	195
Quadro 11 – Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.....	197
Quadro 12 – Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.....	205
Quadro 13 – Vantagens e desvantagens da compostagem.....	213
Quadro 14 – Etapas para implementação da coleta de orgânicos (coleta trifásica).....	216
Quadro 15 – Descrição dos serviços e atividades para regulamentação.....	220
Quadro 16 – Passo a passo da elaboração de uma PME.A.....	222
Quadro 17 – Situações adversas com a gestão dos resíduos sólidos.....	230
Quadro 18 – Procedimentos e medidas em situações adversas na gestão de resíduos.....	231
Quadro 19 – Níveis de prioridade para ações de emergência e contingência (Setores coleta).....	243
Quadro 20 – Metas para a gestão de resíduos sólidos.....	252

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da população (IBGE).	40
Gráfico 2 – Taxa de crescimento anual.	40
Gráfico 3 – Curva Polinomial (linha de tendência).	42
Gráfico 4 – Aumento populacional (projeção).	43
Gráfico 5 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário base).	49
Gráfico 6 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário pessimista).	50
Gráfico 7 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário intermediário).	52
Gráfico 8 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário otimista).	53
Gráfico 9 – Projeção da geração anual de RSU (síntese).	55
Gráfico 10 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário base)...	59
Gráfico 11 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário pessimista).	63
Gráfico 12 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário intermediário).	67
Gráfico 13 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário otimista).	71
Gráfico 14 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Alumínio).	73
Gráfico 15 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Isopor).	74
Gráfico 16 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Metal). .	75
Gráfico 17 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Orgânico).	77
Gráfico 18 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Outros).	78
Gráfico 19 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Papel e Papelão).	79
Gráfico 20 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese PET).	81
Gráfico 21 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Plásticos diversos).	82
Gráfico 22 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Rejeito).	83
Gráfico 23 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Trapos, pano e estopa).	85
Gráfico 24 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Vidro). .	86
Gráfico 25 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário base).	89
Gráfico 26 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (base).	90
Gráfico 27 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (cenário base).	90
Gráfico 28 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (pessimista).	93
Gráfico 29 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (pessimista).	94
Gráfico 30 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (pessimista).	94
Gráfico 31 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (intermediário).	97

Gráfico 32 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário intermediário).	98
Gráfico 33 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (intermediário).....	98
Gráfico 34 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário otimista).	101
Gráfico 35 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário otimista).	102
Gráfico 36 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (otimista).	102
Gráfico 37 – Projeção da geração anual de recicláveis (síntese).....	104
Gráfico 38 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papel).	105
Gráfico 39 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papelão). ...	106
Gráfico 40 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Plástico).	108
Gráfico 41 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Vidro).	109
Gráfico 42 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Metal).....	110
Gráfico 43 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Outros).....	112
Gráfico 44 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Rejeito).	113

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
ACP	Associação Comercial do Paraná
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AEITM	Área Especial de Interesse Turístico do Morumbi
AIERI	Área de Interesse Especial Regional do Rio Iguaçu
AI	Área Incremental
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTT	Agência Nacional de Transporte Terrestre
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APAEI	Área de Proteção Ambiental Estadual do Iraí
APAEP	Área de Proteção Ambiental Estadual do Piraquara
APP	Área de Proteção Ambiental
AR6	Sexto Relatório de Avaliação
ASA	Área de Segurança Aeroportuária
ATT	Área de Transbordo e Transporte
BDiA	Banco de Dados e Informações Ambientais
CAPAG	Capacidade de Pagamento
CATR	Cadastro para Atividade de Transporte de Resíduos
CDR	Combustível Derivado de Resíduos
CECAD	Consulta, Seleção e Extração de Informações do CadÚnico
CEMEI	Centros Municipais de Educação Infantil
CF	Constituição Federal
CGR	Centro de Gerenciamento de Resíduos
CH4	Metano
CMAEE	Centros Municipais de Atendimento Educacional Especializado
CO2	Dióxido de Carbono
COMUMA	Conselho Municipal de Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONRESOL	Consórcio de Destinação de Resíduos Sólidos
CONSAN	Conselho Municipal de Saneamento Ambiental
CTA	Centro de Testagem e Aconselhamento
CTR	Centro de Triagem de Resíduos
DC	Endividamento
DEPEN	Departamento Penitenciário Nacional
DETUR	Departamento de Turismo
DOU	Diário Oficial da União
EA	Educação Ambiental
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FE	Floresta Estadual
FEM	Floresta Estadual Metropolitana

FGV	Fundação Getúlio Vargas
FNP	Frente Nacional de Prefeitos
FOD	Floresta Ombrófila Densa
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
FUNDAM	Fundo Municipal de Meio Ambiente
GEE	Gases de Efeito Estufa
GT	Grupo de Trabalho
GTEA	Grupo de Trabalho de Educação Ambiental
GWP	Potenciais de Aquecimento Global
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMSE	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IL	Liquidez
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPDM	Índice IPARDES de Desempenho Municipal
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPR	Ministério Público do Paraná
N2O	Óxido nitroso
NBR	Normas Brasileiras
ODS	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável
OLUC	Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Poupança Corrente
PDM	Plano Diretor Municipal
PEPM	Parque Estadual Pico do Marumbi
PERS/PR	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná
PESB	Parque Estadual da Serra da Baitaca
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PGRCC	Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil
PGRS	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos
PGRSS	Plano de Gestão de Resíduos dos Serviços de Saúde
PI	Proteção Integral
PIB	Produto Interno Bruto
PMEA	Política Municipal de Educação Ambiental
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos

POP	Procedimentos Operacionais Padrão
PPEA	Políticas Públicas de Educação Ambiental
PPP	Parceria Público-Privada
PRAD	Plano de Recuperação de Área Degradada
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PwC	Pricewaterhouse
RCC	Resíduos da Construção Civil
RDO	Resíduos Sólidos Domiciliares
RECIQUARA	Associação dos Coletores de Materiais Recicláveis Novo Guarituba de Piraquara
RECOLUB	Associação Brasileira de Recuperação de Óleos Lubrificantes
RLO	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RPU	Resíduos da Limpeza Pública
RSS	Resíduos dos Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEDEST	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo
SELURB	Sindicato Nacional das empresas de Limpeza Urbana
SICONFI	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SISTN	Sistema de Coleta de Dados Contábeis de Estados e Municípios
SLR	Sistema de Logística Reversa
SMISU	Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMSA	Secretaria Municipal de Saúde
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde
UBS	Unidades Básicas de Saúde
UC	Unidade de Conservação
US	Uso Sustentável
UTM	Módulo de Rastreamento Urchin
UTP	Unidades Territoriais de Planejamento
UTPG	Unidade Territorial de Planejamento do Guarituba
UTPI	Unidade Territorial de Planejamento do Itaquí

APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante da Revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Piraquara, no estado do Paraná, em conformidade com o contrato nº 55/2024.

O PMGIRS é o instrumento de planejamento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei Federal nº 12.305/10 (Brasil, 2010), que antecede e subsidia as ações necessárias para a correta gestão das diferentes tipologias de resíduos geradas dentro do território municipal. Segundo a mesma lei, essa gestão compreende a coleta, transporte, o armazenamento, a destinação e tratamento ambientalmente adequados dos resíduos sólidos, bem como a correta disposição final dos rejeitos.

Vale ressaltar que, além de ser um dispositivo de planejamento, a elaboração do PMGIRS é condição imprescindível para os municípios terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. A revisão do PMGIRS, segundo o novo marco legal do saneamento básico, deve ser realizada num período de até 10 anos a partir de sua aprovação (Brasil, 2020).

A revisão do PMGIRS de Piraquara – PR é composta por 6 etapas sendo que o presente documento consiste no Produto da Etapa 03 – Relatório 5 – Prognóstico.

INTRODUÇÃO

O Prognóstico do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Piraquara representa uma fase determinante para a formulação de ações, programas e projetos que visem mitigar os problemas diagnosticados nas etapas anteriores, tanto no Diagnóstico Analítico quanto no Diagnóstico Participativo. As medidas prognósticas elaboradas a partir desses diagnósticos têm a responsabilidade de não apenas corrigir as deficiências identificadas, mas também de garantir a sustentabilidade a longo prazo na gestão de resíduos sólidos do município, promovendo eficiência, inovação e conformidade ambiental.

A formulação dessas medidas é norteadas por princípios estabelecidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), que define a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento de resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada. Adicionalmente, o PMGIRS deve seguir as diretrizes da Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que estabelece o marco legal do saneamento básico, reforçando a necessidade de universalização dos serviços de manejo de resíduos sólidos e a promoção da saúde pública e qualidade de vida.

Dessa forma, o Prognóstico tem um papel fundamental na transformação das análises e dos desafios diagnosticados em ações concretas, contemplando as necessidades econômicas, sociais e ambientais do município de Piraquara. Ele deve prever soluções integradas, tecnicamente viáveis e adaptadas às particularidades locais, com base nos princípios da prevenção e precaução, atendendo às normas e regulamentações vigentes, como as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), incluindo a Resolução nº 307/2002, que trata da gestão de resíduos da construção civil. O cumprimento desses requisitos assegura que o PMGIRS contribua para um desenvolvimento sustentável e equilibrado do município, de forma a também sanar os anseios e preocupações da população.



1. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Prognóstico do PMGIRS do Município de Piraquara constitui uma etapa essencial no planejamento estratégico para a gestão sustentável dos resíduos sólidos. Fundamentado nos resultados do Diagnóstico Analítico e do Diagnóstico Participativo, este Prognóstico tem como objetivo propor medidas prospectivas que não apenas enfrentem os problemas identificados, mas também projetem soluções eficazes e duradouras, alinhadas às legislações vigentes, como a Lei nº 12.305/2010, que institui a PNRS, e às diretrizes estaduais e municipais aplicáveis. Dessa forma, o Quadro 1 apresenta a compilação das problemáticas encontradas nos Diagnósticos.

Quadro 1 – Compilação das problemáticas identificadas.

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	Quadro de pessoal reduzido (insuficiente para demanda)
	Necessidade de sistema de informações para gestão de resíduos, considerando disponibilidade de dados e sistematização de informações para alimentação da plataforma SINISA
	Uma mesma equipe pode atuar em demais serviços (SMMA e SMISU)
	Não há de fato um departamento, divisão ou setor relacionado especificamente à gestão de resíduos
ARCABOUÇO LEGAL	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 897/2007 conforme diretrizes da PNRS (2010)
	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 897/2007 referente à definição e regulamentação claras sobre os grandes geradores
	Necessidade de definir Projetos e ações específicas que possibilitem a execução do Decreto Municipal nº 11.727/2023
	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1735/2017 em relação às atribuições da SMISU e SMMA frente aos serviços e atividades envolvendo os resíduos sólidos e limpeza pública
	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1768/2017 referente à quantidade e tipos de categorias utilizadas
	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1768/2017 de forma a alinhar os valores com a cobrança feita pela Sanepar e inclusão de diretrizes para redução de cobranças específicas para economias classificadas como de baixa renda

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
	Necessidade de formalizar e regulamentar as ações e atividades envolvendo os RLO por meio da revisão e atualização da Lei Municipal nº 897/2007 ou formulação de nova lei municipal
ANÁLISE DE CONTRATOS	Necessidade de adequação de todos os Contratos quanto ao estabelecimento de metas claras e específicas de universalização dos serviços, assim como comprovação da capacidade financeira da empresa em cumprir tais metas
	Necessidade de manter a fiscalização de todos os Contratos relacionados com os serviços envolvendo os resíduos sólidos e limpeza pública
	Necessidade de avaliar periodicamente a demanda e viabilidade de formulação de novos Contratos periódicos para limpeza pública para combate aos focos de reprodução do mosquito Aedes aegypti e recolhimento de resíduos volumosos
	Necessidade de acompanhar a demanda da RECIQUARA para possível formulação de novos Contratos para ampliação ou aquisição de barracões para execução dos serviços de triagem e comercialização/destinação de resíduos recicláveis
	Necessidade de acompanhar a necessidade de manter o Contrato 001/2023 (Transbordo Pinhais) caso (ou quando) o município venha a implantar transbordo próprio
	Necessidade de revisar e atualizar o Contrato 312/2023 (RECIQUARA) referente aos valores de rejeito recebidos, pagamento pela produtividade e PSA, assim como o número de associados
	Necessidade de inclusão de cláusula específica sobre um adicional de insalubridade no Contrato 312/2023 (RECIQUARA)

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
	Necessidade de revisar e adequar o Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, em relação número de caminhões necessários para execução dos serviços, tendo em vista que atualmente a demanda é superior à estabelecida anteriormente nos documentos
	Necessidade de revisar e adequar o Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre o limite de geração de cada estabelecimento gerador (em desacordo com a Lei 897/2007)
	Falta definir claramente no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre as rotas e horários específicos de passagem dos veículos coletores pelos diferentes Setores
	Falta abordar no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre a coleta dos rejeitos na RECIQUARA
	Falta definir no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, plano para lidar com os resíduos fora de invólucros e quanto ao descarte do chorume acumulado
	Falta definir claramente no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como no Plano de Trabalho da empresa, sobre como o período ou momento escolhido para as manutenções preventivas dos veículos e equipamentos será escolhido, ou seja, quais as diretrizes, formas, cronogramas e plano de ação para realização dessas atividades que podem, caso feitas de forma desorganizada, atrasar os serviços de coleta municipal
COLETA CONVENCIONAL	40,41% dos resíduos encaminhados para a coleta convencional em Piraquara são passíveis de reciclagem por conta da segregação ineficiente dos resíduos na fonte (residências), havendo, portanto, necessidade de aumentar a conscientização da população

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Necessidade de revisar, atualizar e regulamentar por meio de Lei Municipal o Plano Municipal de Educação Ambiental
	Baixa divulgação específica sobre a coleta seletiva municipal
	Falta de programas de educação ambiental que envolvam, ao mesmo tempo, alunos e pais
	Inexistência de programas de educação ambiental para servidores públicos
	Necessidade de intensificação de ações e programas de educação ambiental em todos os níveis municipais
	Falta de distribuição de informação sobre todos os tipos de resíduos previstos na Lei 12.305/2010
GRANDES GERADORES	Não há identificação nem cadastramento dos grandes geradores, não sendo possível monitorar a geração e destinação de seus resíduos
	Falta de definição e regulamentação clara e objetiva para grandes geradores conforme geração
LIMPEZA PÚBLICA	Não há serviço de coleta porta a porta, bem como Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) para os resíduos volumosos e entulhos, apenas contratos emergenciais
	O Horto Municipal fica localizado em uma área de antigo lixão, sem PRAD que regule o encerramento das atividades executadas no passado
	Não há o mapeamento oficial dos locais de instalação dos coletores e conjuntos lixeiras
	Não há acompanhamento da condição de uso dos coletores e conjuntos lixeiras
RESÍDUO SÓLIDO URBANO	Necessidade de aumento do número de veículos para coleta
	Setores de Coleta não discriminam a área rural

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
	Necessidade de aumento da coleta na área rural para 100%
	Não há definição clara das rotas e horários
	Necessidade de esclarecer melhor sobre as manutenções preventivas
	ATT fica localizada em Pinhais
	Necessidade de implantação de ATT própria no município
	Atraso na coleta convencional em Piraquara devido prioridade dos caminhões de Pinhais em descarregarem os resíduos na ATT
	Necessidade de revisão do Plano de Trabalho do Contrato de prestação de serviço de Coleta e Transporte de RSU
	Necessidade de Fiscalização quanto a execução dos Planos de Trabalho dos Contratos de prestação de serviços de coleta e transporte de RSU
RESÍDUO ORGÂNICO	Falta de coleta diferenciada
	Necessidade de diminuir a quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para aterro sanitário
	Necessidade de realizar e acompanhar ações de educação ambiental e compostagem
RESÍDUOS RECICLÁVEIS	41% dos resíduos recebidos na associação são rejeitos
	Menor eficiência da coleta convencional pois tem o retrabalho de coletar todo rejeito coletado pela coleta seletiva
	Falta de parceria entre empresas de reciclagem, catadores informais e a Prefeitura
	O valor mensal de R\$ 15.849,03 estabelecido por contrato não é suficiente para garantir um que os associados recebam um repasse financeiro minimamente digno pela produtividade e PSA (não chegando nem ao valor de um salário mínimo por associado)

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
	Não há pagamento referente ao PSA quando o valor de toneladas encaminhadas para a RECIQUARA ultrapassa o limite de 27 toneladas estabelecido por contrato
	Espaço físico, quantidade de associados e maquinários insuficientes frentes à demanda de resíduos encaminhados para a Associação
	Quantidade de Rejeitos encaminhada para a RECIQUARA superior a 40%, sendo que o limite estabelecido pelo contrato é de 35%
	Paralisação da comercialização/destinação final do isopor
	Setores de Coleta não discriminam a área rural
	Não há definição clara das rotas e horários
	Necessidade de revisão do Plano de Trabalho do Contrato de prestação de serviço de Coleta e Transporte de resíduos recicláveis
	Necessidade de Fiscalização quanto a execução dos Planos de Trabalho dos Contratos de prestação de serviços de coleta e transporte de recicláveis
RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	Informalidade da gestão da maioria dos RLO abrangidos
	Não há PEV para pneus inservíveis em Piraquara
	Necessidade de estabelecer parcerias com empresas/entidades gestoras
	Necessidade de ampliar participação da população para o descarte adequado dos RLO
	Necessidade de implantar mais PEVs
	Necessidade de ampliar a gama de RLO abrangidos
	Necessidade de ampliar ações de educação ambiental
RESÍDUOS DE CEMITÉRIOS	Os RSS gerados nos cemitérios estão atualmente indo para coleta pública, sendo destinados para o aterro sanitário sem antes passarem por processos de desinfecção

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
RESÍDUOS DO SERVIÇO DE TRANSPORTE	Necessidade de implementar coleta diferenciada
	Necessidade de fiscalização periódica para verificação dos tipos e quantidades de resíduos gerados nos terminais municipais
RESÍDUOS DE EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS E DE SERVIÇO	Os resíduos são coletados e encaminhados para aterro sanitário da mesma forma que os resíduos domiciliares pela coleta convencional, sem que haja uma fiscalização rigorosa quanto a eventuais grandes geradores que estejam destinando quantidades superiores ao estabelecido pela legislação municipal
	Necessidade de exigir e fiscalizar os PGRS
RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO	Necessidade de aumentar o controle e fiscalização do tratamento individual dos municípios não integrados à rede de esgoto
	Dependência da conscientização dos moradores para o correto tratamento e destinação dos resíduos
RESÍDUOS INDUSTRIAIS	Necessidade de maior fiscalização e proximidade com as indústrias para formulação de dados sobre a geração e destinação final dos resíduos sólidos
	Necessidade de exigir e fiscalizar os PGRS
RESÍDUOS DE MINERAÇÃO	Necessidade de maior fiscalização e proximidade com as empresas minerárias para formulação de dados sobre a geração e destinação final dos resíduos sólidos
RESÍDUOS AGROSILVIPASTORIS	Necessidade de fiscalização da geração e destinação final dos resíduos agrossilvopastoris na zona rural
DISPOSIÇÃO FINAL	O Horto Municipal atualmente recebe resíduos da poda, funcionando como uma área de trituração e armazenamento temporário de resíduo vegetal, porém não há PRAD que regulamente o encerramento das atividades de descarte irregular no passado (lixão)
	Na Planta Jardim Itaquí há ocorrência de ocupação irregular em área de risco de inundação sobre aterro de RCC

GESTÃO DE RESÍDUOS	DESAFIOS
	Grande número de focos de descarte irregular de resíduos, com predominância dos RCCs, sendo os principais localizados na Avenida Metropolitana, Rua Philadélfia, Planta Madre Tereza e Planta Vista da Serra
	Aterro Sanitário ESTRE próximo do final de sua vida útil
AÇÕES DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL	Não há referências claras a ações concretas de controle e fiscalização ambiental diretamente aplicadas pelo município para acompanhamento e possíveis intervenções nas atividades relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, contratos com empresas terceirizadas para coleta e destinação final
	Necessidade de aumento do controle e fiscalização em diversas frentes da gestão de resíduos sólidos no município
	Necessidade de maior atuação do Conselho de Saneamento em suas competências quanto a fiscalização das políticas públicas de gestão de resíduos bem como quanto aos serviços prestados. Manter a participação ativa da sociedade civil e realizar as devidas articulações para a execução do PMGIRS
ANÁLISE FINANCEIRA	Necessidade de controle quanto ao cadastro realizado pela Sanepar (se a alíquota está sendo aplicada corretamente)
	Necessidade de revisar as categorias das taxas aplicadas
	Necessidade de adequar e alinhar a legislação municipal vigente com a cobrança feita pela Sanepar

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O planejamento estratégico orientado por medidas prospectivas busca integrar aspectos ambientais, sociais, econômicos e operacionais, promovendo a sustentabilidade e a eficiência dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos. Nesse contexto, o Prognóstico prioriza ações estruturadas em objetivos claros, que visam tanto a melhoria dos serviços prestados quanto a promoção da participação social e a responsabilidade compartilhada. Os objetivos que guiam esta etapa incluem:

- Objetivo 1 – Reformular a Estrutura Organizacional do Departamento de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Objetivo 2 – Reavaliar e Reestruturar os Contratos de Serviços de Resíduos Sólidos;
- Objetivo 3 – Reestruturar o Sistema Tarifário;
- Objetivo 4 – Avaliar e Implementar Soluções Consorciadas;
- Objetivo 5 – Ampliar e Aprimorar os Serviços de Coleta, Transporte e Destinação de Resíduos Convencionais e Recicláveis
- Objetivo 6 – Ampliar e Adequar os Serviços de Limpeza Pública;
- Objetivo 7 – Aprimorar e Fiscalizar a Destinação Final de Resíduos Volumosos e Vegetal, Resíduos da Construção Civil e de Áreas de Descarte Clandestino;
- Objetivo 8 – Articular e Incentivar a Responsabilidade Compartilhada sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa;
- Objetivo 9 – Reduzir o Volume de Recicláveis Encaminhados ao Aterro Sanitário;
- Objetivo 10 – Reduzir o Volume de Rejeitos Encaminhados ao Barracão de Reciclagem;
- Objetivo 11 – Incentivar Ações de Redução e Reciclagem de Resíduos Orgânicos;
- Objetivo 12 – Implementar e Aprimorar Programas de Educação Ambiental.

Com isso, torna-se possível dividir as problemáticas de forma a serem alocadas dentro dos objetivos citados acima. O Quadro 2 exibe essa divisão.

Quadro 2 – Divisão das problemáticas conforme objetivos.

	DESCRIÇÃO
1	Objetivo 1 - Avaliação e Implementação de Soluções Consorciadas
1.1	Na Planta Jardim Itaquí há ocorrência de ocupação irregular em área de risco de inundação sobre aterro de RCC
1.2	Grande número de focos de descarte irregular de resíduos, com predominância dos RCCs, sendo os principais localizados na Avenida Metropolitana, Rua Philadélfia, Planta Madre Tereza e Planta Vista da Serra
1.3	Aterro Sanitário ESTRE próximo do final de sua vida útil
2	Objetivo 2 - Reavaliação e Reestruturação dos Contratos de Serviços de Resíduos Sólidos
2.1	Necessidade de revisão do Plano de Trabalho do Contrato de prestação de serviço de Coleta e Transporte de RSU
2.2	Necessidade de Fiscalização quanto a execução dos Planos de Trabalho dos Contratos de prestação de serviços de coleta e transporte de RSU
2.3	Necessidade de adequação de todos os Contratos quanto ao estabelecimento de metas claras e específicas de universalização dos serviços, assim como comprovação da capacidade financeira da empresa em cumprir tais metas
2.4	Necessidade de manter a fiscalização de todos os Contratos relacionados com os serviços envolvendo os resíduos sólidos e limpeza pública
2.5	Necessidade de avaliar periodicamente a demanda e viabilidade de formulação de novos Contratos periódicos para limpeza pública para combater aos focos de reprodução do mosquito Aedes aegypti e recolhimento de resíduos volumosos
2.6	Necessidade de acompanhar a demanda da RECIQUARA para possível formulação de novos Contratos para ampliação ou aquisição de barracões para execução dos serviços de triagem e comercialização/destinação de resíduos recicláveis
2.7	Necessidade de acompanhar a necessidade de manter o Contrato 001/2023 (Transbordo Pinhais) caso (ou quando) o município venha a implantar transbordo próprio

	DESCRIÇÃO
2.8	Necessidade de revisar e atualizar o Contrato 312/2023 (RECIQUARA) referente aos valores de rejeito recebidos, pagamento pela produtividade e PSA, assim como o número de associados
2.9	Necessidade de inclusão de cláusula específica sobre um adicional de insalubridade no Contrato 312/2023 (RECIQUARA)
2.10	Necessidade de revisar e adequar o Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, em relação número de caminhões necessários para execução dos serviços, tendo em vista que atualmente a demanda é superior à estabelecida anteriormente nos documentos
2.11	Necessidade de revisar e adequar o Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre o limite de geração de cada estabelecimento gerador (em desacordo com a Lei 897/2007)
2.12	Falta definir claramente no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre as rotas e horários específicos de passagem dos veículos coletores pelos diferentes Setores
2.13	Falta abordar no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, sobre a coleta dos rejeitos na RECIQUARA
2.14	Falta definir no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como o Plano de Trabalho da empresa, plano para lidar com os resíduos fora de invólucros e quanto ao descarte do chorume acumulado
2.15	Falta definir claramente no Contrato 51/2021 (Transresíduos), assim como no Plano de Trabalho da empresa, sobre como o período ou momento escolhido para as manutenções preventivas dos veículos e equipamentos será escolhido, ou seja, quais as diretrizes, formas, cronogramas e plano de ação para realização dessas atividades que podem, caso feitas de forma desorganizada, atrasar os serviços de coleta municipal
2.16	Não há identificação nem cadastramento dos grandes geradores, não sendo possível monitorar a geração e destinação de seus resíduos
2.17	Falta de definição e regulamentação clara e objetiva para grandes geradores conforme geração
2.18	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 897/2007 conforme diretrizes da PNRS (2010)

	DESCRIÇÃO
2.19	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 897/2007 referente à definição e regulamentação claras sobre os grandes geradores
2.20	Necessidade de definir Projetos e ações específicas que possibilitem a execução do Decreto Municipal nº 11.727/2023
2.21	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1735/2017 em relação às atribuições da SMISU e SMMA frente aos serviços e atividades envolvendo os resíduos sólidos e limpeza pública
2.22	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1768/2017 referente à quantidade e tipos de categorias utilizadas
2.23	Necessidade de revisar e atualizar a Lei Municipal nº 1768/2017 de forma a alinhar os valores com a cobrança feita pela Sanepar e inclusão de diretrizes para redução de cobranças específicas para economias classificadas como de baixa renda
2.24	Necessidade de formalizar e regulamentar as ações e atividades envolvendo os RLO por meio da revisão e atualização da Lei Municipal nº 897/2007 ou formulação de nova lei municipal
3	Objetivo 3 - Reavaliação e Reestruturação da Estrutura Organizacional Responsável pela Gestão de Resíduos Sólidos
3.1	Não há referências claras a ações concretas de controle e fiscalização ambiental diretamente aplicadas pelo município para acompanhamento e possíveis intervenções nas atividades relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, contratos com empresas terceirizadas para coleta e destinação final
3.2	Necessidade de aumento do controle e fiscalização em diversas frentes da gestão de resíduos sólidos no município
3.3	Necessidade de maior atuação do Conselho de Saneamento em suas competências quanto a fiscalização das políticas públicas de gestão de resíduos bem como quanto aos serviços prestados. Manter a participação ativa da sociedade civil e realizar as devidas articulações para a execução do PMGIRS
3.4	Quadro de pessoal reduzido (insuficiente para demanda)
3.5	Necessidade de sistema de informações para gestão de resíduos, considerando disponibilidade de dados e sistematização de informações para alimentação da plataforma SINISA

	DESCRIÇÃO
3.6	Uma mesma equipe pode atuar em demais serviços (SMMA e SMISU)
3.7	Não há de fato um departamento, divisão ou setor relacionado especificamente à gestão de resíduos
4	Objetivo 4 - Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional
4.1	40,41% dos resíduos encaminhados para a coleta convencional em Piraquara são passíveis de reciclagem por conta da segregação ineficiente dos resíduos na fonte (residências), havendo, portanto, necessidade de aumentar a conscientização da população
4.2	Necessidade de aumento do número de veículos para coleta
4.3	Setores de Coleta não discriminam a área rural
4.4	Necessidade de aumento da coleta na área rural para 100%
4.5	Não há definição clara das rotas e horários
4.6	Necessidade de esclarecer melhor sobre as manutenções preventivas
4.7	ATT fica localizada em Pinhais
4.8	Necessidade de implantação de ATT própria no município
4.9	Atraso na coleta convencional em Piraquara devido prioridade dos caminhões de Pinhais em descarregarem os resíduos na ATT
4.10	Os resíduos são coletados e encaminhados para aterro sanitário da mesma forma que os resíduos domiciliares pela coleta convencional, sem que haja uma fiscalização rigorosa quanto a eventuais grandes geradores que estejam destinando quantidades superiores ao estabelecido pela legislação municipal
5	Objetivo 5 - Ampliar e Manter a Coleta Seletiva
5.1	41% dos resíduos recebidos na associação são rejeitos
5.2	Menor eficiência da coleta convencional pois tem o retrabalho de coletar todo rejeito coletado pela coleta seletiva
5.3	Falta de parceria entre empresas de reciclagem, catadores informais e a Prefeitura

	DESCRIÇÃO
5.4	O valor mensal de R\$ 15.849,03 estabelecido por contrato não é suficiente para garantir um que os associados recebam um repasse financeiro minimamente digno pela produtividade e PSA (não chegando nem ao valor de um salário mínimo por associado)
5.5	Não há pagamento referente ao PSA quando o valor de toneladas encaminhadas para a RECIQUARA ultrapassa o limite de 27 toneladas estabelecido por contrato
5.6	Espaço físico, quantidade de associados e maquinários insuficientes frentes à demanda de resíduos encaminhados para a Associação
5.7	Quantidade de Rejeitos encaminhada para a RECIQUARA superior a 40%, sendo que o limite estabelecido pelo contrato é de 35%
5.8	Paralisação da comercialização/destinação final do isopor
5.9	Setores de Coleta não discriminam a área rural
5.10	Não há definição clara das rotas e horários
5.11	Necessidade de revisão do Plano de Trabalho do Contrato de prestação de serviço de Coleta e Transporte de resíduos recicláveis
5.12	Necessidade de Fiscalização quanto a execução dos Planos de Trabalho dos Contratos de prestação de serviços de coleta e transporte de recicláveis
6	Objetivo 6 - Coleta e Gerenciamento Diferenciado dos Resíduos Orgânicos
6.1	Falta de coleta diferenciada
6.2	Necessidade de diminuir a quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para aterro sanitário
6.3	Necessidade de realizar e acompanhar ações de educação ambiental e compostagem
7	Objetivo 7 - Ampliar e Adequar os Serviços de Limpeza Pública
7.1	Não há serviço de coleta porta a porta, bem como Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) para os resíduos volumosos e entulhos, apenas contratos emergenciais
7.2	Não há o mapeamento oficial dos locais de instalação dos coletores e conjuntos lixeiras
7.3	Não há acompanhamento da condição de uso dos coletores e conjuntos lixeiras

	DESCRIÇÃO
8	Objetivo 8 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa
8.1	Informalidade da gestão da maioria dos RLO abrangidos
8.2	Não há PEV para pneus inservíveis em Piraquara
8.3	Necessidade de estabelecer parcerias com empresas/entidades gestoras
8.4	Necessidade de ampliar participação da população para o descarte adequado dos RLO
8.5	Necessidade de implantar mais PEVs
8.6	Necessidade de ampliar a gama de RLO abrangidos
8.7	Necessidade de ampliar ações de educação ambiental
9	Objetivo 9 - Disposição Final dos Rejeitos
9.1	Aterro Sanitário ESTRE próximo do final de sua vida útil
9.2	O Horto Municipal fica localizado em uma área de antigo lixão, sem PRAD que regulamente o encerramento das atividades executadas no passado
9.3	O Horto Municipal atualmente recebe resíduos da poda, funcionando como uma área de trituração e armazenamento temporário de resíduo vegetal, porém não há PRAD que regulamente o encerramento das atividades de descarte irregular no passado (lixão)
10	Objetivo 10 - Reestruturar o Sistema Tarifário
10.1	Necessidade de controle quanto ao cadastro realizado pela Sanepar (se a alíquota está sendo aplicada corretamente)
10.2	Necessidade de revisar as categorias das taxas aplicadas
10.3	Necessidade de adequar e alinhar a legislação municipal vigente com a cobrança feita pela Sanepar
11	Objetivo 11 - Implementar e Aprimorar Programas de Educação Ambiental
11.1	Necessidade de revisar, atualizar e regulamentar por meio de Lei Municipal o Plano Municipal de Educação Ambiental



	DESCRIÇÃO
11.2	Baixa divulgação específica sobre a coleta seletiva municipal
11.3	Falta de programas de educação ambiental que envolvam, ao mesmo tempo, alunos e pais
11.4	Inexistência de programas de educação ambiental para servidores públicos
11.5	Necessidade de intensificação de ações e programas de educação ambiental em todos os níveis municipais
11.6	Falta de distribuição de informação sobre todos os tipos de resíduos previstos na Lei 12.305/2010

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Ao abordar esses objetivos, o Prognóstico do PMGIRS visa transformar os desafios do município em oportunidades para o desenvolvimento sustentável, criando um sistema de gestão de resíduos sólidos mais eficiente, inclusivo e resiliente. Essa abordagem prospectiva reforça o compromisso de Piraquara com a sustentabilidade e com o bem-estar de sua população, assegurando que as soluções propostas sejam integradas, factíveis e orientadas para o futuro.

2. PROJEÇÃO POPULACIONAL

A projeção populacional é uma importante etapa para o desenvolvimento do PMGIRS de Piraquara, fornecendo as bases para compreender a evolução demográfica do município e antecipar as demandas futuras de serviços e infraestrutura. Com um horizonte de planejamento de 20 anos, esse estudo busca dimensionar de maneira estratégica as ações relacionadas à gestão de resíduos, de forma alinhada às mudanças populacionais e suas respectivas características. Para a realização das projeções demográficas, foram utilizados dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022, os quais fornecem um panorama histórico da evolução populacional do município.

Os métodos de projeção aplicados incluem o método do Crescimento, Aritmético, da Previsão e o método Geométrico. Assim, o estudo populacional não apenas quantifica o crescimento esperado, mas também oferece insumos essenciais para o planejamento de ações voltadas à sustentabilidade e à gestão integrada de resíduos sólidos ao longo do período projetado. Dessa forma, os valores apresentados na Tabela 1 mostram os dados populacionais de Piraquara.

Tabela 1 – Histórico populacional.

Descrição	2000	2010	2022
População total	74438	93207	118730
População urbana	60000	80000	98807
População rural	14438	13207	19923

Fonte: IBGE, (2023). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em relação à tabela acima, vale dizer que a diferenciação numérica entre a população rural e a população urbana do ano de 2022 não foi informada pelo IBGE. Para formulação dos números indicados na tabela, calculou-se primeiramente as porcentagens da população rural em relação à população total para os anos de 2000 e 2010. Em seguida, foi feita a média entre as duas porcentagens, valor escolhido para realização do cálculo estimado da população rural do ano de 2022. Com isso, também foi possível encontrar o valor para a população urbana. O memorial de cálculo a seguir descreve tal procedimento adotado.

$$\text{Porcentagem Pop. Rural} = \left(\frac{\text{Pop. Rural}}{\text{Pop. Total}} \right) \times 100$$

$$\text{Porcentagem Pop. Rural (2000)} = \left(\frac{14.438}{74.438} \right) \times 100$$

$$\text{Porcentagem Pop. Rural (2000)} = \mathbf{19,40\%}$$

$$\text{Porcentagem Pop. Rural (2010)} = \left(\frac{13.207}{93.207} \right) \times 100$$

$$\text{Porcentagem Pop. Rural (2010)} = \mathbf{14,17\%}$$



$$\text{Média} = \frac{\text{Porcentagem Pop. Rural (2000)} + \text{Porcentagem Pop. Rural (2010)}}{2}$$

$$\text{Média} = \frac{19,40\% + 14,17\%}{2}$$

$$\text{Média} = \mathbf{16,78\%}$$



$$\text{População Rural (2022)} = \text{Pop. Total (2022)} \times \left(\frac{\text{Porcentagem Pop. Rural}}{100} \right)$$

$$\text{População Rural (2022)} = 118.730 \times \left(\frac{16,78}{100} \right)$$

$$\text{População Rural (2022)} = \mathbf{19.923 \text{ habitantes}}$$

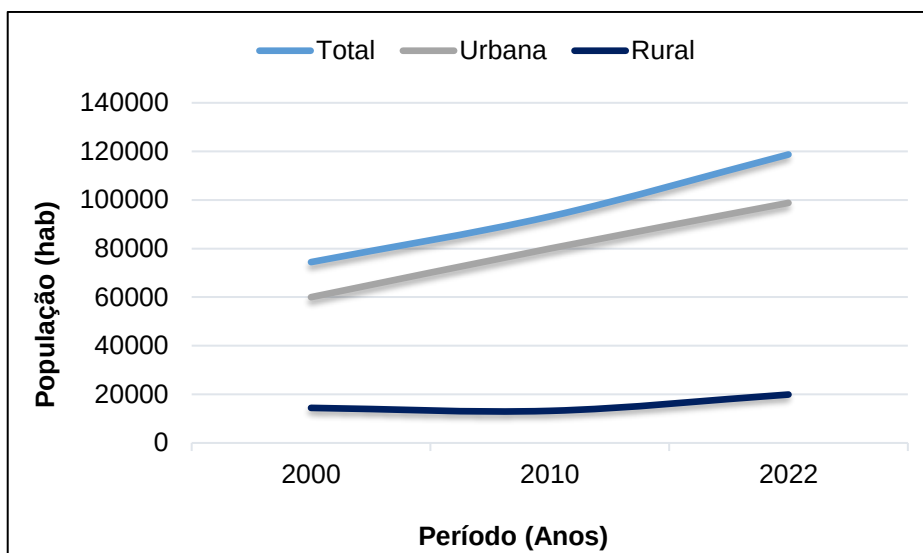
$$\text{População Urbana (2022)} = \text{Pop. Total} - \text{Pop. Rural}$$

$$\text{População Urbana (2022)} = 118.730 - 19.923$$

$$\text{População Urbana (2022)} = \mathbf{98.807 \text{ habitantes}}$$

Desse modo, foi possível identificar valores aceitáveis para as respectivas populações referentes ao ano de 2022. Em seguida, o Gráfico 1 mostra a evolução e distribuição da população de Piraquara durante os anos de 2000, 2010 e 2022 (IBGE).

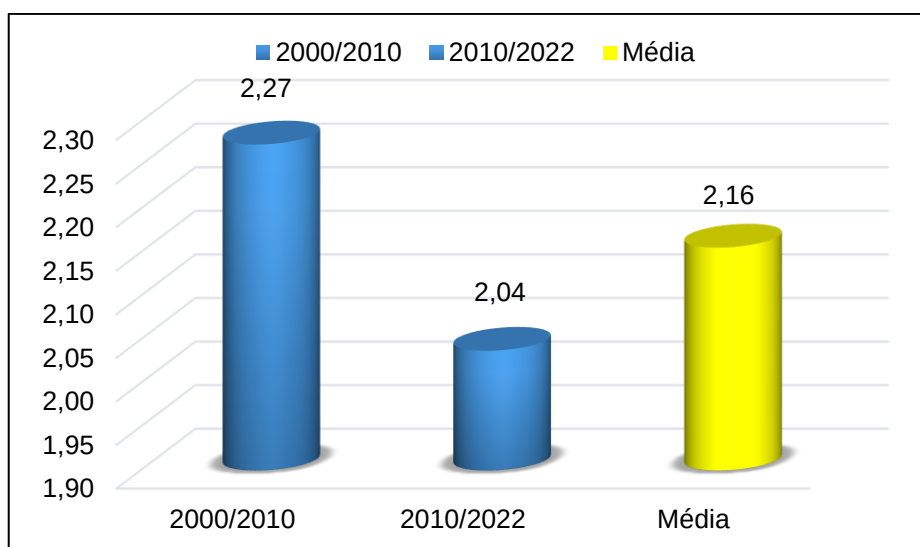
Gráfico 1 – Evolução da população (IBGE).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Gráfico 2 mostra a taxa de crescimento anual para cada período intercensitário analisado. Para o período de 2000/2010 a taxa encontrada foi de 2,27, enquanto no período de 2010/2022 foi de 2,04. Desse modo, tem-se que a taxa de crescimento anual média representa o valor de 2,16.

Gráfico 2 – Taxa de crescimento anual.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adéqua a realidade do município, obteve-se as linhas de tendência para os dados do SNIS, através do *software* Microsoft Excel, utilizando-se cinco tipos diferentes de curvas: linear, potencial, exponencial, logarítmica e polinomial. A evolução da população e a taxa de crescimento (%) ano a ano são determinadas a partir da curva que melhor se ajusta aos dados utilizados. Sendo assim, a tabela exhibe os valores do desvio padrão (R^2) de cada curva estudada.

Tabela 2 – Linhas de tendência (desvio padrão).

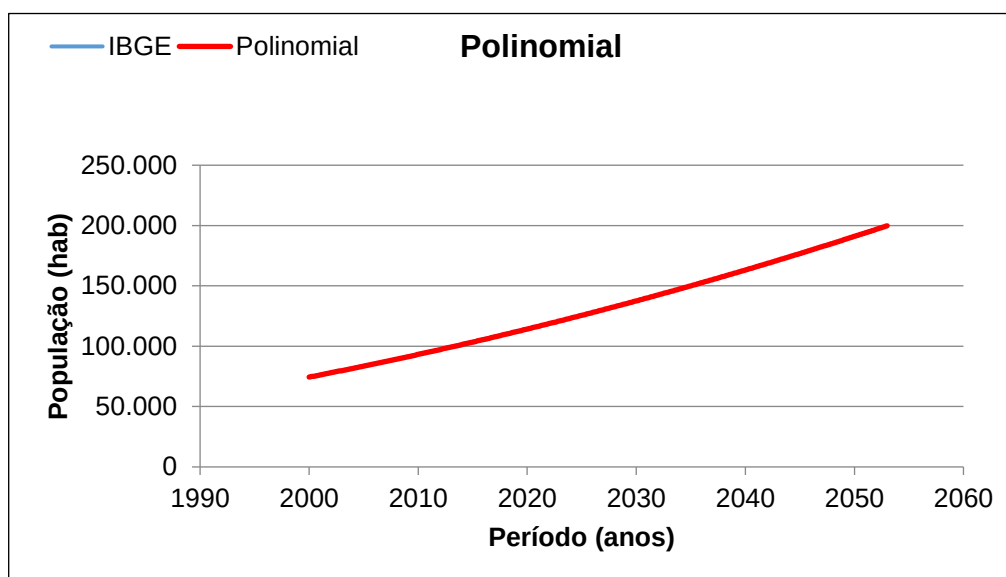
Curva	Desvio padrão (R^2)
Curva Linear	0,99874918
Curva Potencial	0,9992
Curva Exponencial	0,99909539345380900000000000
Curva Logarítmica	0,99863630
Curva Polinomial	1,00000000

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A escolha da melhor linha de tendência possível para o município deve ser pautada em seu valor de R^2 mais próximo de 1. Dessa forma, o estudo mostra que a linha de tendência que melhor se ajustou aos dados do IBGE analisados foi a linha polinomial, resultante da equação descrita abaixo, onde “y” é a população em um determinado tempo e “x” é o ano nesse tempo. Ilustrada também no Gráfico 3.

$$y = 11,36439394x^2 - 43.694,31969697x + 42.005.501,63636460$$
$$R^2 = 1,00000000$$

Gráfico 3 – Curva Polinomial (linha de tendência).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência escolhida, os valores obtidos são comparados para cada método de crescimento. Desta forma, o método indicado como mais aplicável ao comportamento do município foi o método Previsão. O mesmo mostrou-se como o mais indicado a estimar e retratar a população futura de Piraquara, em um horizonte de planejamento de 20 anos. Entretanto, o *software* e método utilizados preveem o aumento populacional apenas da população total. Por conta disso, para consolidar a estimativa das populações rurais e urbanas será considerada a porcentagem média (16,78%) encontrada anteriormente para a população rural. Portanto, a projeção da população do Município de Piraquara é apresentada pela Tabela 3.

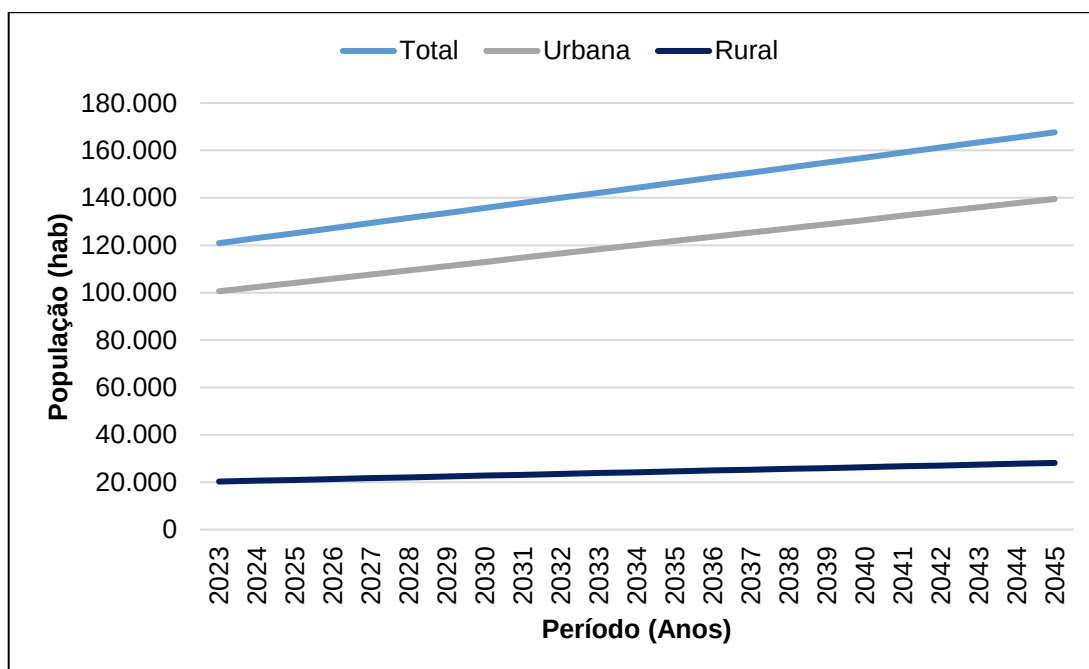
Tabela 3 – Projeção populacional de Piraquara (número de habitantes).

Ano	População Total Projetada	População Urbana Projetada	População Rural Projetada
2023	120.857	100.577	20.280
2024	122.984	102.347	20.637
2025	125.111	104.117	20.994
2026	127.238	105.887	21.351
2027	129.365	107.658	21.707
2028	131.492	109.428	22.064
2029	133.618	111.197	22.421

Ano	População Total Projetada	População Urbana Projetada	População Rural Projetada
2030	135.745	112.967	22.778
2031	137.872	114.737	23.135
2032	139.999	116.507	23.492
2033	142.126	118.277	23.849
2034	144.253	120.047	24.206
2035	146.380	121.817	24.563
2036	148.507	123.588	24.919
2037	150.634	125.358	25.276
2038	152.761	127.128	25.633
2039	154.888	128.898	25.990
2040	157.015	130.668	26.347
2041	159.141	132.437	26.704
2042	161.268	134.207	27.061
2043	163.395	135.977	27.418
2044	165.522	137.747	27.775
2045	167.649	139.517	28.132

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 4 – Aumento populacional (projeção).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3. PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A projeção de geração de resíduos sólidos é uma etapa fundamental no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Ela permite ao município estimar a quantidade de resíduos que será gerada ao longo dos anos, possibilitando a adoção de medidas e políticas públicas para seu gerenciamento adequado. A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), reforça a importância de prever e planejar a geração de resíduos. Conforme disposto no artigo 19, inciso V, o plano municipal deve contemplar o "diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados", incluindo a quantificação dos resíduos e a previsão de sua geração futura. Esse requisito visa orientar o município na elaboração de um sistema de gestão de resíduos sólidos que seja eficiente, sustentável e adaptado às necessidades locais.

Realizar tal projeção também é essencial para que o município possa identificar tendências e avaliar os impactos de diferentes cenários de desenvolvimento, como crescimento populacional, mudanças nos padrões de consumo e avanços tecnológicos. Ela fundamenta a tomada de decisões sobre a ampliação de infraestrutura, investimentos em coleta e tratamento de resíduos, e a adoção de práticas de minimização e reciclagem. Desse modo, a previsão torna-se um instrumento técnico e estratégico para o PMGIRS, uma vez que permite ao município antecipar desafios e planejar soluções a longo prazo.

Além disso, a construção de cenários otimistas, pessimistas e base para essas projeções aumenta a credibilidade e a robustez do planejamento. Segundo Schwartz (2006), em *The Art of the Long View*, a formulação de cenários auxilia na compreensão das possíveis variações futuras, permitindo uma análise mais robusta e resiliente frente à incerteza. Porter (2009) destaca que os cenários oferecem uma estrutura estratégica que permite ao município avaliar tanto as oportunidades quanto as ameaças, ajudando a alinhar as ações do PMGIRS com possíveis mudanças no contexto socioeconômico e ambiental. Já Snowden e Boone (2007), por meio do modelo “Cynefin”, argumentam que a criação de múltiplos cenários é particularmente eficaz em sistemas complexos e incertos, como o gerenciamento de resíduos sólidos, pois ajuda a adaptar as políticas municipais a situações imprevistas e a evitar falhas operacionais.

Dessa forma, infere-se que o uso de cenários na projeção da geração de resíduos solidifica o PMGIRS, conferindo-lhe não apenas previsibilidade e precisão, mas também uma maior flexibilidade para enfrentar os desafios futuros. A aplicação desse método torna-se essencial para garantir um sistema de gestão de resíduos que seja eficiente, econômico e sustentável, adequando-se aos diferentes cenários possíveis de desenvolvimento do município. Portanto, para a projeção da geração de resíduos sólidos em Piraquara serão adotados os seguintes cenários:

- **Cenário Base:** considera a situação mais provável ou o desenvolvimento “natural” do contexto analisado, sem interferências externas. Esse cenário projeta um aumento gradual da geração de resíduos com base nas tendências de crescimento populacional e desenvolvimento econômico, servindo como uma referência para a comparação com os cenários otimista e pessimista.
- **Cenário Pessimista:** contempla as condições mais adversas para a gestão de resíduos sólidos, incluindo o aumento da geração de resíduos devido a padrões de consumo não sustentáveis, baixa adesão a programas de reciclagem e limitações na infraestrutura de tratamento e destinação final.
- **Cenário Intermediário:** reflete condições um pouco mais favoráveis para a geração de resíduos sólidos, considerando políticas e ações eficazes de redução e reciclagem, avanços em tecnologias de tratamento e reaproveitamento e maior engajamento da população, com pouca mudança de hábitos de consumo.
- **Cenário Otimista:** reflete as condições mais favoráveis para a geração de resíduos sólidos, considerando políticas e ações eficazes de redução e reciclagem, avanços em tecnologias de tratamento e reaproveitamento e maior engajamento da população, além de boa mudança de hábitos de consumo.

Esses cenários serão aplicados para a geração total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), coleta convencional e coleta seletiva. Para isso, importantes dados já apresentados como a análise gravimétrica, projeção populacional e a geração *per capita* terão grande relevância para formulação das projeções nos diferentes cenários. No caso da geração *per capita*, torna-se necessário o cálculo de uma média baseada nos dados já apresentados na etapa de diagnóstico, assim como a taxa anual média de geração, exibidas pela Tabela 4. A análise gravimétrica segue novamente indicada pela Tabela 5 e a projeção populacional será considerada a mesma da Tabela 3 (população total).

Tabela 4 – Geração *per capita* anual média.

Ano	Geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	Taxa anual (%)
2013	0,42	-
2014	0,52	23,80952380952382
2015	0,47	-9,615384615384624
2016	0,48	2,1276595744680873
2020	0,5	4,1666666666666705
2021	0,5	0.0
2022	0,48	-4,0000000000000036
2023	0,51	6,2500000000000005
Média	0,485	3,25

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Com a aplicação da taxa anual média (3,25%), assim como da geração *per capita* média (0,485 kg/hab.dia), torna-se possível projetar a geração anual de resíduos sólidos em Piraquara para os anos seguintes, considerando a projeção populacional e os cenários elencados.

Tabela 5 – Análise gravimétrica da coleta convencional.

Material	%
Alumínio	3,24
Isopor	1,26
Metal	0,30
Orgânico	21,50
Outros	0,81

Material	%
Papel e papelão	12,10
PET	5,45
Plástico (diversos)	12,59
Rejeito	29,11
Trapos, pano e estopa	6,90
Vidro	6,73
Total	100

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Com base na gravimetria de Piraquara, torna-se possível dividir os materiais analisados em 3 tipos, Recicláveis, Orgânicos e Não Recicláveis. Essa divisão se faz necessária para posteriormente auxiliar nos cálculos e diferenciações a serem abordadas nas projeções de geração de resíduos sólidos nos diferentes cenários a serem estudados. Portanto, a referida divisão segue na Tabela 6.

Tabela 6 – Recicláveis, Orgânicos e Não Recicláveis conforme gravimetria.

Tipo	Material	%
Recicláveis	Alumínio	3,24
	Isopor	1,26
	Metal	0,30
	Papel e papelão	12,10
	PET	5,45
	Plástico (diversos)	12,59
	Vidro	6,73
Total Recicláveis		41,67
Orgânicos	Orgânico	21,50
Total Orgânicos		21,50
Não Recicláveis	Outros	0,81
	Rejeito	29,11
	Trapos, pano e estopa	6,90
Total Não Recicláveis		36,82

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.1. PROJEÇÃO RSU TOTAL

3.1.1. Cenário Base

Para realização da projeção do Cenário Base do RSU total de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

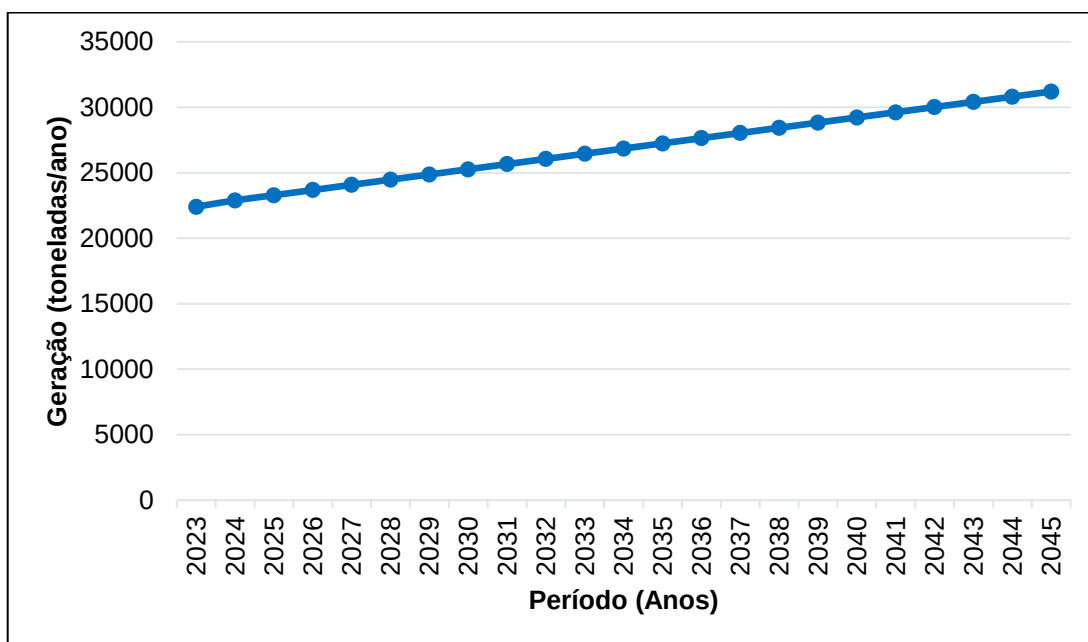
- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Geração *per capita* do ano de 2023 (Tabela 4);

Tabela 7 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário base).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2023	120.857	0,51	22.408.000	22.408
2024	122.984	0,51	21.771.242,60	22.893,4716
2025	125.111	0,51	22.147.774,78	23.289,41265
2026	127.238	0,51	22.524.306,95	23.685,3537
2027	129.365	0,51	22.900.839,13	24.081,29475
2028	131.492	0,51	23.277.371,30	24.477,2358
2029	133.618	0,51	23.653.726,45	24.872,9907
2030	135.745	0,51	24.030.258,63	25.268,93175
2031	137.872	0,51	24.406.790,80	25.664,8728
2032	139.999	0,51	24.783.322,98	26.060,81385
2033	142.126	0,51	25.159.855,15	26.456,7549
2034	144.253	0,51	25.536.387,33	26.852,69595
2035	146.380	0,51	25.912.919,50	27.248,637
2036	148.507	0,51	26.289.451,68	27.644,57805
2037	150.634	0,51	26.665.983,85	28.040,5191
2038	152.761	0,51	27.042.516,03	28.436,46015
2039	154.888	0,51	27.419.048,20	28.832,4012
2040	157.015	0,51	27.795.580,38	29.228,34225
2041	159.141	0,51	28.171.935,53	29.624,09715
2042	161.268	0,51	28.548.467,70	30.020,0382
2043	163.395	0,51	28.924.999,88	30.415,97925
2044	165.522	0,51	29.301.532,05	30.811,9203
2045	167.649	0,51	29.678.064,23	31.207,86135

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 5 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário base).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.1.2. Cenário Pessimista

Para realização da projeção do Cenário Pessimista do RSU total de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Aumento tendencial (3,25%) da taxa anual média de geração *per capita* (Tabela 4);

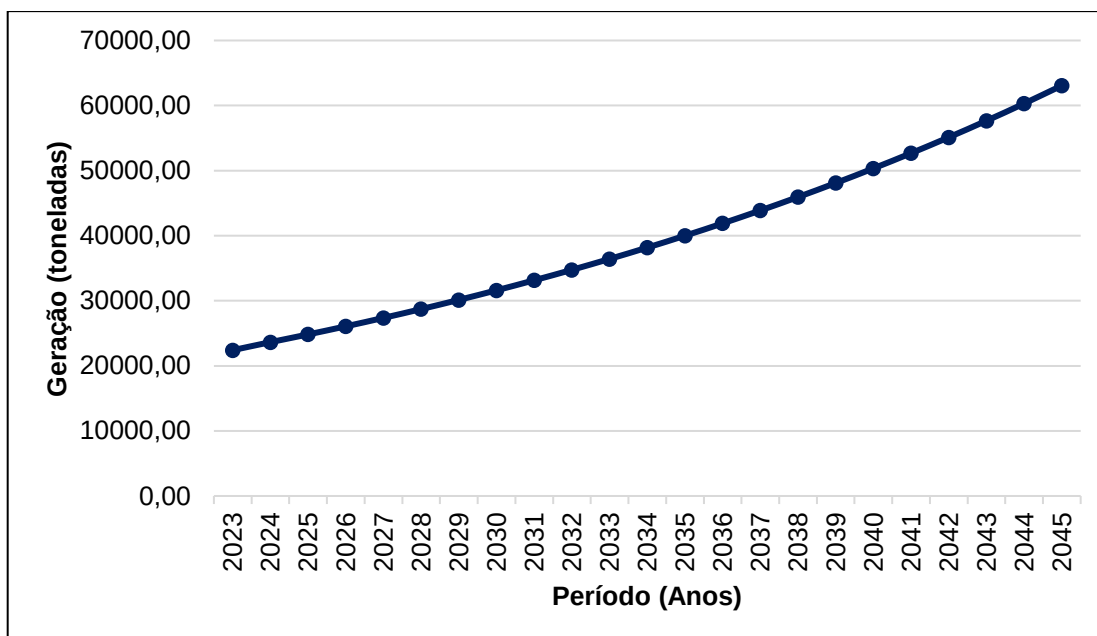
Tabela 8 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário pessimista).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2023	120.857	0,51	22.408.000	22.408,00
2024	122.984	0,526575	23.637.509,43	23.637,51
2025	125.111	0,543689	24.827.823,91	24.827,82
2026	127.238	0,561359	26.070.541,72	26.070,54
2027	129.365	0,579603	27.367.811,80	27.367,81
2028	131.492	0,59844	28.721.867,43	28.721,87
2029	133.618	0,617889	30.134.803,88	30.134,80
2030	135.745	0,637971	31.609.476,60	31.609,48

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2031	137.872	0,658705	33.148.173,15	33.148,17
2032	139.999	0,680112	34.753.497,48	34.753,50
2033	142.126	0,702216	36.428.155,12	36.428,16
2034	144.253	0,725038	38.174.957,13	38.174,96
2035	146.380	0,748602	39.996.824,03	39.996,82
2036	148.507	0,772931	41.896.789,98	41.896,79
2037	150.634	0,798052	43.878.007,08	43.878,01
2038	152.761	0,823988	45.943.749,80	45.943,75
2039	154.888	0,850768	48.097.419,65	48.097,42
2040	157.015	0,878418	50.342.549,95	50.342,55
2041	159.141	0,906967	52.682.479,79	52.682,48
2042	161.268	0,936443	55.121.672,54	55.121,67
2043	163.395	0,966877	57.663.766,96	57.663,77
2044	165.522	0,998301	60.312.875,24	60.312,88
2045	167.649	1,030746	63.073.268,22	63.073,27

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 6 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário pessimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.1.3. Cenário Intermediário

Para realização da projeção do Cenário Intermediário do RSU total de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

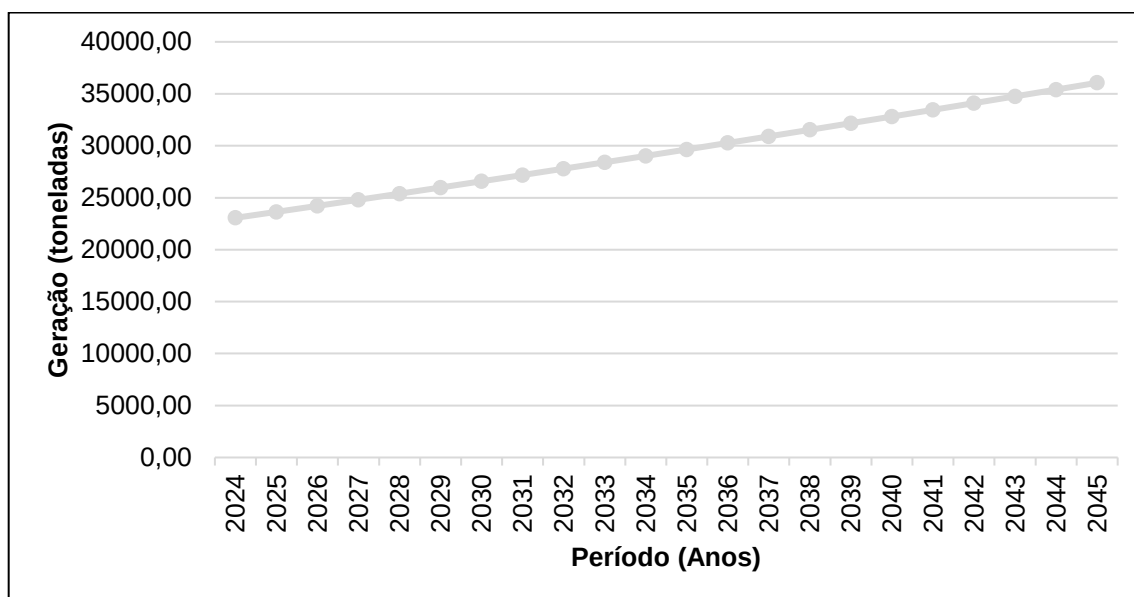
- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Metade do aumento tendencial da taxa anual média de geração *per capita* (Tabela 4);

Tabela 9 – Projeção da geração anual de RSU (cenário intermediário).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2023	120.857	0,51	22.408.000,00	22.408,00
2024	122.984	0,5182875	23.065.079,46	23.065,08
2025	125.111	0,526709672	23.638.088,12	23.638,09
2026	127.238	0,535268704	24.216.469,62	24.216,47
2027	129.365	0,54396682	24.800.130,93	24.800,13
2028	131.492	0,552806281	25.388.972,69	25.388,97
2029	133.618	0,561789383	25.982.694,52	25.982,69
2030	135.745	0,570918461	26.581.571,31	26.581,57
2031	137.872	0,580195886	27.185.290,31	27.185,29
2032	139.999	0,589624069	27.793.724,65	27.793,72
2033	142.126	0,59920546	28.406.740,01	28.406,74
2034	144.253	0,608942549	29.024.194,37	29.024,19
2035	146.380	0,618837865	29.645.937,77	29.645,94
2036	148.507	0,628893981	30.271.812,05	30.271,81
2037	150.634	0,639113508	30.901.650,61	30.901,65
2038	152.761	0,649499102	31.535.278,09	31.535,28
2039	154.888	0,660053463	32.172.510,17	32.172,51
2040	157.015	0,670779331	32.813.153,21	32.813,15
2041	159.141	0,681679496	33.456.793,77	33.456,79
2042	161.268	0,692756787	34.103.638,00	34.103,64
2043	163.395	0,704014085	34.753.253,67	34.753,25
2044	165.522	0,715454314	35.405.407,02	35.405,41
2045	167.649	0,727080447	36.059.853,49	36.059,85

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 7 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário intermediário).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.1.4. Cenário Otimista

Para realização da projeção do Cenário Otimista do RSU total de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Diminuição anual da geração *per capita* (total de 30% ao final dos 20 anos de planejamento);

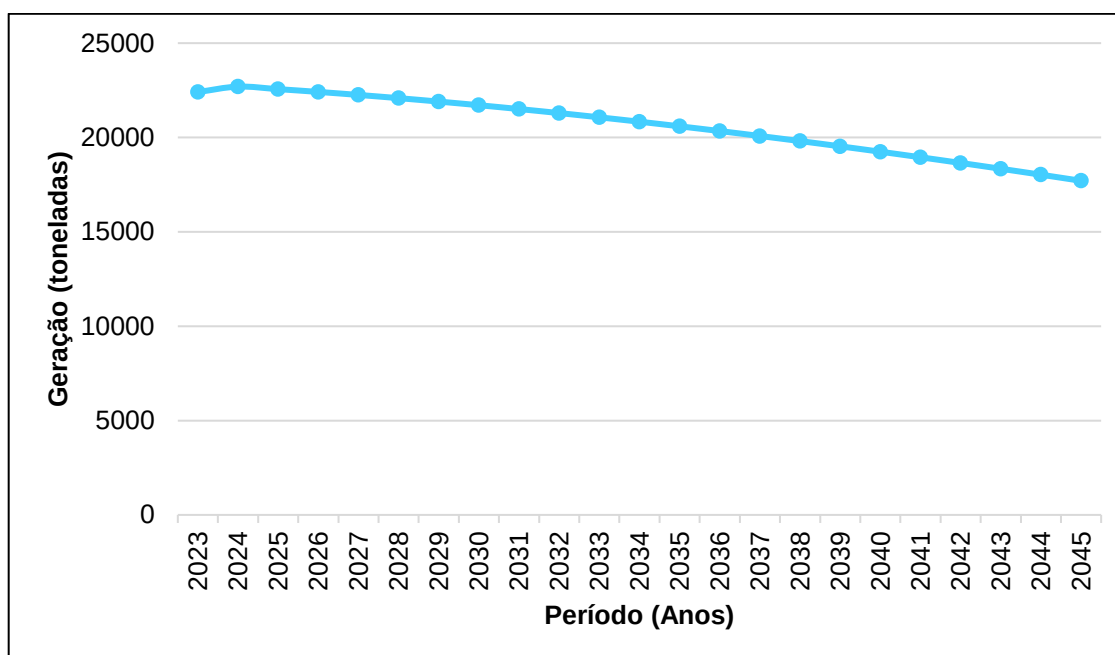
Tabela 10 – Projeção da geração anual de RSU (cenário otimista).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2023	120.857	0,51	22.408.000	22.408,00
2024	122.984	0,51	22.696.265,15	22.696,27
2025	125.111	0,502714286	22.561.204,44	22.561,20
2026	127.238	0,495428571	22.414.034,03	22.414,03
2027	129.365	0,488142857	22.255.046,29	22.255,05
2028	131.492	0,480857143	22.084.533,55	22.084,53
2029	133.618	0,473571429	21.902.624,23	21.902,62
2030	135.745	0,466285714	21.709.942,51	21.709,94
2031	137.872	0,459	21.506.612,78	21.506,61

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração <i>per capita</i> projetada (kg/hab.dia)	Geração total RSU projetada (kg/ano)	Geração total RSU projetada (t/ano)
2032	139.999	0,451714286	21.292.927,37	21.292,93
2033	142.126	0,444428571	21.069.178,64	21.069,18
2034	144.253	0,437142857	20.835.658,92	20.835,66
2035	146.380	0,429857143	20.592.660,57	20.592,66
2036	148.507	0,422571429	20.340.475,91	20.340,48
2037	150.634	0,415285714	20.079.397,3	20.079,40
2038	152.761	0,408	19.809.717,08	19.809,72
2039	154.888	0,400714286	19.531.727,6	19.531,73
2040	157.015	0,393428571	19.245.721,19	19.245,72
2041	159.141	0,386142857	18.951.871,11	18.951,87
2042	161.268	0,378857143	18.650.711,32	18.650,71
2043	163.395	0,371571429	18.342.411,59	18.342,41
2044	165.522	0,364285714	18.027.264,26	18.027,26
2045	167.649	0,357	17.705.561,68	17.705,56

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 8 – Projeção da geração anual total de RSU (cenário otimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

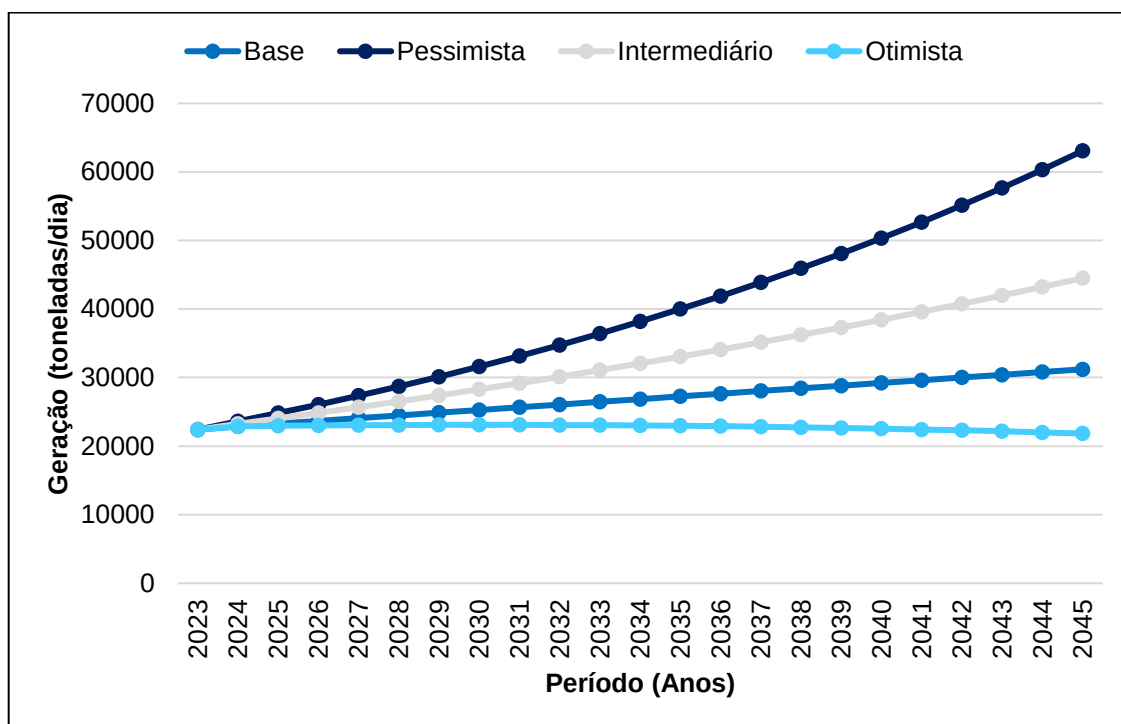
3.1.5. Síntese dos Cenários

Tabela 11 – Projeção da geração anual total de RSU (síntese).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração total RSU projetada (t/ano) Base	Geração total RSU projetada (t/ano) Pessimista	Geração total RSU projetada (t/ano) Intermediário	Geração total RSU projetada (t/ano) Otimista
2023	120.857	22.408	22.408,00	22.408,00	22.408,00
2024	122.984	22.893,4716	23.637,51	23.065,08	22.696,27
2025	125.111	23.289,41265	24.827,82	23.638,09	22.561,20
2026	127.238	23.685,3537	26.070,54	24.216,47	22.414,03
2027	129.365	24.081,29475	27.367,81	24.800,13	22.255,05
2028	131.492	24.477,2358	28.721,87	25.388,97	22.084,53
2029	133.618	24.872,9907	30.134,80	25.982,69	21.902,62
2030	135.745	25.268,93175	31.609,48	26.581,57	21.709,94
2031	137.872	25.664,8728	33.148,17	27.185,29	21.506,61
2032	139.999	26.060,81385	34.753,50	27.793,72	21.292,93
2033	142.126	26.456,7549	36.428,16	28.406,74	21.069,18
2034	144.253	26.852,69595	38.174,96	29.024,19	20.835,66
2035	146.380	27.248,637	39.996,82	29.645,94	20.592,66
2036	148.507	27.644,57805	41.896,79	30.271,81	20.340,48
2037	150.634	28.040,5191	43.878,01	30.901,65	20.079,40
2038	152.761	28.436,46015	45.943,75	31.535,28	19.809,72
2039	154.888	28.832,4012	48.097,42	32.172,51	19.531,73
2040	157.015	29.228,34225	50.342,55	32.813,15	19.245,72
2041	159.141	29.624,09715	52.682,48	33.456,79	18.951,87
2042	161.268	30.020,0382	55.121,67	34.103,64	18.650,71
2043	163.395	30.415,97925	57.663,77	34.753,25	18.342,41
2044	165.522	30.811,9203	60.312,88	35.405,41	18.027,26
2045	167.649	31.207,86135	63.073,27	36.059,85	17.705,56

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 9 – Projeção da geração anual de RSU (síntese).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2. PROJEÇÃO COLETA CONVENCIONAL

3.2.1. Cenário Base

Para realização da projeção do Cenário Base da coleta convencional de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Geração *per capita* média (Tabela 4);
- ✓ Composição gravimétrica da coleta convencional (Tabela 5).

Tabela 12 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário base).

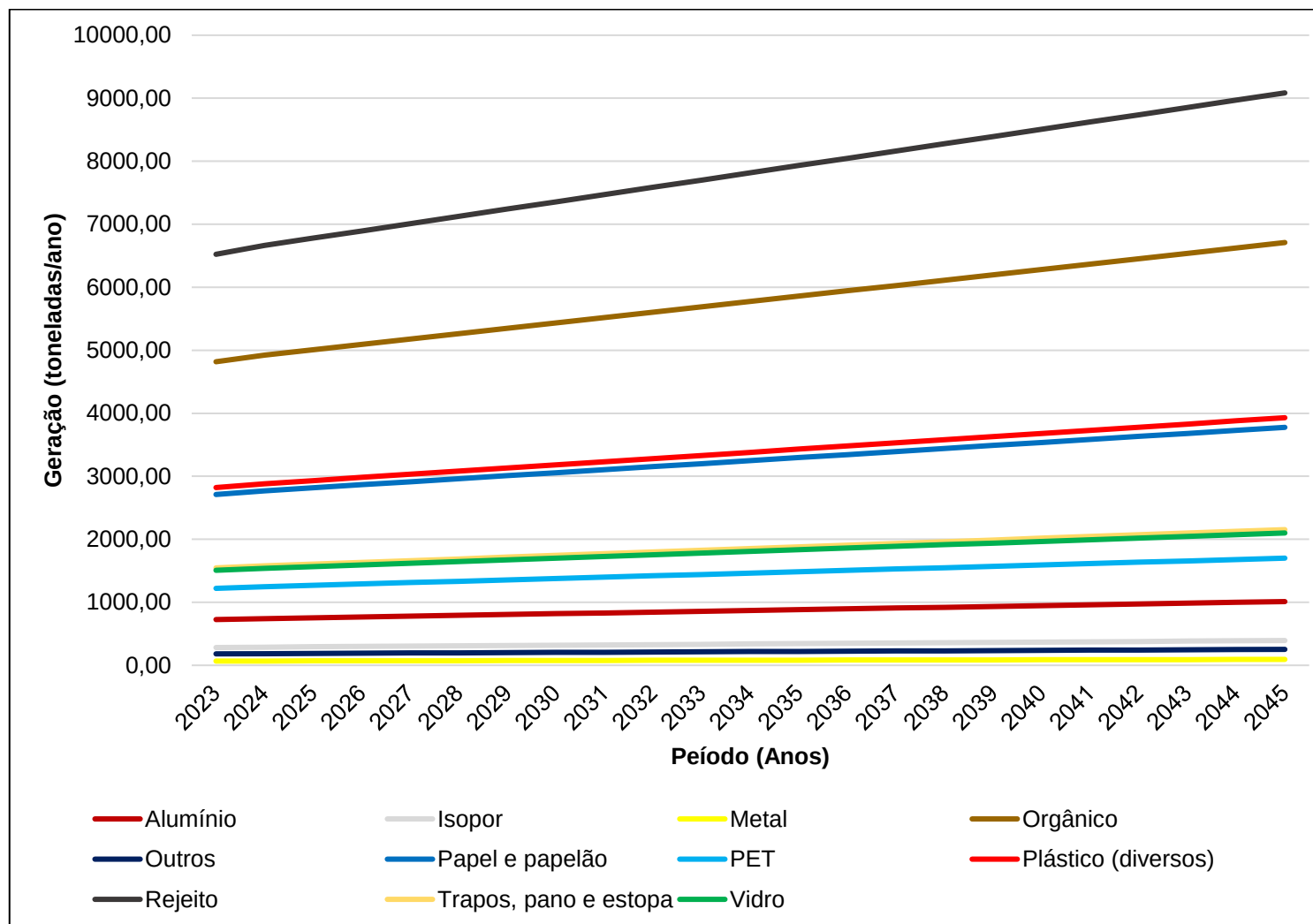
Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2023	726,02	282,34	67,22	4817,72	181,50	2711,37	1221,24	2821,17	6522,97	1546,15	1508,06
2024	741,75	288,46	68,68	4922,10	185,44	2770,11	1247,69	2882,29	6664,29	1579,65	1540,73
2025	754,58	293,45	69,87	5007,22	188,64	2818,02	1269,27	2932,14	6779,55	1606,97	1567,38
2026	767,41	298,44	71,06	5092,35	191,85	2865,93	1290,85	2981,99	6894,81	1634,29	1594,02
2027	780,23	303,42	72,24	5177,48	195,06	2913,84	1312,43	3031,84	7010,06	1661,61	1620,67
2028	793,06	308,41	73,43	5262,61	198,27	2961,75	1334,01	3081,68	7125,32	1688,93	1647,32
2029	805,88	313,40	74,62	5347,69	201,47	3009,63	1355,58	3131,51	7240,53	1716,24	1673,95
2030	818,71	318,39	75,81	5432,82	204,68	3057,54	1377,16	3181,36	7355,79	1743,56	1700,60
2031	831,54	323,38	76,99	5517,95	207,89	3105,45	1398,74	3231,21	7471,04	1770,88	1727,25
2032	844,37	328,37	78,18	5603,07	211,09	3153,36	1420,31	3281,06	7586,30	1798,20	1753,89
2033	857,20	333,36	79,37	5688,20	214,30	3201,27	1441,89	3330,91	7701,56	1825,52	1780,54
2034	870,03	338,34	80,56	5773,33	217,51	3249,18	1463,47	3380,75	7816,82	1852,84	1807,19
2035	882,86	343,33	81,75	5858,46	220,71	3297,09	1485,05	3430,60	7932,08	1880,16	1833,83
2036	895,68	348,32	82,93	5943,58	223,92	3344,99	1506,63	3480,45	8047,34	1907,48	1860,48
2037	908,51	353,31	84,12	6028,71	227,13	3392,90	1528,21	3530,30	8162,60	1934,80	1887,13
2038	921,34	358,30	85,31	6113,84	230,34	3440,81	1549,79	3580,15	8277,85	1962,12	1913,77
2039	934,17	363,29	86,50	6198,97	233,54	3488,72	1571,37	3630,00	8393,11	1989,44	1940,42
2040	947,00	368,28	87,69	6284,09	236,75	3536,63	1592,94	3679,85	8508,37	2016,76	1967,07
2041	959,82	373,26	88,87	6369,18	239,96	3584,52	1614,51	3729,67	8623,57	2044,06	1993,70
2042	972,65	378,25	90,06	6454,31	243,16	3632,42	1636,09	3779,52	8738,83	2071,38	2020,35
2043	985,48	383,24	91,25	6539,44	246,37	3680,33	1657,67	3829,37	8854,09	2098,70	2047,00



Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2044	998,31	388,23	92,44	6624,56	249,58	3728,24	1679,25	3879,22	8969,35	2126,02	2073,64
2045	1011,13	393,22	93,62	6709,69	252,78	3776,15	1700,83	3929,07	9084,61	2153,34	2100,29

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 10 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário base).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2.2. Cenário Pessimista

Para realização da projeção do Cenário Pessimista da coleta convencional de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Aumento tendencial da taxa anual média de geração *per capita* (Tabela 4);
- ✓ Composição gravimétrica da coleta convencional (Tabela 5).

Tabela 13 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário pessimista).

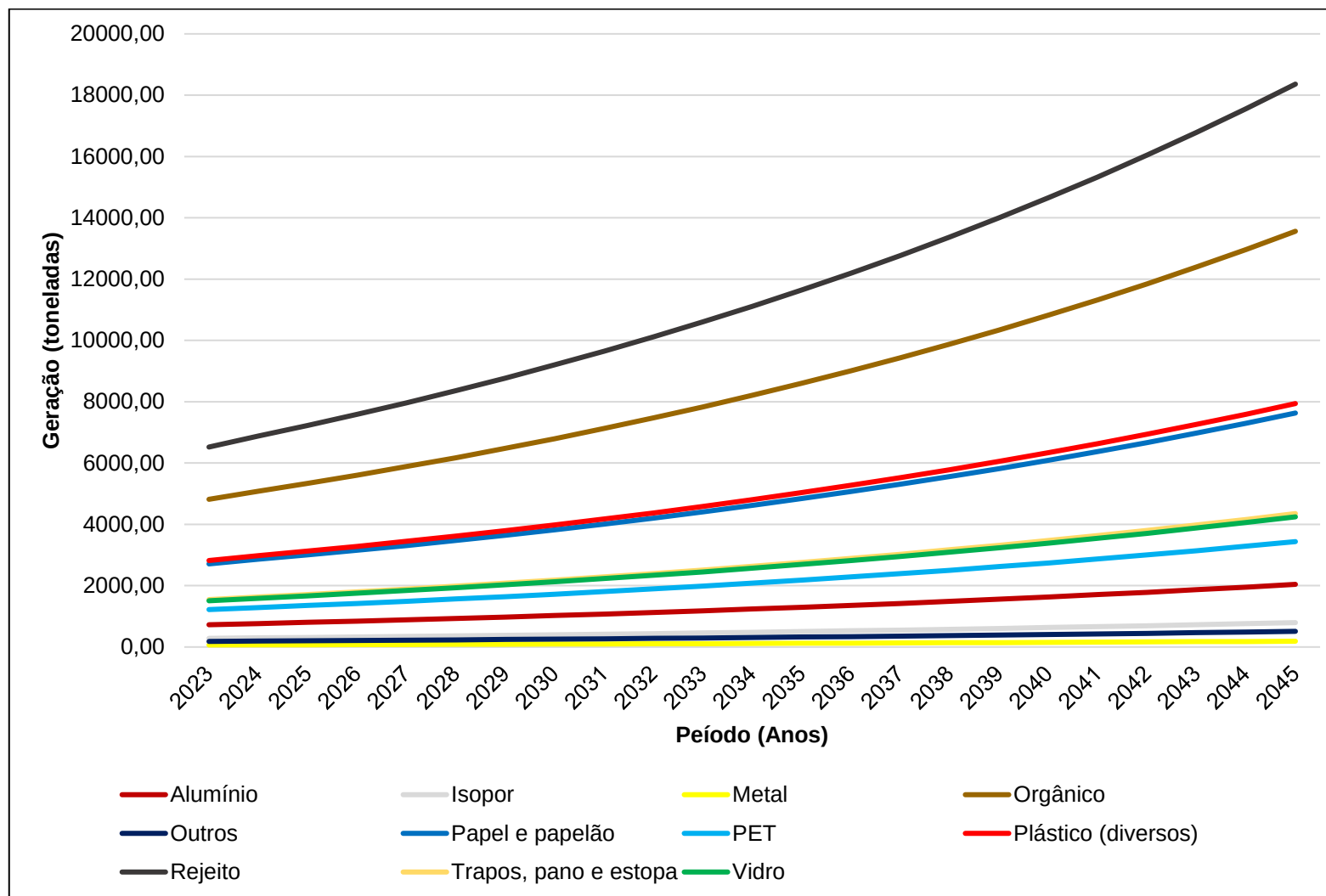
Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2023	726,02	282,34	67,22	4.817,72	181,50	2.711,37	1.221,24	2.821,17	6.522,97	1.546,15	1508,06
2024	765,86	297,83	70,91	5.082,06	191,46	2.860,14	1.288,24	2.975,96	6.880,88	1.630,99	1590,80
2025	804,42	312,83	74,48	5.337,98	201,11	3.004,17	1.353,12	3.125,82	7.227,38	1.713,12	1670,91
2026	844,69	328,49	78,21	5.605,17	211,17	3.154,54	1.420,84	3.282,28	7.589,13	1.798,87	1754,55
2027	886,72	344,83	82,10	5.884,08	221,68	3.311,51	1.491,55	3.445,61	7.966,77	1.888,38	1841,85
2028	930,59	361,90	86,17	6.175,20	232,65	3.475,35	1.565,34	3.616,08	8.360,94	1.981,81	1932,98
2029	976,37	379,70	90,40	6.478,98	244,09	3.646,31	1.642,35	3.793,97	8.772,24	2.079,30	2028,07
2030	1.024,15	398,28	94,83	6.796,04	256,04	3.824,75	1.722,72	3.979,63	9.201,52	2.181,05	2127,32
2031	1.074,00	417,67	99,44	7.126,86	268,50	4.010,93	1.806,58	4.173,36	9.649,43	2.287,22	2230,87
2032	1.126,01	437,89	104,26	7.472,00	281,50	4.205,17	1.894,07	4.375,47	10.116,74	2.397,99	2338,91
2033	1.180,27	458,99	109,28	7.832,05	295,07	4.407,81	1.985,33	4.586,30	10.604,24	2.513,54	2451,61
2034	1.236,87	481,00	114,52	8.207,62	309,22	4.619,17	2.080,54	4.806,23	11.112,73	2.634,07	2569,17
2035	1.295,90	503,96	119,99	8.599,32	323,97	4.839,62	2.179,83	5.035,60	11.643,08	2.759,78	2691,79
2036	1.357,46	527,90	125,69	9.007,81	339,36	5.069,51	2.283,38	5.274,81	12.196,16	2.890,88	2819,65
2037	1.421,65	552,86	131,63	9.433,77	355,41	5.309,24	2.391,35	5.524,24	12.772,89	3.027,58	2952,99
2038	1.488,58	578,89	137,83	9.877,91	372,14	5.559,19	2.503,93	5.784,32	13.374,23	3.170,12	3092,01
2039	1.558,36	606,03	144,29	10.340,95	389,59	5.819,79	2.621,31	6.055,47	14.001,16	3.318,72	3236,96
2040	1.631,10	634,32	151,03	10.823,65	407,77	6.091,45	2.743,67	6.338,13	14.654,72	3.473,64	3388,05
2041	1.706,91	663,80	158,05	11.326,73	426,73	6.374,58	2.871,20	6.632,72	15.335,87	3.635,09	3545,53
2042	1.785,94	694,53	165,37	11.851,16	446,49	6.669,72	3.004,13	6.939,82	16.045,92	3.803,40	3709,69
2043	1.868,31	726,56	172,99	12.397,71	467,08	6.977,32	3.142,68	7.259,87	16.785,92	3.978,80	3880,77



Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2044	1.954,14	759,94	180,94	12.967,27	488,53	7.297,86	3.287,05	7.593,39	17.557,08	4.161,59	4059,06
2045	2.043,57	794,72	189,22	13.560,75	510,89	7.631,87	3.437,49	7.940,92	18.360,63	4.352,06	4244,83

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 11 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário pessimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2.3. Cenário Intermediário

Para realização da projeção do Cenário Intermediário da coleta convencional de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Metade do aumento tendencial da taxa anual média de geração *per capita* (Tabela 4);
- ✓ Mudanças na composição gravimétrica, considerando aumento da porcentagem de recicláveis separados e encaminhados para coleta seletiva e orgânicos para compostagem (total de 30% ao final dos 20 anos de horizonte de planejamento).

Tabela 14 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário intermediário).

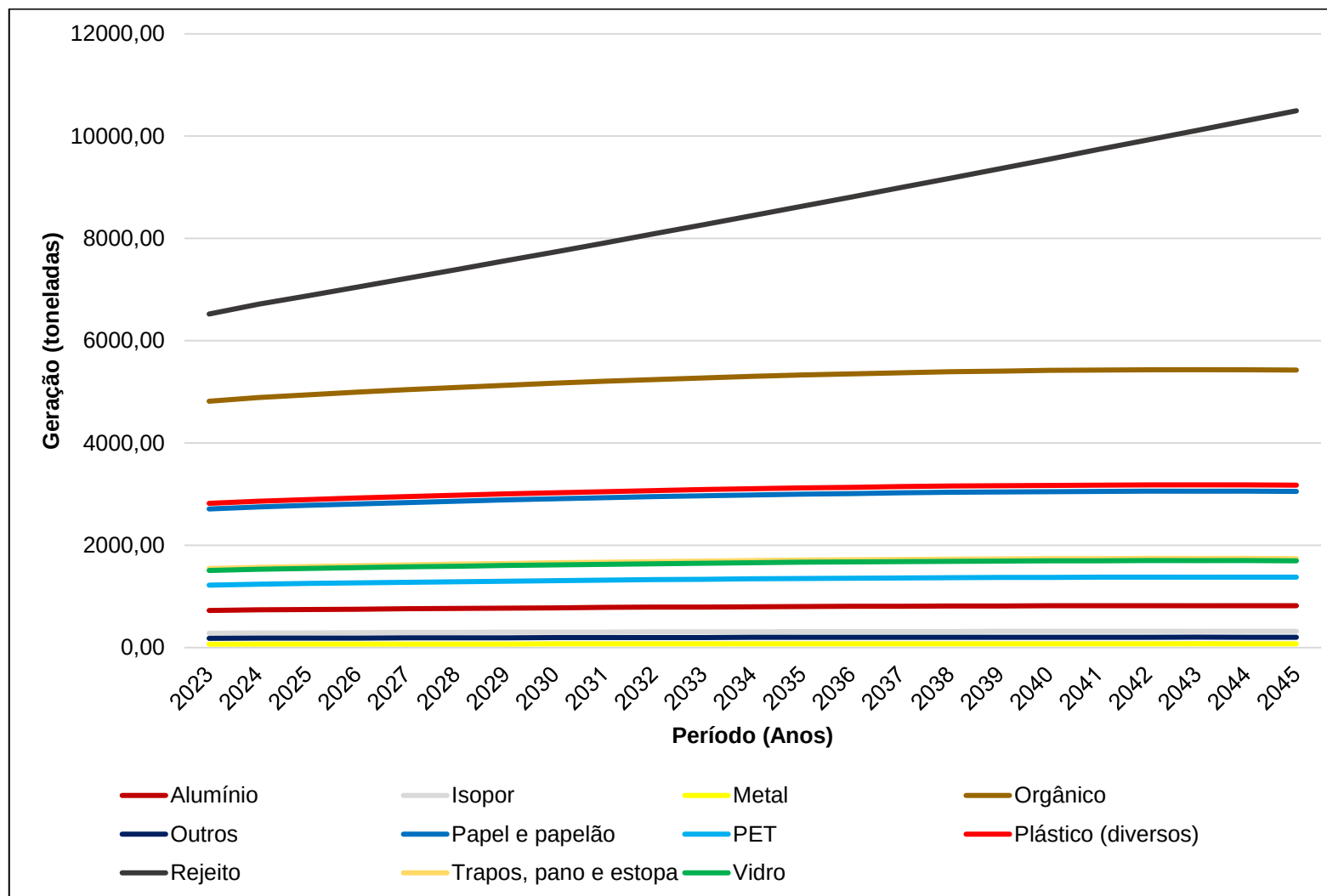
Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2023	726,02	282,34	67,22	4.817,72	181,50	2.711,37	1.221,24	2.821,17	6.522,97	1.546,15	1.508,06
2024	737,12	286,66	68,25	4.891,37	184,28	2.752,82	1.239,91	2.864,29	6.714,24	1.569,79	1.531,112
2025	744,99	289,72	68,98	4.943,58	186,25	2.782,20	1.253,14	2.894,87	6.881,05	1.586,55	1.547,457
2026	752,52	292,65	69,68	4.993,55	188,13	2.810,32	1.265,81	2.924,13	7.049,41	1.602,58	1.563,096
2027	759,70	295,44	70,34	5.041,19	189,92	2.837,13	1.277,88	2.952,03	7.219,32	1.617,87	1.578,01
2028	766,52	298,09	70,97	5.086,45	191,63	2.862,61	1.289,36	2.978,53	7.390,73	1.632,40	1.592,177
2029	772,96	300,60	71,57	5.129,22	193,24	2.886,68	1.300,20	3.003,58	7.563,56	1.646,12	1.605,565
2030	779,03	302,96	72,13	5.169,51	194,76	2.909,35	1.310,41	3.027,17	7.737,90	1.659,05	1.618,177
2031	784,72	305,17	72,66	5.207,22	196,18	2.930,57	1.319,97	3.049,25	7.913,64	1.671,15	1.629,981
2032	790,00	307,22	73,15	5.242,28	197,50	2.950,30	1.328,86	3.069,78	8.090,75	1.682,40	1.640,954
2033	794,87	309,12	73,60	5.274,62	198,72	2.968,50	1.337,05	3.088,72	8.269,20	1.692,78	1.651,077
2034	799,33	310,85	74,01	5.304,17	199,83	2.985,14	1.344,55	3.106,02	8.448,94	1.702,27	1.660,329
2035	803,35	312,41	74,38	5.330,88	200,84	3.000,17	1.351,32	3.121,66	8.629,93	1.710,84	1.668,689
2036	806,94	313,81	74,72	5.354,67	201,73	3.013,56	1.357,35	3.135,60	8.812,12	1.718,48	1.676,136
2037	810,07	315,03	75,01	5.375,48	202,52	3.025,27	1.362,62	3.147,78	8.995,47	1.725,15	1.682,651
2038	812,75	316,07	75,25	5.393,25	203,19	3.035,27	1.367,13	3.158,19	9.179,92	1.730,86	1.688,212
2039	814,96	316,93	75,46	5.407,91	203,74	3.043,52	1.370,84	3.166,77	9.365,42	1.735,56	1.692,8
2040	816,69	317,60	75,62	5.419,39	204,17	3.049,98	1.373,75	3.173,49	9.551,91	1.739,25	1.696,395
2041	817,93	318,08	75,73	5.427,60	204,48	3.054,61	1.375,83	3.178,30	9.739,27	1.741,88	1.698,966
2042	818,67	318,37	75,80	5.432,55	204,67	3.057,39	1.377,09	3.181,20	9.927,57	1.743,47	1.700,516
2043	818,91	318,47	75,83	5.434,15	204,73	3.058,29	1.377,49	3.182,13	10.116,67	1.743,98	1.701,014



Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2044	818,64	318,36	75,80	5.432,32	204,66	3.057,26	1.377,03	3.181,06	10.306,51	1.743,39	1.700,441
2045	817,84	318,05	75,73	5.427,01	204,46	3.054,27	1.375,68	3.177,95	10.497,02	1.741,69	1.698,78

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 12 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário intermediário).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2.4. Cenário Otimista

Para realização da projeção do Cenário Otimista da coleta convencional de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Diminuição anual da geração *per capita* (total de 30% ao final dos 20 anos de planejamento);
- ✓ Mudanças na composição gravimétrica, considerando aumento da porcentagem de recicláveis separados e encaminhados para coleta seletiva e orgânicos para compostagem (total de 30% ao final dos 20 anos de horizonte de planejamento).

Tabela 15 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário otimista).

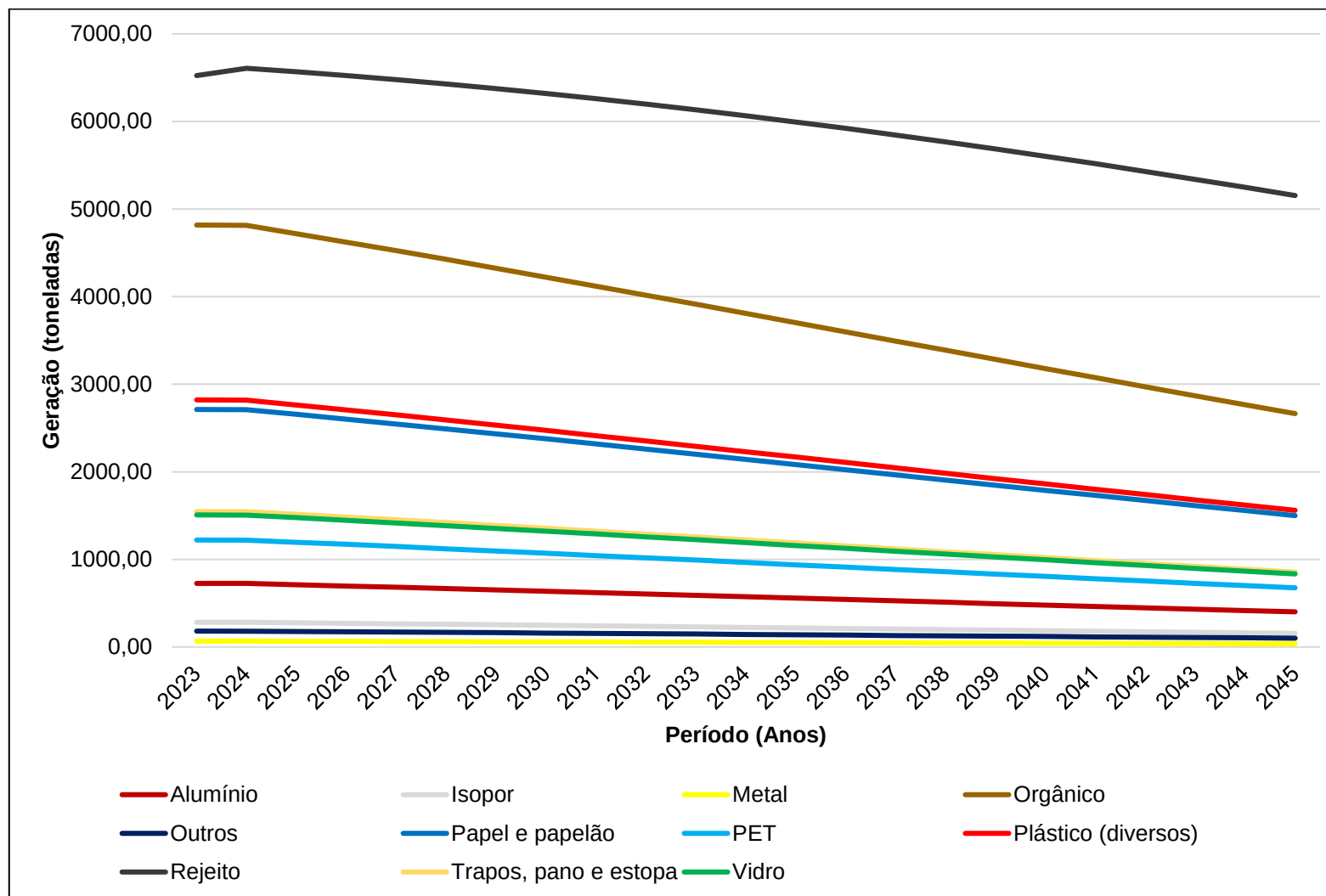
Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2023	726,02	282,34	67,22	4.817,72	181,50	2.711,37	1.221,24	2.821,17	6.522,97	1.546,15	1508,06
2024	725,33	282,07	67,16	4.813,16	181,33	2.708,80	1.220,08	2.818,49	6.606,88	1.544,69	1506,63
2025	711,05	276,52	65,84	4.718,37	177,76	2.655,45	1.196,05	2.762,99	6.567,57	1.514,27	1476,959
2026	696,51	270,86	64,49	4.621,88	174,13	2.601,15	1.171,59	2.706,48	6.524,73	1.483,30	1446,755
2027	681,73	265,12	63,12	4.523,84	170,43	2.545,98	1.146,74	2.649,08	6.478,44	1.451,84	1416,068
2028	666,75	259,29	61,74	4.424,44	166,69	2.490,03	1.121,54	2.590,87	6.428,81	1.419,94	1384,951
2029	651,58	253,39	60,33	4.323,78	162,90	2.433,38	1.096,03	2.531,92	6.375,85	1.387,63	1353,443
2030	636,26	247,43	58,91	4.222,09	159,06	2.376,15	1.070,25	2.472,38	6.319,76	1.355,00	1321,612
2031	620,80	241,42	57,48	4.119,49	155,20	2.318,41	1.044,24	2.412,30	6.260,57	1.322,07	1289,497
2032	605,22	235,36	56,04	4.016,14	151,31	2.260,24	1.018,04	2.351,77	6.198,37	1.288,90	1257,144
2033	589,55	229,27	54,59	3.912,16	147,39	2.201,73	991,69	2.290,89	6.133,24	1.255,53	1224,598
2034	573,81	223,15	53,13	3.807,72	143,45	2.142,95	965,21	2.229,73	6.065,26	1.222,01	1191,904
2035	558,02	217,01	51,67	3.702,93	139,51	2.083,98	938,65	2.168,37	5.994,52	1.188,38	1159,105
2036	542,20	210,86	50,20	3.597,95	135,55	2.024,89	912,04	2.106,89	5.921,11	1.154,69	1126,243
2037	526,37	204,70	48,74	3.492,90	131,59	1.965,77	885,41	2.045,38	5.845,11	1.120,98	1093,36
2038	510,55	198,55	47,27	3.387,91	127,64	1.906,69	858,80	1.983,90	5.766,61	1.087,28	1060,495
2039	494,76	192,41	45,81	3.283,11	123,69	1.847,70	832,23	1.922,53	5.685,69	1.053,65	1027,688
2040	479,01	186,28	44,35	3.178,61	119,75	1.788,89	805,74	1.861,33	5.602,43	1.020,11	994,9775
2041	463,32	180,18	42,90	3.074,51	115,83	1.730,31	779,35	1.800,38	5.516,89	986,70	962,3932
2042	447,72	174,11	41,46	2.970,97	111,93	1.672,04	753,11	1.739,75	5.429,22	953,48	929,9838
2043	432,21	168,08	40,02	2.868,09	108,05	1.614,13	727,03	1.679,50	5.339,48	920,46	897,7777



Ano	Alumínio (t/ano)	Isopor (t/ano)	Metal (t/ano)	Orgânico (t/ano)	Outros (t/ano)	Papel e papelão (t/ano)	PET (t/ano)	Plástico (diversos) (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Trapos, pano e estopa (t/ano)	Vidro (t/ano)
2044	416,82	162,10	38,59	2.765,96	104,21	1.556,65	701,14	1.619,69	5.247,74	887,68	865,8085
2045	401,56	156,16	37,18	2.664,69	100,39	1.499,66	675,47	1.560,39	5.154,09	855,18	834,109

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 13 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (cenário otimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

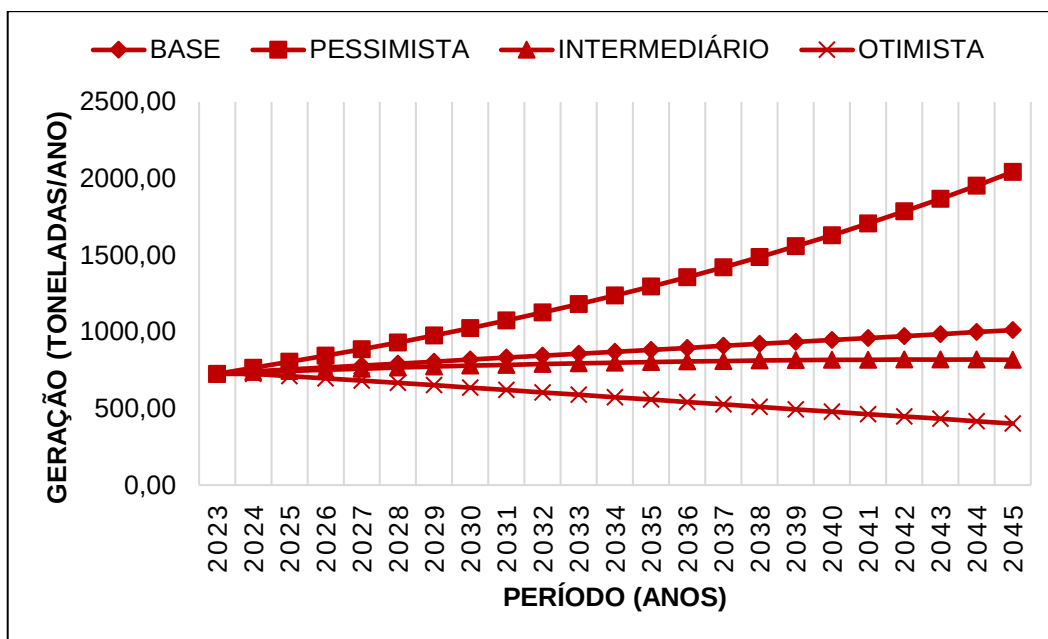
3.2.5. Síntese dos Cenários

Tabela 16 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Alumínio).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	726,02	726,02	726,02	726,02
2024	122.984	741,75	765,86	737,12	725,33
2025	125.111	754,58	804,42	744,99	711,05
2026	127.238	767,41	844,69	752,52	696,51
2027	129.365	780,23	886,72	759,70	681,73
2028	131.492	793,06	930,59	766,52	666,75
2029	133.618	805,88	976,37	772,96	651,58
2030	135.745	818,71	1.024,15	779,03	636,26
2031	137.872	831,54	1.074,00	784,72	620,80
2032	139.999	844,37	1.126,01	790,00	605,22
2033	142.126	857,20	1.180,27	794,87	589,55
2034	144.253	870,03	1.236,87	799,33	573,81
2035	146.380	882,86	1.295,90	803,35	558,02
2036	148.507	895,68	1.357,46	806,94	542,20
2037	150.634	908,51	1.421,65	810,07	526,37
2038	152.761	921,34	1.488,58	812,75	510,55
2039	154.888	934,17	1.558,36	814,96	494,76
2040	157.015	947,00	1.631,10	816,69	479,01
2041	159.141	959,82	1.706,91	817,93	463,32
2042	161.268	972,65	1.785,94	818,67	447,72
2043	163.395	985,48	1.868,31	818,91	432,21
2044	165.522	998,31	1.954,14	818,64	416,82
2045	167.649	1011,13	2.043,57	817,84	401,56

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 14 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Alumínio).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

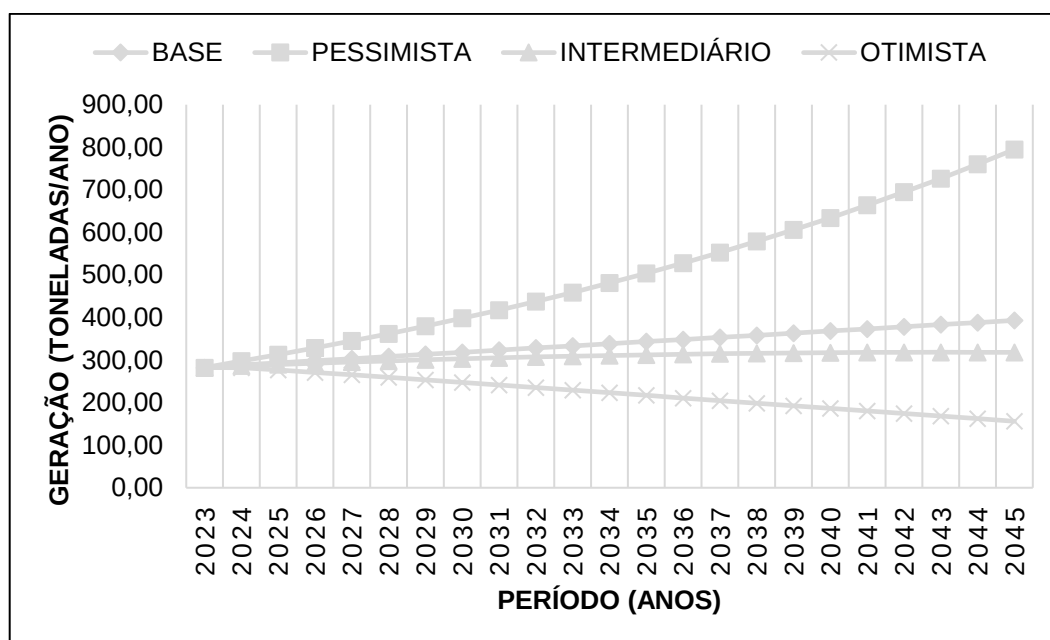
**Tabela 17 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Iso-
por).**

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	282,34	282,34	282,34	282,34
2024	122.984	288,46	297,83	286,66	282,07
2025	125.111	293,45	312,83	289,72	276,52
2026	127.238	298,44	328,49	292,65	270,86
2027	129.365	303,42	344,83	295,44	265,12
2028	131.492	308,41	361,90	298,09	259,29
2029	133.618	313,40	379,70	300,60	253,39
2030	135.745	318,39	398,28	302,96	247,43
2031	137.872	323,38	417,67	305,17	241,42
2032	139.999	328,37	437,89	307,22	235,36
2033	142.126	333,36	458,99	309,12	229,27
2034	144.253	338,34	481,00	310,85	223,15
2035	146.380	343,33	503,96	312,41	217,01
2036	148.507	348,32	527,90	313,81	210,86
2037	150.634	353,31	552,86	315,03	204,70
2038	152.761	358,30	578,89	316,07	198,55
2039	154.888	363,29	606,03	316,93	192,41

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2040	157.015	368,28	634,32	317,60	186,28
2041	159.141	373,26	663,80	318,08	180,18
2042	161.268	378,25	694,53	318,37	174,11
2043	163.395	383,24	726,56	318,47	168,08
2044	165.522	388,23	759,94	318,36	162,10
2045	167.649	393,22	794,72	318,05	156,16

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 15 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Iso-por).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

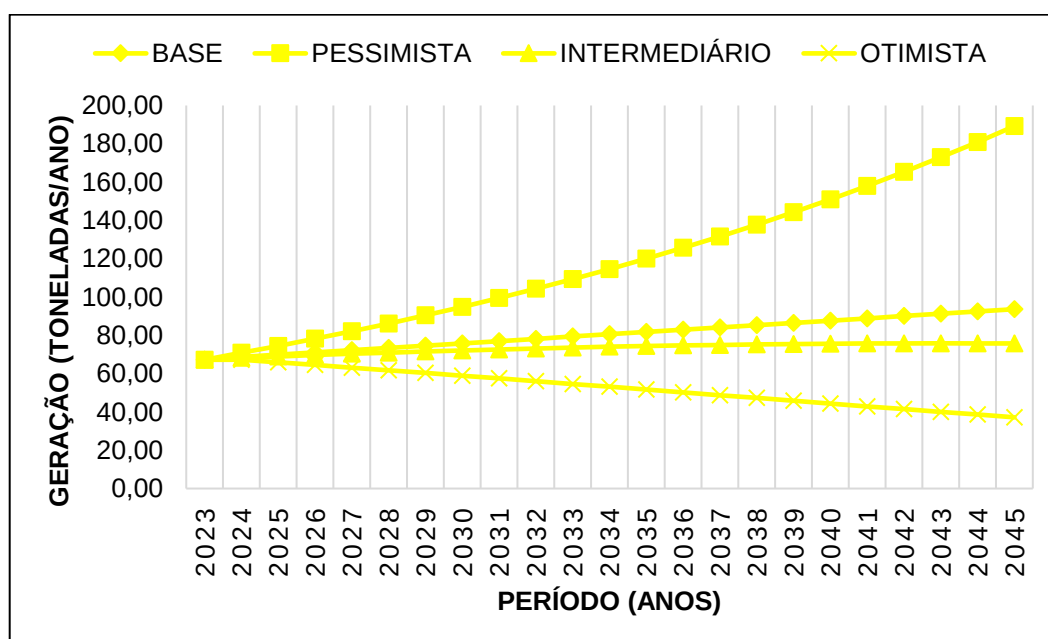
Tabela 18 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Metal).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	67,22	67,22	67,22	67,22
2024	122.984	68,68	70,91	68,25	67,16
2025	125.111	69,87	74,48	68,98	65,84
2026	127.238	71,06	78,21	69,68	64,49
2027	129.365	72,24	82,10	70,34	63,12
2028	131.492	73,43	86,17	70,97	61,74

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2029	133.618	74,62	90,40	71,57	60,33
2030	135.745	75,81	94,83	72,13	58,91
2031	137.872	76,99	99,44	72,66	57,48
2032	139.999	78,18	104,26	73,15	56,04
2033	142.126	79,37	109,28	73,60	54,59
2034	144.253	80,56	114,52	74,01	53,13
2035	146.380	81,75	119,99	74,38	51,67
2036	148.507	82,93	125,69	74,72	50,20
2037	150.634	84,12	131,63	75,01	48,74
2038	152.761	85,31	137,83	75,25	47,27
2039	154.888	86,50	144,29	75,46	45,81
2040	157.015	87,69	151,03	75,62	44,35
2041	159.141	88,87	158,05	75,73	42,90
2042	161.268	90,06	165,37	75,80	41,46
2043	163.395	91,25	172,99	75,83	40,02
2044	165.522	92,44	180,94	75,80	38,59
2045	167.649	93,62	189,22	75,73	37,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 16 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Metal).



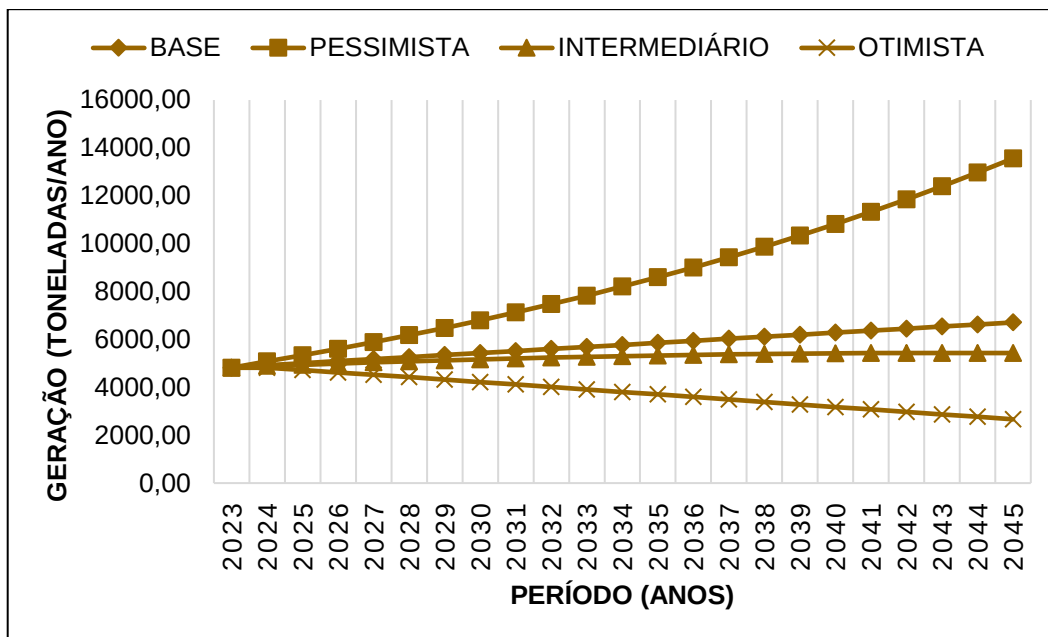
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 19 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Orgânicos).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	4817,72	4817,72	4817,72	4817,72
2024	122.984	4922,10	5082,06	4891,37	4813,16
2025	125.111	5007,22	5337,98	4943,58	4718,37
2026	127.238	5092,35	5605,17	4993,55	4621,88
2027	129.365	5177,48	5884,08	5041,19	4523,84
2028	131.492	5262,61	6175,20	5086,45	4424,44
2029	133.618	5347,69	6478,98	5129,22	4323,78
2030	135.745	5432,82	6796,04	5169,51	4222,09
2031	137.872	5517,95	7126,86	5207,22	4119,49
2032	139.999	5603,07	7472,00	5242,28	4016,14
2033	142.126	5688,20	7832,05	5274,62	3912,16
2034	144.253	5773,33	8207,62	5304,17	3807,72
2035	146.380	5858,46	8599,32	5330,88	3702,93
2036	148.507	5943,58	9007,81	5354,67	3597,95
2037	150.634	6028,71	9433,77	5375,48	3492,90
2038	152.761	6113,84	9877,91	5393,25	3387,91
2039	154.888	6198,97	10340,95	5407,91	3283,11
2040	157.015	6284,09	10823,65	5419,39	3178,61
2041	159.141	6369,18	11326,73	5427,60	3074,51
2042	161.268	6454,31	11851,16	5432,55	2970,97
2043	163.395	6539,44	12397,71	5434,15	2868,09
2044	165.522	6624,56	12967,27	5432,32	2765,96
2045	167.649	6709,69	13560,75	5427,01	2664,69

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 17 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Orgânico).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

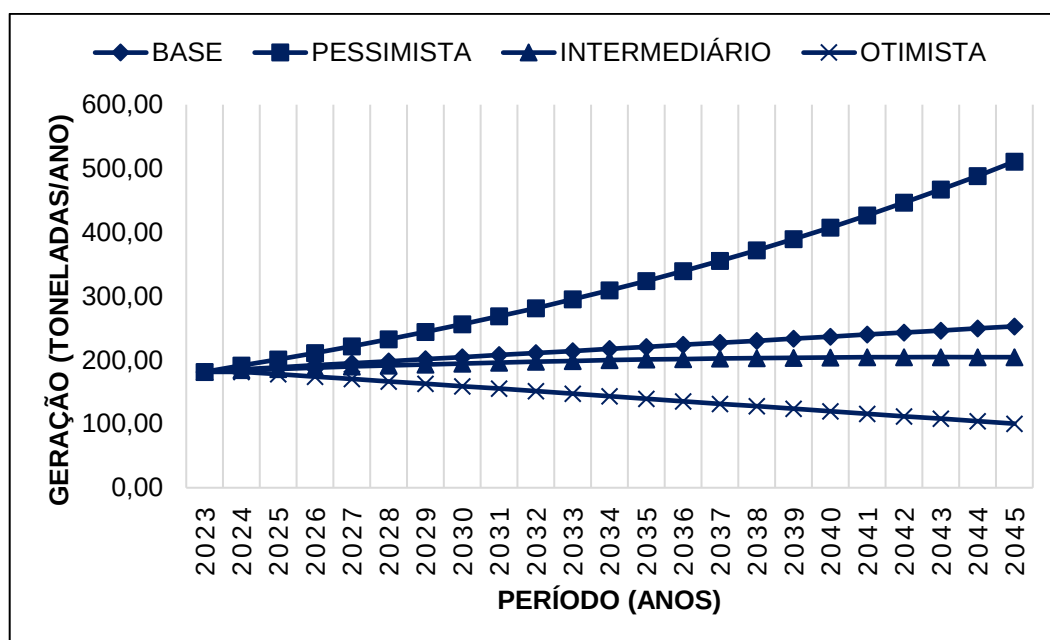
Tabela 20 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Outros).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	181,50	181,50	181,50	181,50
2024	122.984	185,44	191,46	184,28	181,33
2025	125.111	188,64	201,11	186,25	177,76
2026	127.238	191,85	211,17	188,13	174,13
2027	129.365	195,06	221,68	189,92	170,43
2028	131.492	198,27	232,65	191,63	166,69
2029	133.618	201,47	244,09	193,24	162,90
2030	135.745	204,68	256,04	194,76	159,06
2031	137.872	207,89	268,50	196,18	155,20
2032	139.999	211,09	281,50	197,50	151,31
2033	142.126	214,30	295,07	198,72	147,39
2034	144.253	217,51	309,22	199,83	143,45
2035	146.380	220,71	323,97	200,84	139,51
2036	148.507	223,92	339,36	201,73	135,55
2037	150.634	227,13	355,41	202,52	131,59
2038	152.761	230,34	372,14	203,19	127,64
2039	154.888	233,54	389,59	203,74	123,69

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2040	157.015	236,75	407,77	204,17	119,75
2041	159.141	239,96	426,73	204,48	115,83
2042	161.268	243,16	446,49	204,67	111,93
2043	163.395	246,37	467,08	204,73	108,05
2044	165.522	249,58	488,53	204,66	104,21
2045	167.649	252,78	510,89	204,46	100,39

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 18 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Outros).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

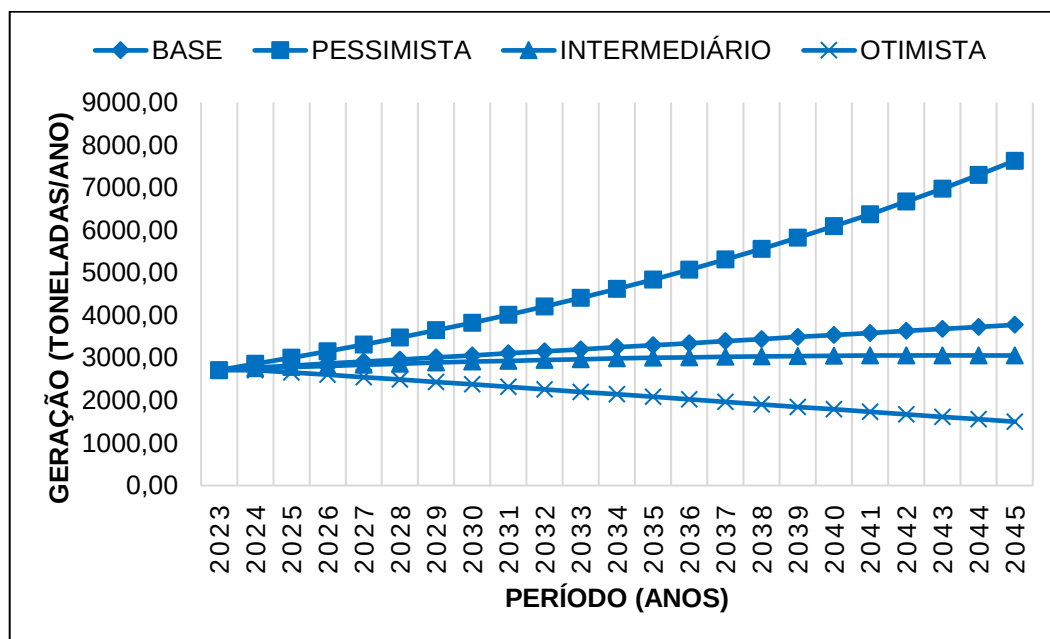
Tabela 21 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Papel e Papelão).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	2711,37	2711,37	2711,37	2711,37
2024	122.984	2770,11	2860,14	2752,82	2708,80
2025	125.111	2818,02	3004,17	2782,20	2655,45
2026	127.238	2865,93	3154,54	2810,32	2601,15
2027	129.365	2913,84	3311,51	2837,13	2545,98
2028	131.492	2961,75	3475,35	2862,61	2490,03

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2029	133.618	3009,63	3646,31	2886,68	2433,38
2030	135.745	3057,54	3824,75	2909,35	2376,15
2031	137.872	3105,45	4010,93	2930,57	2318,41
2032	139.999	3153,36	4205,17	2950,30	2260,24
2033	142.126	3201,27	4407,81	2968,50	2201,73
2034	144.253	3249,18	4619,17	2985,14	2142,95
2035	146.380	3297,09	4839,62	3000,17	2083,98
2036	148.507	3344,99	5069,51	3013,56	2024,89
2037	150.634	3392,90	5309,24	3025,27	1965,77
2038	152.761	3440,81	5559,19	3035,27	1906,69
2039	154.888	3488,72	5819,79	3043,52	1847,70
2040	157.015	3536,63	6091,45	3049,98	1788,89
2041	159.141	3584,52	6374,58	3054,61	1730,31
2042	161.268	3632,42	6669,72	3057,39	1672,04
2043	163.395	3680,33	6977,32	3058,29	1614,13
2044	165.522	3728,24	7297,86	3057,26	1556,65
2045	167.649	3776,15	7631,87	3054,27	1499,66

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 19 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Papel e Papelão).



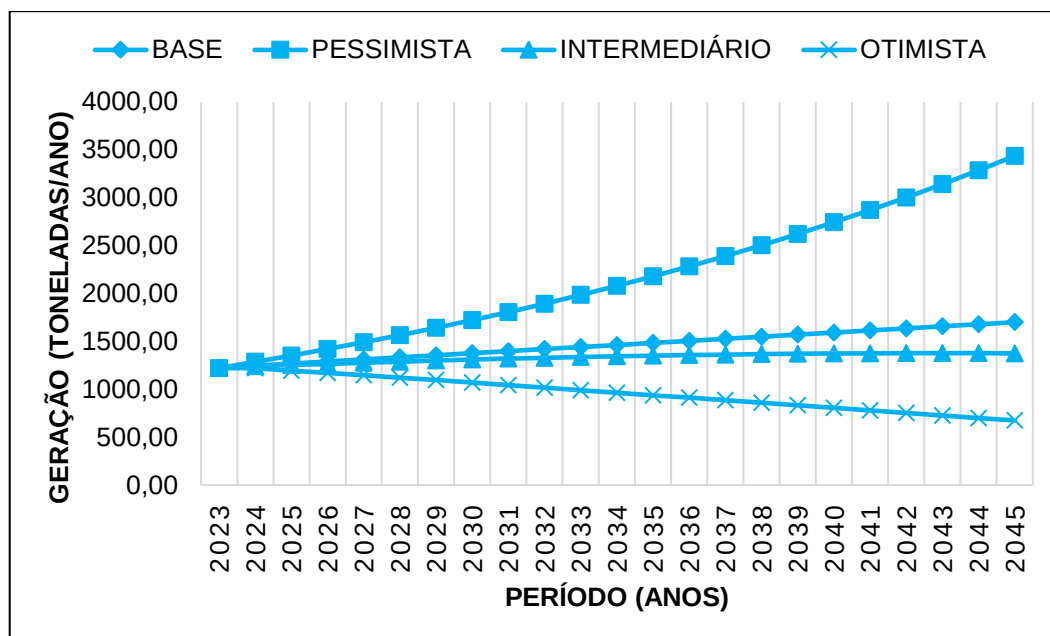
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 22 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese PET).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	1221,24	1221,24	1221,24	1221,24
2024	122.984	1247,69	1288,24	1239,91	1220,08
2025	125.111	1269,27	1353,12	1253,14	1196,05
2026	127.238	1290,85	1420,84	1265,81	1171,59
2027	129.365	1312,43	1491,55	1277,88	1146,74
2028	131.492	1334,01	1565,34	1289,36	1121,54
2029	133.618	1355,58	1642,35	1300,20	1096,03
2030	135.745	1377,16	1722,72	1310,41	1070,25
2031	137.872	1398,74	1806,58	1319,97	1044,24
2032	139.999	1420,31	1894,07	1328,86	1018,04
2033	142.126	1441,89	1985,33	1337,05	991,69
2034	144.253	1463,47	2080,54	1344,55	965,21
2035	146.380	1485,05	2179,83	1351,32	938,65
2036	148.507	1506,63	2283,38	1357,35	912,04
2037	150.634	1528,21	2391,35	1362,62	885,41
2038	152.761	1549,79	2503,93	1367,13	858,80
2039	154.888	1571,37	2621,31	1370,84	832,23
2040	157.015	1592,94	2743,67	1373,75	805,74
2041	159.141	1614,51	2871,20	1375,83	779,35
2042	161.268	1636,09	3004,13	1377,09	753,11
2043	163.395	1657,67	3142,68	1377,49	727,03
2044	165.522	1679,25	3287,05	1377,03	701,14
2045	167.649	1700,83	3437,49	1375,68	675,47

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 20 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese PET).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

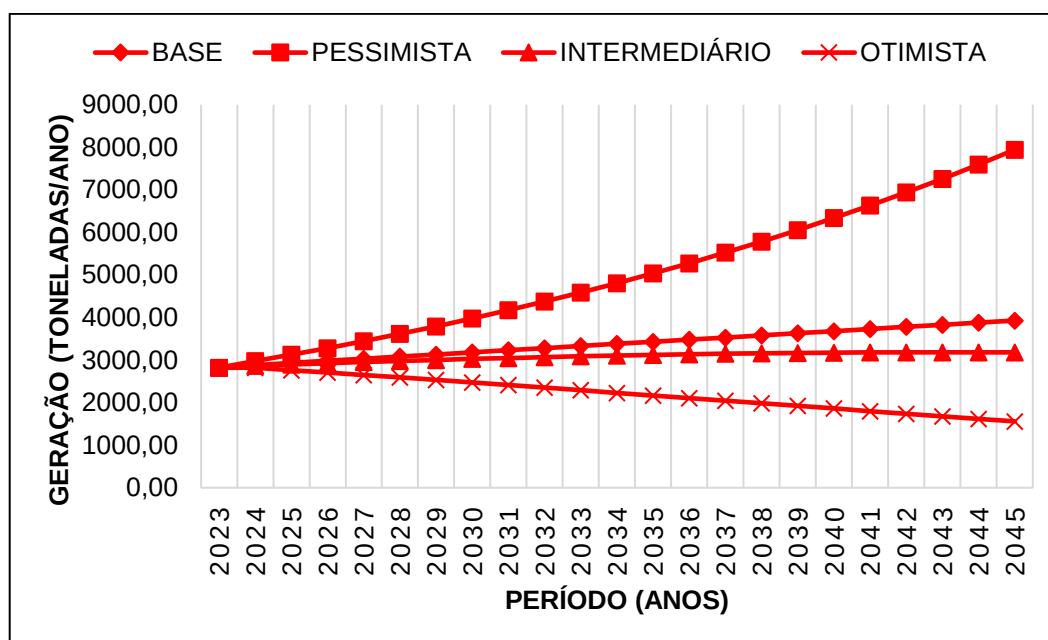
Tabela 23 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Plásticos diversos).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	2821,17	2821,17	2821,17	2821,17
2024	122.984	2882,29	2975,96	2864,29	2818,49
2025	125.111	2932,14	3125,82	2894,87	2762,99
2026	127.238	2981,99	3282,28	2924,13	2706,48
2027	129.365	3031,84	3445,61	2952,03	2649,08
2028	131.492	3081,68	3616,08	2978,53	2590,87
2029	133.618	3131,51	3793,97	3003,58	2531,92
2030	135.745	3181,36	3979,63	3027,17	2472,38
2031	137.872	3231,21	4173,36	3049,25	2412,30
2032	139.999	3281,06	4375,47	3069,78	2351,77
2033	142.126	3330,91	4586,30	3088,72	2290,89
2034	144.253	3380,75	4806,23	3106,02	2229,73
2035	146.380	3430,60	5035,60	3121,66	2168,37
2036	148.507	3480,45	5274,81	3135,60	2106,89
2037	150.634	3530,30	5524,24	3147,78	2045,38
2038	152.761	3580,15	5784,32	3158,19	1983,90
2039	154.888	3630,00	6055,47	3166,77	1922,53

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2040	157.015	3679,85	6338,13	3173,49	1861,33
2041	159.141	3729,67	6632,72	3178,30	1800,38
2042	161.268	3779,52	6939,82	3181,20	1739,75
2043	163.395	3829,37	7259,87	3182,13	1679,50
2044	165.522	3879,22	7593,39	3181,06	1619,69
2045	167.649	3929,07	7940,92	3177,95	1560,39

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 21 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Plásticos diversos).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

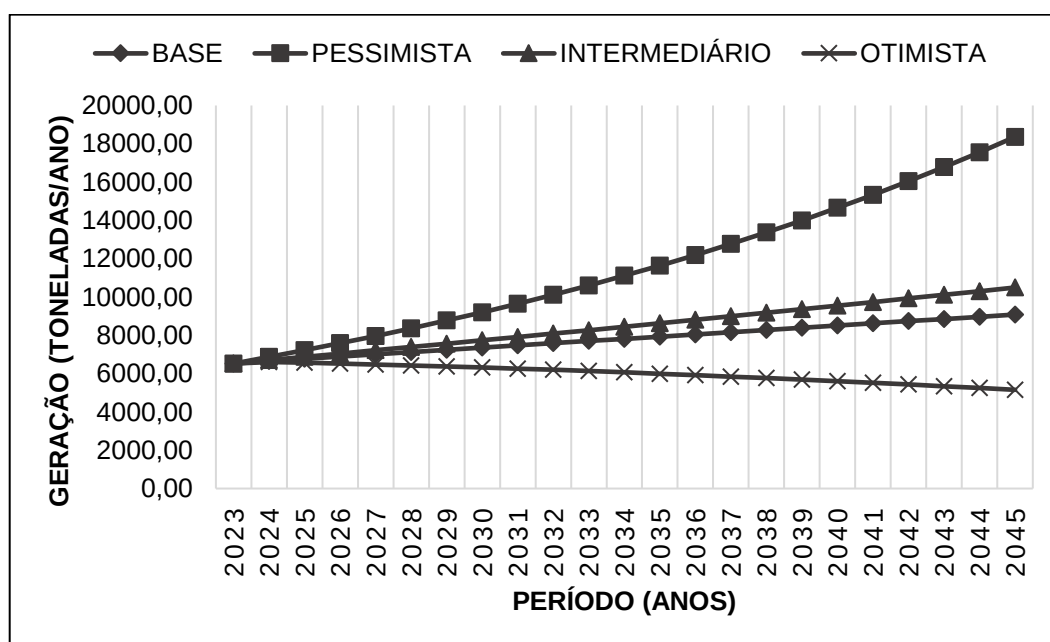
Tabela 24 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Rejeito).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	6522,97	6522,97	6522,97	6522,97
2024	122.984	6664,29	6880,88	6714,24	6606,88
2025	125.111	6779,55	7227,38	6881,05	6567,57
2026	127.238	6894,81	7589,13	7049,41	6524,73
2027	129.365	7010,06	7966,77	7219,32	6478,44
2028	131.492	7125,32	8360,94	7390,73	6428,81

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2029	133.618	7240,53	8772,24	7563,56	6375,85
2030	135.745	7355,79	9201,52	7737,90	6319,76
2031	137.872	7471,04	9649,43	7913,64	6260,57
2032	139.999	7586,30	10116,74	8090,75	6198,37
2033	142.126	7701,56	10604,24	8269,20	6133,24
2034	144.253	7816,82	11112,73	8448,94	6065,26
2035	146.380	7932,08	11643,08	8629,93	5994,52
2036	148.507	8047,34	12196,16	8812,12	5921,11
2037	150.634	8162,60	12772,89	8995,47	5845,11
2038	152.761	8277,85	13374,23	9179,92	5766,61
2039	154.888	8393,11	14001,16	9365,42	5685,69
2040	157.015	8508,37	14654,72	9551,91	5602,43
2041	159.141	8623,57	15335,87	9739,27	5516,89
2042	161.268	8738,83	16045,92	9927,57	5429,22
2043	163.395	8854,09	16785,92	10116,67	5339,48
2044	165.522	8969,35	17557,08	10306,51	5247,74
2045	167.649	9084,61	18360,63	10497,02	5154,09

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 22 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Re-jeito).



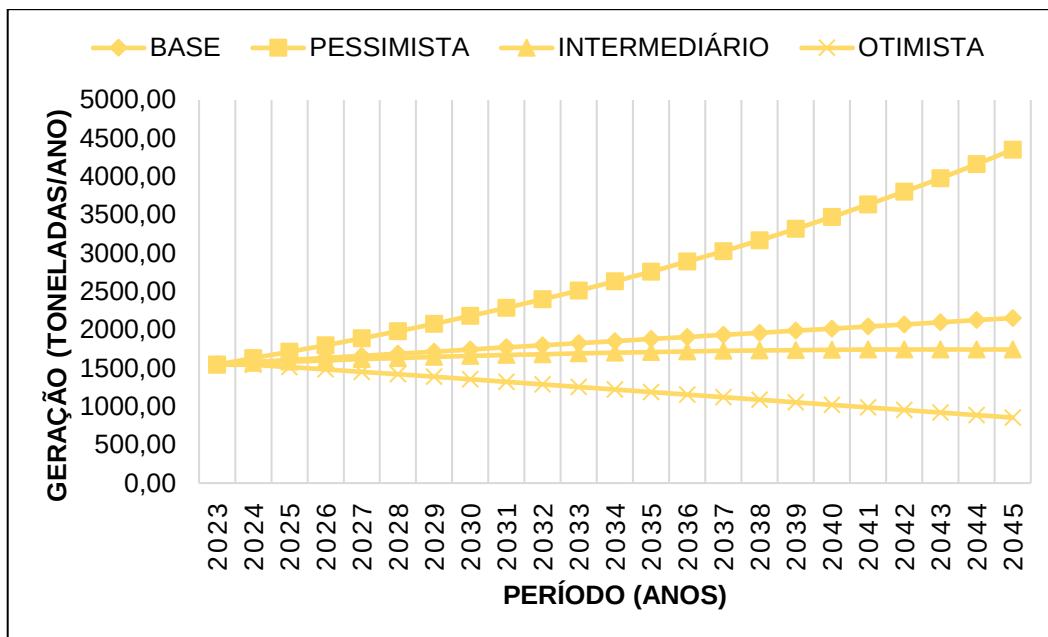
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 25 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Tra-pos, pano e estopa).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	1546,15	1546,15	1546,15	1546,15
2024	122.984	1579,65	1630,99	1569,79	1544,69
2025	125.111	1606,97	1713,12	1586,55	1514,27
2026	127.238	1634,29	1798,87	1602,58	1483,30
2027	129.365	1661,61	1888,38	1617,87	1451,84
2028	131.492	1688,93	1981,81	1632,40	1419,94
2029	133.618	1716,24	2079,30	1646,12	1387,63
2030	135.745	1743,56	2181,05	1659,05	1355,00
2031	137.872	1770,88	2287,22	1671,15	1322,07
2032	139.999	1798,20	2397,99	1682,40	1288,90
2033	142.126	1825,52	2513,54	1692,78	1255,53
2034	144.253	1852,84	2634,07	1702,27	1222,01
2035	146.380	1880,16	2759,78	1710,84	1188,38
2036	148.507	1907,48	2890,88	1718,48	1154,69
2037	150.634	1934,80	3027,58	1725,15	1120,98
2038	152.761	1962,12	3170,12	1730,86	1087,28
2039	154.888	1989,44	3318,72	1735,56	1053,65
2040	157.015	2016,76	3473,64	1739,25	1020,11
2041	159.141	2044,06	3635,09	1741,88	986,70
2042	161.268	2071,38	3803,40	1743,47	953,48
2043	163.395	2098,70	3978,80	1743,98	920,46
2044	165.522	2126,02	4161,59	1743,39	887,68
2045	167.649	2153,34	4352,06	1741,69	855,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 23 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Trapos, pano e estopa).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

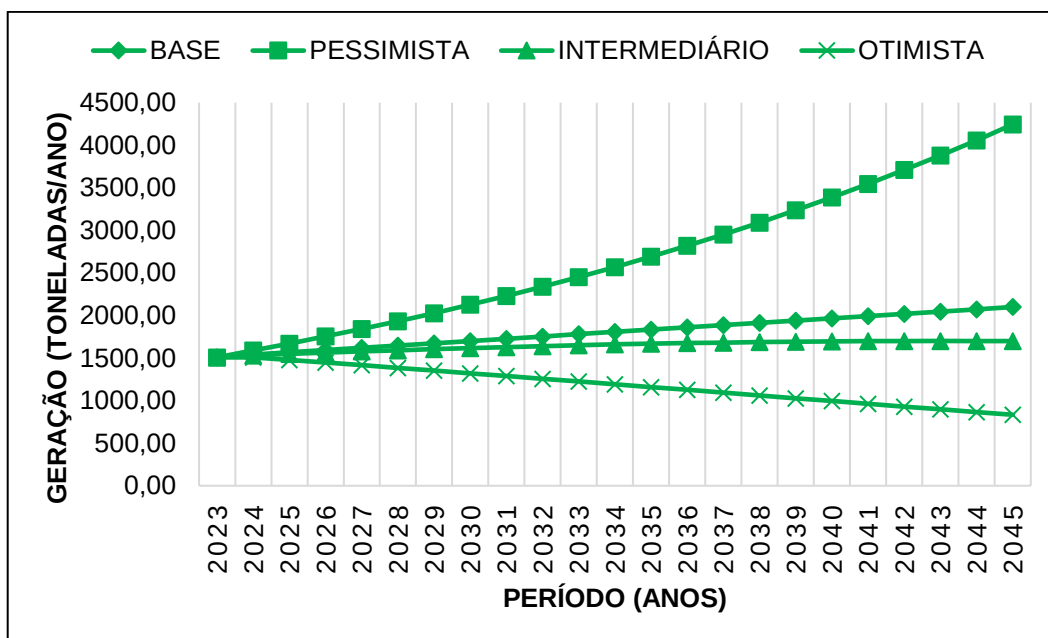
Tabela 26 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Vidro).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2023	120.857	1508,06	1508,06	1508,06	1508,06
2024	122.984	1540,73	1590,80	1531,11	1506,63
2025	125.111	1567,38	1670,91	1547,46	1476,96
2026	127.238	1594,02	1754,55	1563,10	1446,75
2027	129.365	1620,67	1841,85	1578,01	1416,07
2028	131.492	1647,32	1932,98	1592,18	1384,95
2029	133.618	1673,95	2028,07	1605,57	1353,44
2030	135.745	1700,60	2127,32	1618,18	1321,61
2031	137.872	1727,25	2230,87	1629,98	1289,50
2032	139.999	1753,89	2338,91	1640,95	1257,14
2033	142.126	1780,54	2451,61	1651,08	1224,60
2034	144.253	1807,19	2569,17	1660,33	1191,90
2035	146.380	1833,83	2691,79	1668,69	1159,10
2036	148.507	1860,48	2819,65	1676,14	1126,24
2037	150.634	1887,13	2952,99	1682,65	1093,36
2038	152.761	1913,77	3092,01	1688,21	1060,50
2039	154.888	1940,42	3236,96	1692,80	1027,69

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2040	157.015	1967,07	3388,05	1696,40	994,98
2041	159.141	1993,70	3545,53	1698,97	962,39
2042	161.268	2020,35	3709,69	1700,52	929,98
2043	163.395	2047,00	3880,77	1701,01	897,78
2044	165.522	2073,64	4059,06	1700,44	865,81
2045	167.649	2100,29	4244,83	1698,78	834,11

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 24 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta convencional (síntese Vi-dro).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.3. PROJEÇÃO COLETA SELETIVA

3.3.1. Cenário Base

Para realização da projeção do Cenário Base da coleta seletiva de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Geração *per capita* média;
- ✓ Composição gravimétrica da coleta seletiva (diagnóstico).

Figura 1 – Composição gravimétrica utilizada (diagnóstico).

DIAGNÓSTICO	Tipo de resíduo	Gravimetria (%)
	Papel	7,60
	Papelão	20,60
	Plástico	16,50
	Vidro	8,00
	Metal (sucata)	5,30
	Outros	1,00
	Rejeito	41,00
	Total	100

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

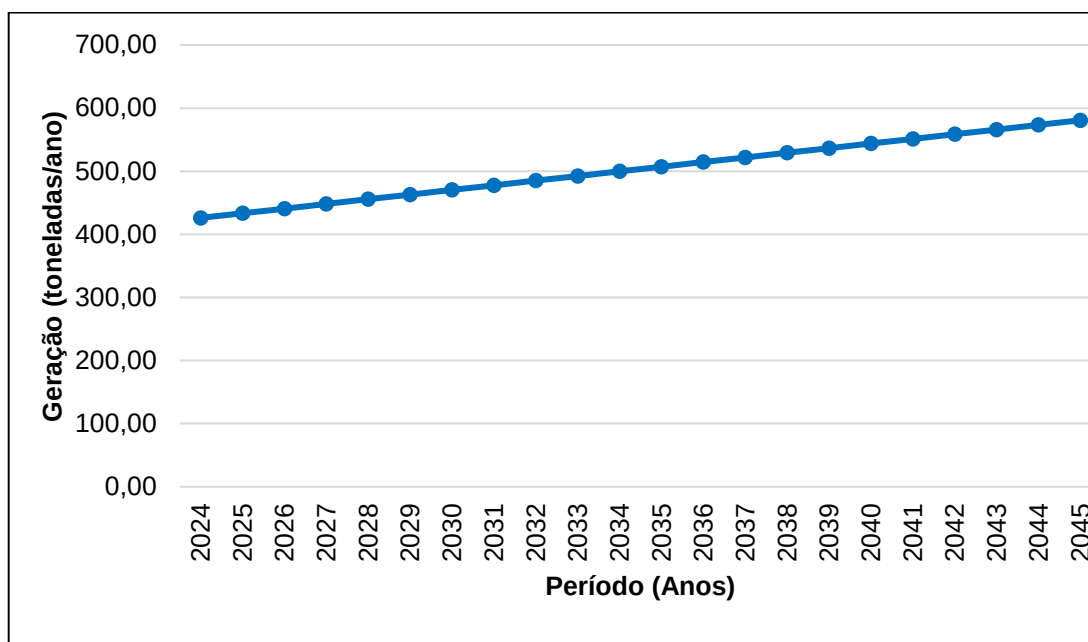
Dessa forma, abaixo seguem as tabelas que projetam as gerações totais e por tipos de resíduos, assim como as representações gráficas para melhor visualização e entendimento.

Tabela 27 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário base).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração per capita projetada (kg/hab.dia)	Geração total recicláveis projetada (kg/ano)	Geração total recicláveis projetada (t/ano)
2024	122.984	0,485	426000,79	426,00
2025	125.111	0,485	433368,44	433,37
2026	127.238	0,485	440736,10	440,74
2027	129.365	0,485	448103,75	448,10
2028	131.492	0,485	455471,41	455,47
2029	133.618	0,485	462835,60	462,84
2030	135.745	0,485	470203,26	470,20
2031	137.872	0,485	477570,91	477,57
2032	139.999	0,485	484938,57	484,94
2033	142.126	0,485	492306,22	492,31
2034	144.253	0,485	499673,88	499,67
2035	146.380	0,485	507041,53	507,04
2036	148.507	0,485	514409,19	514,41
2037	150.634	0,485	521776,84	521,78
2038	152.761	0,485	529144,50	529,14
2039	154.888	0,485	536512,15	536,51
2040	157.015	0,485	543879,81	543,88
2041	159.141	0,485	551244,00	551,24
2042	161.268	0,485	558611,65	558,61
2043	163.395	0,485	565979,31	565,98
2044	165.522	0,485	573346,96	573,35
2045	167.649	0,485	580714,62	580,71

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 25 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário base).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

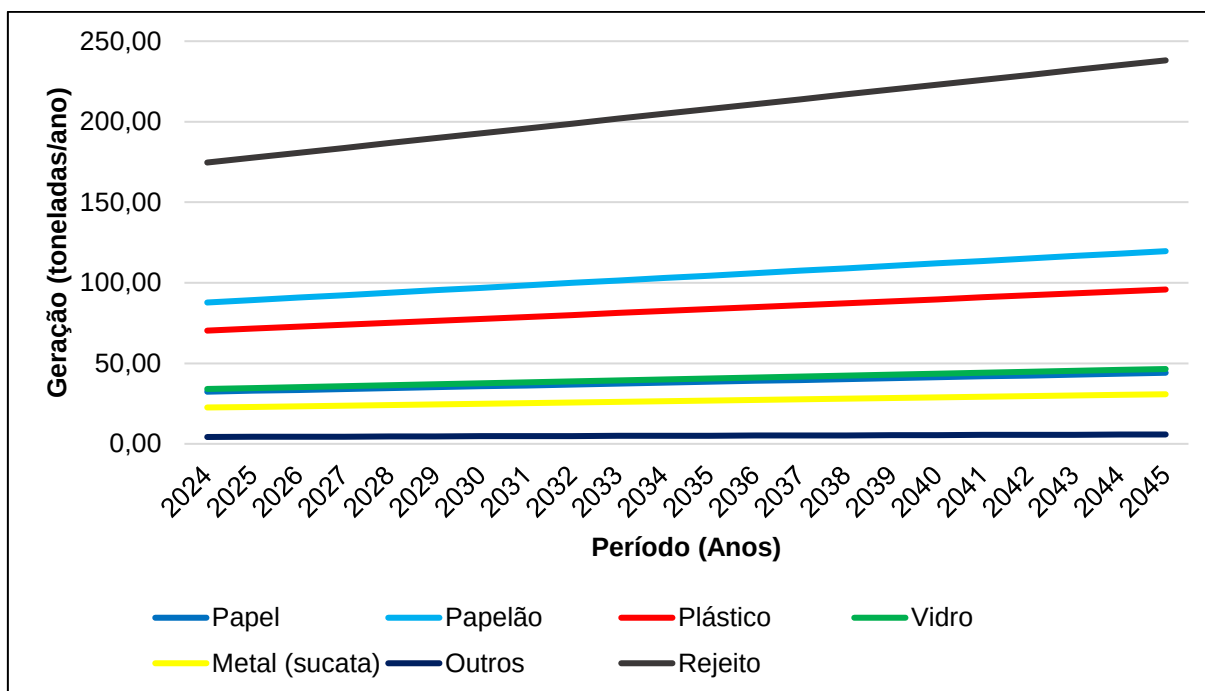
Tabela 28 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário base).

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2024	32,38	87,76	70,29	34,08	22,58	4,26	174,66
2025	32,94	89,27	71,51	34,67	22,97	4,33	177,68
2026	33,50	90,79	72,72	35,26	23,36	4,41	180,70
2027	34,06	92,31	73,94	35,85	23,75	4,48	183,72
2028	34,62	93,83	75,15	36,44	24,14	4,55	186,74
2029	35,18	95,34	76,37	37,03	24,53	4,63	189,76
2030	35,74	96,86	77,58	37,62	24,92	4,70	192,78
2031	36,30	98,38	78,80	38,21	25,31	4,78	195,80
2032	36,86	99,90	80,01	38,80	25,70	4,85	198,82
2033	37,42	101,42	81,23	39,38	26,09	4,92	201,85
2034	37,98	102,93	82,45	39,97	26,48	5,00	204,87
2035	38,54	104,45	83,66	40,56	26,87	5,07	207,89
2036	39,10	105,97	84,88	41,15	27,26	5,14	210,91
2037	39,66	107,49	86,09	41,74	27,65	5,22	213,93
2038	40,21	109,00	87,31	42,33	28,04	5,29	216,95
2039	40,77	110,52	88,52	42,92	28,44	5,37	219,97
2040	41,33	112,04	89,74	43,51	28,83	5,44	222,99
2041	41,89	113,56	90,96	44,10	29,22	5,51	226,01
2042	42,45	115,07	92,17	44,69	29,61	5,59	229,03
2043	43,01	116,59	93,39	45,28	30,00	5,66	232,05

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2044	43,57	118,11	94,60	45,87	30,39	5,73	235,07
2045	44,13	119,63	95,82	46,46	30,78	5,81	238,09

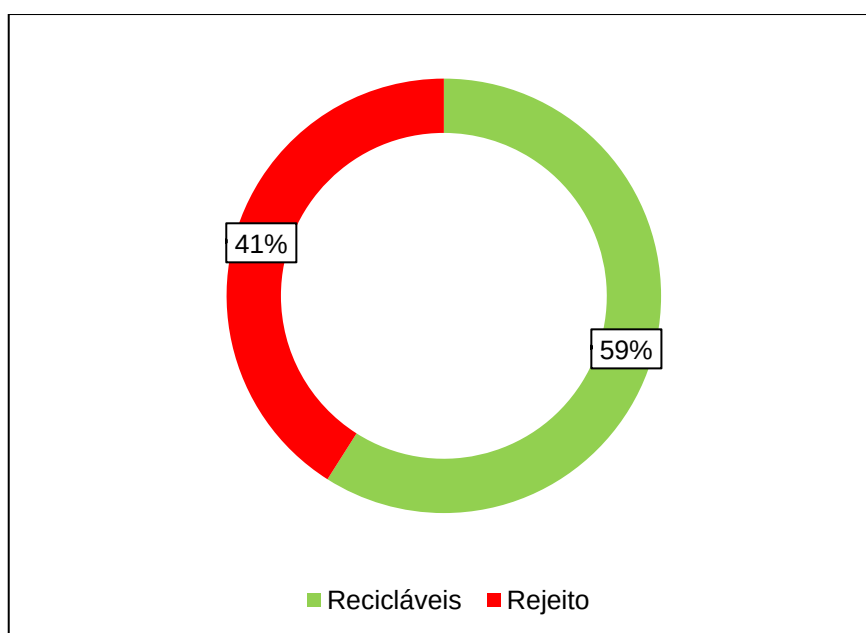
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 26 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (base).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 27 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (cenário base).



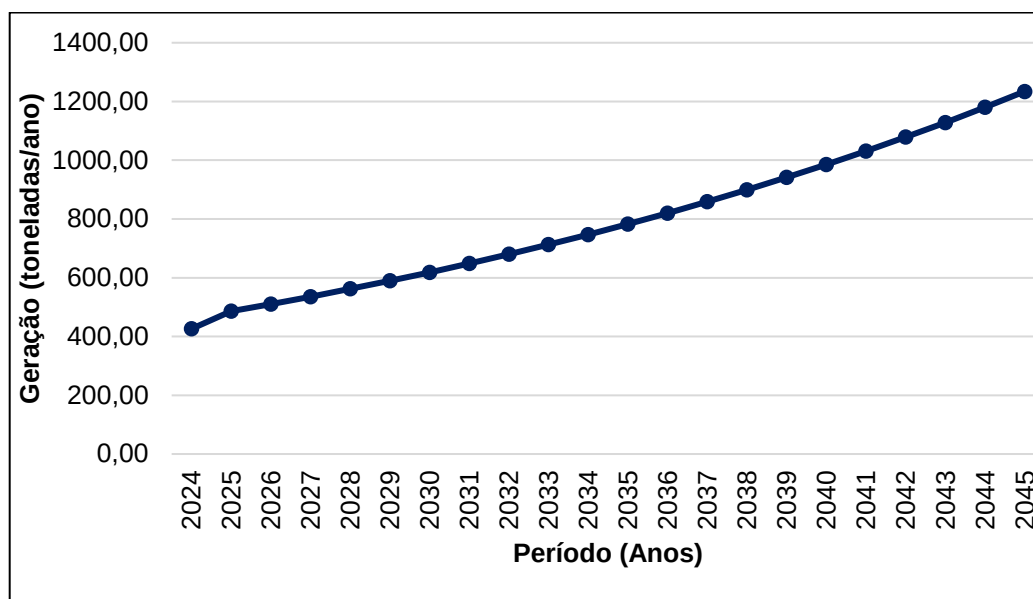
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 29 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (pessimista).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração per capita projetada (kg/hab.dia)	Geração total recicláveis projetada (kg/ano)	Geração total recicláveis projetada (t/ano)
2024	122.984	0,485	426.000,79	426,00
2025	125.111	0,5436887	485.809,32	485,81
2026	127.238	0,5613586	510.125,75	510,13
2027	129.365	0,5796027	535.509,60	535,51
2028	131.492	0,5984398	562.004,59	562,00
2029	133.618	0,6178891	589.651,70	589,65
2030	135.745	0,6379705	618.506,82	618,51
2031	137.872	0,6587045	648.614,70	648,61
2032	139.999	0,6801124	680.026,29	680,03
2033	142.126	0,7022161	712.794,54	712,79
2034	144.253	0,7250381	746.974,45	746,97
2035	146.380	0,7486019	782.623,16	782,62
2036	148.507	0,7729314	819.800,04	819,80
2037	150.634	0,7980517	858.566,78	858,57
2038	152.761	0,8239884	898.987,44	898,99
2039	154.888	0,850768	941.128,59	941,13
2040	157.015	0,8784179	985.059,35	985,06
2041	159.141	0,9069665	1.030.845,07	1.030,85
2042	161.268	0,9364429	1.078.573,07	1.078,57
2043	163.395	0,9668773	1.128.314,57	1.128,31
2044	165.522	0,9983009	1.180.150,03	1.180,15
2045	167.649	1,0307456	1.234.163,00	1.234,16

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 28 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (pessimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

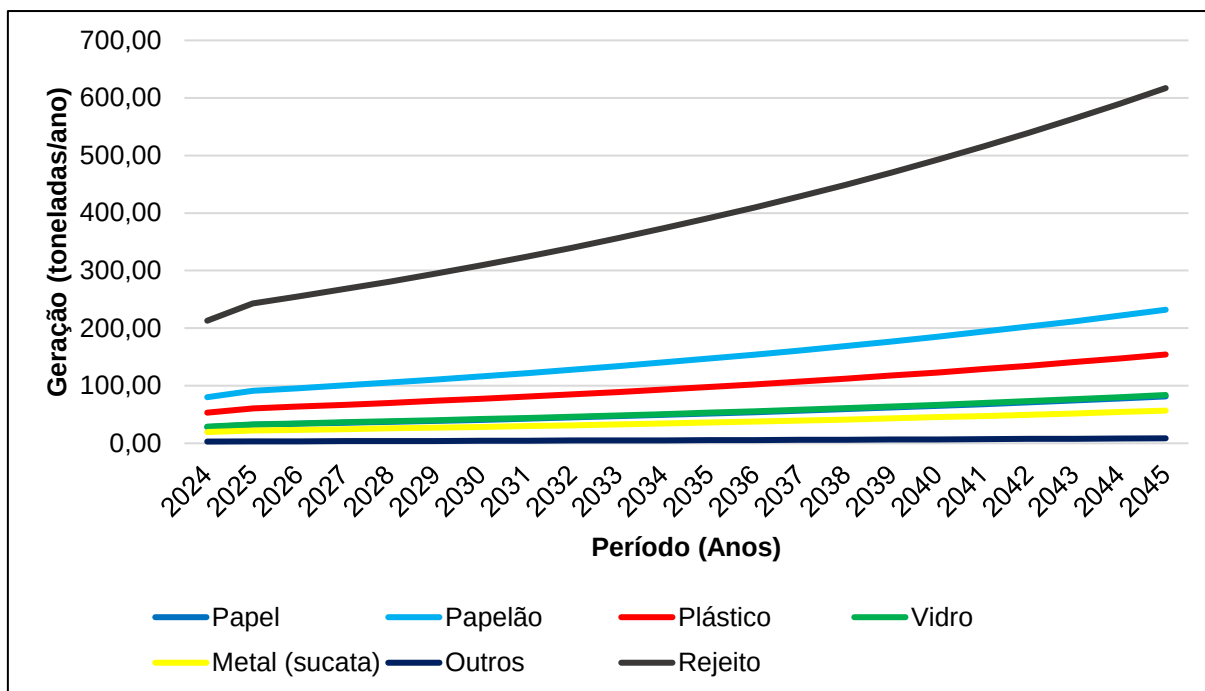
Tabela 30 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (pessimista).

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2024	28,12	80,09	53,25	28,97	19,60	2,98	213,00
2025	32,06	91,33	60,73	33,04	22,35	3,40	242,90
2026	33,67	95,90	63,77	34,69	23,47	3,57	255,06
2027	35,34	100,68	66,94	36,41	24,63	3,75	267,75
2028	37,09	105,66	70,25	38,22	25,85	3,93	281,00
2029	38,92	110,85	73,71	40,10	27,12	4,13	294,83
2030	40,82	116,28	77,31	42,06	28,45	4,33	309,25
2031	42,81	121,94	81,08	44,11	29,84	4,54	324,31
2032	44,88	127,84	85,00	46,24	31,28	4,76	340,01
2033	47,04	134,01	89,10	48,47	32,79	4,99	356,40
2034	49,30	140,43	93,37	50,79	34,36	5,23	373,49
2035	51,65	147,13	97,83	53,22	36,00	5,48	391,31
2036	54,11	154,12	102,48	55,75	37,71	5,74	409,90
2037	56,67	161,41	107,32	58,38	39,49	6,01	429,28
2038	59,33	169,01	112,37	61,13	41,35	6,29	449,49
2039	62,11	176,93	117,64	64,00	43,29	6,59	470,56
2040	65,01	185,19	123,13	66,98	45,31	6,90	492,53
2041	68,04	193,80	128,86	70,10	47,42	7,22	515,42
2042	71,19	202,77	134,82	73,34	49,61	7,55	539,29
2043	74,47	212,12	141,04	76,73	51,90	7,90	564,16
2044	77,89	221,87	147,52	80,25	54,29	8,26	590,08

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2045	81,45	232,02	154,27	83,92	56,77	8,64	617,08

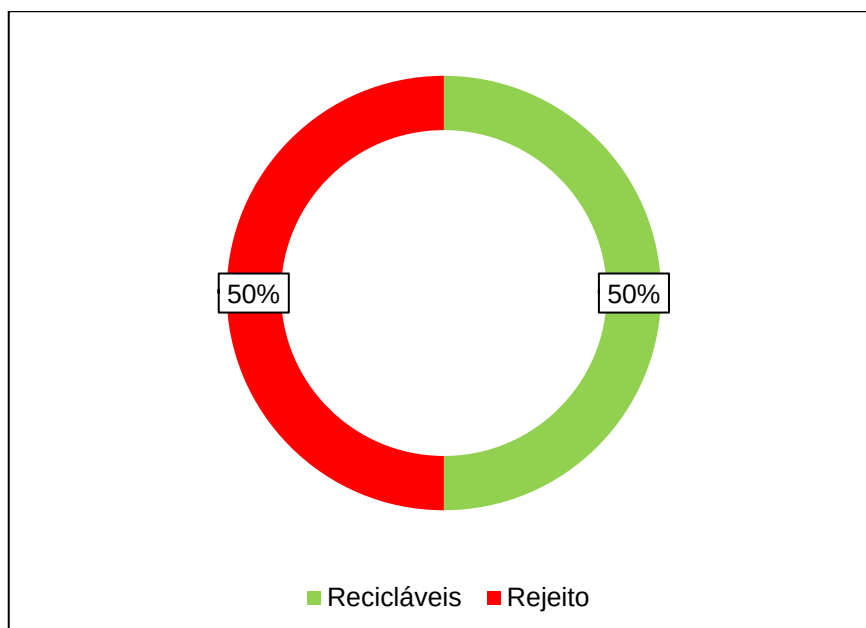
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 29 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (pessimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 30 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (pessimista).



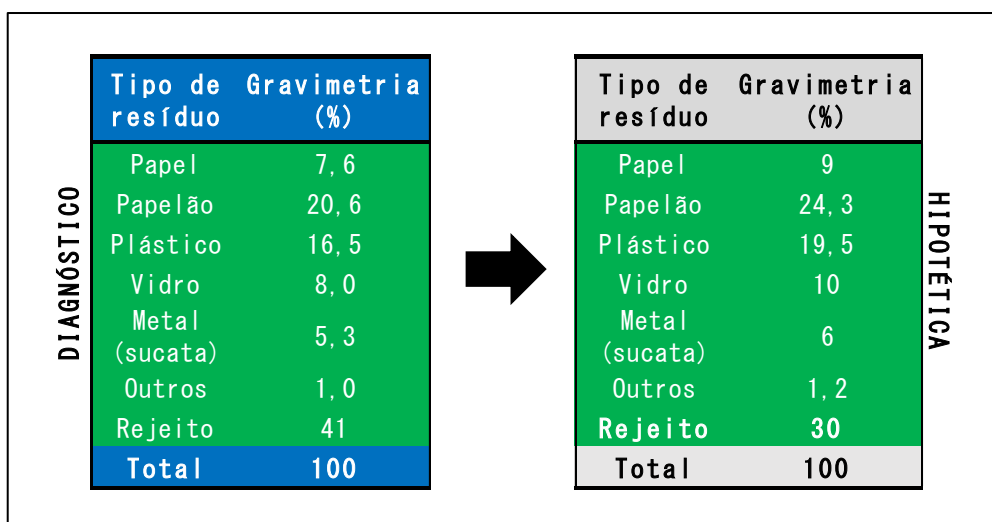
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.3.3. Cenário Intermediário

Para realização da projeção do Cenário Intermediário da coleta seletiva de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Metade do aumento tendencial da taxa anual de geração *per capita* (diagnóstico);
- ✓ Composição gravimétrica hipotética da coleta seletiva (intermediária), considerando melhores práticas de separação de resíduos e melhor eficiência de coleta.

Figura 3 – Composição gravimétrica hipotética utilizada (intermediário).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

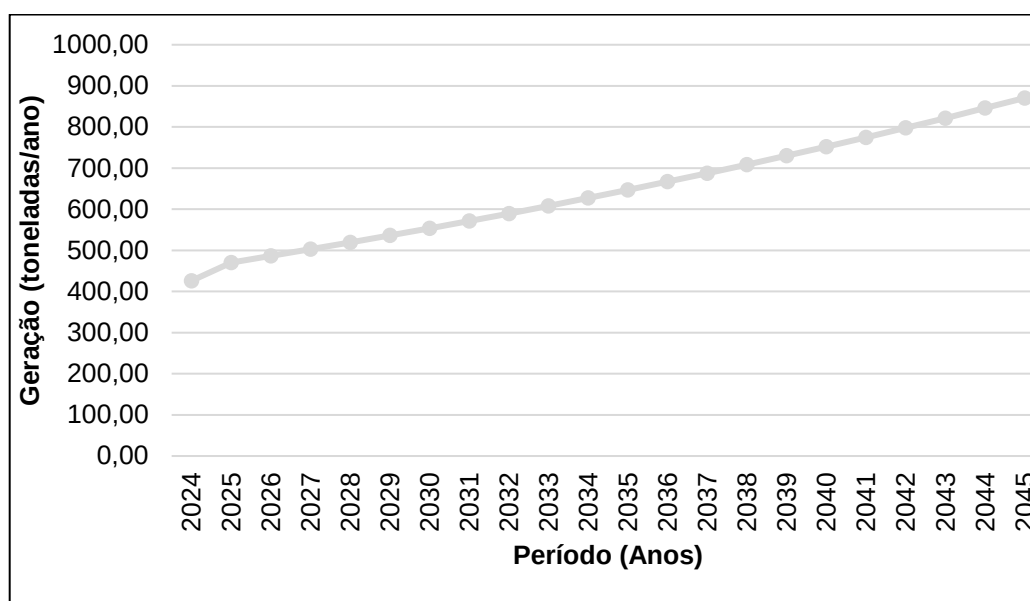
Dessa forma, abaixo seguem as tabelas que projetam as gerações totais e por tipos de resíduos, assim como as representações gráficas para melhor visualização e entendimento.

Tabela 31 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (intermediário).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração per capita projetada (kg/hab.dia)	Geração total recicláveis projetada (kg/ano)	Geração total recicláveis projetada (t/ano)
2024	122.984	0,485	426.000,79	426,00
2025	125.111	0,5267097	470.637,84	470,64
2026	127.238	0,5352687	486.416,99	486,42
2027	129.365	0,5439668	502.584,69	502,58
2028	131.492	0,5528063	519.149,39	519,15
2029	133.618	0,5617894	536.115,73	536,12
2030	135.745	0,5709185	553.500,45	553,50
2031	137.872	0,5801959	571.308,61	571,31
2032	139.999	0,5896241	589.549,38	589,55
2033	142.126	0,5992055	608.232,11	608,23
2034	144.253	0,6089425	627.366,36	627,37
2035	146.380	0,6188379	646.961,85	646,96
2036	148.507	0,628894	667.028,54	667,03
2037	150.634	0,6391135	687.576,55	687,58
2038	152.761	0,6494991	708.616,24	708,62
2039	154.888	0,6600535	730.158,15	730,16
2040	157.015	0,6707793	752.213,06	752,21
2041	159.141	0,6816795	774.787,07	774,79
2042	161.268	0,6927568	797.901,06	797,90
2043	163.395	0,7040141	821.561,66	821,56
2044	165.522	0,7154543	845.780,53	845,78
2045	167.649	0,7270804	870.569,57	870,57

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 31 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (intermediário).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

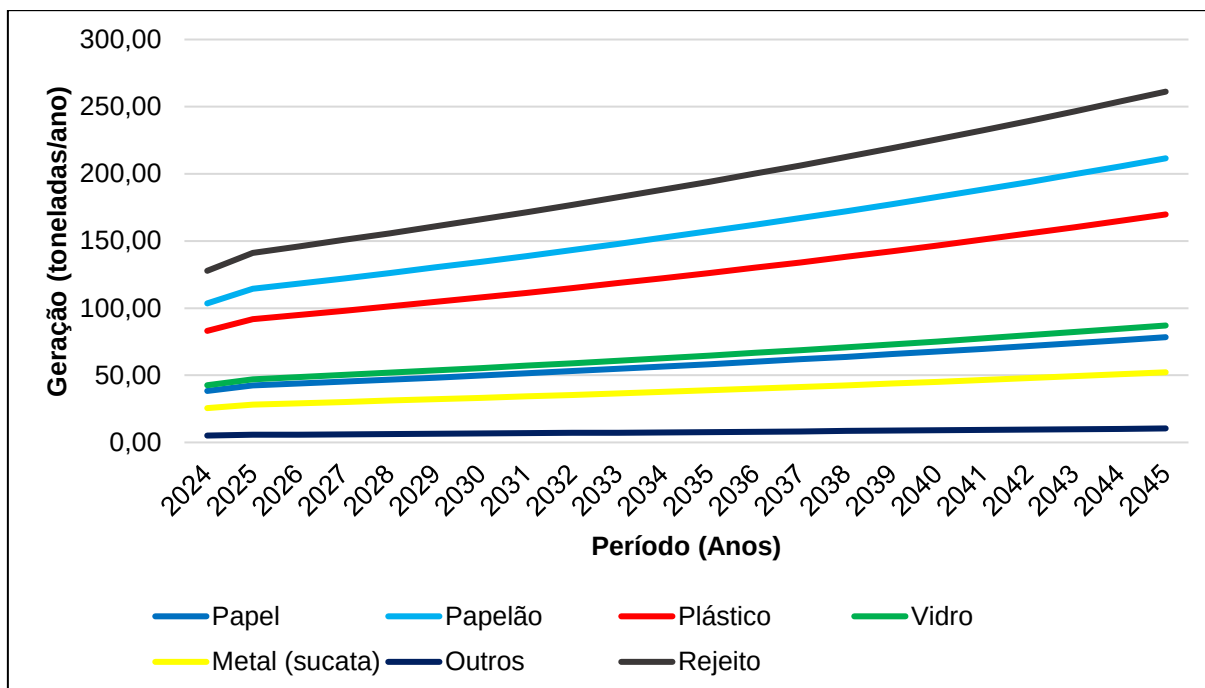
Tabela 32 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (intermediário).

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2024	38,34	103,52	83,07	42,60	25,56	5,11	127,80
2025	42,36	114,36	91,77	47,06	28,24	5,65	141,19
2026	43,78	118,20	94,85	48,64	29,19	5,84	145,93
2027	45,23	122,13	98,00	50,26	30,16	6,03	150,78
2028	46,72	126,15	101,23	51,91	31,15	6,23	155,74
2029	48,25	130,28	104,54	53,61	32,17	6,43	160,83
2030	49,82	134,50	107,93	55,35	33,21	6,64	166,05
2031	51,42	138,83	111,41	57,13	34,28	6,86	171,39
2032	53,06	143,26	114,96	58,95	35,37	7,07	176,86
2033	54,74	147,80	118,61	60,82	36,49	7,30	182,47
2034	56,46	152,45	122,34	62,74	37,64	7,53	188,21
2035	58,23	157,21	126,16	64,70	38,82	7,76	194,09
2036	60,03	162,09	130,07	66,70	40,02	8,00	200,11
2037	61,88	167,08	134,08	68,76	41,25	8,25	206,27
2038	63,78	172,19	138,18	70,86	42,52	8,50	212,58
2039	65,71	177,43	142,38	73,02	43,81	8,76	219,05
2040	67,70	182,79	146,68	75,22	45,13	9,03	225,66
2041	69,73	188,27	151,08	77,48	46,49	9,30	232,44
2042	71,81	193,89	155,59	79,79	47,87	9,57	239,37
2043	73,94	199,64	160,20	82,16	49,29	9,86	246,47
2044	76,12	205,52	164,93	84,58	50,75	10,15	253,73

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2045	78,35	211,55	169,76	87,06	52,23	10,45	261,17

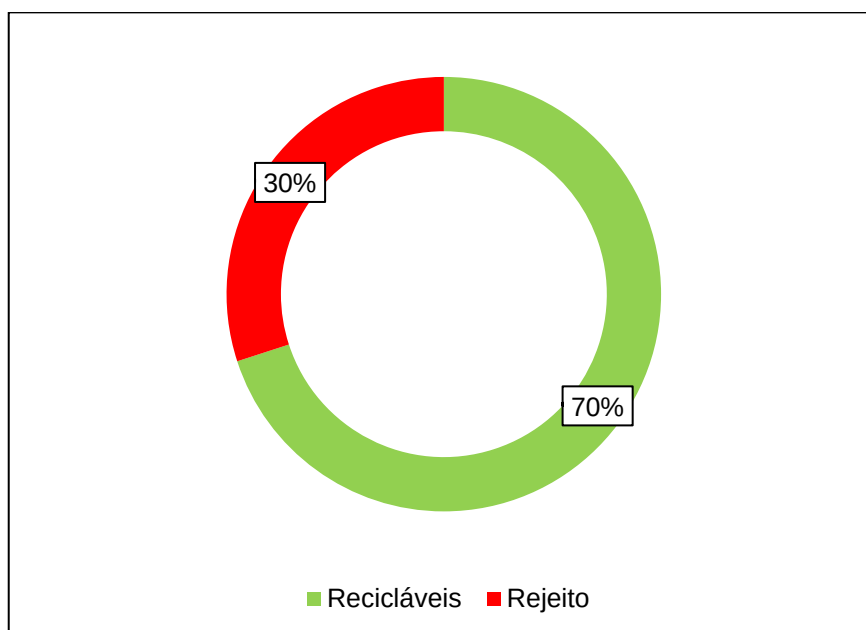
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 32 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário intermediário).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 33 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (intermediário).



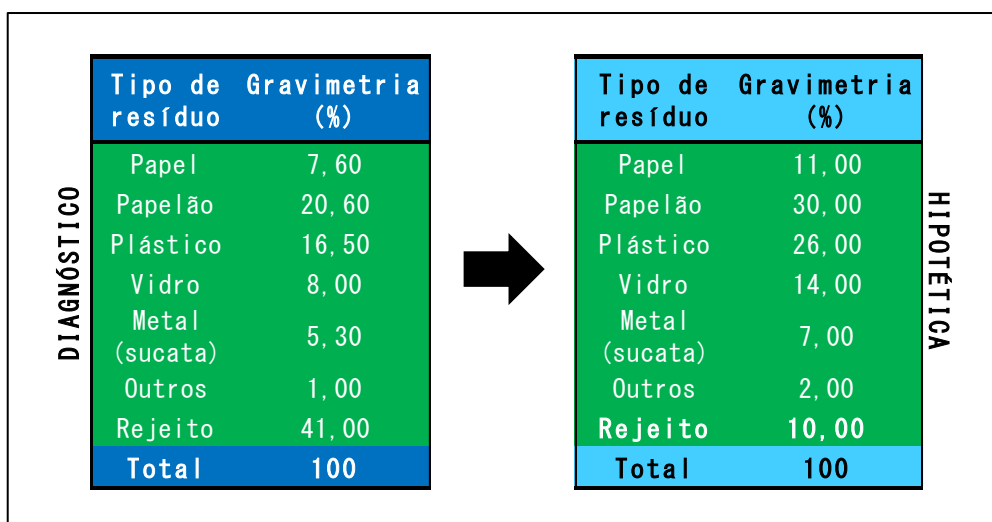
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.3.4. Cenário Otimista

Para realização da projeção do Cenário Otimista da coleta seletiva de Piraquara serão utilizados os seguintes critérios:

- ✓ Projeção populacional;
- ✓ Diminuição anual da geração *per capita* (30% ao final dos 20 anos de planejamento);
- ✓ Composição gravimétrica hipotética da coleta seletiva (otimista), considerando boas práticas de separação de resíduos e melhor eficiência de coleta.

Figura 4 – Composição gravimétrica hipotética utilizada (otimista).



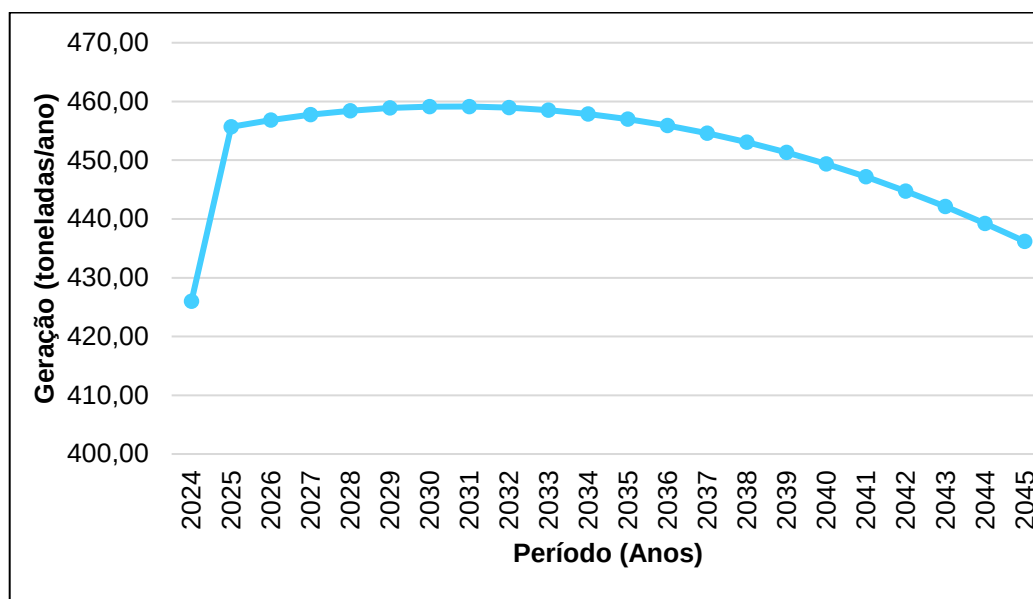
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 33 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário otimista).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração per capita projetada (kg/hab.dia)	Geração total recicláveis projetada (kg/ano)	Geração total recicláveis projetada (t/ano)
2024	122.984	0,485	426.000,79	426,00
2025	125.111	0,51	455.707,02	455,71
2026	127.238	0,5027143	456.833,68	456,83
2027	129.365	0,4954286	457.738,98	457,74
2028	131.492	0,4881429	458.422,92	458,42
2029	133.618	0,4808571	458.882,07	458,88
2030	135.745	0,4735714	459.123,36	459,12
2031	137.872	0,4662857	459.143,29	459,14
2032	139.999	0,459	458.941,86	458,94
2033	142.126	0,4517143	458.519,08	458,52
2034	144.253	0,4444286	457.874,94	457,87
2035	146.380	0,4371429	457.009,45	457,01
2036	148.507	0,4298571	455.922,60	455,92
2037	150.634	0,4225714	454.614,40	454,61
2038	152.761	0,4152857	453.084,85	453,08
2039	154.888	0,408	451.333,93	451,33
2040	157.015	0,4007143	449.361,67	449,36
2041	159.141	0,3934286	447.165,23	447,17
2042	161.268	0,3861429	444.750,31	444,75
2043	163.395	0,3788571	442.114,03	442,11
2044	165.522	0,3715714	439.256,39	439,26
2045	167.649	0,3642857	436.177,40	436,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 34 – Projeção da geração anual total de recicláveis da coleta seletiva (cenário otimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

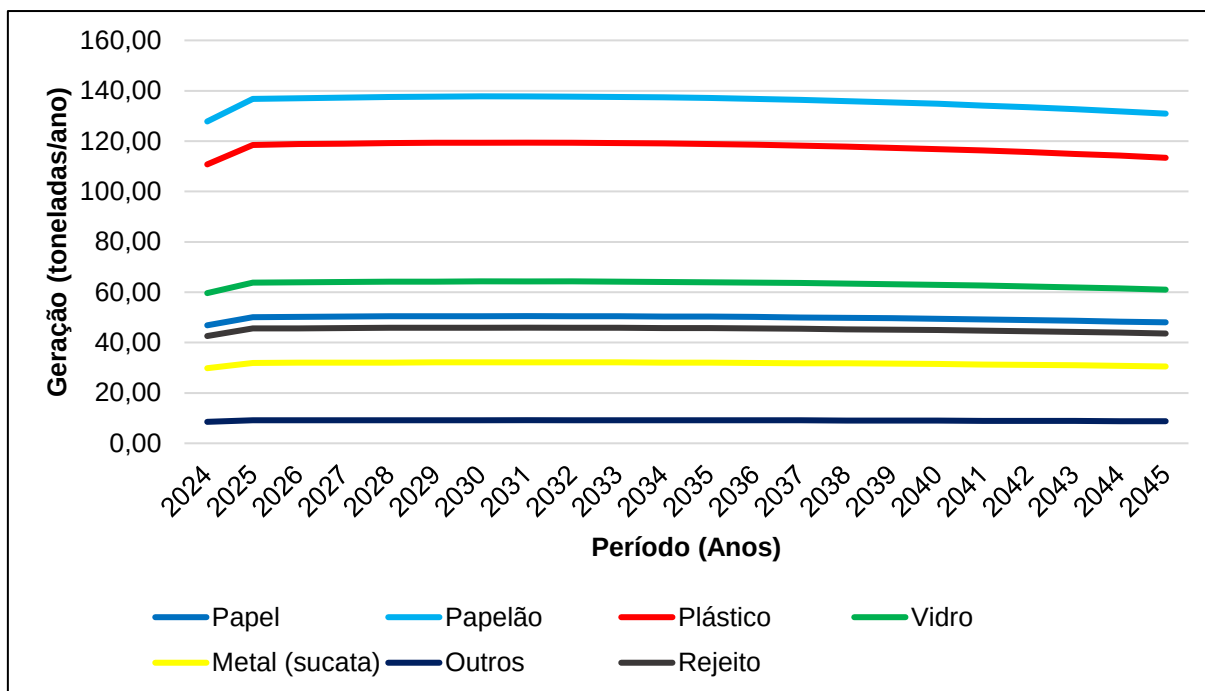
Tabela 34 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário otimista).

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2024	46,86	127,80	110,76	59,64	29,82	8,52	42,60
2025	50,13	136,71	118,48	63,80	31,90	9,11	45,57
2026	50,25	137,05	118,78	63,96	31,98	9,14	45,68
2027	50,35	137,32	119,01	64,08	32,04	9,15	45,77
2028	50,43	137,53	119,19	64,18	32,09	9,17	45,84
2029	50,48	137,66	119,31	64,24	32,12	9,18	45,89
2030	50,50	137,74	119,37	64,28	32,14	9,18	45,91
2031	50,51	137,74	119,38	64,28	32,14	9,18	45,91
2032	50,48	137,68	119,32	64,25	32,13	9,18	45,89
2033	50,44	137,56	119,21	64,19	32,10	9,17	45,85
2034	50,37	137,36	119,05	64,10	32,05	9,16	45,79
2035	50,27	137,10	118,82	63,98	31,99	9,14	45,70
2036	50,15	136,78	118,54	63,83	31,91	9,12	45,59
2037	50,01	136,38	118,20	63,65	31,82	9,09	45,46
2038	49,84	135,93	117,80	63,43	31,72	9,06	45,31
2039	49,65	135,40	117,35	63,19	31,59	9,03	45,13
2040	49,43	134,81	116,83	62,91	31,46	8,99	44,94
2041	49,19	134,15	116,26	62,60	31,30	8,94	44,72
2042	48,92	133,43	115,64	62,27	31,13	8,90	44,48
2043	48,63	132,63	114,95	61,90	30,95	8,84	44,21
2044	48,32	131,78	114,21	61,50	30,75	8,79	43,93

Ano	Papel (t/ano)	Papelão (t/ano)	Plástico (t/ano)	Vidro (t/ano)	Metal (t/ano)	Outros (t/ano)	Rejeito (t/ano)
2045	47,98	130,85	113,41	61,06	30,53	8,72	43,62

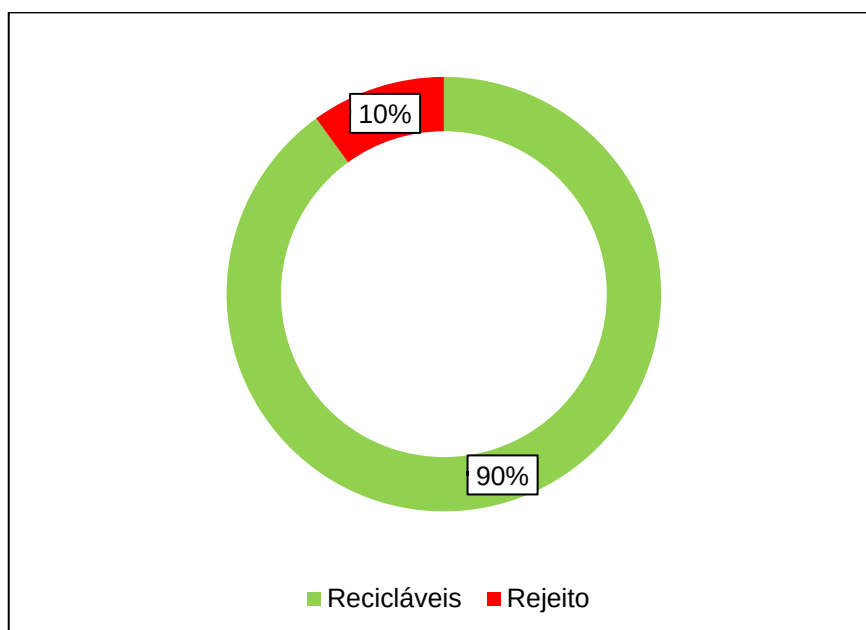
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 35 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (cenário otimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 36 – Relação entre a projeção de materiais recicláveis e rejeito (otimista).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

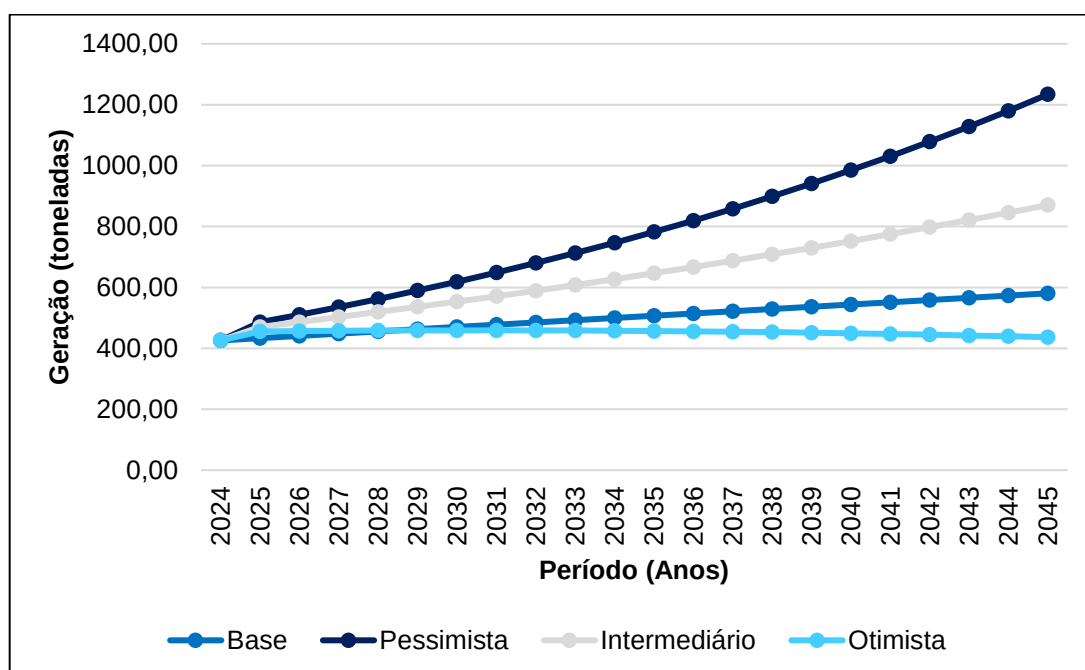
3.3.5. Síntese dos Cenários

Tabela 35 – Projeção da geração anual total de recicláveis (síntese).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Geração total recicláveis projetada (t/ano) Base	Geração total recicláveis projetada (t/ano) Pessimista	Geração total recicláveis projetada (t/ano) Intermediário	Geração total recicláveis projetada (t/ano) Otimista
2024	122.984	426,00	426,00	426,00	426,00
2025	125.111	433,37	485,81	470,64	455,71
2026	127.238	440,74	510,13	486,42	456,83
2027	129.365	448,10	535,51	502,58	457,74
2028	131.492	455,47	562,00	519,15	458,42
2029	133.618	462,84	589,65	536,12	458,88
2030	135.745	470,20	618,51	553,50	459,12
2031	137.872	477,57	648,61	571,31	459,14
2032	139.999	484,94	680,03	589,55	458,94
2033	142.126	492,31	712,79	608,23	458,52
2034	144.253	499,67	746,97	627,37	457,87
2035	146.380	507,04	782,62	646,96	457,01
2036	148.507	514,41	819,80	667,03	455,92
2037	150.634	521,78	858,57	687,58	454,61
2038	152.761	529,14	898,99	708,62	453,08
2039	154.888	536,51	941,13	730,16	451,33
2040	157.015	543,88	985,06	752,21	449,36
2041	159.141	551,24	1030,85	774,79	447,17
2042	161.268	558,61	1078,57	797,90	444,75
2043	163.395	565,98	1128,31	821,56	442,11
2044	165.522	573,35	1180,15	845,78	439,26
2045	167.649	580,71	1234,16	870,57	436,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 37 – Projeção da geração anual de recicláveis (síntese).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

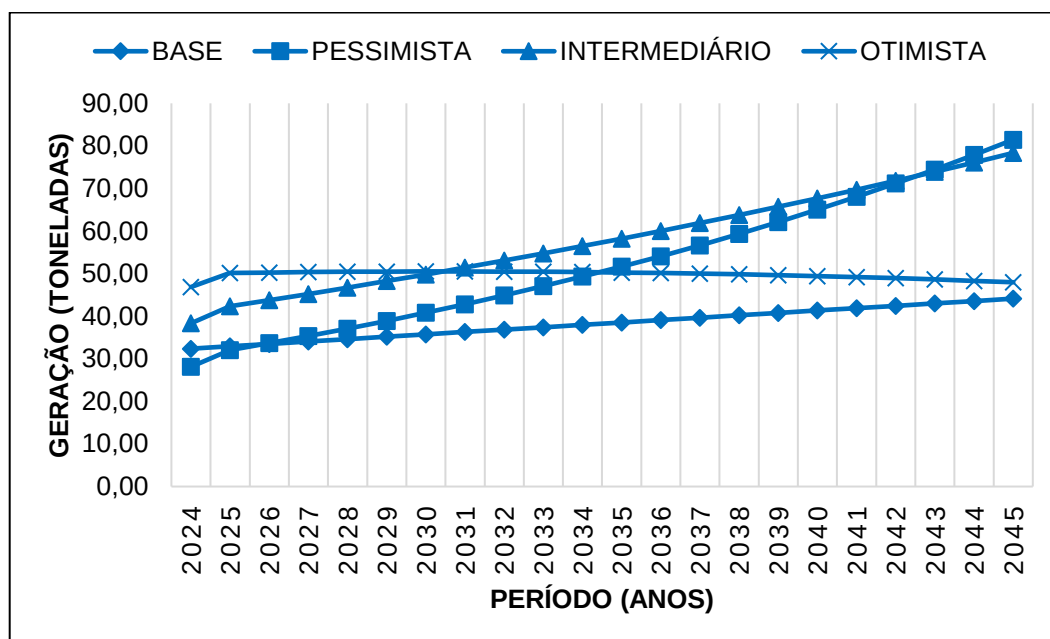
Tabela 36 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papel).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	32,38	28,12	38,34	46,86
2025	125.111	32,94	32,06	42,36	50,13
2026	127.238	33,50	33,67	43,78	50,25
2027	129.365	34,06	35,34	45,23	50,35
2028	131.492	34,62	37,09	46,72	50,43
2029	133.618	35,18	38,92	48,25	50,48
2030	135.745	35,74	40,82	49,82	50,50
2031	137.872	36,30	42,81	51,42	50,51
2032	139.999	36,86	44,88	53,06	50,48
2033	142.126	37,42	47,04	54,74	50,44
2034	144.253	37,98	49,30	56,46	50,37
2035	146.380	38,54	51,65	58,23	50,27
2036	148.507	39,10	54,11	60,03	50,15
2037	150.634	39,66	56,67	61,88	50,01
2038	152.761	40,21	59,33	63,78	49,84
2039	154.888	40,77	62,11	65,71	49,65
2040	157.015	41,33	65,01	67,70	49,43
2041	159.141	41,89	68,04	69,73	49,19

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2042	161.268	42,45	71,19	71,81	48,92
2043	163.395	43,01	74,47	73,94	48,63
2044	165.522	43,57	77,89	76,12	48,32
2045	167.649	44,13	81,45	78,35	47,98

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 38 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papel).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

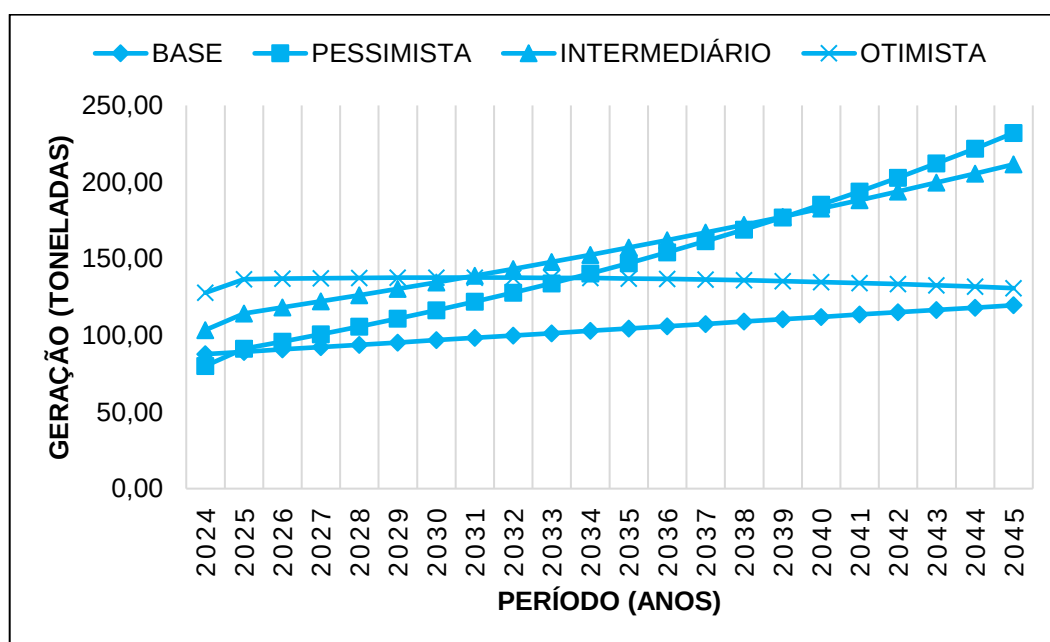
Tabela 37 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papelão).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	87,76	80,09	103,52	127,80
2025	125.111	89,27	91,33	114,36	136,71
2026	127.238	90,79	95,90	118,20	137,05
2027	129.365	92,31	100,68	122,13	137,32
2028	131.492	93,83	105,66	126,15	137,53
2029	133.618	95,34	110,85	130,28	137,66
2030	135.745	96,86	116,28	134,50	137,74
2031	137.872	98,38	121,94	138,83	137,74
2032	139.999	99,90	127,84	143,26	137,68

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2033	142.126	101,42	134,01	147,80	137,56
2034	144.253	102,93	140,43	152,45	137,36
2035	146.380	104,45	147,13	157,21	137,10
2036	148.507	105,97	154,12	162,09	136,78
2037	150.634	107,49	161,41	167,08	136,38
2038	152.761	109,00	169,01	172,19	135,93
2039	154.888	110,52	176,93	177,43	135,40
2040	157.015	112,04	185,19	182,79	134,81
2041	159.141	113,56	193,80	188,27	134,15
2042	161.268	115,07	202,77	193,89	133,43
2043	163.395	116,59	212,12	199,64	132,63
2044	165.522	118,11	221,87	205,52	131,78
2045	167.649	119,63	232,02	211,55	130,85

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 39 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Papelão).



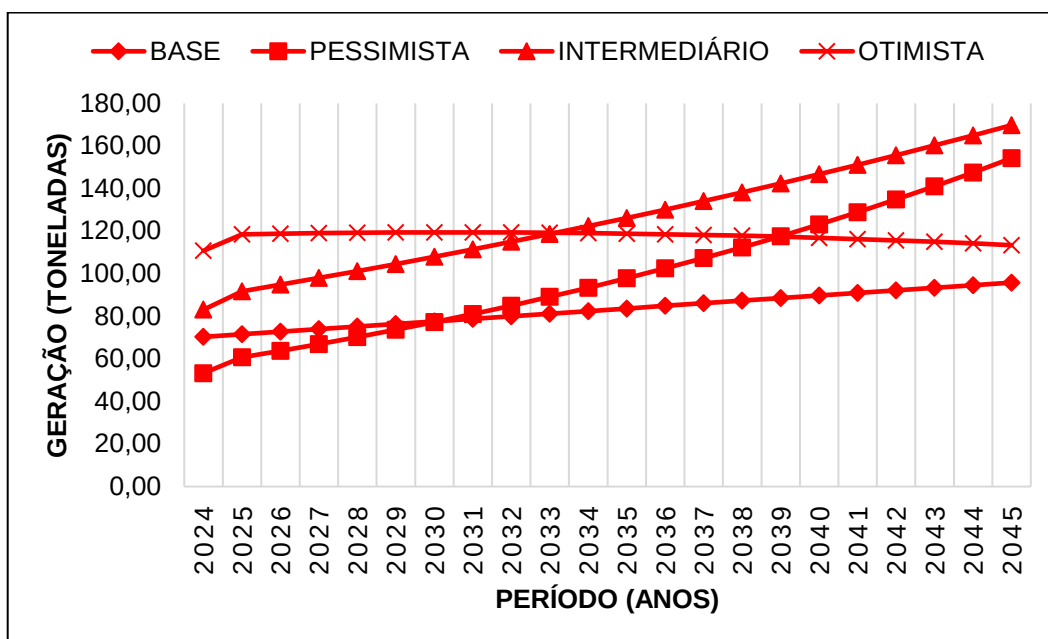
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 38 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Plástico).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	70,29	53,25	83,07	110,76
2025	125.111	71,51	60,73	91,77	118,48
2026	127.238	72,72	63,77	94,85	118,78
2027	129.365	73,94	66,94	98,00	119,01
2028	131.492	75,15	70,25	101,23	119,19
2029	133.618	76,37	73,71	104,54	119,31
2030	135.745	77,58	77,31	107,93	119,37
2031	137.872	78,80	81,08	111,41	119,38
2032	139.999	80,01	85,00	114,96	119,32
2033	142.126	81,23	89,10	118,61	119,21
2034	144.253	82,45	93,37	122,34	119,05
2035	146.380	83,66	97,83	126,16	118,82
2036	148.507	84,88	102,48	130,07	118,54
2037	150.634	86,09	107,32	134,08	118,20
2038	152.761	87,31	112,37	138,18	117,80
2039	154.888	88,52	117,64	142,38	117,35
2040	157.015	89,74	123,13	146,68	116,83
2041	159.141	90,96	128,86	151,08	116,26
2042	161.268	92,17	134,82	155,59	115,64
2043	163.395	93,39	141,04	160,20	114,95
2044	165.522	94,60	147,52	164,93	114,21
2045	167.649	95,82	154,27	169,76	113,41

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 40 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Plástico).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

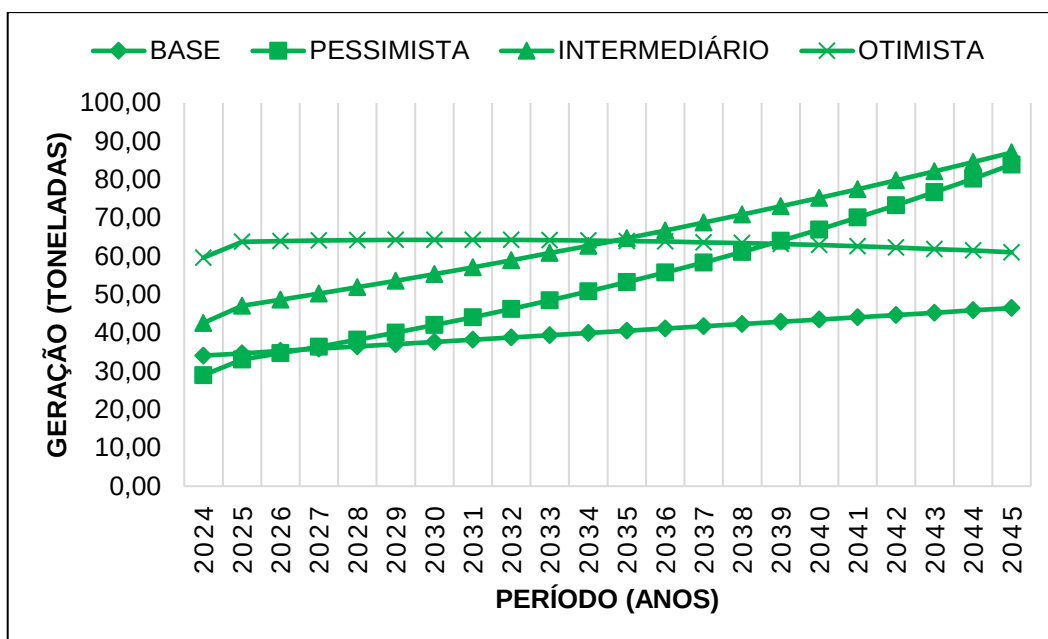
Tabela 39 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Vidro).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	34,08	28,97	42,60	59,64
2025	125.111	34,67	33,04	47,06	63,80
2026	127.238	35,26	34,69	48,64	63,96
2027	129.365	35,85	36,41	50,26	64,08
2028	131.492	36,44	38,22	51,91	64,18
2029	133.618	37,03	40,10	53,61	64,24
2030	135.745	37,62	42,06	55,35	64,28
2031	137.872	38,21	44,11	57,13	64,28
2032	139.999	38,80	46,24	58,95	64,25
2033	142.126	39,38	48,47	60,82	64,19
2034	144.253	39,97	50,79	62,74	64,10
2035	146.380	40,56	53,22	64,70	63,98
2036	148.507	41,15	55,75	66,70	63,83
2037	150.634	41,74	58,38	68,76	63,65
2038	152.761	42,33	61,13	70,86	63,43
2039	154.888	42,92	64,00	73,02	63,19
2040	157.015	43,51	66,98	75,22	62,91
2041	159.141	44,10	70,10	77,48	62,60
2042	161.268	44,69	73,34	79,79	62,27

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2043	163.395	45,28	76,73	82,16	61,90
2044	165.522	45,87	80,25	84,58	61,50
2045	167.649	46,46	83,92	87,06	61,06

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 41 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Vidro).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

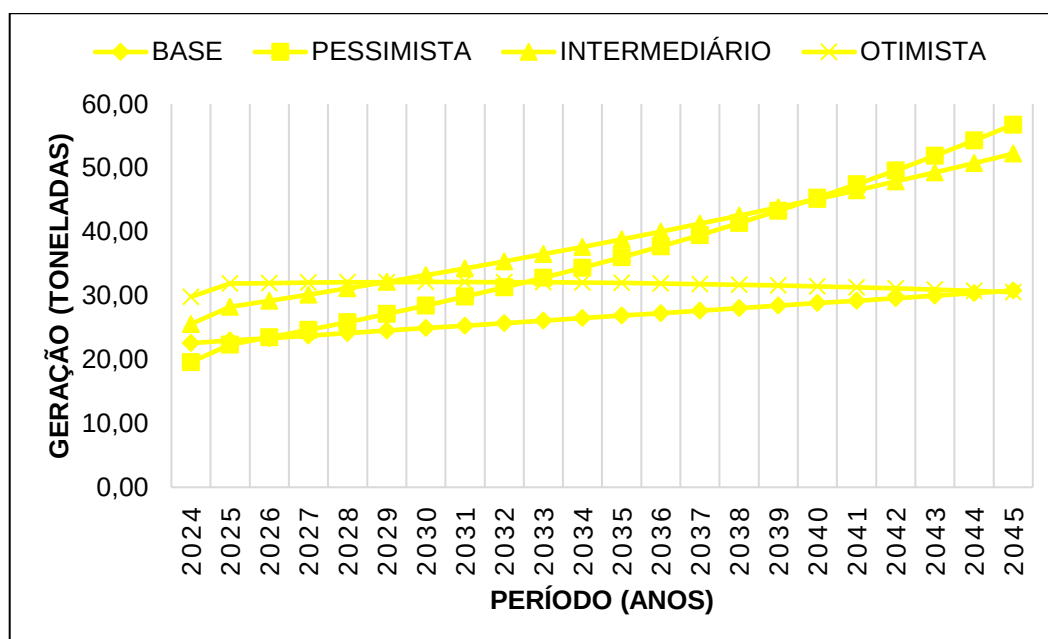
Tabela 40 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Metal).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	22,58	19,60	25,56	29,82
2025	125.111	22,97	22,35	28,24	31,90
2026	127.238	23,36	23,47	29,19	31,98
2027	129.365	23,75	24,63	30,16	32,04
2028	131.492	24,14	25,85	31,15	32,09
2029	133.618	24,53	27,12	32,17	32,12
2030	135.745	24,92	28,45	33,21	32,14
2031	137.872	25,31	29,84	34,28	32,14
2032	139.999	25,70	31,28	35,37	32,13
2033	142.126	26,09	32,79	36,49	32,10

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2034	144.253	26,48	34,36	37,64	32,05
2035	146.380	26,87	36,00	38,82	31,99
2036	148.507	27,26	37,71	40,02	31,91
2037	150.634	27,65	39,49	41,25	31,82
2038	152.761	28,04	41,35	42,52	31,72
2039	154.888	28,44	43,29	43,81	31,59
2040	157.015	28,83	45,31	45,13	31,46
2041	159.141	29,22	47,42	46,49	31,30
2042	161.268	29,61	49,61	47,87	31,13
2043	163.395	30,00	51,90	49,29	30,95
2044	165.522	30,39	54,29	50,75	30,75
2045	167.649	30,78	56,77	52,23	30,53

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 42 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Metal).



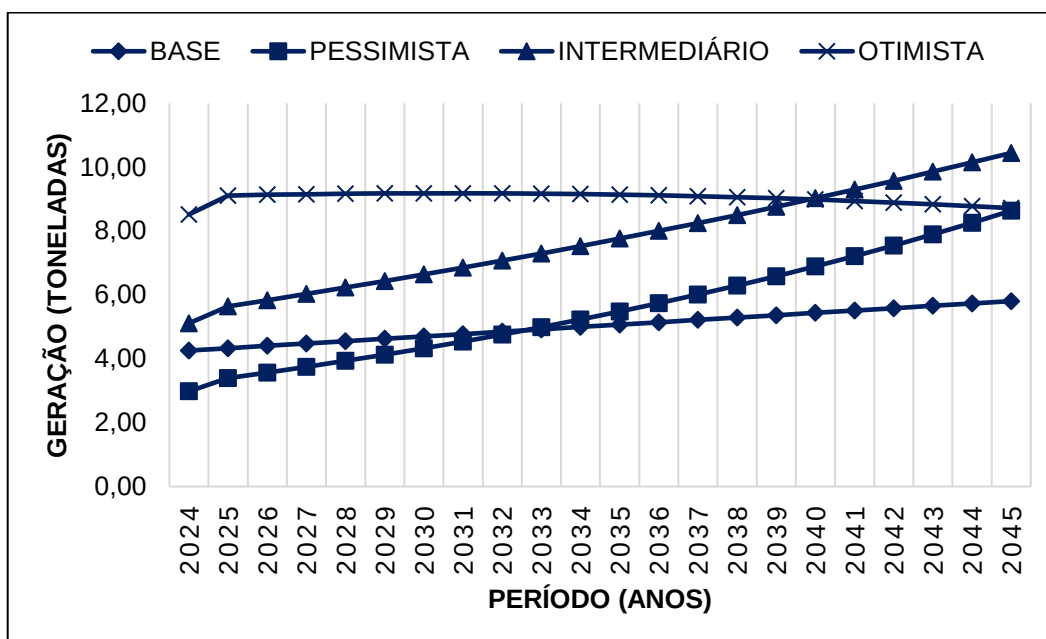
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 41 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Outros).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	4,26	2,98	5,11	8,52
2025	125.111	4,33	3,40	5,65	9,11
2026	127.238	4,41	3,57	5,84	9,14
2027	129.365	4,48	3,75	6,03	9,15
2028	131.492	4,55	3,93	6,23	9,17
2029	133.618	4,63	4,13	6,43	9,18
2030	135.745	4,70	4,33	6,64	9,18
2031	137.872	4,78	4,54	6,86	9,18
2032	139.999	4,85	4,76	7,07	9,18
2033	142.126	4,92	4,99	7,30	9,17
2034	144.253	5,00	5,23	7,53	9,16
2035	146.380	5,07	5,48	7,76	9,14
2036	148.507	5,14	5,74	8,00	9,12
2037	150.634	5,22	6,01	8,25	9,09
2038	152.761	5,29	6,29	8,50	9,06
2039	154.888	5,37	6,59	8,76	9,03
2040	157.015	5,44	6,90	9,03	8,99
2041	159.141	5,51	7,22	9,30	8,94
2042	161.268	5,59	7,55	9,57	8,90
2043	163.395	5,66	7,90	9,86	8,84
2044	165.522	5,73	8,26	10,15	8,79
2045	167.649	5,81	8,64	10,45	8,72

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 43 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Outros).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

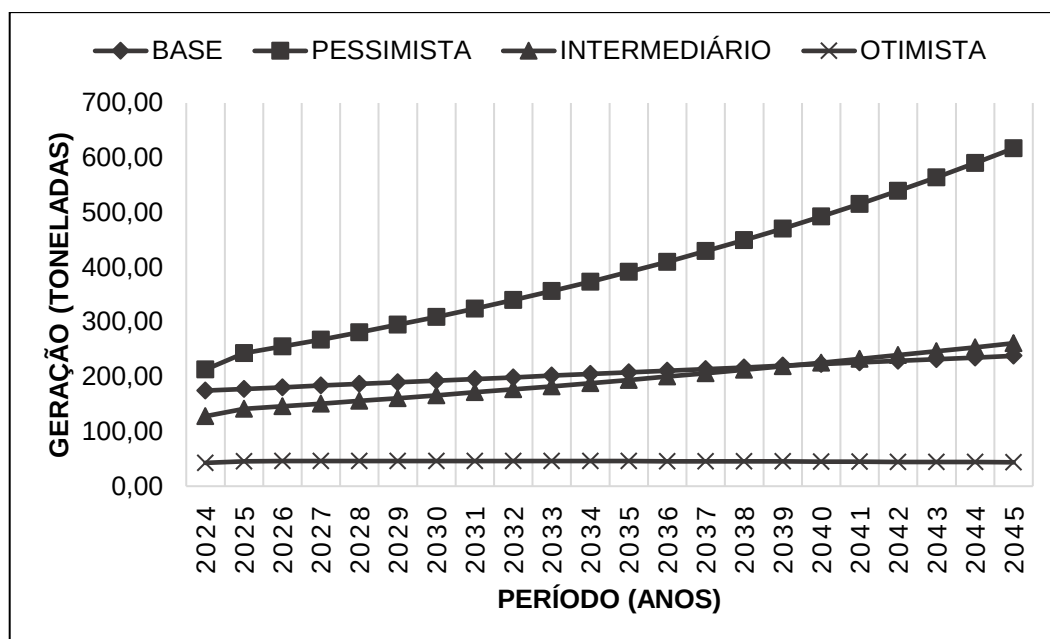
Tabela 42 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Rejeito).

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2024	122.984	174,66	213,00	127,80	42,60
2025	125.111	177,68	242,90	141,19	45,57
2026	127.238	180,70	255,06	145,93	45,68
2027	129.365	183,72	267,75	150,78	45,77
2028	131.492	186,74	281,00	155,74	45,84
2029	133.618	189,76	294,83	160,83	45,89
2030	135.745	192,78	309,25	166,05	45,91
2031	137.872	195,80	324,31	171,39	45,91
2032	139.999	198,82	340,01	176,86	45,89
2033	142.126	201,85	356,40	182,47	45,85
2034	144.253	204,87	373,49	188,21	45,79
2035	146.380	207,89	391,31	194,09	45,70
2036	148.507	210,91	409,90	200,11	45,59
2037	150.634	213,93	429,28	206,27	45,46
2038	152.761	216,95	449,49	212,58	45,31
2039	154.888	219,97	470,56	219,05	45,13
2040	157.015	222,99	492,53	225,66	44,94
2041	159.141	226,01	515,42	232,44	44,72
2042	161.268	229,03	539,29	239,37	44,48

Ano	População Total Projetada (habitantes)	Cenário Base (t/ano)	Cenário Pessimista (t/ano)	Cenário Intermediário (t/ano)	Cenário Otimista (t/ano)
2043	163.395	232,05	564,16	246,47	44,21
2044	165.522	235,07	590,08	253,73	43,93
2045	167.649	238,09	617,08	261,17	43,62

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 44 – Projeção da geração anual conforme gravimetria coleta seletiva (síntese Rejeito).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

4. MECANISMOS PARA A CRIAÇÃO DE FONTES DE NEGÓCIOS, EMPREGOS E RENDA

Conforme preconiza a Lei n.º 12.305/2010, a gestão integrada de resíduos sólidos deve priorizar ações de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, além da destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. A valorização de resíduos se insere nesse contexto ao transformar passivos ambientais em ativos econômicos, fomentando o desenvolvimento de cadeias produtivas locais e regionais (Brasil, 2010). A implementação de medidas que transformem resíduos em oportunidades econômicas também está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12, que busca assegurar padrões sustentáveis de produção e consumo (Onu, 2015). Além disso, iniciativas como a Resolução CONAMA n.º 313/2002 destacam a importância de inventários de resíduos sólidos como ferramenta para identificar fluxos potenciais de reaproveitamento e criação de valor.

A valorização dos resíduos sólidos está alinhada aos conceitos de economia circular, que busca maximizar o ciclo de vida dos produtos e reduzir a dependência de recursos naturais primários. Para isso, estratégias como o reaproveitamento de materiais recicláveis, compostagem de resíduos orgânicos e produção de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos são ferramentas importantes. O setor de reciclagem, por exemplo, é responsável por gerar empregos diretos e indiretos em cooperativas de catadores e empresas de triagem e processamento de materiais. Estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea, 2012) aponta que a reciclagem pode gerar até 50 vezes mais empregos do que os métodos tradicionais de disposição final em aterros sanitários. Ademais, tecnologias de valorização energética, como a produção de Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR) e a digestão anaeróbica, têm se destacado como oportunidades para ampliar o aproveitamento dos resíduos sólidos, especialmente em municípios com limitações para ampliação de áreas de aterros sanitários.

As atividades relacionadas à gestão e valorização de resíduos sólidos representam uma das mais promissoras frentes para a geração de renda em municípios de médio e pequeno porte, como Piraquara. Investimentos em logística reversa, coleta seletiva ampliada e infraestrutura para triagem de materiais recicláveis podem fomentar o desenvolvimento de cooperativas e microempresas, promovendo a inclusão socioeconômica de populações vulneráveis. Catadores informais, frequentemente invisibilizados no sistema de gestão de resíduos, desempenham papel crucial na cadeia produtiva da reciclagem. A inclusão social e econômica desse grupo, por meio do fortalecimento de associações e capacitação técnica, pode gerar impacto significativo na renda média dos trabalhadores, além de aumentar os índices de recuperação de materiais. Nesse contexto, os mecanismos para impulsionar negócios e gerar emprego e renda a partir de resíduos sólidos incluem:

- Cooperativas e Redes de Catadores: Apoiar e formalizar cooperativas é uma estratégia eficiente para ampliar a renda e a inclusão social;
- Centros de Triagem e Valorização de Resíduos: Investir em infraestrutura para triagem e valorização garante maior eficiência na separação e comercialização de recicláveis;
- Incentivos à Compostagem: Estimular a compostagem comunitária e residencial, tanto em áreas urbanas quanto rurais, reduz custos de disposição final e pode gerar produtos comercializáveis;
- Educação Ambiental e Consumo Sustentável: Campanhas educativas que envolvam a comunidade no processo de separação e destinação adequada dos resíduos fortalecem a cadeia de valorização;
- Bolsas de Resíduos: Plataformas criadas para promover e facilitar a troca e comercialização de resíduos entre empresas, organizações ou indivíduos;
- Parcerias Público-Privadas (PPPs): Atração de investidores para a gestão e valorização de resíduos, promovendo inovação tecnológica e eficiência operacional.

4.1. PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPPs)

As Parcerias Público-Privadas (PPPs) são um modelo de cooperação entre o setor público e a iniciativa privada, regulamentadas pela Lei Federal nº 11.079/2004, que institui normas gerais para licitação e contratação de parcerias público-privadas no Brasil. Esse modelo tem como objetivo alavancar investimentos em serviços públicos, assegurando maior eficiência e compartilhamento de riscos entre as partes. Na gestão de resíduos sólidos, as PPPs se apresentam como uma alternativa estratégica para enfrentar os desafios estruturais, técnicos e financeiros que os municípios enfrentam, especialmente em localidades como Piraquara, onde o baixo índice de industrialização e a restrição ao desenvolvimento econômico demandam soluções inovadoras. Nesse sentido, as PPPs podem assumir dois formatos principais:

- **Concessão Administrativa:** Quando o poder público é o usuário direto dos serviços e responsável pelo pagamento ao parceiro privado;
- **Concessão Patrocinada:** Quando há a combinação de tarifas cobradas dos usuários e aportes financeiros do poder público para viabilizar o projeto.

No contexto da gestão de resíduos sólidos, as PPPs podem englobar diversas etapas do sistema, incluindo:

- Coleta e transporte de resíduos;
- Operação de estações de triagem e reciclagem;
- Implantação e gestão de aterros sanitários;
- Implementação de tecnologias para valorização de resíduos, como compostagem e recuperação energética.

Uma vantagem central das PPPs é a capacidade de viabilizar investimentos em infraestrutura e inovação tecnológica, que muitas vezes estão fora do alcance financeiro dos municípios. Além disso, o modelo permite que a expertise e a eficiência da iniciativa privada contribuam para melhorar a prestação do serviço, desde que bem

estruturado e monitorado. Para garantir o sucesso das PPPs, a elaboração de contratos sólidos e bem definidos é essencial, incluindo cláusulas de monitoramento, indicadores de desempenho e mecanismos de fiscalização. A PNRS reforça a importância de mecanismos de gestão eficiente e integrada para resíduos sólidos, incentivando modelos que garantam a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

Muitos municípios brasileiros utilizam PPPs para a operação de aterros sanitários, onde a iniciativa privada é responsável pela construção e operação do aterro, enquanto o poder público realiza o monitoramento e fornece apoio financeiro, caso necessário. Outra aplicação está no uso de tecnologias de transformação de resíduos em energia, que exige alta capacidade de investimento e inovação tecnológica. Criando oportunidades de implementar soluções integradas, garantindo o cumprimento da legislação ambiental vigente, maior eficiência no uso de recursos e melhores resultados na gestão de resíduos sólidos.

A implementação de Parcerias Público-Privadas (PPPs) para a gestão de resíduos sólidos em Piraquara exige um processo estruturado que envolve regulamentação, modelagem financeira, licitação e monitoramento. O primeiro passo é a regulamentação e estruturação jurídica, garantindo um marco legal municipal que permita a realização das PPPs, alinhado à Lei 12.305/2010 (PNRS) e às normativas locais. Em seguida, deve-se definir a modelagem financeira e econômica, estabelecendo a estrutura tarifária, avaliando fontes de financiamento (BNDES, BID, Banco Mundial) e criando incentivos fiscais para atrair investidores.

Após essa etapa, o município deve realizar consultas públicas e audiências para garantir transparência e participação da sociedade, seguidas da abertura do processo licitatório, com a elaboração de editais e critérios de seleção bem definidos. A seleção deve priorizar empresas que apresentem eficiência operacional, tecnologia e compromisso com metas ambientais. Uma vez estabelecida a parceria, inicia-se a execução e monitoramento, com fiscalização contínua dos serviços prestados, implementação de indicadores de desempenho e aplicação de penalidades em caso de descumprimento contratual.

Esses passos garantem que as PPPs em Piraquara sejam viáveis, sustentáveis e alinhadas aos objetivos do município na melhoria da gestão de resíduos, promovendo eficiência, inovação e impacto ambiental positivo. Dessa forma, infere-se que a viabilidade para implementação de PPPs baseiam-se nas seguintes atividades de gerenciamento de resíduos:

- Coleta e transporte de RSU;
- Tratamento e valorização de resíduos, com a implementação de Centros de Triagem ou Usinas de Reciclagem, assim como projetos de compostagem de resíduos orgânicos;
- Gestão de resíduos da construção civil, na implantação de unidades de triagem e reciclagem de entulho e reuso de materiais de construção na pavimentação de vias e obras públicas;
- Criação de Ecopontos para resíduos volumosos e de difícil manejo em parceria com empresas privadas;
- Estabelecimento de acordos setoriais para destinação de resíduos da logística reversa;
- Aproveitamento energético, por meio de estudos para implementação de biodigestores ou usinas Waste-to-Energy (transformação de resíduos em energia).

Entretanto, o estabelecimento de PPPs apresentam, ao mesmo tempo, desafios e potencialidades ligados a todo o processo. Dessa forma, os principais desafios para implementação das mesmas em Piraquara, considerando as características próprias de Piraquara, são:

- **Baixa atratividade econômica:** O município tem **renda baixa** e poucos grandes geradores, o que pode dificultar a rentabilidade das PPPs;
- **Resistência à privatização:** Algumas comunidades podem resistir à participação da iniciativa privada em serviços públicos essenciais;
- **Burocracia e regulamentação:** A necessidade de adequação legal pode atrasar a implementação;

- **Fiscalização eficiente:** É fundamental que o município tenha mecanismos para monitorar o cumprimento dos contratos.

Dentre as potencialidades, tem-se:

- **Redução de custos operacionais:** A iniciativa privada pode oferecer mais eficiência na gestão dos resíduos;
- **Acesso à tecnologia e inovação:** Empresas especializadas podem implantar soluções modernas;
- **Geração de emprego e renda:** O setor de resíduos pode fomentar a economia local, especialmente no setor de reciclagem;
- **Redução do impacto ambiental:** Com melhores práticas de gestão, menos resíduos serão encaminhados ao aterro sanitário.

4.2. SOLUÇÕES CONSORCIADAS

Dentro do contexto de soluções integradas, a gestão consorciada ou compartilhada surge como uma estratégia para promover a eficiência, a sustentabilidade e a economicidade na gestão de resíduos sólidos, especialmente em municípios com limitações orçamentárias e estruturais, como Piraquara. Esse modelo, regulamentado pela Lei Federal nº 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de consórcios públicos, é amplamente incentivado pela Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Além disso, o Decreto nº 7.217/2010 regulamenta o uso de consórcios na prestação de serviços públicos de saneamento básico, incluindo a gestão de resíduos.

Esse tipo de gestão consiste na união de esforços entre dois ou mais entes federativos para a realização de ações conjuntas em um setor de interesse comum. No caso da gestão de resíduos sólidos, os consórcios públicos possibilitam a otimização de recursos e a ampliação da escala de serviços, reduzindo custos e promovendo melhores condições para investimentos em infraestrutura. Nessa temática, os consórcios públicos podem ser aplicados das seguintes maneiras:

- **Infraestrutura Compartilhada**
 - Implantação e operação de aterros sanitários regionais;
 - Estabelecimento de estações de transbordo compartilhadas;
 - Operação de centros de triagem e reciclagem consorciados;
- **Serviços Conjuntos**
 - Contratação de empresas para a coleta e transporte de resíduos em municípios consorciados;
 - Desenvolvimento de programas educativos e campanhas de conscientização conjuntas;
- **Gestão Compartilhada de Tecnologias**
 - Implementação de plantas de compostagem consorciadas;
 - Instalação de usinas de recuperação energética para atender a diversos municípios;
- **Capacitação e Monitoramento**
 - Treinamento conjunto de equipes técnicas para operação de sistemas de resíduos;
 - Monitoramento integrado de indicadores de desempenho na gestão de resíduos.

Ademais, a Lei nº 11.445/2007 ampara cinco modalidades de prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico:

- **Região metropolitana, aglomerações urbanas ou microrregiões:** instituídas por lei complementar estadual e compostas de agrupamento de municípios limítrofes;
- **Unidade regional de saneamento básico:** instituída por lei ordinária estadual e constituída pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;

- **Bloco de referência:** estabelecido por ato do Poder Executivo Federal, formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares e composto pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;
- **Regiões integradas de desenvolvimento (Ride):** regiões administrativas que abrangem diferentes unidades da federação, instituídas por lei complementar federal até a data da entrada em vigor da Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole); e
- **Gestão associada:** associação voluntária entre entes federativos por meio de consórcio público (instituído por contrato celebrado entre os entes consorciados e ratificado mediante lei) ou convênio de cooperação (formalizado por meio da celebração de convênio entre os entes signatários).

A gestão consorciada apresenta diversas vantagens, como a economia de escala, que reduz os custos per capita por meio do compartilhamento de infraestrutura e serviços, tornando a gestão de resíduos mais viável economicamente. Além disso, permite que municípios menores acessem tecnologias avançadas e recursos financeiros que, isoladamente, seriam inviáveis. Outro benefício importante é o fortalecimento da governança regional, promovendo uma visão integrada do território e incentivando soluções regionais para problemas comuns.

Já dentre as desvantagens, podem vir a acontecer desentendimentos políticos com interferências de caráter pessoal ou partidário ou uma burocracia excessiva para a implantação dos consórcios públicos. Ressalta-se que a promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios envolvidos se sobrepõe de maneira transversal à toda gestão municipal individualizada. Abaixo seguem alguns critérios utilizados para a construção dos arranjos:

- Área de abrangência (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial e conurbação;
- Bacia Hidrográfica (sub – bacia e microbacia);
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;

- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existent (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios polo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.

Considerando a localização de Piraquara, na Região Metropolitana de Curitiba, a gestão consorciada representa uma solução viável para superar os desafios locais na gestão de resíduos sólidos, ampliando a capacidade técnica e financeira do município. Esta prática já é realidade, pois o município faz parte do Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos (CONRESOL) para disposição final dos rejeitos provenientes da coleta convencional municipal, que acontece em um aterro sanitário localizado no Município de Fazenda Rio Grande/PR, conforme já apresentado na etapa de Diagnóstico deste PMGIRS. Entretanto, devido à proximidade do final de vida útil do referido aterro, a gestão municipal de Piraquara precisa estar preparada para uma eventual mudança de local para dispor finalmente seus rejeitos, sendo este local gerido pelo CONRESOL. A exigência constante de relatórios e informações sobre a situação da vida útil do aterro e demais informações pertinentes são uma maneira do Poder Público local acompanhar e se organizar frente a qualquer eventual acontecimento.

No âmbito da gestão associada, os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela PNRS, sendo que este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União. Nesse cenário, os aterros sanitários são o método mais recomendado e comum atualmente utilizado em um sistema de gestão integrado de resíduos sólidos, no qual os rejeitos são depositados em camadas no solo, seguindo critério e técnicas rigorosas de operação e controle, projetados para reduzir a contaminação do solo, água e ar. Também com medidas de impermeabilização, drenagem, coleta e tratamento de gases.

Diante disso, a PNRS considera que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos seja ordenada em aterros, seguindo normas operacionais específicas com objetivo de evitar riscos e danos à saúde pública e minimização dos impactos ambientais. A Lei Federal considera como rejeito os “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

Dessa forma, verifica-se que a identificação de áreas adequadas para a implantação de um aterro sanitário é uma etapa essencial no planejamento e gestão dos resíduos sólidos, garantindo a conformidade com os critérios técnicos, legais e normativos, de forma a assegurar a preservação ambiental e a saúde pública. Entretanto, a identificação de áreas favoráveis para a implantação de aterros sanitários dentro do perímetro municipal de Piraquara não é viável devido às limitações legais e ambientais inerentes às características do território, pois o município está localizado em uma área de proteção de mananciais, que desempenha papel fundamental no abastecimento hídrico da Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Essa condição restringe fortemente atividades potencialmente poluidoras ou que possam comprometer a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, conforme estabelecido pela Lei Estadual nº 12.248/1998, que regula a proteção dos mananciais de abastecimento público na RMC. Além disso, o a PNRS e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 404/2008, determinam que aterros sanitários devem estar localizados em áreas que não representem riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Em Piraquara, a presença predominante de zonas de recarga hídrica, somada às restrições impostas por legislações estaduais e municipais, inviabiliza a destinação de terrenos para este tipo de empreendimento.

Dado o percentual significativo de resíduos orgânicos na composição dos resíduos municipais, Piraquara poderia integrar um consórcio regional para implantação de usinas de compostagem ou biodigestores, viabilizando a produção de composto orgânico para uso agrícola ou de biogás para geração de energia.

A destinação inadequada de entulhos é um dos principais problemas de Piraquara. Um consórcio intermunicipal para implantação de usinas de reciclagem de RCC pode viabilizar a triagem e o reaproveitamento desses resíduos para uso em pavimentação, blocos ecológicos e infraestrutura urbana. A destinação irregular de móveis,

madeiras e eletrodomésticos inutilizáveis também é um problema frequente. Nesse caso, o município pode integrar um consórcio para implantação de ecopontos regionais, permitindo a triagem e reaproveitamento de materiais, além de destinação correta para os rejeitos.

Em relação à atuação e competências com atividades de logística reversa, enquanto a responsabilidade direta é dos agentes econômicos que colocam produtos no mercado, o município tem um papel complementar e estratégico na gestão integrada dos resíduos sólidos, podendo atuar em parceria com o setor privado e outros municípios para promover a coleta e destinação adequadas dos resíduos sujeitos à logística reversa.

Pensando na educação ambiental, observa-se que a conscientização da população sobre a separação correta dos resíduos ainda constitui um desafio significativo para os municípios. Esse cenário é especialmente evidente em cidades inseridas em regiões metropolitanas, como é o caso de Piraquara, onde há um intenso fluxo de pessoas transitando diariamente entre diferentes municípios por motivos de trabalho, estudo, serviços ou lazer. Esse deslocamento constante faz com que os cidadãos sejam expostos a campanhas e orientações distintas, promovidas por diferentes administrações municipais, o que pode gerar confusão e dificultar a consolidação de práticas corretas relacionadas à gestão de resíduos. Diante disso, a implementação de uma estratégia regionalizada de educação ambiental, por meio de consórcios intermunicipais, revela-se uma alternativa eficaz para promover maior uniformidade na comunicação e nas ações educativas voltadas à população. A atuação consorciada nesse âmbito permite o desenvolvimento de campanhas conjuntas de mobilização social, ações educativas alinhadas entre os municípios e capacitações integradas para catadores e associações de reciclagem, resultando em uma abordagem mais eficiente e coerente. Essa uniformidade contribui para reforçar de maneira concreta o entendimento da população quanto às práticas adequadas de separação e destinação dos resíduos, fortalecendo a coleta seletiva e ampliando a taxa de recuperação de recicláveis.

Além disso, a busca por novas tecnologias de valorização de resíduos também pode ser integrada às soluções consorciadas. A adesão a um consórcio voltado para pesquisa e inovação pode permitir o acesso a novas tecnologias para monitoramento da geração e destinação de resíduos, otimização da coleta e digitalização da gestão

municipal de resíduos. Ademais, a proteção ambiental reforça a necessidade de adotar estratégias regionais e consorciadas para a destinação final de resíduos sólidos. Portanto, a solução mais viável para Piraquara continua sendo o fortalecimento de parcerias regionais por meio do CONRESOL, garantindo a gestão eficiente e sustentável dos resíduos sólidos sem comprometer a integridade dos mananciais que abastecem a região. Ressalta-se que opções de gestão consorciada específicas para o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) serão abordadas no Relatório 9 – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

5. DESCRIÇÃO DAS FORMAS E LIMITES DA PARTICIPAÇÃO DO PODER PÚBLICO LOCAL NA COLETA SELETIVA, NA LOGÍSTICA REVERSA E DE OUTRAS AÇÕES RELATIVAS À RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, conforme estabelecido pela PNRS, implica na integração de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana para garantir a gestão adequada dos resíduos sólidos (Brasil, 2010). O Poder Público local desempenha um papel fundamental nesse contexto, com ações e limites específicos.

Em relação à coleta seletiva, o Poder Público local é responsável pela implementação e ampliação dos serviços de coleta seletiva, conforme determina o artigo 36 da Lei Federal nº 12.305/2010. Além disso, deve priorizar a integração de associações e cooperativas de catadores, promovendo sua inclusão nas atividades de coleta e triagem de recicláveis, como destacado pelo Decreto nº 10.940/2022 (Brasil, 2022). Contudo, o Poder Público não pode assumir a responsabilidade direta pela gestão de resíduos de grandes geradores ou industriais, que é atribuída aos próprios geradores, conforme o princípio da responsabilidade compartilhada (Brasil, 2010). Ações recomendadas incluem:

- Promoção de parcerias com entidades privadas para ampliar a abrangência e eficiência da coleta seletiva;
- Campanhas de educação ambiental voltadas ao engajamento da população na separação correta dos materiais recicláveis.

No contexto da logística reversa, o município atua como facilitador da implementação dos sistemas, monitorando o cumprimento das metas estabelecidas nos acordos setoriais e regulamentos específicos. É importante destacar que a responsabilidade primária pela logística reversa recai sobre os agentes da cadeia produtiva, cabendo ao município monitorar e fiscalizar, sem assumir custos operacionais que sejam de responsabilidade privada (Brasil, 2010). As principais ações incluem:

- Disponibilização de pontos de entrega voluntária (PEVs) para os resíduos sujeitos à logística reversa;
- Fiscalização das obrigações atribuídas aos fabricantes, importadores e comerciantes, garantindo o cumprimento de metas previstas.

Outras ações relativas à responsabilidade compartilhada incluem a possibilidade de o município promover capacitações técnicas para agentes públicos e privados envolvidos na gestão de resíduos, assim como desenvolver programas que estimulem a reutilização e reciclagem de resíduos, fortalecendo a economia circular. Entretanto, tais ações devem sempre respeitar os limites de recursos financeiros e humanos disponíveis, sendo planejadas de forma compatível com a realidade socioeconômica local.

A gestão de resíduos sólidos em Piraquara apresenta desafios significativos que demandam ações estratégicas para aprimorar a eficiência da coleta seletiva e fortalecer a logística reversa no município. Um ponto crítico é a necessidade de revisão do contrato com a RECIQUARA, de modo a garantir melhores condições de trabalho e resultados mais efetivos. Deve-se, portanto, aumentar o valor mensal repassado à associação, considerando sua produtividade e as condições enfrentadas pelos associados, de maneira que todos os associados recebam um repasse financeiro digno e justo. Adicionalmente, é indispensável incluir cláusulas contratuais que prevejam o pagamento de adicional de insalubridade e estabeleçam incentivos para a redução de rejeitos processados.

Outro aspecto relevante é a ampliação da infraestrutura e do número de associados da atual Associação de Recicladores existente no município, acompanhada de investimentos em novos maquinários. Ressalta-se que a Associação já foi contemplada com recursos para aquisição de equipamento pela ITAIPU¹, entretanto os 3 barracões atuais não possuem a infraestrutura suficiente para suportar a demanda da coleta seletiva municipal, assim como o espaço suficiente para equipamentos e maquinários melhores, devendo-se, portanto, buscar a ampliação da infraestrutura da Associação por meio da aquisição ou construção de novos barracões mais aptos ao

1 - Empresa ITAIPU BINACIONAL possui o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos de apoio a ações de gestão de resíduos sólidos e saneamento, que inclui o investimento em associações de reciclagem.

tipo de atividade executada. Essa medida é essencial para atender à crescente demanda de resíduos sólidos e aumentar a eficiência das operações de triagem e comercialização de recicláveis. Apesar dos esforços realizados, uma parcela significativa de materiais recicláveis ainda é destinada à coleta convencional, o que evidencia a necessidade de campanhas de educação ambiental que orientem a população sobre a correta separação e destinação de resíduos. Além disso, a paralisação da destinação e comercialização de isopor destaca a urgência de encontrar soluções específicas para materiais de difícil reciclagem.

Uma das alternativas estratégicas que pode contribuir para a melhoria do sistema de triagem e valorização dos resíduos recicláveis no município é a ampliação da abrangência dos editais públicos para o credenciamento de Associações ou Cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Essa medida possibilitaria a habilitação de mais de uma entidade para receber e processar os resíduos recicláveis coletados pelo serviço público municipal, descentralizando o volume atualmente direcionado exclusivamente à Associação de recicladores existente. Essa proposta surge como alternativa à ampliação da estrutura física da entidade já atuante, a qual, por conta da alta quantidade de resíduos recebidos, encontra-se sobrecarregada e com limitações operacionais que comprometem a qualidade da triagem, a valorização dos materiais comercializados e o bem-estar dos associados.

Com a habilitação de novas Associações ou Cooperativas, desde que devidamente estruturadas, capacitadas e com repasses financeiros compatíveis previstos em contrato ou convênio, seria possível redistribuir os resíduos recicláveis entre as entidades credenciadas. Assim, a atual Associação poderia manter-se no mesmo local, com o mesmo número de associados, mas com um volume reduzido de materiais a ser processado. Essa redução permitiria uma triagem mais apurada, resultando em maior qualidade dos fardos produzidos e, conseqüentemente, em melhor valorização comercial dos recicláveis, o que tende a refletir positivamente na geração de receita da entidade. Além disso, a diminuição da pressão operacional sobre a estrutura atual contribui para a adequação das condições de trabalho, promovendo um ambiente mais seguro e salubre, alinhado com os princípios da dignidade do trabalho e da inclusão socioeconômica dos catadores, conforme preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010).

Nesse mesmo sentido, é de grande interesse que a administração municipal promova a gestão integrada de resíduos sólidos assegurando a inclusão social e econômica dos catadores informais de materiais recicláveis. A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. Para este objetivo, a Prefeitura Municipal, por meio das Secretarias competentes ao tema, deve incentivar a formação de novas cooperativas ou outras formas de organização de catadores.

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto nº 7.405/2010, e pela Lei nº 14.133/2021, a administração pública pode contratar cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis sem a exigência de licitação, desde que atendam a certos requisitos. Essa possibilidade reconhece o caráter social e ambiental do trabalho desses grupos, promovendo sua valorização e inclusão. Os critérios para essa contratação incluem:

- **Constituição formal das cooperativas ou associações:** Devem estar formalmente registradas e em conformidade com as exigências legais;
- **Prova de capacidade técnica e operacional:** Demonstração da habilidade para desempenhar atividades relacionadas à triagem, coleta e destinação de materiais recicláveis;
- **Prioridade para organizações de catadores:** Conforme a PNRS, é recomendada a priorização das cooperativas ou associações formadas por catadores de baixa renda.

A dispensa de licitação pode ser formalizada por meio de contratos ou convênios, devendo prever cláusulas sobre remuneração justa, metas de desempenho, monitoramento e obrigações de ambas as partes. Nesse sentido, a implementação de uma gestão integrada de resíduos sólidos com inclusão social dos catadores envolve diversas etapas, que podem ser organizadas como segue:

- **Diagnóstico Situacional**
 - Dados sobre a geração de resíduos no município e identificação das áreas de maior potencial para ampliação da coleta seletiva;
 - Mapeamento das cooperativas, associações e catadores informais existentes, avaliando suas capacidades e necessidades.

- **Elaboração de Contratos**
 - Desenvolver contratos que formalizem a parceria entre o município e as cooperativas ou associações. Esses contratos devem:
 - Estabelecer metas para a coleta e triagem de materiais recicláveis;
 - Garantir remuneração justa pelo serviço prestado, considerando a relevância ambiental e social da atividade, também prevendo adicional de periculosidade;
 - Incluir cláusulas sobre segurança do trabalho, educação ambiental e melhoria contínua.

- **Promoção da Coleta Seletiva Solidária**
 - Implantar ou ampliar sistemas de coleta seletiva, assegurando a participação das cooperativas e associações na triagem e valorização dos recicláveis;
 - Disponibilizar infraestrutura necessária, como galpões de triagem, equipamentos de proteção individual (EPIs) e veículos para transporte de materiais.

- **Educação Ambiental**
 - Promover campanhas de conscientização voltadas à população, enfatizando a importância da separação correta de resíduos e o papel das cooperativas na cadeia de reciclagem.

- **Monitoramento e Avaliação**

- Implementar sistemas de monitoramento para avaliar o desempenho das ações de gestão integrada de resíduos sólidos e a inclusão dos catadores;
- Elaborar relatórios periódicos para ajustes e melhoria das iniciativas.

Ademais, infere-se que, enquanto agente consumidor e gerador de resíduos, a Prefeitura Municipal pode incorporar em sua rotina o uso de materiais recicláveis, reutilizáveis e reaproveitáveis das seguintes formas:

- Implantar segregação de resíduos nos prédios públicos;
- Papel reciclado para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias etc.;
- Entulho de obras servindo de agregado para sub-base de estradas rurais, drenagens, retaludamentos, e preparo de ternos;
- Resíduos orgânicos transformados em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- Filme plástico reciclado (saco para lixo, em geral, preto) para ser usado no próprio setor de limpeza urbana (varrição de logradouros);
- Escória de alto-forno de siderurgia para ser usada na confecção de subleito na pavimentação de vias. Solução vantajosa aos municípios que tenham indústria siderúrgica instalada nele ou em sua proximidade;
- Borracha de pneus velhos para asfaltar estradas e contenção de encostas, entre outras.

A administração pública desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade e da gestão responsável dos resíduos sólidos, sendo essencial que os processos de licitação e contratação prevejam critérios claros e objetivos relacionados ao ciclo de vida dos produtos adquiridos e à sustentabilidade dos serviços contratados. A nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021) reforça essa diretriz ao estabelecer, em seu artigo 11, inciso VI, a obrigatoriedade da

adoção de práticas que considerem a sustentabilidade ambiental, inclusive com a análise do ciclo de vida dos produtos e serviços. Nesse contexto, as compras públicas e a prestação de serviços no município devem estar alinhadas aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), bem como às diretrizes de desenvolvimento sustentável. Como orientação prática, recomenda-se a utilização da “Cartilha de Compras Públicas Sustentáveis”, elaborada pelo Governo Federal, que apresenta diretrizes, critérios e exemplos de aplicação para auxiliar gestores públicos na incorporação de critérios de sustentabilidade em seus processos de aquisição e contratação.

Um dos principais desafios enfrentados é a ausência de diretrizes explícitas nos processos licitatórios sobre a responsabilidade dos fornecedores e prestadores de serviço quanto à destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados. Muitas vezes, a administração municipal contrata bens e serviços sem exigir contrapartidas em relação à redução do impacto ambiental, reciclagem de materiais e logística reversa, o que gera um passivo ambiental que onera o município. Para mitigar esse problema, recomenda-se a regulamentação municipal específica para garantir que todos os contratos administrativos contemplem medidas voltadas à gestão sustentável dos resíduos. Essa regulamentação deve prever diretrizes como:

- **Critérios ambientais na aquisição de bens:** exigência de produtos recicláveis, reutilizáveis ou biodegradáveis, além da preferência por fornecedores que adotem práticas sustentáveis;
- **Sustentabilidade nos serviços contratados:** obrigações contratuais que assegurem a gestão adequada dos resíduos resultantes da prestação de serviços municipais;
- **Previsibilidade das responsabilidades:** definição clara no edital de licitação sobre a responsabilidade do contratado quanto à destinação dos resíduos gerados durante a execução dos serviços;
- **Logística reversa:** exigência de que os fornecedores garantam a devolução, reciclagem ou reuso dos materiais após o fim de sua vida útil, em especial os produtos de logística reversa obrigatória, evitando a sobrecarga no sistema de resíduos do município;

- **Monitoramento e penalidades:** estabelecimento de mecanismos de fiscalização e aplicação de penalidades em caso de descumprimento das cláusulas ambientais do contrato.

Além disso, a regulamentação pode instituir um selo de sustentabilidade para fornecedores e prestadores de serviços que atendam a critérios ambientais, fomentando a adesão voluntária às melhores práticas do setor. Ao incorporar esses princípios, Piraquara avançará significativamente na contratação pública sustentável, reduzindo a geração de resíduos e promovendo o uso eficiente dos recursos naturais. Essa abordagem não apenas fortalece a gestão ambiental municipal, mas também incentiva empresas e prestadores de serviço a adotarem práticas mais responsáveis, alinhadas com os desafios contemporâneos da sustentabilidade urbana.

Para superar esses desafios e ampliar a participação do poder público local na coleta seletiva e logística reversa, o município de Piraquara deve adotar algumas medidas fundamentais. Entre elas, destaca-se a revisão dos contratos vigentes, com foco em estimular a produtividade e reduzir os índices de rejeitos. A regulamentação formal do programa de coleta seletiva, com a integração de catadores autônomos e empresas de reciclagem ao sistema municipal, também é crucial para garantir maior coesão e eficiência no manejo de resíduos. Por fim, fortalecer parcerias com associações, cooperativas e empresas privadas pode contribuir para a construção de uma gestão de resíduos mais integrada e sustentável, promovendo benefícios sociais, ambientais e econômicos para o município.

6. MEIOS A SEREM UTILIZADOS PARA CONTROLE E FISCALIZAÇÃO, NO ÂMBITO LOCAL, DA IMPLEMENTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DOS PLANOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O controle e a fiscalização da implementação e operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e dos sistemas de logística reversa são essenciais para garantir a conformidade com a legislação vigente e a efetividade das políticas públicas de resíduos sólidos em Piraquara. O município dispõe de instrumentos normativos que oferecem suporte a essas ações, como a Lei Municipal nº 2.390/2023, a Portaria SMMA nº 002/2023 e o PGRS específico para os cemitérios municipais. No entanto, há desafios que demandam ações mais efetivas, especialmente no que tange à gestão de Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) gerados nos cemitérios municipais e à aplicação prática dos instrumentos legais existentes. A Lei Municipal nº 2.390/2023, que regula o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras no município, é um instrumento fundamental para o controle e fiscalização. Sua aplicação pode ser fortalecida por meio de:

- **Cobrança de taxas diferenciadas por tipo e modalidade de atividade licenciada:** Esses recursos podem ser destinados à melhoria da fiscalização e ao suporte técnico para o cumprimento das exigências dos PGRS;
- **Monitoramento das condições estabelecidas no licenciamento ambiental:** Inspeções regulares podem verificar se as atividades estão em conformidade com os requisitos ambientais, especialmente aquelas relacionadas à geração e manejo de resíduos sólidos.

A Portaria SMMA nº 002/2023 determina a obrigatoriedade de apresentação de PGRS para atividades que geram resíduos sólidos no município. A fiscalização pode ser aprimorada com:

- **Cadastro e monitoramento contínuo das atividades sujeitas à portaria:** Criar um banco de dados atualizado das empresas e organizações que devem apresentar PGRS;

- **Auditorias periódicas nos PGRS apresentados:** Avaliar a adequação dos planos às normas vigentes e sua implementação prática;
- **Sanções administrativas:** Aplicar penalidades em casos de descumprimento da portaria, como multas ou suspensão das licenças ambientais;
- **Formulação de Lei ou Decreto Municipal:** Regulamentação por meio de lei ou decreto municipal específica para definições sobre a cobrança de PGRS.

Apesar da existência de um PGRS para os cemitérios municipais, a destinação incorreta dos resíduos sólidos de saúde (RSS) do Grupo A evidencia a necessidade de ações específicas para corrigir essa falha. Atualmente, esses resíduos estão sendo destinados à coleta pública e ao aterro sanitário sem passarem pelos processos de desinfecção obrigatórios, conforme exigido pelo artigo 6º da Resolução SEMA nº 2/2009. Medidas para adequar a gestão dos RSS incluem:

- **Separação e tratamento adequado dos RSS (Grupo A) nos cemitérios:** Garantir que esses resíduos sejam segregados na fonte e tratados por processos de desinfecção antes de qualquer destinação final;
- **Capacitação dos funcionários dos cemitérios municipais:** Treinamentos específicos sobre o manejo correto de resíduos perigosos e a importância da conformidade com a legislação ambiental;
- **Revisão e fiscalização contínua do PGRS dos cemitérios:** Garantir que o plano contemple diretrizes específicas para o tratamento e destinação de RSS, com foco na conformidade com a Resolução SEMA nº 2/2009.

Além disso, o controle e a fiscalização das atividades relacionadas à gestão de resíduos sólidos são instrumentos essenciais para garantir o cumprimento da legislação ambiental e sanitária, bem como para coibir práticas irregulares que comprometem a saúde pública, o meio ambiente e a estética urbana. Conforme dispõe a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cabe ao Poder Público promover ações de fiscalização, inclusive com a aplicação de

penalidades administrativas, sempre que constatadas infrações às normas estabelecidas. No contexto municipal, as ações de controle e fiscalização têm se diversificado, incorporando tecnologias e ampliando as parcerias institucionais. Entre os principais mecanismos utilizados, destacam-se:

- **Monitoramento por câmeras de vigilância:** A instalação de câmeras em pontos críticos, especialmente naqueles caracterizados como “pontos viciados” de descarte clandestino, tem se mostrado uma medida eficaz para a identificação de infratores. O registro por imagem permite a autuação com base na evidência do ato ilícito e, em alguns casos, possibilita o encaminhamento das imagens ao Ministério Público ou às autoridades policiais para providências legais;
- **Convênios com forças policiais:** Parcerias com o Batalhão da Polícia Ambiental e a Polícia Militar têm sido fundamentais para ampliar a capacidade de fiscalização ambiental no município. Essas instituições podem atuar em apoio às ações da fiscalização municipal, inclusive em operações conjuntas, blitzes ambientais e rondas preventivas em áreas mais vulneráveis ao descarte irregular;
- **Fiscalização integrada com setores de urbanismo, meio ambiente e vigilância sanitária:** A atuação conjunta entre diferentes departamentos da Prefeitura permite uma abordagem mais eficiente e abrangente, contemplando desde o cumprimento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) por grandes geradores, até a verificação do acondicionamento e disposição dos resíduos em feiras livres, estabelecimentos comerciais e empreendimentos da construção civil;
- **Sistemas de denúncias e canais de atendimento à população:** A disponibilização de canais de comunicação direta com o munícipe, como ouvidoria, aplicativos de atendimento, telefone e e-mail institucional, incentiva a participação popular no processo de fiscalização. Essas denúncias funcionam como importantes fontes de informação para direcionar ações da equipe técnica;

- **Notificações, multas e sanções administrativas:** O município deve dispor de legislação própria que preveja as infrações e respectivas penalidades, assegurando a aplicação de sanções nos casos de descumprimento das obrigações relacionadas aos resíduos sólidos. As penalidades podem variar de advertências a multas e, em casos mais graves, apreensões e interdições de atividades;
- **Uso de drones e georreferenciamento:** Em municípios que dispõem de maior infraestrutura tecnológica, o uso de drones permite o monitoramento aéreo de áreas de difícil acesso, como fundos de vale, zonas rurais e terrenos baldios. Além disso, o georreferenciamento de pontos de descarte irregular permite a construção de um banco de dados atualizado, que subsidia o planejamento de ações corretivas e preventivas;
- **Educação ambiental com foco no controle social:** Embora não se trate diretamente de fiscalização, ações educativas têm papel complementar, ao despertar a consciência coletiva e incentivar a denúncia de irregularidades por parte da população. Campanhas de orientação, placas informativas em áreas sensíveis e programas de educação ambiental contínuos contribuem para a redução dos atos ilícitos;
- **Controle dos grandes geradores e empresas de coleta:** A exigência de cadastramento de grandes geradores e prestadores de serviços de coleta, transporte e destinação de resíduos especiais ou perigosos é uma ferramenta de controle fundamental. Esse cadastro permite ao município fiscalizar o cumprimento das exigências legais e acompanhar o fluxo dos resíduos, inclusive com a exigência de apresentação de manifestos de transporte e destinação final.

A articulação entre esses diferentes mecanismos fortalece a governança municipal sobre os resíduos sólidos e contribui para a construção de cidades mais limpas, seguras e sustentáveis. O fortalecimento institucional, com equipes capacitadas e legislação atualizada, é indispensável para a efetividade das ações de controle e fiscalização, especialmente em um cenário de crescentes desafios socioambientais.

7. DEFINIÇÃO DE REGRAS PARA O TRANSPORTE E OUTRAS ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SUJEITOS AO PLANO DE GERENCIAMENTO ESPECÍFICO (PGRS)

Os procedimentos para o transporte de resíduos sólidos no Brasil são determinados por um complexo e amplo sistema de Normas e Resoluções. Isto provoca nos gestores municipais muitas incertezas em relação aos métodos mais seguros de movimentação e carregamento de resíduos, sendo estes, perigosos ou não. Por isso, o entendimento das regulamentações sobre o transporte de resíduos é muito importante para livrar-se de problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem causar sérios problemas ao ambiente e a população. As regulamentações apresentam-se como uma maneira de realizar o transporte de resíduo de forma segura e eficaz.

A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos é a Resolução nº 5.998/2022 – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências (ANTT, 2022). O principal marco legal nacional que orienta a definição de regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos é a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa legislação estabelece princípios, objetivos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Entre os seus dispositivos, destaca-se:

- A obrigatoriedade da elaboração de PGRS para geradores de resíduos que desenvolvem atividades com significativo potencial poluidor, conforme definido no art. 20 da PNRS;
- A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (art. 30), envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

No que tange ao transporte de resíduos, o art. 21, inciso VI determina que os PGRS devem conter regras claras sobre o acondicionamento, transporte e destinação final adequada. Os suportes legais que existem em Piraquara para essa temática de transporte de resíduos sólidos são a Lei Municipal 907/2007, a Portaria SMMA 002/2023 e o Decreto Municipal nº 9.559/2021, conforme apontado na etapa do diagnóstico. O Decreto nº 9.559/2021 dispõe sobre a normatização da atividade de transporte de RCC, que serão abordados no Relatório 9 – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

A Lei nº 907/2007, em seu Artigo 44, dita que “a manipulação, o acondicionamento, o armazenamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos e semissólidos em todo o município, observará as normas técnicas da ABNT, resoluções do CONAMA e princípios da Política Nacional de Resíduos. Em seu Artigo 46, inciso 3º, comenta sobre o dever do tratamento especial de resíduos perigosos em relação à coleta, transporte e disposição final. Essa abordagem passa uma ideia muito genérica, pouco específica e interpretativa, não especificando quais são as normas, resoluções e procedimentos obrigatórios a serem seguidos, também não prevendo a necessidade de adequação à novas exigências legais que possam vir a surgir.

A Portaria SMMA 002/2023 apresenta as normativas legais a serem observadas durante a elaboração dos Diagnósticos dos PGRS, PGRSS e PGRCC, em seu Anexo I, item 3. Entretanto, assim como na Lei Municipal, não há menção sobre o Cadastro para Atividade de Transporte de Resíduos (CATR), documento destinado à formalização do requerimento para empreendimentos de transporte de resíduos, em forma de formulário para preenchimento e validação junto à SMMA, conforme Figura 5.

Figura 5 – CATR.

Cadastro para Atividade de Transporte de Resíduos		CATR
DOCUMENTO DESTINADO À FORMALIZAÇÃO DO REQUERIMENTO PARA EMPREENDIMENTOS DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS		
 MUNICÍPIO DE PIRAQUARA Secretaria de Meio Ambiente		
TODOS OS CAMPOS DEMARCADOS COM * SÃO DE PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO		
01 – IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE		
01 RAZÃO SOCIAL (PESSOA JURÍDICA) OU NOME (PESSOA FÍSICA) *		
02 CNPJ OU CPF *	03 RG OU INSCRIÇÃO ESTADUAL *	
04 ENDEREÇO DA SEDE DO EMPREENDIMENTO *		05 BAIRRO *
06 MUNICÍPIO/UF *	07 CEP *	08 TELEFONE PARA CONTATO *
02 – CARACTERÍSTICA DO EMPREENDIMENTO		
09 A COLETA DE RESÍDUOS É REALIZADA POR TERCEIROS *:		
SIM (anexar documentos) QUAL EMPRESA? NÃO		
10 TIPOS DE RESÍDUOS TRANSPORTADOS PELA EMPRESA:		
CONSTRUÇÃO CIVIL		DEMAIS TIPOS DE RESÍDUOS
() SOLO		() VEGETAL
() ENTULHOS		() LODO DE FOSSA SÉPTICA
() RECICLÁVEIS (papel, plástico...)		() RESÍDUOS PERIGOSOS CLASSE I
() MADEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL		() LODO DE CAIXA SEPARADORA DE ÓLEO/AREIA
() PERIGOSOS (tintas, solventes, óleos...)		() RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE
() OUTROS:		
11 INFORMAÇÕES DA FROTA		
12 TIPO DE AUTOMÓVEL	13 QUANTIDADE	14 CAPACIDADE VOLUMÉTRICA (m³, litros)
1.		
2.		
03 ANEXOS DO REQUERIMENTO - DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA NECESSÁRIA PARA ABERTURA DO PROTOCOLO *		
() DOCUMENTOS DOS VEÍCULOS UTILIZADOS *		
() DOCUMENTAÇÃO DA EMPRESA (CÓPIA DO ATO CONSTITUTIVO E CARTÃO DO CNPJ) *		
() RG E CPF DO RESPONSÁVEL LEGAL DA EMPRESA *		
- A TAXA AMBIENTAL SERÁ ENCAMINHADA APÓS PROTOCOLIZAÇÃO; - O REQUERIMENTO SOMENTE SEGUIRÁ PARA ANÁLISE MEDIANTE APRESENTAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO MÍNIMA NECESSÁRIA, BEM COMO COMPROVANTE DE PAGAMENTO DA TAXA.		
18 LOCAL E DATA		
19 ASSINATURA DO REQUERENTE		
VIA ÚNICA - A SER ANEXADA AO PROCEDIMENTO ADMINISTRATIVO		

Fonte: SMMA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Portanto, apesar de existir tal documento de requerimento, não há menção sobre o mesmo nos atos legislativos municipais, que devem ser adequados com a inserção do mesmo, dando suporte legal à exigência da documentação. Além disso, descrever melhor sobre as normas e resoluções adequadas ao transporte de resíduos e obrigando o atendimento às regulamentações que surjam com o tempo também são ações importantes a serem tomadas pelo Poder Público municipal. Neste sentido, seguem abaixo os aparatos legais de suporte à etapa de transporte de resíduos:

- Norma ABNT NBR nº 7500:2017: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- Norma ABNT NBR nº 7501:2021: Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia;
- Norma ABNT NBR nº 7503:2023: Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos;
- Norma ABNT NBR nº 12810:2020: Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos;
- Norma ABNT NBR nº 13221:2023: Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos;
- Norma ABNT NBR nº 14064:2022: Transporte rodoviário de produtos perigosos – Diretrizes do atendimento à emergência;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.998/2022 – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências;
- Resolução SEMA nº 065/2008 – disciplina o transporte de resíduos perigosos no Estado do Paraná, incluindo a necessidade de cadastro de transportadores junto ao Instituto Água e Terra (IAT).

Além disso, o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) oferece orientações práticas para elaboração e implementação de PGRS, com ênfase na segurança, rastreabilidade e conformidade legal. A Norma ABNT NBR 16725:2020 especifica as diretrizes para a elaboração de PGRS, incluindo critérios para as etapas de armazenamento, transporte e destinação final. Ressalta-se que as normas e procedimentos sobre o transporte interno e externo relacionados aos resíduos gerados nos serviços de saúde (RSS) nas unidades públicas de saúde serão abordadas no Relatório 10 – Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS).

8. DEFINIÇÃO DE GRANDES GERADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme identificado no diagnóstico, os resíduos oriundos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços em Piraquara são destinados à coleta convencional e dispostos em aterro sanitário. No entanto, a responsabilidade do poder público se restringe até o limite estabelecido pela legislação municipal e pelas normas técnicas aplicáveis. Em consonância com o disposto no Art. 13 da Lei Federal nº 12.305/2010 (PNRS), é importante destacar que resíduos gerados por atividades comerciais, de prestação de serviços e industriais, assim como resíduos de construção civil, de serviços de saúde e volumosos, são de responsabilidade direta do respectivo gerador. Quando tais resíduos ultrapassam o limite quantitativo ou qualitativo definido pela legislação municipal para o atendimento pelo sistema público, cabe ao gerador realizar, por meios próprios ou contratados, a triagem, o acondicionamento adequado, o transporte, o tratamento e a destinação final ambientalmente adequada, conforme previsto no Art. 27 da mesma Lei. Dessa forma, o Município se exime da responsabilidade sobre resíduos que ultrapassem o escopo do serviço público de coleta convencional. Cabe ao gerador garantir que tais resíduos tenham uma destinação ambientalmente adequada, observando a legislação vigente.

Neste sentido, o município deve realizar o cadastramento de todos estes tipos de estabelecimentos e prestadores de serviços, incluindo localização atual do espaço físico, para posterior cobrança de apresentação de seus respectivos PGRS, com informações quantitativas e qualitativas, sujeitos à fiscalização e aplicação de penalidades em casos de descumprimento do exigido nas legislações vigentes. O conteúdo a ser abordado e exigido nestes PGRS ficam a cargo da Prefeitura Municipal, por intermédio da SMMA, assim como a fiscalização.

Com base nas diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e suas regulamentações, as definições de grandes geradores de resíduos sólidos devem considerar as particularidades de cada município, levando em conta as características das atividades econômicas, os tipos de resíduos gerados e as capacidades locais de gestão e tratamento de resíduos. Além disso, estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incluindo o gerenciamento dos resíduos gerados em diferentes atividades. No entanto, o município tem a prerrogativa de detalhar e regulamentar os critérios específicos para identificar os

grandes geradores, com base em fatores locais, como o volume de resíduos gerados, a tipologia dos resíduos e os impactos no sistema de coleta e destinação final.

Sendo assim, o Quadro 3 apresentado a seguir oferece uma sugestão preliminar de parâmetros para a classificação dos grandes geradores de resíduos em Piraquara. Essas definições podem servir como base para discussão e eventual regulamentação pelo município, a quem cabe a responsabilidade de estabelecer as normas e critérios definitivos em conformidade com a realidade local e as legislações específicas.

Quadro 3 – Definições de Grande Gerador de Resíduos (sugestão).

Ramo de Atividade	Critério para Grande Gerador
Comercial (Supermercados, Restaurantes, Lojas em geral)	Geração de resíduos superior a 120 litros por dia
Industrial	Empresas que gerem mais de 5.000 litros por mês de resíduos não perigosos ou qualquer quantidade de resíduos perigosos
Serviços de Saúde (Hospitais, Clínicas, Laboratório, Unidades de Saúde em geral)	Geração superior a 30 litros por dia de RSS, categorias A, B ou C
Instituições de Ensino e Escritórios	Geração de resíduos superior a 500 litros por dia, principalmente resíduos recicláveis
Construção Civil	Geradores que gerem mais de 3 m ³ de RCC por semana

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em geral, os resíduos industriais não são de responsabilidade direta da Prefeitura. Pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), as indústrias têm a responsabilidade de gerenciar e dar destinação adequada aos seus próprios resíduos, de acordo com a logística reversa e os planos de gerenciamento específicos (PGRS). Isso significa que, muitas vezes, os resíduos industriais são geridos por empresas privadas especializadas e não pelo sistema de coleta pública municipal. Portanto, se o objetivo da definição de grandes geradores for facilitar o trabalho de coleta pública municipal, então as indústrias de grande porte não necessariamente entram

nesse contexto, uma vez que elas não dependem dos serviços de coleta da Prefeitura para a destinação dos seus resíduos.

A definição de grandes geradores geralmente se aplica mais a estabelecimentos comerciais, instituições, e até mesmo grandes condomínios residenciais que utilizam o sistema de coleta pública municipal. O foco aqui é identificar aqueles que geram grandes volumes de resíduos urbanos comuns, como resíduos recicláveis e orgânicos, que precisam de tratamento pela Prefeitura. No entanto, existe um cenário onde resíduos industriais podem ser incluídos na gama de resíduos de responsabilidade de coleta e destinação da Prefeitura Municipal, especialmente se forem resíduos que se assemelham a resíduos urbanos (como materiais recicláveis ou orgânicos gerados por fábricas), ou se as indústrias pequenas e médias locais não dispuserem de sistemas próprios e, de fato, utilizarem o serviço de coleta pública. Nesses casos, pode fazer sentido incluir indústrias no contexto de grandes geradores, mas apenas quando for identificada uma dependência do serviço público de coleta.

Embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) não defina limites rígidos para classificar grandes geradores, ela delega essa responsabilidade aos municípios, que devem adaptar as normas conforme a realidade local. Com isso, a definição de grandes geradores pode variar significativamente em diferentes municípios, levando em consideração 3 fatores principais:

- O limite a partir do qual a geração de resíduos começa a sobrecarregar o sistema público de coleta;
- A infraestrutura de coleta e disposição do município;
- O tipo de atividade e os volumes gerados em cada uma delas.

Com o objetivo de garantir a adequada segregação, armazenamento e manejo dos resíduos sólidos urbanos, recomenda-se a adoção de medidas padronizadas quanto à disponibilização de contentores por grandes geradores e à estruturação das centrais de lixo em condomínios verticais e horizontais. Os grandes geradores de resíduos sólidos deverão dispor de contentores próprios, resistentes, identificados por tipologia de resíduo (orgânico, reciclável, rejeito, entre outros), obedecendo às normas técnicas aplicáveis, especialmente a Resolução CONAMA nº 275/2001, no que se refere às cores e símbolos de identificação. Os contentores devem ser compatíveis com

o volume de geração diária e posicionados em local acessível para coleta, respeitando critérios de higiene, ventilação e segurança.

Da mesma forma, os condomínios de uso coletivo deverão estruturar e manter centrais de lixo (ou locais de armazenamento temporário) em áreas específicas, de fácil acesso aos condôminos e ao serviço de coleta, respeitando o distanciamento adequado das unidades habitacionais e evitando transtornos sanitários. As centrais devem conter contentores segregados por tipo de resíduo, com sinalização padronizada, iluminação e proteção contra intempéries, além de prever limpeza regular e controle de odores. A padronização e o dimensionamento adequado dos contentores e centrais de resíduos são fundamentais para garantir a eficiência da coleta, a segurança dos trabalhadores e a promoção da responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos sólidos urbanos.

A gestão adequada dos resíduos sólidos gerados por grandes estabelecimentos é fundamental para a sustentabilidade urbana e a eficiência dos serviços públicos. Diversos municípios têm implementado estratégias específicas para regulamentar e gerenciar os resíduos provenientes desses grandes geradores. Nesse sentido, para regulamentar a gestão de resíduos dos grandes geradores, Piraquara pode adotar diferentes abordagens:

- Contratação de serviços privados: Os grandes geradores contratam empresas especializadas para a coleta e destinação de seus resíduos. Esses estabelecimentos devem apresentar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) à Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) e podem solicitar o cancelamento da Taxa de Coleta de Lixo, uma vez que não utilizam o serviço público de coleta;
- Cobrança de tarifa ou taxa específica: Alternativamente, a Prefeitura pode continuar oferecendo o serviço de coleta para grandes geradores mediante a cobrança de uma tarifa específica, proporcional ao volume de resíduos gerados. Essa abordagem requer a formalização de contratos entre o gerador e o município, estabelecendo as condições do serviço e os valores correspondentes.



Em Curitiba (PR), observa-se a adoção de prática semelhante, prevendo que grandes geradores que contratam serviços privados de coleta podem ser isentos da taxa municipal. Projeto de lei complementar (002.00009.2021), que altera o Código Tributário de Curitiba (Lei Complementar nº 40/2001), em tramitação na Câmara Municipal de Curitiba prevê essa isenção para estabelecimentos que comprovem a contratação de empresas especializadas e apresentem a documentação necessária.

9. DEFINIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS A SEREM ADOTADAS EM SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A organização e a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares é do Poder Público Municipal e pode ser realizada direta ou indiretamente, por meio da delegação dos serviços. Cabe aos domicílios e estabelecimentos servidos pela coleta convencional de resíduos, a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar de forma apropriada os resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, de acordo com o preconizado na PNRS.

O Poder Público também deve fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, bem como realizar a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, contendo informações sobre a localização, tipologia, produção média, existência de PGRS, entre outras. Além dos grandes geradores, empreendimentos que gerem resíduos de classe I (perigosos) também devem ser cadastrados e fiscalizados, independentemente de seu porte, considerando as características perigosas dos resíduos gerados em suas atividades.

9.1. CONTROLE SOCIAL

O controle social é a participação da sociedade na administração pública, com objetivo de acompanhar e fiscalizar as ações de Governo, a fim de solucionar os problemas e assegurar a manutenção dos serviços de atendimento ao cidadão. O desenvolvimento do controle social é uma das diretrizes da Lei Federal nº 12.527/2011, Lei de Acesso à Informação (LAI). Desde sua promulgação, a LAI tem sido complementada e aprimorada por legislações subsequentes que reforçam a transparência e o acesso a informações públicas. Uma legislação relevante nesse contexto é a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, que estabelece diretrizes sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos setores público e privado. A LGPD complementa a LAI ao definir parâmetros para o acesso a

informações que contenham dados pessoais, assegurando a proteção da privacidade dos indivíduos. Além disso, o Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012, regulamenta a LAI no âmbito do Poder Executivo Federal, detalhando procedimentos para a solicitação e fornecimento de informações públicas.

A promoção do controle social é um dos princípios fundamentais da LAI, conforme descrito no artigo 3º, inciso II, que determina a transparência como um dever do Estado e o acesso à informação como um direito fundamental para o exercício da cidadania. Além disso, a LAI está diretamente relacionada ao artigo 37 da Constituição Federal, que estabelece os princípios de publicidade e eficiência como base da Administração Pública, reforçando o papel do controle social no Estado democrático de direito. Um exemplo de como a LAI fomenta o controle social é a utilização dos portais de transparência pelos cidadãos para acompanhar gastos públicos, como despesas com obras, saúde, educação e programas sociais. Esse acesso permite questionamentos, denúncias e a atuação direta da sociedade na fiscalização, pautando o controle social nos seguintes aspectos:

- Garantia de acesso à informação;
- Transparência ativa;
- Fortalecimento da participação social;
- Transparência e combate à corrupção.

A Prefeitura deve disponibilizar, de forma proativa, informações detalhadas sobre a gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana nos portais de transparência ou em relatórios acessíveis à população. Os dados podem incluir:

- Contratos e custos dos serviços de coleta, transporte, triagem, destinação final e varrição;
- Taxas de recuperação de recicláveis e a quantidade de resíduos gerados, coletados e destinados (aterro, reciclagem, compostagem);
- Destinação de recursos públicos para associações de catadores, cooperativas e empresas contratadas;
- Planos e programas vigentes, como o PMGIRS (Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos);

- Roteiros, horários, dias de coleta e tipos de resíduos coletados pela coleta domiciliar e seletiva;
- Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).

Com a aplicação do controle social na gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana, espera-se:

- ✓ Aumento da transparência e confiança da população nos serviços municipais;
- ✓ Redução do descarte irregular de resíduos e maior adesão à coleta seletiva;
- ✓ Eficiência no uso de recursos públicos, com maior fiscalização e otimização dos serviços;
- ✓ Fortalecimento da cidadania, com a sociedade atuando como fiscalizadora e participante no processo de tomada de decisão;
- ✓ Cumprimento das metas ambientais, como redução da quantidade de resíduos enviados a aterros sanitários e aumento da reciclagem.

9.1.1. Conselho Municipal de Saneamento

O Conselho Municipal de Saneamento (COMSAN) de Piraquara é a principal ferramenta de controle social do município no setor de saneamento. Vinculado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), é formado por representantes das Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Desenvolvimento Urbano, Infraestrutura e Serviços Urbanos, Saúde, COMUMA, Associação de Moradores do Recreio da Serra, Associação para o Desenvolvimento da Agroecologia (AOPA) e Entidade Técnica, foi instituído pela Lei Municipal nº 1.797/2018, tendo sua criação fundamentada na Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007). O conselho tem como atribuições o acompanhamento da implementação dos programas do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e a fiscalização da aplicação dos recursos do Fundo Municipal de Saneamento Básico (FMSB).

Composto por representantes de diferentes secretarias municipais, entidades técnicas e organizações da sociedade civil, o COMSAN tem um papel estratégico na discussão e no monitoramento das ações voltadas para os quatro eixos do saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão de resíduos sólidos. No entanto, conforme inconsistências e necessidades levantadas na etapa de Diagnóstico, o COMSAN deve promover uma maior atuação em suas competências quanto a fiscalização das políticas públicas de gestão de resíduos bem como quanto aos serviços prestados. Manter a participação ativa da sociedade civil e realizar as devidas articulações para a execução do PMGIRS.

Enquanto principal instância de participação social no setor, o COMSAN deve atuar no fortalecimento da transparência e da governança sobre os contratos de prestação desses serviços, garantindo que os compromissos assumidos pelos prestadores sejam cumpridos. Além disso, pode promover maior integração entre os diferentes setores municipais, favorecendo a implementação de políticas públicas mais eficazes e alinhadas às demandas da população.

9.2. AGÊNCIA REGULADORA

A Lei Nacional do Saneamento Básico nº 11.445/2007 e o Decreto Federal regulamentador nº 7.217/2010 constituem um importante avanço na definição do novo marco regulatório para o setor de saneamento ao exigir obrigatoriedade da regulação como condição de respaldo dos contratos de delegação da prestação dos serviços públicos e ao fixar o princípio de regulação-fiscalização independente da operação/prestação do serviço.

Além disso, a Lei estabeleceu um conjunto de diretrizes que devem nortear as práticas regulatórias. Com o novo marco legal do saneamento básico, instituído pela Lei nº 14.026/2020, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) passou a ter a competência de editar normas de referência para o setor de saneamento. A ANA não fiscaliza esses serviços de saneamento e nem possui competência para aplicar penalidades, o que continua sendo uma atribuição das agências reguladoras infranacionais (municipais, intermunicipais e estaduais).

Reclamações, denúncias ou sugestões sobre a qualidade da prestação de serviços de saneamento devem ser feitas junto às agências infranacionais. A importância da prática regulatória está amparada na melhoria da eficiência dos processos operacionais das atividades desenvolvidas na prestação de serviços públicos de concessionárias. Neste sentido, as agências reguladoras podem contribuir com:

- Melhora da relação cidadão-usuário com o serviço público de saneamento;
- Contribui para a diminuição de custos operacionais de serviços de saneamento para o município, através de orientações da regulação praticado por serviços consorciados ou convênios intermunicipais;
- Aumenta a transparência junto aos órgãos fiscalizadores;
- Melhora a competência técnica do município, otimizando recursos;
- Pode contribuir para melhorias nos: PMSB – Planos Municipais de Saneamento Básico, PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Fonte técnica de informações do setor de saneamento;
- Forte instrumento legal de apoio a decisões estratégicas para administração municipal;
- Contribui na busca de alternativas de gestão de custos dos serviços públicos.
- Promove o princípio da eficiência;
- Protege o interesse dos utilizadores quanto às obrigações de serviços públicos;
- Estabelece regras de conduta dos permissionários do serviço público;
- Auxilia no funcionamento do equilíbrio de mercado, nas questões tarifárias versus usuários do sistema. Com regras que abrangem inclusive tarifas sociais;
- Agente colaborador da identificação da Sustentabilidade Econômica de projetos e investimentos no setor público;
- Melhora o controle fiscal e contábil regulatório;
- Permite criar fórmulas paramétricas de controle financeiro, para acompanhamento de indicadores específicos do atendimento regulatório, de acordo com a realidade de cada município;

- Promove assimetria entre áreas estratégicas operacionais da Prefeitura Municipal, pois, muitas ações dependem do esforço em conjunto de várias secretarias municipais;
- Promove o controle social, que é um instrumento de democratização e transparência;
- Orienta os municípios para o atendimento das reivindicações do Tribunal de Contas e resoluções de outros órgãos do governo estadual e federal;
- Auxilia os gestores municipais a terem parâmetros de controle e medição da melhoria da qualidade da prestação de serviços de saneamento no município;
- Melhoria nas ferramentas e indicadores de medição dos serviços de saneamento do município, que auxilia na tomada de decisões públicas estratégicas;
- Como promove melhorias na gestão dos serviços públicos, automaticamente pode gerar o desenvolvimento econômico do município;
- Com o estabelecimento e acompanhamento de indicadores, proporciona mais credibilidade aos serviços prestados, como consequência também pode ampliar a possibilidade de solicitação e efetivação de pleito de novas verbas públicas;
- Pode contribuir para gestão associada, que promove melhoria no processo de gestão do orçamento público;
- Melhora o ordenamento jurídico de questões delicadas da administração municipal, evitando muitos questionamentos, pela própria criação de resoluções normativas pela agência de regulação que não podem ser contempladas pela Prefeitura Municipal que é a fornecedora da atividade ou de qualquer de suas autarquias ou coligadas;
- Auxilia na otimização dos recursos públicos disponíveis. Apesar de ser um órgão regulador, ele pode disciplinar aspectos não percebidos pela gestão técnica municipal e contribuir para melhoria da prestação de serviços públicos;
- Agente fiscalizador das metas fiscais e dos planos aprovados pelo executivo e legislativo;
- Emite pareceres legais de atendimento do serviço, para regulação dos serviços públicos prestados;

- Permite criar inclusive ferramentas de controle, com acompanhamento técnico-científico e/ou programas ambientais de regulação, normatização e educação ambiental compartilhada;
- Agente mediador entre a concessionária, a administração municipal e usuários do sistema, no arbitramento e mediação de processos tarifários. Entre outros.

A obrigatoriedade de os municípios terem uma agência reguladora para nortear trabalhos das concessões públicas garante que os serviços de saneamento e os recursos alocados para ele sejam bem executados e empregados, atendendo aos anseios, expectativas e necessidades da população. A Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Paraná (AGEPAR) é uma autarquia estadual criada para assegurar a qualidade e a transparência na prestação de serviços públicos (dentre eles, serviços de saneamento básico) delegados no estado do Paraná. Atuando com independência, sua missão é proteger e equilibrar os direitos e interesses dos usuários, das entidades reguladas, do poder concedente e da sociedade em geral.

O resultado de um trabalho integrado de uma Agência Reguladora com uma Prefeitura Municipal promove a correta utilização dos recursos públicos, em um processo de parceria amparada em preceitos legais e operacionais de melhoria contínua de atendimento da sociedade. A atuação da agência é essencial para garantir a transparência e o equilíbrio entre os interesses públicos e privados, promovendo melhorias contínuas nos serviços, devendo haver diálogo constante entre a agência e o próprio município para o acompanhamento e avaliação de metas, bem como para a integração de indicadores de qualidade. A regulação também contribui para subsidiar decisões municipais relacionadas a contratos de concessão e à implementação de novas tecnologias e práticas sustentáveis. Desse modo, conforme a Lei Municipal nº 1797/2018, em seu capítulo V, artigo 18, o exercício da função de regular não poderá ser feito por quem presta o serviço e atenderá o princípio de independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira do órgão regulador, assim como os princípios de transparência, tenacidade, celeridade e objetividade das decisões.

9.3. SERVIÇO PÚBLICO DE LIMPEZA URBANA

As atividades de limpeza urbana definidas na Lei N° 11.445/2007 – Lei Federal de Saneamento Básico dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros. Já a Lei Federal 14.026/2020, que atualiza a lei anterior, traz a definição de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como:

“...constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana” (Brasil, 2020).

Em virtude da variação dos serviços e a sua abrangência específica em cada município, as ações de planejamento são voltadas especificamente com a implantação de tecnologias e principalmente na forma consorciada de aquisição. Conforme será apresentado neste Plano, busca-se desenvolver mecanismos onde a gestão dos resíduos de limpeza pública do Município favoreça a redução dos custos dos maquinários utilizados nesta limpeza, bem como trabalhe de forma adequada a destinação destes resíduos. As diretrizes que possam implementar a triagem obrigatória dos resíduos no próprio processo de limpeza pública e no fluxo coordenado dos materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras áreas de destinação, são apresentadas como soluções para a gestão que se almeja.

Ressalta-se que a limpeza pública possui como objetivo central a saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes e assoreamento dos rios e canais, o acúmulo de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo e a interferência no trânsito. Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas. O

município estando limpo e bem cuidado, propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas. Seguindo essas premissas, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

9.3.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros

A Norma Brasileira, NBR, nº 12.980/1993, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, define o serviço de varrição como: “O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica” (ABNT, 1993). A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui muitos colaboradores e a sua frequência está relacionada as dimensões físicas do município, assim como, as características ambientais regionais, o grau de conscientização das pessoas e os procedimentos operacionais estipulados pelo Poder Público.

É comum no Brasil, principalmente em pequenos municípios, a varrição ser executada de forma manual, justificando desta forma o grande número de colaboradores envolvidos nesta atividade. Pois, quanto maior o município, maiores são as vias públicas a serem limpas e varridas. Além disso, para os serviços de varrição, comumente são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional ou população de baixa renda. Enquanto em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza. A Figura 6 mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 6 – Equipamento utilizado para varrição mecânica.



Fonte: Circuito de Notícias, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Piraquara poderá implantar, caso julgar necessário, procedimentos para a otimização dos serviços de varrição, determinando, por exemplo, que as varrições sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. Já as calçadas em frente a propriedades particulares poderão ter sua manutenção e limpeza sob responsabilidade de seus proprietários, estando sujeitos à fiscalização e autuação em caso de descumprimento das exigências municipais. Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, segue abaixo uma relação dos mais utilizados:

- Vassourão ou escovão;
- Pás;
- Carrinho do tipo lutocar;
- Carriolas;
- Sacos de lixo na cor preta.

Sendo assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores envolvidos deverão acondicionar os resíduos sólido em sacos plásticos de até cem litros, deixando-os dispostos sobre os passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos. Estes resíduos, caracterizados como não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final juntamente com os demais rejeitos do município, exceto quando houver segregação na fonte dos resíduos verdes, que idealmente devem ser encaminhados para o Horto Municipal.

Infere-se que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta pode ser realizada por veículo coletor independente, para que o controle da pesagem seja diferenciado e, que possa haver um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública. Embora atualmente esse tipo de resíduo seja recolhido em conjunto com os resíduos da coleta convencional, existem alternativas viáveis para a sua segregação e quantificação, o que pode contribuir para maior eficiência na destinação final, no controle operacional e na formulação de políticas públicas mais assertivas.

Entre as possibilidades a serem consideradas pelo município, destaca-se a implementação de uma logística de coleta independente, com utilização de veículos e equipes exclusivos para o recolhimento dos resíduos da varrição, permitindo sua separação dos demais fluxos de resíduos. Essa coleta pode ser realizada com base em rotas definidas e registro sistemático dos volumes coletados, seja por pesagem direta em unidades de transbordo ou por estimativas baseadas na quantidade de sacos preenchidos pelas equipes operacionais.

Outra alternativa consiste na padronização de recipientes utilizados pelos agentes de limpeza urbana, com o uso de sacos ou contentores de volume conhecido (por exemplo, 100 litros), o que facilita o monitoramento e a estimativa da quantidade de resíduos gerada por área, setor ou equipe. Adicionalmente, podem ser aplicadas métricas por extensão de vias varridas, utilizando valores médios de geração por quilômetro linear, ajustados conforme as características locais (densidade urbana, arborização, sazonalidade etc.).

Como referência, destaca-se o Município de Curitiba (PR), onde os resíduos provenientes da varrição de vias públicas são coletados separadamente e encaminhados a unidades de transbordo, onde são pesados em balanças instaladas nos próprios terminais. Essa prática permite o controle preciso dos volumes gerados, possibilitando a geração de relatórios mensais e a diferenciação por áreas da cidade, como regiões centrais e periféricas. Para o Município de Piraquara, essas experiências e possibilidades podem servir de base para futuras adequações na prestação dos serviços de limpeza urbana, especialmente visando o aprimoramento do controle operacional e o atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), que estimula a segregação e o tratamento adequado dos diferentes tipos de resíduos sólidos urbanos.

Dentro dos procedimentos implantados pela Prefeitura relacionados a este serviço, deverá haver o controle da periodicidade, pois de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, as varrições poderão ocorrer diariamente, de dois a três dias ou, semanalmente. Os procedimentos dos serviços de varrição deverão conter também os itinerários de coleta dos resíduos provenientes deste serviço, a fiscalização e as equipes envolvidas. O quadro abaixo apresenta uma periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pelo município, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Quadro 4 – Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
Bairros residenciais	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Comercial	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Feiras, festas e exposições	Conforme a demanda	Após a realização do evento	Em caso de eventos particulares, para a realização das varrições durante o evento, deverão os organizadores a contratar a sua própria mão de obra.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme apontado pelo Diagnóstico, dentre os investimentos na área de limpeza pública feitos por Piraquara estão a aquisição de coletores, conjuntos de lixeiras móveis e fixas, instalados, em sua maioria, em locais de grande circulação. Recomenda-se que seja feito o mapeamento, contagem e verificação de avarias em tais equipamentos públicos por meio de vistorias periódicas, visando sempre a elaboração de relatórios contendo as quantidades, tipos e situação dos equipamentos, tornando possível o acompanhamento da necessidade de trocas, novas aquisições e até mesmo medidas preventivas contra possíveis danos.

Dentro desse contexto, destaca-se a importância de que as lixeiras instaladas em vias e espaços públicos desempenhem também um papel educativo em relação à separação de resíduos. Recomenda-se que esses equipamentos sejam, sempre que possível, compostos por, no mínimo, dois compartimentos distintos, compatíveis com os sistemas de coleta implementados no município (um destinado aos resíduos recicláveis e outro à fração rejeito ou convencional). Tal medida contribui não apenas para a correta disposição dos resíduos, mas também para o fortalecimento da educação ambiental da população, incentivando a prática da separação na origem.

Adicionalmente, uma estratégia complementar que pode ser incorporada ao mobiliário urbano com finalidade educativa e preventiva é a instalação de bituqueiras (recipientes específicos para o descarte de bitucas de cigarro), especialmente em locais de grande circulação e permanência de pessoas, como pontos de ônibus. Essa ação contribui para a redução do descarte inadequado de resíduos fumígenos no espaço público, reforçando a importância do cuidado coletivo com a cidade e os espaços comuns. As figuras abaixo mostram exemplos de bituqueiras.

Figura 7 – Exemplo de bituqueira.



Fonte: Sul Agora, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 8 – Exemplo de bituqueira.



Fonte: Prefeitura de Praia Grande, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Nesse sentido, a figura mostra todos os atuais pontos de ônibus existentes no município, conforme a Viação Piraquara (VP), somando um total de 256 pontos.

Figura 9 – Quantitativo de pontos de ônibus por parada por linha.

			
Código	Linha	Paradas Ida	Paradas Volta
D11	Planta Deodoro	17	11
D12	São Cristóvão	11	9
D20	Terminal Central/Terminal São	9	8
D15	Vila Franca	2	4
D13	São Tiago via Nova Tirol	17	6
D31	Bela Vista	12	6
I40	Quatro Barras/Piraquara	1	2
D17	Roseira/Sanepar	30	3
D23	Vila Macedo/Santa Monica	12	2
D21	Santa Mônica	6	6
D02	Terminal São Roque/Santos Andrade	10	9
C12	Vila Nova	0	0
I14	T. São Roque/T. Pinhais (via	18	22
D22	Guarituba	0	23
Total		145	111

Fonte: Viação Piraquara, 2025. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Além dos pontos de ônibus, Piraquara também deve disponibilizar uma bituqueira no Parque das Águas Jacob Simião, totalizando 257 bituqueiras a serem implantadas no município.

9.3.2. Limpeza de Feiras

A limpeza de feiras se assemelha com o serviço de varrição de vias públicas, porém, com a especificidade de haver em feiras uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. Quando ocorrem, o município deve realizar uma campanha educacional com os feirantes orientando-os, a não misturar os alimentos que não foram comercializados com os outros tipos de resíduos, facilitando o envio destes a sistemas de compostagem.

O dimensionamento da mão de obra para a realização do serviço de limpeza de feiras dependerá do tamanho e das características do local de realização. Comumente, nas diversas feiras espalhadas pelos municípios brasileiros, as varrições e a lavagem do local ocorrem ao término da mesma, contudo, em vistas a manter a salubridade local, pode-se adotar também a limpeza anterior e durante a realização das feiras. Deve-se ter um cadastro com os dias, locais e horários de realização das feiras, formando assim um cronograma para destacamento das equipes necessárias para este serviço. Esta deve ser composta de motorista, varredores e um caminhão pipa, para realizar a posterior lavagem do local.

Os resíduos devem ser segregados, acondicionados e destinados segundo sua tipologia. Por se tratar de um ambiente onde alimentos são comercializados, é conveniente manter os locais das feiras e mercados públicos limpos desde o início da comercialização à desmontagem das barracas. Para isso, podem-se manter trabalhadores recolhendo os resíduos produzidos pelos comerciantes em sacos plásticos que devem ser depositados em um ponto de concentração, adjacente à feira, após o término das atividades. Os resíduos orgânicos oriundos destas atividades deverão ser encaminhados para uma unidade de tratamento, ou dispostos adequadamente em aterros sanitários.

Ademais, conforme instruído pelo Cempre (2018), deve haver também um trabalho de orientação aos feirantes para o acondicionamento adequado dos seus resíduos, prevendo a segregação na fonte e o potencial de reutilização e reciclagem, sendo possível ações em conjunto com a RECIQUARA para aproveitamento de mão de obra e triagem dos materiais recicláveis provenientes de tais eventos.

9.3.3. Limpeza de Eventos Festivos

Semelhante ao tópico anterior, ao ocorrer eventos festivos particulares em locais públicos, como, parques de exposições, praças e jardins, vias públicas, centro de convenções municipal, ginásio esportivo municipal e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é de responsabilidade do organizador. A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e, a Prefeitura deverá cobrar uma taxa dos organi-

zadores do evento, pela realização dos serviços de coleta e destinação final dos resíduos gerados. Seja por meio de contrato com a organização do evento festivo ou através de leis municipais específicas.

Cabe à organização do evento festivo disponibilizar acondicionadores de resíduos sólidos no local, para coleta seletiva e divulgar o programa dentro do evento, tendo elevado potencial para apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis. Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, a Prefeitura poderá disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, são necessárias algumas medidas a serem adotadas, como:

- Efetuar a limpeza durante todo o evento, evitando desta forma grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- Aumentar temporariamente o efetivo de colaboradores;
- Aumentar o número de turnos para a limpeza;
- Disponibilizar um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos;
- Disponibilizar também um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva.

9.3.4. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e, necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum. As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, quando as suas vias adjacentes estejam sendo varridas. Desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas. Podendo ser também em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças

e jardins. As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionando dos resíduos sólidos em sacos plásticos com até cem litros, a fiscalização do serviço por um supervisor, coleta sendo realizada pelo mesmo veículo coletor dos resíduos provenientes do serviço de varrição e, a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Os dispositivos de armazenamento destes locais também devem ser tratados como exposto no capítulo 9.3.1, por meio do mapeamento, contagem e verificação de avarias em tais equipamentos públicos por meio de vistorias periódicas, visando sempre a elaboração de relatórios contendo as quantidades, tipos e situação dos equipamentos, tornando possível o acompanhamento da necessidade de trocas, novas aquisições e até mesmo medidas preventivas contra possíveis danos.

9.3.5. Roçada, Capina e Poda

A frequência e a periodicidade das atividades de roçada, capina e poda tendem a ser intensificadas durante o período do verão, em razão da combinação entre o aumento da radiação solar e a elevação dos índices pluviométricos, fatores que contribuem significativamente para o crescimento acelerado da vegetação. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade. Portanto, os cronogramas devem ser elaborados considerando sempre as previsões climáticas.

A equipe de colaboradores ou mão de obra necessária para estas funções poderão ser as mesmas equipes envolvidas em outras atividades de limpeza pública, alternando-se os períodos, as frequências e o número de colaboradores, de acordo com a necessidade. Dentre as ferramentas utilizadas para estas atividades, podem ser:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;

- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis se dá pelo fato de possuírem um rendimento até oito vezes superior às ceifadeiras manuais. Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta, como também o uso de ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. Entretanto, a definição dos equipamentos a serem utilizados no momento da execução dos serviços dependerá da disponibilização da mão de obra no local. Os resíduos deverão ser ensacados e o mato cortado poderá ser amontoado para posteriormente serem recolhidos, não podendo ultrapassar a marca de um ou dois dias, evitando que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e, que possam ser queimados por vândalos. A Prefeitura tem a responsabilidade de manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade do desligamento da rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores.

A execução da poda de galhos de árvores no município deve ser coordenada por técnicos capacitados, de forma a minimizar os impactos sobre o equilíbrio fisiológico das plantas e, sempre que possível, assegurar o aproveitamento adequado dos resíduos gerados, visando a obtenção de benefícios ambientais ou econômicos. Observando sempre as melhores épocas do ano para a realização desta atividade, em função do momento em que a árvore é capaz de suportar intervenções com o mínimo risco e melhores chances de recuperação. Pois desse modo, os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem. A Prefeitura Municipal, optando por terceirizar este tipo de serviço, deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada para os modelos de contratação. Abaixo seguem as ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;

- Caminhão *Munck*;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

As ferramentas utilizadas nos serviços de roçada, capina e poda devem ser mantidas sempre limpas, afiadas e com os dispositivos de segurança devidamente verificados. Além disso, é fundamental que os colaboradores responsáveis por essas atividades recebam os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, sendo responsabilidade do município garantir tanto o fornecimento quanto a fiscalização do uso correto desses equipamentos.

Os resíduos resultantes das atividades de roçada, capina e poda podem ser aproveitados como material seco para compostagem ou utilizados em ações de recuperação de áreas degradadas. Em Piraquara, esses resíduos vêm sendo encaminhados ao Horto Municipal, onde passam por trituração com o uso de um triturador de galhos. No entanto, um dos principais desafios enfrentados pelo município é a falta de regularidade nos turnos de coleta desses resíduos, o que compromete a eficiência do serviço. Para superar essa limitação, recomenda-se a ampliação da equipe própria dedicada a esse tipo de atividade.

Conforme diagnosticado para Piraquara, atualmente as atividades de coleta de podas estão sendo feitas por contratos com duas empresas distintas, por meio de contratação não específica (Ata de registro de preço para locação de veículos pesados – caminhão + motorista). E como a demanda de geração pelos munícipes é diária, torna-se necessário a definição de um programa contínuo de coleta diferenciada. Portanto, deve-se instituir uma coleta permanente para esses resíduos, da mesma forma que ocorre para os domiciliares e recicláveis, definindo-se também horários, rotas e procedimentos específicos. A obrigação de tais definições é das empresas terceirizadas, sendo que a cobrança e fiscalização destes serviços deve ser feita pela Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal responsável.

9.3.6. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem é extremamente importante para os sistemas de drenagem urbana municipais. Pois quando há o acúmulo de resíduos nestes locais, a probabilidade de enchentes ou alagamentos aumenta exponencialmente. Os resíduos sólidos podem se deslocar para estes locais de inúmeras maneiras, podendo ser na coleta irregular de resíduos sólidos, por causa da falta de cidadania por parte de alguns munícipes, que descartam seus resíduos em locais inapropriados ou, por parte dos colaboradores da varrição pública, onde por descuido ou por falta de informações e treinamentos varrem os resíduos para dentro das galerias.

Este serviço pode ser feito manualmente com o uso de pás, picaretas e ganchos, ou mecanicamente por um conjunto de aspirador, motor e mangueira para jateamento de água. Aconselha-se a limpeza regular das bocas de lobo, a cada 15 dias ou após eventos chuvosos. As áreas prioritárias são as de grande circulação de pedestres, em áreas sujeitas à inundação, ou onde o serviço de varrição ainda não foi implantado. Na limpeza de galerias, é fundamental a existência de cadastro indicando o seu posicionamento. Desta forma, recomenda-se que o município realize a manutenção destes locais no mínimo duas vezes ao mês ou após grandes períodos chuvosos. Abaixo seguem a relação das ferramentas e equipamentos necessários para a manutenção de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem:

- Pás;
- Enxadas;
- Picaretas;
- Ganchos;
- Aspiradores;
- Sopradores;
- Caminhão pipa para o jateamento de água.

O planejamento deve identificar os roteiros, frequência e equipe necessária para execução do serviço. Alguns municípios possuem equipes fixas de “bueiristas” treinados especificamente para esta função, contudo, a mão de obra pode ser a mesma de outras atividades de limpeza pública, em períodos distintos e com frequência a ser analisada conforme necessidade. De acordo com o Cempre (2018), a limpeza de córregos e rios deve ter uma programação assentada nos combates a enchentes associada à ausência de coletores de esgotos, o que causa grande demanda por este serviço em função do mau cheiro e da infestação de insetos. A limpeza das margens de rios e córregos pode ser feita pela roçada e coleta do resíduo acumulado, e o leito pode ser limpo manualmente, por draga ou retroescavadeira.

Portanto, a SMISU deve possuir implementado, de forma bem clara e definida, procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indicam os roteiros a serem percorridos, periodicidade das manutenções, mapeamento e outras informações que se achar necessário para a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

9.3.7. Diretrizes do Aprimoramento dos Serviços de Limpeza Pública

A potencialização dos serviços de limpeza urbana por meio de uma maior introdução à mecanização, organização e planejamento podem transformar a limpeza pública de Piraquara, trazendo ganhos em eficiência, qualidade e, conseqüentemente, podendo reduzir custos à médio e longo prazo. Dessa forma, o quadro abaixo apresenta as vantagens e desvantagens da aprimoração dos serviços:

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens do aprimoramento dos serviços de limpeza urbana.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Aumento da produtividade	Custos com aquisição e manutenção dos equipamentos
Melhoria na qualidade dos serviços	Necessidade de treinamento para operação e manutenção dos equipamentos
Minimização dos problemas de saúde ocupacional	Necessidade de um banco de dados atualizado para monitoramento
Maior eficiência na coleta de resíduos em vias de grande circulação	Demandas imprevisíveis podem exigir ajustes na programação
Otimização de recursos humanos e materiais	Necessidade de mapeamento dos locais de maior demanda operacional

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Maior controle sobre a qualidade dos serviços prestados	-
Maior facilidade na gestão de demandas sazonais	-
Aprimoramento da cobertura dos serviços	-
Melhoria da satisfação da população	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Portanto, conforme o demonstrado nos subcapítulos acima, também levando em conta a realidade de Piraquara apresentada na etapa de Diagnóstico, abaixo seguem as principais diretrizes a serem seguidas pelo serviço de limpeza pública.

- Definir e mapear áreas prioritárias conforme a necessidade;
- Incentivar a mecanização progressiva;
- Intensificar a fiscalização;
- Criar um banco de dados sobre o volume de resíduos gerados, possibilitando o preenchimento dos sistemas de informação SINIR e SINISA;
- Criar campanhas educativas;
- Definir rotas específicas;
- Monitorar a limpeza durante eventos;
- Definir cronogramas sazonais;
- Adotar plano de manutenção regular;
- Capacitar as diferentes equipes;
- Garantir a destinação correta dos resíduos.

9.4. COLETA CONVENCIONAL

O presente capítulo, assim como seus subcapítulos seguintes, mostrará diretrizes que devem ser seguidas visando o aprimoramento do Plano de Trabalho da empresa terceirizada prestadora do serviço de coleta no Município de Piraquara. No caso, a empresa tem o dever de adequar seu Plano de Trabalho e executar de fato as atividades e procedimentos nele indicados. A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal responsável, tem o dever de fiscalizar e exigir o cumprimento das diretrizes expostas no documento.

Nesse contexto, a coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por leis e normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão. Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e a ABNT NBR n° 12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

“Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente” (ABNT, 1993).

É importante seguir algumas orientações para a programação e o dimensionamento da coleta convencional de resíduos, como:

- Caracterização e localização de pontos importantes a serem coletados no município;
- Elaboração de mapas de roteiros de coleta;
- Dimensionamento e estimativa da frota coletora necessária;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Critérios para o volume e o tipo de resíduos a serem coletados;
- Estimativas de quantidades a serem coletadas por setores.

Para otimizar a coleta, as rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso. Através da elaboração ou revisão dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planejado. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

Seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações específicas, primeiramente, a coleta convencional de resíduos domiciliar deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários e deverá manter a continuidade da abrangência de coleta de 100% da área urbana e Distritos. Esse tipo de coleta deverá ocorrer nos mesmos dias e horários para que a população não perca o hábito de enviar os seus resíduos para o caminhão da coleta, bem como, não haja colocação de resíduos, por parte dos munícipes, da coleta convencional no dia da coleta de recicláveis, e vice-versa, evitando contaminações de materiais passíveis de reciclagem com orgânicos/rejeitos ou descarte de resíduos recicláveis em aterro. A ocorrência de pontos de acumulação de resíduo domiciliar nos logradouros e um número elevado de reclamações podem ser um dos fatores que apontam a irregularidade da coleta. A regularidade da coleta é, portanto, uma das mais importantes características deste serviço.

Dentro da área urbana a coleta deve contemplar todos os imóveis, sendo estes, os imóveis residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. No entanto, é importante que haja atenção especial à quantidade e à tipologia dos resíduos gerados em imóveis industriais e de saúde, considerando a necessidade de tratamento diferenciado, conforme a legislação vigente. Ressalta-se que o Poder Público pode estipular limites de volumes a serem coletados e destinados pelo serviço público de coleta, especialmente para os imóveis comerciais, industriais e, eventualmente, residenciais, conforme critérios estabelecidos em regulamentação municipal.

Em relação ao acondicionamento dos resíduos sólidos, de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, recomenda-se, que os recipientes para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares possuam peso máximo de trinta quilos, e que os sacos plásticos sejam de no máximo cem litros. Acima disso, podem

não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carregá-los até o caminhão de coleta. Proporcionando maior periculosidade para o colaborador, devido à possibilidade de haver vidros e seringas contaminadas dentro dos sacos plásticos (Monteiro, 2001).

Para a área comercial do Município deve-se utilizar o mesmo procedimento para os bairros residenciais. Porém, a frequência da coleta deverá ser diária, pois, o acúmulo de resíduos nesta região comumente é mais elevado. A Prefeitura deverá também se atentar para o tipo de resíduo a ser recolhido na área central, coletando apenas os resíduos que estão ensacados e que possuem as dimensões compatíveis com o caminhão compactador.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes. O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante.

Além disso, o respeito à capacidade máxima de carga dos veículos coletores se faz necessário para evitar o descarregamento indevido de resíduos sólidos nas vias públicas, prevenindo acidentes e o acúmulo de resíduos em locais inapropriados. Em áreas onde a trafegabilidade é precária, impossibilitando o acesso do caminhão coletor a determinados imóveis, a coleta deverá ser realizada manualmente pelos colaboradores, respeitando-se o limite máximo de deslocamento de cinquenta metros a partir do caminhão. A coleta também deverá ocorrer nos casos em que os recipientes de acondicionamento estiverem tombados ou quando os resíduos estiverem espalhados na via pública em decorrência do rompimento de sacos plásticos.

Para garantir a limpeza adequada em tais situações, a guarnição do caminhão coletor deverá estar equipada com vassouras e pás, a fim de possibilitar o recolhimento de resíduos vazados. Adicionalmente, a empresa responsável pela execução

do serviço deverá comunicar obrigatoriamente à Prefeitura toda e qualquer intercorrência operacional que comprometa a eficiência das rotas, tais como trechos com trafegabilidade reduzida ou inviável, bem como conflitos com usuários do serviço.

No caso específico de ruas com trafegabilidade inviável, recomenda-se que sejam estudadas soluções alternativas, como a instalação de caçambas em pontos estratégicos, de forma a viabilizar o atendimento regular. Esses pontos deverão ser devidamente mapeados, registrados e monitorados pela empresa contratada, com acompanhamento por parte da administração municipal.

Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar a Secretaria responsável é do condutor do veículo coletor. Ademais, o Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 2012, propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- Buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- Implantar sistema de containerização inicialmente em condomínios e similares (MMA, 2012).

9.4.1. Guarnições da Coleta Convencional

As Secretarias responsáveis devem fiscalizar as empresas terceirizadas, tanto para a coleta de RDO, quanto para os serviços da limpeza pública nos quesitos de segurança, saúde e higiene dos colaboradores destes serviços. As determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e pela Norma Regulamentadora – NR 38 – Segurança e Saúde no Trabalho nas Atividades de limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

A NR 24 estabelece as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação. Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem

ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial.

A NR 24 cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar. Determina também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, eles devem possuir as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo oferece, como: área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos. De acordo com a NR 38, é dever do empregador monitorar as condições de uso das instalações disponibilizadas aos trabalhadores, em casos de pontos de apoio conveniados.

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos. No caso dos veículos de coleta de resíduos, deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador. Nesse contexto, a NR 38 cita que é dever da organização disponibilizar canais de comunicação para que os trabalhadores relatem as condições encontradas nos pontos de apoio em casos de descontentamento. A NR 38 trata também sobre os riscos de acidentes de trânsito, obrigando o empregador a implementar procedimentos de segurança incluindo a sinalização de advertência, observadas as atividades realizadas e em conformidade, no que for aplicável, com as normas de trânsito, para atividades que exponham os trabalhadores a riscos de acidentes de trânsito em vias públicas.

No caso específico do Município de Piraquara, a equipe responsável pela coleta convencional de resíduos sólidos é geralmente composta por um motorista e três a quatro coletores, configuração adotada em função das características operacionais locais. No entanto, ressalta-se que, conforme a necessidade e as peculiaridades de

cada rota, podem ocorrer ajustes na composição das guarnições, bem como variações nos turnos, na periodicidade das coletas e na dinâmica de funcionamento das equipes.

Como exemplo de especificidades, existem municípios que adotam a metodologia do “gari bandeira”, encarregado de sair antes do caminhão coletor e o restante da equipe para remover os resíduos alocados em ruas e locais de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, agilizando e deixando o recolhimento dos resíduos mais eficiente. Essa prática deve ser adotada pela empresa responsável pela coleta em Piraquara exclusivamente em ruas e bairros onde não há possibilidade de trafegabilidade do caminhão. Portanto, é dever da empresa terceirizada atualizar as rotas e horários da coleta levando tal cenário em consideração, adotando a estratégia de “gari bandeira” nas ruas e bairros de difícil acesso. A Prefeitura Municipal tem o dever de cobrar e fiscalizar se essas atividades serão de fato executadas e mantidas, de maneira a não prejudicar a segurança da população e obstrução das vias.

Em se tratando de capacitação, a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo providenciada pelo empregador. Esta capacitação deve abordar os riscos em que o colaborador está exposto e as medidas de proteção existentes e necessárias para tal função. Outra questão importante refere-se aos treinamentos exclusivos para os colaboradores que trabalham no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Estes colaboradores devem ser orientados para que colem os resíduos sólidos de maneira segura e eficiente, para que não sofram ferimentos ou acidentes, principalmente com vidros, lâminas, agulhas, produtos químicos e que os sacos plásticos não sejam rasgados ou rompidos durante a execução da coleta. E apenas os resíduos apresentados dentro das especificações exigidas para a coleta convencional sejam recolhidos. Desta forma, o Quadro 6 mostra alguns treinamentos essenciais para que no decorrer de sua jornada, o colaborador possa executá-la de forma segura, prática e que o ambiente de trabalho tenha um clima organizacional agradável.

Quadro 6 – Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

TEMA	JUSTIFICATIVA
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo basicamente em locais abertos como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível
Equipamento de Proteção Individual – EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência
Plano de Emergência	Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais

TEMA	JUSTIFICATIVA
Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A NR 24 determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, ele deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho. A NR 38 aborda que os treinamentos iniciais devem ser divididos em partes teóricas e práticas, além de definir os conteúdos mínimos. A responsabilidade pelo uso e fiscalização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) nos serviços de coleta de resíduos e limpeza pública deve ser claramente atribuída à empresa terceirizada contratada pela Prefeitura Municipal e aos trabalhadores envolvidos. A Prefeitura Municipal desempenha um papel essencial na supervisão e garantia de que a empresa terceirizada cumpra rigorosamente as normas de segurança.

A empresa terceirizada é responsável por fornecer, em boas condições de uso, para atividades de coleta de resíduos sólidos, os seguintes EPIs: calçado de segurança do tipo tênis aprovado, no mínimo, para proteção contra impactos de quedas sobre os artelhos e contra agentes abrasivos, escoriantes e perfurantes, com absorção de energia na área do salto (calcanhar) e com resistência ao escorregamento. Assim como luva de segurança aprovada para proteção das mãos do usuário contra agentes abrasivos, escoriantes, cortantes e perfurantes, aprovada para o ensaio de resistência a corte por lâmina e para o ensaio de resistência à perfuração, dentre outros, conforme rege a NR 38. Além disso, é incumbência da empresa promover a divulgação ampla e a fiscalização interna, por meio de técnicos de segurança do trabalho e supervisores, quanto ao uso correto desses equipamentos pelos trabalhadores. Por outro lado, os trabalhadores têm o dever de utilizar corretamente os EPIs fornecidos e de relatar qualquer problema ou falha nos equipamentos. Eles também devem

recusar o uso de qualquer EPI que não esteja em boas condições ou que não atenda às normas de segurança.

A Prefeitura Municipal, por sua vez, deve fiscalizar o cumprimento dessas obrigações, assegurando que a empresa terceirizada esteja fornecendo EPIs adequados e que os trabalhadores estejam utilizando-os corretamente. A realização de atividades sem o uso de EPI não deve ser permitida sob nenhuma circunstância, e cabe à Prefeitura assegurar que as condições de trabalho sejam seguras e em conformidade com as normas regulamentares. A Figura 10 mostra quais são os EPIs necessários para o uso do colaborador do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos determinados pela ABNT NBR n° 12.980/1993.

Figura 10 – Exemplos de EPIs básicos necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações, SBIM, recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados a tríplice viral (caxumba, sarampo e rubéola), hepatites A e B, tuberculose, tétano, difteria, tríplice bacteriana acelular do tipo adulto (dTpa), influenza (gripe), febre amarela, raiva e febre tifoide (Sbim, 2013). A responsabilidade pelo controle das vacinas dos colaboradores que atuam na coleta convencional de resíduos sólidos recai sobre a empresa terceirizada contratada para prestar esses serviços. A empresa

deve exigir a comprovação de imunização dos seus trabalhadores para as doenças mencionadas e assegurar que todos os colaboradores estejam adequadamente vacinados. Além disso, também deve promover as vacinações necessárias para aqueles que ainda não foram imunizados, garantindo a saúde e segurança no ambiente de trabalho.

A Prefeitura Municipal, por sua vez, tem o papel de fiscalizar o cumprimento dessas obrigações pela empresa terceirizada, assegurando que todas as normas de saúde pública sejam rigorosamente seguidas. Garantindo o sucesso dos critérios abordados acima, proporcionando uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

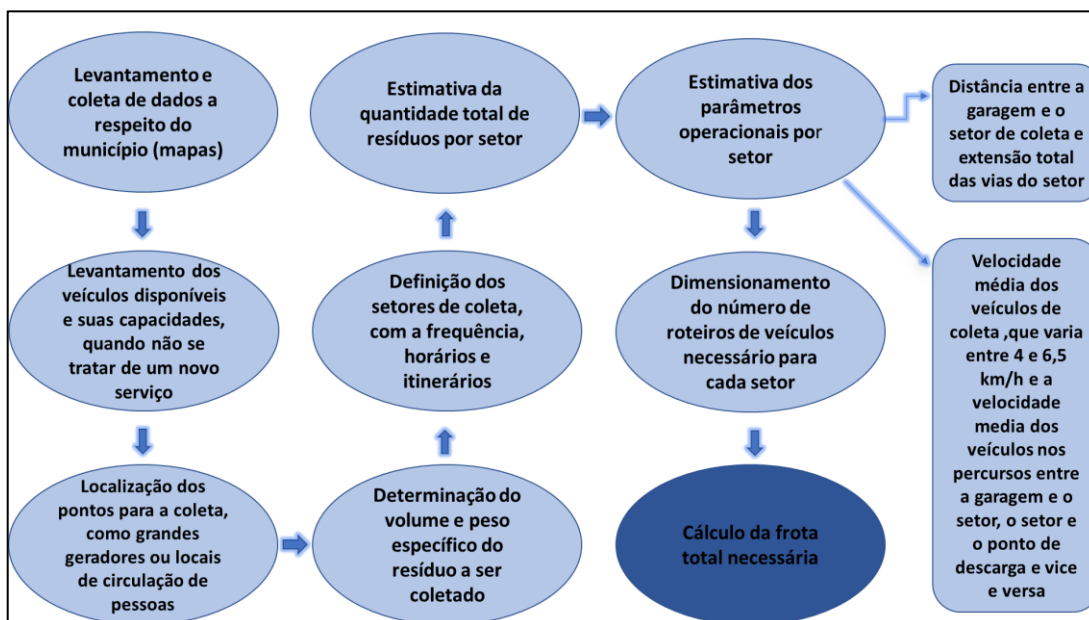
9.4.2. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta Convencional

A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços do município deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores. Desta forma, não se deve acondicionar os resíduos sólidos por longos períodos. Estima-se que todo o processo de coleta e destinação final não deve ultrapassar a marca de cinco dias. Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores. Além disso, a colocação de resíduos fora dos horários de coleta propicia que animais (cachorros, gatos, cavalos, etc.) rasguem os sacos, sujando ruas e calçadas e dificultando o trabalho dos funcionários da coleta. Esse cenário é negativamente potencializado em períodos chuvosos, uma vez que os resíduos fora dos sacos podem ser conduzidos pela água das chuvas e obstruírem os sistemas de drenagem, aumentando os riscos de alagamentos.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existentes, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros. Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados

pela Prefeitura Municipal. A Figura 11 mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 11 – Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais. Recomenda-se que a coleta na área central do município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã, ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia. A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta. Entretanto, optando-se pela coleta noturna, o Quadro 7 mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Quadro 7 – Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferências em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos a população pelos ruídos produzidos na compactação dos resíduos pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos através de encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de pessoal.
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e, diminui a disponibilidade dos veículos para a manutenção.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta. Ressalta-se que toda e qualquer alteração necessária na rota deverá ser aprovada pelo gestor do Contrato. O Quadro 8 mostra os locais, as frequências e os períodos para a aprimorar a realização da coleta convencional de resíduos sólidos.

Quadro 8 – Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área comercial	De três a quatro vezes na semana.	Noturno
Área rural	Uma vez por semana	Diurno
Distritos	Duas vezes na semana	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Como identificado pelo Diagnóstico, a regularidade e frequência na coleta convencional é um dos grandes e recorrentes problemas identificados na gestão de resíduos sólidos de Piraquara. A falta de padronização de horários e locais para coleta em alguns pontos da cidade foi uma situação expressa pela população, devendo ser considerada pela empresa prestadora do serviço de coleta convencional, que deve buscar executar as medidas e ações necessárias para sanar tais deficiências em sua operação. Situação a ser cobrada e fiscalizada pela Secretaria responsável.

Outro ponto é a Setorização atual do município, dividido em 12 Setores de Coleta conforme apresentado no Diagnóstico. Esses setores auxiliam a organização e divisão da coleta, porém apresentam uma grande falha, que é a não especificação e divisão clara entre a área urbana e a área rural, pois consideram apenas a divisão do território municipal. Esse formato de setorização deve ser repensado em conjunto entre a SMISU, SMMA e Transresíduos, visando abranger todas as necessidades de planejamento que o sistema de gestão de resíduos demanda. Além desses 3 agentes, demais Secretarias e Departamentos envolvidos no planejamento municipal também podem participar das discussões, fortalecendo a credibilidade das propostas. Além disso, a ampla divulgação para esclarecimento e conhecimento pela população é de extrema importância e deve ser feita com frequência, estando presente no *site* oficial da Prefeitura Municipal, distribuída em panfletos e folhetos informativos, dentre outros.

9.4.3. Acondicionamento e Apresentação para Coleta Convencional

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração deles. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta. Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta, diminuindo assim, os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Ressalta-se que esse processo é de responsabilidade do gerador, enquanto que a coleta é de responsabilidade do Poder Público, responsável também por fiscalizar como os resíduos sólidos estão sendo acondicionados, podendo exigir a

regularização em casos de desacordo. Cabe ao Poder Público também promover campanhas de educação ambiental junto aos munícipes, orientando-os ao correto acondicionamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos RDO:

- A escolha do recipiente deverá considerar as características dos resíduos;
- O recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m, do nível do solo, evitando que o coletor se incline com frequência;
- O recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados;
- O recipiente deverá conter orifícios em sua extremidade inferior, evitando assim, o acúmulo de água da chuva;
- Em caso de bombonas ou containers estas deverão ser de plásticos, com alças laterais e tampas;
- Os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, a fim de evitar o acúmulo de resíduos em seu interior;
- Padronização de contentores para grandes geradores;
- Para condomínios, a depender de seu porte, existem opções de central de lixo ou lixeira comunitária, assim como de lixeiras compartilhadas alocadas em cada bloco.

Nos locais onde há grande geração de resíduos sólidos domiciliares como, centros comerciais e condomínios, poderão ser adotados contêineres com capacidades maiores que cem litros. Porém, para este tipo de coleta, é necessário que haja caminhões coletores específicos, como os caminhões coletores do tipo basculantes. Para a área central ou comercial do município orienta-se que a distância mínima entre um contêiner e outro não ultrapasse duzentos e cinquenta metros, para que assim, seja facilitado o acondicionamento do resíduo sólido pelo gerador. No entanto, o Poder Público pode estipular outras distâncias que se achar necessário para o dimensionamento entre um contêiner e outro, devendo também higienizar estes recipientes com frequência.

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR nº 9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR nº 9.191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos (ABNT, 1994; ABNT, 2002). A ABNT NBR nº 9.190/1994, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências (ABNT, 1994).

Em resumo, os recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares devem garantir funcionalidade e higiene, evitando o espalhamento de resíduos nas vias públicas e a atração de animais que possam danificá-los. Além disso, é essencial que esses recipientes contribuam para a segurança dos coletores no momento da coleta. No contexto do Município de Piraquara, a condição socioeconômica da população influencia diretamente as práticas de acondicionamento dos resíduos. Muitos moradores, por limitações financeiras, utilizam sacolas plásticas de supermercados em vez de sacos resistentes, o que resulta em maior incidência de rompimentos e dispersão de resíduos nas vias. Além disso, observa-se que parte da população descarta seus resíduos em dias não correspondentes ao calendário de coleta, seja por falta de informação ou ausência de locais adequados para armazenagem temporária. Essa prática facilita a ação de animais, que rompem os invólucros, agravando o problema do descarte irregular.

Outro aspecto relevante é a condição das lixeiras dispostas em frente aos domicílios, muitas vezes inadequadas para o armazenamento seguro dos resíduos. Acúmulo de água, falta de manutenção e danos estruturais comprometem a sua utilização, resultando na exposição dos resíduos e no consequente espalhamento dos materiais. Adicionalmente, a empresa responsável pela coleta, Transresíduos, não adota procedimentos específicos para o recolhimento de resíduos que eventualmente caem ao solo durante a operação, o que pode resultar em pontos de poluição localizada e maior atratividade para vetores. Diante desse cenário, torna-se fundamental o fortalecimento das ações de fiscalização por parte do Poder Público, garantindo que a coleta seja realizada de forma eficiente e que a empresa prestadora do serviço adote medidas para minimizar esses problemas. A adoção de campanhas educativas para orientar a população quanto ao acondicionamento adequado dos resíduos e ao cumprimento

dos dias corretos de coleta também se apresenta como uma estratégia necessária para minimizar os impactos ambientais e sanitários decorrentes dessas práticas.

9.4.4. Veículos Utilizados na Coleta Convencional

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR n° 13.463/1995, sendo:

- Veículo basculante tipo *standard*;
- Veículo coletor compactador;
- Veículo coletor convencional.

A mesma Norma preconiza que os principais critérios a serem avaliados para o dimensionamento da frota na coleta dos resíduos sólidos são:

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;
- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia (ABNT, 1995).

O Manual de Saneamento elaborado pela Fundação Nacional de Saúde, FUNASA, sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte, o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da seguinte equação (Funasa, 2004).

$$NF = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Em que:

- Nf = quantidade de veículos;
- Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m³ ou L (por dia);
- Cv = capacidade do veículo em m³ ou ton. (considerar 80% da capacidade);
- Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);
- Fr = Fator frequência $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$.

Pensando especificamente para Piraquara, abaixo seguem os cálculos conforme fórmula indicada acima.

- 22.408 t de resíduos (2023) = 22.408.000 kg
- CV = 15 m³ = 12 m³ (80%)
- NV = 2
- Fr = 1,16

$$Fr = \frac{7}{6}$$

$$Fr = 1,16$$

Observação: Coleta de segunda a sábado (6 dias) com geração de segunda a domingo (semana toda).

- LC = 245,58 m³

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{Massa (kg)}}{\text{Densidade (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{22.408.000}{230}$$

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 89.632 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 245,58 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Observação: A densidade dos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode variar significativamente dependendo de diversos fatores, como composição, grau de compactação, umidade e características específicas de cada localidade. Valores típicos encontrados na literatura para RSU não compactados variam entre 180 kg/m³ e 280 kg/m³. Dessa forma, foi considerado o valor médio de 250 kg/m³ de densidade para os cálculos acima, normalmente utilizado.

Portanto,

$$NF = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

$$NF = \frac{245,58}{12 \times 3} \times 1,16$$

$$NF = 7,91 \approx 8$$

Para efeitos de comparação, abaixo seguem os cálculos atualizados conforme fórmula utilizada pela atual prestadora dos serviços de coleta e transporte de resíduos, em seu Plano de Trabalho, para cálculo da frota necessária.

$$N = \left(\frac{T}{n \times C \times d \times t} \right)$$

Em que:

N = Número de caminhões

T = Total a ser coletado (t/mês)

n = Número de viagens/veículo

C = Toneladas por viagem

d = Dias úteis no mês

Portanto,

$$N = \left(\frac{1.867,33}{1 \times 6 \times 25,167 \times 2} \right)$$

$$N = 6,18 \approx 6$$

Dessa forma, considerando a lógica do Plano de Trabalho da atual empresa prestadora do serviço de coleta de resíduos, a primeira fórmula utilizada indicou o valor aproximado de 8 caminhões, devendo, portanto, serem 8 caminhões na ativa e mais 1 caminhão de reserva, totalizando 9 veículos. Para a segunda fórmula (atual), o valor indicado foi de 6 caminhões, devendo, portanto, serem 6 caminhões na ativa e 1 caminhão de reserva, totalizando 7 veículos.

A diferença entre os valores finais obtidos em cada fórmula pode estar atribuída ao fato de não haver certeza nem clareza no Fator frequência (Fr), pois conforme a etapa do Diagnóstico, as informações que são conhecidas sobre a frequência da coleta municipal são que acontecem 3 vezes por semana e de segunda a sábado em uma das principais avenidas da cidade. Dessa forma, não se tem total certeza da frequência correta realizada pelos caminhões semanalmente. Portanto, indica-se que a fórmula mais adequada, no momento, para definição do número de veículos necessários para realização dos referidos serviços, seja a fórmula anteriormente utilizada pela empresa prestadora do serviço de coleta em seu Plano de Trabalho. Portanto, infere-se que o dimensionamento adequado para a frota de Piraquara é de 7 caminhões compactadores, revelando a incompatibilidade com o que acontece atualmente na prática, de acordo com aquilo que foi apresentado no Diagnóstico, que é a execução dos serviços de coleta realizada por 5 caminhões.

Além disso, vale ressaltar que os referidos cálculos devem ser feitos anualmente, tanto pela empresa prestadora dos serviços, quanto pela Secretaria responsável pela fiscalização do Contrato e dos serviços, visando manter o número adequado de veículos operando no município para que não haja problemas com o serviço ofertado. A fórmula a ser utilizado em cálculos futuros fica a critério dos agentes envolvidos, desde que tenham os dados necessários e bem apurados.

É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana. A partir disto, obtém-se a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana corresponde à frota necessária para aquele turno. Dentre as frotas identificadas para todos os turnos a maior representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É usual acrescentar um adicional de segurança para manutenção e emergências.

Segundo o Cempre (2018), deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário. Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR nº 12.980/1993, são os elencados abaixo.

- Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;
- Duas lanternas traseiras suplementares;
- Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;
- Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;
- Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;
- Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;
- Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;
- Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação (ABNT, 1993).

Ademais, conforme a NR 38, o veículo coletor-compactador de resíduos sólidos deve possuir, no mínimo:

- Controles do ciclo de compactação, devendo estar localizados em sua lateral, de modo que o operador tenha uma visão clara tanto do ponto de operação quanto da abertura de carga;
- Sinalizador rotativo ou intermitente na parte traseira e dianteira, instalado de forma a não ofuscar a visão dos trabalhadores;

- Câmera de monitoramento sem captação de som, de forma que seja possível ao motorista a visualização da operação na parte traseira do veículo, com o acionamento automático em marcha ré, sem prejuízo de outras medidas de visualização dos trabalhadores;
- Sinal sonoro de ré;
- Sistema de iluminação acima das áreas de carregamento e descarregamento, para permitir visibilidade nos trabalhos noturnos ou de baixa luminosidade;
- Estofamento em bom estado de conservação e limpeza;
- Sinal sonoro, com acionamento na parte traseira do equipamento;
- Dispositivos de parada de emergência do mecanismo de compactação, em cada lateral do veículo.

Conforme analisado no Plano de Trabalho da empresa prestadora do serviço de coleta convencional, em comparativo ao diagnóstico de volume de geração do município, há necessidade de adequação do referido Plano de Trabalho quanto ao número de caminhões para atender as demandas de geração. Dessa forma, os cálculos apresentados acima podem servir de apoio para monitoramento e acompanhamento das necessidades que forem surgindo, servindo de auxílio para aprimoração frequente da frota municipal. Além disso, conforme apontado no Diagnóstico, os caminhões da coleta convencional de Piraquara não apresentam plotagem identificativa e informativa, assim como não seguem rotas e horários padronizados. Essa situação deve ser resolvida pela empresa Transresíduos, enquanto que a Secretaria Municipal responsável deve, em conjunto com a empresa, indicar as opções de plotagem que julgar necessárias, sendo também responsável pela cobrança da execução das ações de padronização de cronograma específico. Ressalta-se que a aquisição de novos veículos por parte da empresa prestadora do serviço de coleta já deve prever a plotagem adequada dos mesmos.

Dentre os desafios operacionais e ambientais associados à coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos, destaca-se a adequada gestão do chorume (lixiviado) gerado durante o processo de compactação e movimentação dos resíduos nos caminhões coletores. Trata-se de um efluente líquido com alta carga orgânica, presença de microrganismos patogênicos, metais pesados e substâncias tóxicas, cujo manejo

inadequado pode ocasionar impactos significativos ao meio ambiente e à saúde pública. Nesse sentido, recomenda-se que os Planos de Trabalho das empresas prestadoras dos serviços de coleta e transporte incluam de forma explícita os procedimentos para o controle do chorume, contemplando:

- O uso de veículos dotados de sistema de contenção de líquidos, com tanques internos para armazenamento temporário do chorume, vedação adequada do compartimento de resíduos e dispositivos de drenagem controlada;
- A realização de manutenções periódicas desses sistemas, visando prevenir vazamentos nas vias públicas, especialmente em períodos de maior geração de resíduos e elevada umidade;
- A definição de pontos específicos para descarregamento e destinação ambientalmente adequada do chorume, preferencialmente em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) licenciadas, Estações de Tratamento de Chorume (ETC) ou diretamente no aterro sanitário, desde que possua infraestrutura própria para o manejo do lixiviado.

Essas diretrizes devem ser formalmente incorporadas aos contratos públicos firmados com as prestadoras de serviço, vinculando o correto gerenciamento do chorume como cláusula contratual de execução obrigatória. Recomenda-se ainda que o município estabeleça mecanismos de fiscalização e monitoramento técnico-operacional, com inspeções regulares e exigência de registros quanto à quantidade de chorume coletada, sua destinação e a integridade dos sistemas de contenção dos caminhões.

Essa medida visa não apenas reduzir os impactos ambientais do serviço de coleta convencional, mas também qualificar a gestão integrada dos resíduos sólidos, promovendo maior conformidade com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e com as exigências técnicas da Resolução CONAMA nº 430/2011 sobre lançamento de efluentes.

9.4.5. Área de Transporte e Transbordo (ATT)

Como identificado no Diagnóstico, atualmente Piraquara dispõe do uso de uma ATT localizada no Município de Pinhais por meio do Convênio de Cooperação nº 001/2023. Entretanto, devido à distância percorrida do deslocamento dos caminhões até o local, assim como o atraso no descarregamento das cargas devido prioridade dos caminhões de Pinhais, surge a necessidade de implantação de ATT própria em Piraquara, já expressada pela SMMA e SMISU. Este PMGIRS indica a construção desse empreendimento para uso exclusivo como uma medida plausível de ser executada, visando a diminuição de custos com o deslocamento dos veículos (assim como desgaste) e principalmente na agilidade e eficiência da coleta convencional municipal, que é uma das principais preocupações da população.

A definição da localização e das características desta área deverá observar os critérios técnicos e legais estabelecidos pelas normativas federais e estaduais que regulamentam esse tipo de atividade, em especial as diretrizes da Resolução CONAMA nº 307/2002, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e das legislações ambientais e sanitárias vigentes, além de ser validada por meio de projeto de engenharia específico e, de preferência, nos moldes da ATT de Pinhais, devido experiência na execução e no aproveitamento do espaço total disponível. Vale lembrar que tal empreendimento também está sujeito ao licenciamento ambiental, devendo ser criteriosamente atendido.

A implantação de uma Área de Transbordo e Triagem (ATT) própria no município de Piraquara representa um avanço significativo na gestão de resíduos sólidos, permitindo maior eficiência operacional, redução de custos e benefícios ambientais diretos. A viabilidade desse empreendimento pode ser justificada a partir de três diretrizes principais: jurídica, econômica e ambiental.

Do ponto de vista jurídico, a ATT própria está alinhada com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabelece diretrizes para a gestão integrada e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Além disso, a ATT contribuirá para a execução das metas estabelecidas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e, no âmbito estadual, a instalação da ATT pode ainda garantir maior conformidade com as diretrizes do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-PR).

No aspecto econômico, a implementação de uma ATT própria reduzirá significativamente os custos com transporte e destinação final de resíduos. Atualmente, Piraquara depende do uso da ATT localizada no Município de Pinhais, gerando maiores custos logísticos, além de atrasos e reclamações com a coleta. Com ATT própria, será possível otimizar o transporte, reduzindo o número de viagens e os gastos com combustível e manutenção da frota. A estruturação de uma ATT própria abre a possibilidade de captação de recursos federais e estaduais, além de parcerias público-privadas para sua operação e manutenção.

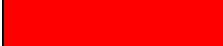
Sob a ótica ambiental, a implantação de uma área de transbordo no município de Piraquara representa uma estratégia viável e necessária para otimizar a logística da destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Essa medida contribui diretamente para a diminuição do consumo de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, das emissões de gases de efeito estufa (GEE), além de reduzir o desgaste da frota municipal e os custos operacionais associados ao transporte. Do ponto de vista ambiental, o menor fluxo de caminhões em longas distâncias implica menor pressão sobre as vias públicas, redução de riscos de acidentes e menor emissão de poluentes atmosféricos, promovendo uma operação mais limpa e eficiente. Além disso, a implantação de uma área de transbordo fortalece a organização da gestão de resíduos no território municipal, ao garantir maior controle e rastreabilidade dos fluxos gerados, em conformidade com os princípios da PNRS.

A adoção de ATT própria para Piraquara promoverá a centralização do recebimento dos resíduos sólidos urbanos, reduzindo a necessidade de múltiplos deslocamentos até o Município de Pinhais/PR e otimizando a logística da coleta, também facilitando a rastreabilidade dos resíduos, garantindo maior controle e transparência na gestão municipal. Os benefícios financeiros serão vistos em médio e longo prazo, tomando como exemplo novamente Pinhais/PR que, em 8 anos após a implantação da unidade de transbordo, foi capaz de economizar 874 mil quilômetros percorridos pelos veículos de coleta e transporte, reduzindo, portanto, gastos com combustível, manutenção de equipamentos, assim como representou a diminuição de cerca de 1.177.715 kg de CO₂ emitidos para a atmosfera, com base no manual no IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (Bem Paraná, 2018).

9.5. COLETA SELETIVA

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas futuras instalações, facilitando o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação da coleta seletiva. A Resolução nº 275/2001, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos gerados para serem adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva (Conama, 2001). Portanto, o Quadro 9 mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela referida Resolução.

Quadro 9 – Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.

CORES		TIPOS DE RESÍDUOS
Azul		Papel e Papelão
Vermelho		Plásticos
Verde		Vidros
Amarelo		Metais
Preto		Madeiras
Laranja		Resíduos Perigosos
Branco		Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
Roxo		Resíduos Radioativos
Marrom		Resíduos Orgânicos
Cinza		Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Conama, 2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para que essas informações cheguem até as pessoas é importante ressaltar que sejam implantadas políticas de sensibilização da população, mostrando o seu importante papel no processo de segregação dos resíduos e promovendo a ampliação dos índices de coleta seletiva. A Prefeitura Municipal, por outro lado, deve instalar recipientes específicos nas principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e em outros locais onde se achar necessário. A Figura 12 exemplifica os recipientes comentados acima.

Figura 12 – Recipientes para a coleta seletiva.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeituras poderão implantar meios de fiscalização para que a população respeite a proposta deste tipo de coleta. Através de campanhas educacionais e punições, a Prefeitura terá condições de promover a triagem dos resíduos sólidos logo na origem, facilitando as outras etapas de segregação dos materiais recicláveis. Por outro lado, o município também pode optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. Neste sentido, o Quadro 10 mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

Quadro 10 – Formas de segregação de resíduos sólidos.

FORMAS DE SEGREGAÇÃO	DEFINIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos recicláveis secos, recicláveis úmidos (matéria orgânica) e resíduos não recicláveis.	
Coleta Binária	Separação entre resíduos recicláveis secos e resíduos úmidos (matéria orgânica e não recicláveis).	

Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	
-------------------------------	--	---

Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

9.5.1. Formas de Execução da Coleta Seletiva

Abaixo seguem os modelos mais comuns de execução da coleta seletiva implantados pelos municípios brasileiros.

- A. Ponto de entrega voluntária (PEVs): Os PEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em PEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;
- B. Coleta seletiva porta-a-porta: Esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- C. Associações ou Cooperativas de Catadores: Este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta-a-porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos e PEVs;
- D. Postos de trocas: Os postos de trocas permitem que o gerador de resíduos residenciais e comerciais, troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, tais como descontos, vales-

transporte, vales-refeição ou até mesmo ser remunerado pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que, apesar de eficiente, esta modalidade ainda é pouco difundida no país. Como exemplo próximo tem-se o Câmbio Verde que acontece em Curitiba/PR, no qual a cada 4 kg de lixo reciclável valem 1 kg de frutas e verduras, assim como pode ser trocado 4 litros de óleo vegetal e animal por 1 kg de alimento.

O Quadro 11 mostra as vantagens e desvantagens dos principais modelos de execução de coleta seletiva.

Quadro 11 – Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

MODALIDADE	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes; 3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.	1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

MODALIDADE	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 3) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.	1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
POSTOS DE TROCAS	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

É dever da empresa contratada para a execução dos serviços de coleta de resíduos recicláveis (coleta seletiva) informar ao poder público municipal os imóveis que estiverem realizando a disposição inadequada de resíduos, ou seja, que estejam colocando para coleta materiais distintos daqueles previstos para o dia e rota estabelecidos. Tal repasse de informações deve ocorrer de forma clara e periódica, permitindo que a administração municipal adote medidas orientativas ou, se necessário, punitivas de forma pontual, conforme previsto em regulamento. Essa conduta visa garantir a eficácia da coleta seletiva, promover a educação ambiental e reduzir o comprometimento da triagem dos materiais recicláveis, contribuindo para a melhoria contínua do serviço e o fortalecimento da política de gestão integrada de resíduos sólidos no município.

9.5.2. Veículos Utilizados na Coleta Seletiva

Com a expansão da coleta seletiva implantada, se faz necessário o uso de veículos coletores apropriados para os resíduos recicláveis. Comumente, para este tipo de coleta, utiliza-se caminhões baú, caminhão tipo gaiola ou caminhões caçamba. O uso de caminhões compactadores também pode ser previsto para a coleta seletiva de recicláveis quando justificado em função da quantidade de resíduos a serem coletados. Entretanto, a escolha do veículo coletor deverá considerar as características dos

resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as peculiaridades dos logradouros dos diferentes setores de coleta.

Piraquara atualmente conta com o uso de dois caminhões baú para a realização da coleta seletiva pela empresa Transresíduos. Conforme imagens presentes no Diagnóstico, os veículos também necessitam de plotagem informativa, com o objetivo de chamar a atenção e divulgar o serviço oferecido pelo município, visando maior adesão e participação da população no Programa Separe Bem as Coisas. Esse programa encontra-se em situação de não regularização, devendo passar pelos procedimentos legais adequados para se tornar regular e oficial, aumentando as possibilidades de melhorias.

Além disso, observou-se a necessidade da implementação de sonorização diferenciada nos caminhões da coleta seletiva, a fim de facilitar a identificação do serviço pelos munícipes. Atualmente, as rotas e horários da coleta seletiva não são claramente definidos, somado a isso, os setores de coleta do município não consideram a área rural, o que gera confusão entre os moradores, dificultando a correta separação e destinação dos resíduos recicláveis, resultando em reclamações de munícipes, que relatam não saber exatamente quando a coleta seletiva passa em suas regiões.

Diante desse cenário, deve haver uma reestruturação do planejamento logístico da coleta seletiva, incluindo a definição de rotas e horários fixos e amplamente divulgados, a inclusão da zona rural na cobertura do serviço, bem como a adoção de sinalização sonora padronizada nos caminhões, de modo a tornar o serviço mais acessível e eficiente para toda a população. Essas medidas devem ser feitas pela empresa terceirizada responsável pela coleta seletiva, por meio da modificação e atualização de seu Plano de Trabalho. A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria responsável, tem o dever de cobrar e fiscalizar toda a execução do serviço, assim como de promover ampla divulgação das rotas, horários e existência da coleta seletiva municipal.

9.5.3. Triagem dos Resíduos Recicláveis

A triagem é uma das etapas no processamento de resíduos recicláveis, pois garante a separação correta dos materiais e aumenta a eficiência da reciclagem. Para isso, algumas práticas devem ser seguidas pelas Cooperativas ou Associações de reciclagem que mantenham vínculo com o serviço de coleta seletiva do Município de

Piraquara. A seguir, apresentam-se diretrizes técnicas para a implantação e organização de unidades de triagem de recicláveis, estabelecendo padrões mínimos a serem seguidos por cooperativas e associações que atuem e/ou venham a atuar sob convênio ou contrato com o município.

A. Organização do Espaço de Triagem

- **Infraestrutura física:** A área destinada à triagem deve ser coberta, dotada de piso impermeável, antiderrapante e de fácil higienização, com canaletas para escoamento de líquidos, evitando contaminações e acúmulo de resíduos. O local deve contar com ventilação natural e/ou forçada, iluminação natural e artificial adequada (mínimo de 300 lux), e proteção contra intempéries.
- **Setorização e fluxograma operacional:** O fluxo de resíduos deve ser linear, minimizando retrabalho e cruzamento de atividades. Recomenda-se a seguinte divisão:
 - Recebimento e pesagem;
 - Pré-triagem (retirada de rejeitos ou contaminantes);
 - Triagem (em esteiras ou mesas);
 - Prensagem/compactação;
 - Armazenamento temporário;
 - Expedição.
- **Demarcação por pintura no piso:** A sinalização de áreas deve seguir a norma ABNT NBR 7195, utilizando pintura de solo para delimitar:
 - Setores de triagem e circulação interna;
 - Áreas de armazenamento por material;
 - Zonas de segurança e rotas de fuga;

- Equipamentos essenciais:
 - Esteiras transportadoras ou mesas de triagem;
 - Prensas hidráulicas ou manuais;
 - Carrinhos para movimentação interna;
 - Balança para pesagem de materiais.

B. Separação por Tipo de Material Reciclável

- Plásticos: Separar por tipo (PET, PEAD, PP, PS, PVC) e cor. Materiais devem estar secos. Quando possível, realizar a lavagem de embalagens com resíduos orgânicos;
- Papel e papelão: Classificar papéis por tipo (branco, colorido, jornal, revista, papelão ondulado). Descartar papéis contaminados com gordura, óleo ou químicos;
- Vidro: Separar por cor (transparente, verde, âmbar). Utilizar EPI específicos e caixas plásticas ou bombonas para evitar acidentes. Evitar contato com materiais metálicos;
- Metais: Separar alumínio (latas), ferro, aço, cobre. Evitar mistura com metais contaminados. Latas de aerossol ou com resíduos químicos devem ser descartadas como rejeito ou perigoso;
- Embalagens Longa Vida: Devem ser higienizadas e armazenadas secas. Podem ser prensadas após separação para facilitar o transporte;
- Isopor: Armazenar separado por tipo de aplicação (alimentício, industrial, etc.). Requer local seco e ventilado. Pode ser triturado ou compactado.

C. Instalações de Apoio e Bem-estar dos Trabalhadores

- Banheiros e vestiários: Instalações sanitárias separadas por gênero, com lavatórios, chuveiros e armários para roupas limpas e sujas;
- Refeitório: Área com mesas, cadeiras, pia, bebedouro, geladeira e micro-ondas. Deve estar em espaço independente da área de triagem;

- Escritório administrativo: Espaço para organização documental, registros de produção e gestão da associação ou cooperativa;
- Rede elétrica e iluminação: Instalações elétricas devem seguir as normas da ABNT, com disjuntores setorizados e proteção contra sobrecargas. Iluminação deve abranger toda a área de trabalho.

D. Controle da Contaminação e Segurança Operacional

- Triagem manual e prévia: Identificar e separar rejeitos antes da esteira principal, garantindo maior eficiência na triagem;
- Resíduos perigosos: Itens como pilhas, baterias, lâmpadas, eletrônicos e RSS devem ser identificados e encaminhados para pontos de entrega voluntária (PEVs), sistemas de logística reversa e coleta diferenciada para resíduos dos serviços de saúde;
- Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Uso obrigatório de luvas nitrílicas, botas de PVC, aventais, protetores auriculares (quando necessário), e máscaras. Capacitação deve ser fornecida aos trabalhadores.

E. Armazenamento Temporário e Destinação Final

- Prensagem e organização: Os materiais triados devem ser prensados e acondicionados em fardos, identificados por etiquetas com data, tipo de material e peso;
- Local de armazenamento: Estrutura coberta e ventilada, com paletes ou estrados para manter fardos fora do chão. Materiais devem ser agrupados por tipo para facilitar expedição;
- Controle e rastreabilidade: A Associação ou Cooperativa deve manter registros mensais de entrada, triagem, prensagem, armazenamento e destinação, conforme orientações da Prefeitura Municipal.

Infere-se que boa parte das práticas citadas acima já são executadas pela Associação existente no município. Entretanto, devem ser adotadas como modelo norteador e auxiliador para aprimoramento das atividades, assim como para facilitar a fiscalização e acompanhamento por parte da SMMA.

9.6. SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA

Piraquara enfrenta também alguns desafios em seu sistema de logística reversa. No caso do óleo de cozinha usado, existe a Lei Municipal nº 967/2008 que culminou em um Convênio de Cooperação entre a Prefeitura Municipal e a empresa Dalcin & Santos Ltda (atual parceira), porém não houve aditivo ou renovação de contrato, assim como não houveram novos procedimentos de chamamento para firmar novos convênios. Para enfrentar essa questão, deverá ser feita a revisão da Lei Municipal nº 967/2008 e realização de novo chamamento, licitação, contratação direta ou termo de cooperação técnica, de forma a instituir e regulamentar o Programa Municipal de Coleta e Reciclagem de Óleo de Cozinha Usado, além de realizar campanhas educativas contínuas para conscientizar a população sobre a importância do descarte correto.

No caso dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, a situação é parecida, sendo que existe atualmente a atividade de coleta e destinação destes resíduos por meio de PEVs, porém ainda não há regulamentação própria. Portanto, deverá ser feita a regulamentação por meio de Decreto ou Lei Municipal e realização de novo chamamento, licitação, contratação direta ou termo de cooperação técnica, visando instituir e regulamentar o Programa Municipal de Coleta e Destinação dos referidos materiais. Entretanto, em casos de eletroeletrônicos de maiores dimensões, como geladeiras, máquinas de lavar, fogões e etc., o transporte até PEVs é altamente dificultado. Para isso, a Prefeitura Municipal também deve implementar um sistema de coletas agendadas, em parceria com a empresa ou entidade responsável. Esse sistema deve funcionar com o agendamento e divulgação prévia da coleta a ser realizada pela instituição, com cronogramas definidos e disponibilizados à população com indicação das datas e Setores que o veículo de coleta irá passar.

Portanto, deverá ser promovida a regulamentação municipal, por meio de Decreto específico, para instituir e disciplinar os programas municipais de coleta e destinação de óleo de cozinha usado e resíduos eletroeletrônicos. A execução dos programas será viabilizada, preferencialmente, mediante termos de cooperação técnica firmados com entidades gestoras de logística reversa reconhecidas nos respectivos setores, nos termos do art. 33 da Lei Federal nº 12.305/2010, do Decreto Federal nº 10.240/2020 (eletroeletrônicos) e da Resolução CONAMA nº 362/2005 (óleo). Considerando que se trata de obrigação setorial de logística reversa, as parcerias não envolverão repasse financeiro, sendo responsabilidade das entidades signatárias a coleta, o transporte e a destinação ambientalmente adequada dos materiais. Caso haja necessidade de complementação do serviço com recursos públicos, como instalação de pontos de entrega voluntária ou contratação de mão de obra para coleta, será adotada a forma de contratação direta prevista no art. 75, XV, da Lei Federal nº 14.133/2021, quando destinada a cooperativas ou associações de catadores, ou outro procedimento compatível com a legislação vigente.

Outro desafio relevante é o descarte irregular clandestino de pneus inservíveis. Esses resíduos possuem elevado potencial de impacto ambiental e sanitário, especialmente como criadouros de vetores de doenças, como o mosquito *Aedes aegypti*. Embora a logística reversa de pneus seja uma responsabilidade de fabricantes e distribuidores, conforme determina a Resolução CONAMA nº 416/2009, a falta de infraestrutura e/ou planejamento adequada no município dificulta a implementação de medidas para combater a problemática. Ademais, conforme orientações da SEDEST, fica vedada à administração pública a implantação de PEVs para recebimento de pneus inservíveis. Portanto, no caso dos pneus, o município deve apenas realizar ações de fiscalização, monitoramento e educação ambiental, devendo solicitar ajuda da Reciclanip somente em casos esporádicos, como coletas em vias públicas de descartes irregulares, armazenamento e solicitação de coleta por meio de formulário. Além disso, a SMMA deve exigir os comprovantes de destinação correta por meio de PGRS dos fabricantes, distribuidores e importadores que tenham atividades que envolvam o comércio de pneus no território do município.

Piraquara carece também de cobertura e informações adequadas sobre alguns resíduos com logística reversa obrigatória, como embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleos lubrificantes, baterias de chumbo-ácido, medicamentos vencidos e

óleo lubrificante usado ou contaminado. Esses resíduos exigem tratamento e destinação específicos, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 362/2005. Para avançar na gestão desses materiais, é essencial que o município mapeie as demandas locais, disponibilize PEVs específicos e promova campanhas informativas. Além disso, a criação de parcerias com os agentes da cadeia produtiva e a fiscalização integrada são fundamentais para assegurar o cumprimento das obrigações legais.

O sucesso da implementação de um Sistema de Logística Reversa (SLR) em um município está atrelado a boas e contínuas práticas de educação ambiental que envolvam diretamente a população. Ademais, o recebimento de resíduos da logística reversa em feiras e eventos de educação ambiental deve ser realizado com maior frequência pela SMMA. Sendo assim, de maneira geral, a Prefeitura Municipal deve promover ações de educação ambiental que envolvam a temática de logística reversa, incluindo todos os RLO supracitados, com a priorização da abordagem dos seguintes tópicos:

- Evidências dos riscos e danos causados ao meio ambiente e saúde pública devido o descarte inadequado dos resíduos;
- Logística reversa e destinação adequada dos resíduos;
- Práticas conscientes de descarte para evitar danos ao ambiente e à saúde;
- Benefícios decorrentes da destinação dos materiais inservíveis.

Portanto, a partir do discutido sobre o gerenciamento dos RLO, foi possível sintetizar algumas recomendações gerais que envolvem as partes interessadas na logística reversa, apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.

RESPONSÁVEIS	RECOMENDAÇÕES
Prefeitura Municipal	Ampliar a divulgação sobre a importância da logística reversa (educação ambiental)
	Ampliar a divulgação dos PEVs existentes no território
	Buscar ampliar a adesão dos estabelecimentos privados às práticas de logística reversa
	Exigir e fiscalizar os PGRS

Estabelecimentos privados	Divulgar e engajar os consumidores a praticarem a logística reversa dos RLO
	Ter atitude proativa de adesão às legislações e normas vigentes
	Elaborar os PGRS
População	Cumprir o papel de consumidor consciente
	Ter atitude proativa nas práticas de logística reversa, promovendo o retorno dos produtos aos estabelecimentos após o uso

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme Ottoni, Araujo e Xavier (2020), é indicada a implantação de 1 PEV de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos para cada 15.000 habitantes em um município. Nesse sentido, em Piraquara o ideal seriam 8 PEVs no total. O Diagnóstico mostrou que existem atualmente 2 PEVs que recebem resíduos eletroeletrônicos, que também recebem pilhas e baterias, sendo necessário, portanto, a implementação de mais 6 PEVs no município. Entretanto, 8 pontos de entrega voluntária não suprem a necessidade do município, visto que a cidade é dividida em 12 Setores de Coleta, além da grande extensão territorial, fatores que dificultam o transporte dos resíduos até os PEVs pela população. Dessa forma, conforme comentado anteriormente, para ajudar resolver tal cenário, a Prefeitura Municipal deve adotar um sistema de coleta agendada para os equipamentos de maior porte, no qual a coleta deve ser realizada pelos mesmos caminhões da coleta seletiva, porém o armazenamento desses componentes deve ser feito em local distinto, a ser indicado pelo próprio órgão público e, de preferência, que seja um prédio público com espaço suficiente, evitando gastos com a construção de um novo local.

Para as pilhas e baterias, atualmente são 5 PEVs disponibilizados pelo município. Como o recebimento é feito por “papa-pilha”, que demanda menor dimensão, os novos PEVs de eletroeletrônicos também podem disponibilizar esses contentores para receber pilhas e baterias usadas. Entretanto, os recipientes para armazenamento de pilhas atualmente utilizados no município são caixas de Descarpac (recipiente específico para resíduos de serviço de saúde do Grupo E), o que não é o ideal, sendo de responsabilidade no município elaborar uma identidade visual para esse tipo de coleta e desenvolver um recipiente específico que também desempenhe papel de educação ambiental.

No caso das baterias de chumbo e ácido, os estabelecimentos que geram esse tipo de resíduo devem ser responsáveis por adotar práticas de logística reversa, devendo receberem as baterias usadas de seus clientes, disponibilizarem locais sinalizados para descarte seguro e realizar parcerias com fabricantes e recicladoras para garantir a destinação adequada. Para o correto armazenamento, os estabelecimentos devem manter as baterias em locais cobertos e ventilados, separar as baterias inteiras das danificadas ou vazando e evitar empilhamento excessivo. Para transporte e destinação final, devem trabalhar apenas com transportadoras certificadas para transporte de resíduos perigosos, firmar acordos com recicladoras licenciadas pelo IBAMA e IAT, assim como emitir Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). A Prefeitura Municipal, por meio da SMMA, deve realizar a cobrança dos PGRS dos estabelecimentos geradores, além de fiscalizar suas atividades. Dessa forma, dentre os estabelecimentos geradores de baterias de chumbo e ácido, tem-se:

- Oficinas mecânicas;
- Concessionárias e revendas de veículos;
- Postos de combustíveis;
- Empresas de transporte e logística;
- Indústrias e fábricas;
- Empresas de telecomunicação e data centers;
- Comércio especializados em baterias;
- Empresas de energia solar.

Para possibilitar a abrangência de resíduos com logística reversa obrigatória não atendidos atualmente, o Poder Público municipal deve procurar firmar parcerias com empresas gestoras. Devendo também sempre manter a obrigatoriedade da inclusão das formas de armazenamento, transporte e destinação final nos PGRS por meio das legislações e decretos municipais. Além disso, informações sobre a importância e deveres dos fabricantes, importadores, distribuidores e consumidores também devem sempre estar em pauta nas ações e atividades de educação ambiental de forma contínua. Dessa forma, a regulamentação e ampliação do sistema de logística reversa em Piraquara representam uma oportunidade para reduzir impactos ambien-

tais e sanitários, engajar a população e o setor comercial na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e fortalecer parcerias público-privadas. A superação desses desafios é essencial para promover a sustentabilidade ambiental e reforçar o compromisso do município com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

9.7. TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

A reciclagem de resíduos orgânicos não necessita de grandes exigências tecnológicas ou de equipamentos para que o processo possa ser realizado com segurança, de forma que a compostagem tem tido grande êxito em ações de educação ambiental associadas com jardinagem e agricultura urbana, como forma de empoderar pessoas na reprodução do ciclo da matéria orgânica e mudança de sua visão e relação com resíduos de modo geral (MMA, 2017).

No que tange aos resíduos orgânicos, implantar sistemas de compostagem e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido são claramente estabelecidas como obrigações dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos, por meio do inciso V do artigo 36 da PNRS, Lei 12.305/2010. Apesar disso, os municípios brasileiros têm tido, de maneira geral, dificuldades em explorar este potencial como política pública. A maior parte das iniciativas municipais em compostagem no Brasil restringem-se a pátios centralizados, que recebem resíduos de coleta mista (resíduos orgânicos misturados com rejeitos) ou de apenas alguns grandes geradores de resíduos orgânicos.

Os resíduos orgânicos domésticos, em geral, acabam sendo dispostos em aterros sanitários ou lixões, desperdiçando nutrientes e matéria orgânica que, no ciclo natural, tem o papel de fertilizar e manter a vida nos solos, representando um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representante da segunda maior porcentagem de resíduo presente na composição gravimétrica de Piraquara, com 21,50%, somente atrás dos rejeitos (29,11%). Com as diretrizes estabelecidas na PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos.

A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizante. A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos deve ser pautada com um planejamento estratégico e contínuo. Processos de gestão inovadores devem ser tratados com cautela e buscando a sua abrangência gradativa, com campanhas educativas que sensibilizem e promovam a participação da população em todos os aspectos.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada com a coleta dos resíduos orgânicos produzidos pelos grandes geradores, buscando a sua ampliação posterior de forma regional como os bairros, os Distritos e os centros urbanos até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve ter outro direcionamento. Em virtude da facilidade de reaproveitamento dos resíduos orgânicos na área rural, culturalmente é observado ações adequadas que trazem benefícios para o ambiente e para o homem. A sobra de alimentos, como cascas, frutas, e alimentos preparados são destinados para criação de animais ou utilizados como adubos de canteiros e hortas.

Entretanto, associado com a dificuldade de logística para atender a coleta frequente dos resíduos orgânicos, a gestão deve ser elaborada através de programas para conscientização do reaproveitamento destes resíduos, assim como, na informação técnica para construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos, CTRO. Outra forma de facilitar a gestão desta classe de resíduos é potencializar os programas de sensibilização à separação e armazenamento dos resíduos na origem. A utilização de bombonas é uma forma bem difundida para restringir insetos e a geração de odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população. A Figura 13 mostra o tipo de bombona que pode ser utilizada para o acondicionamento de resíduos orgânicos.

Figura 13 – Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).



Fonte: Cetrilife, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para a população residente da área rural este cenário não representa um problema sistemático, pois, como dito anteriormente, a cultura existente no meio rural promovida pelo homem do campo tem como princípio o reaproveitamento dos resíduos orgânicos. Contudo, emerge a necessidade de estudo da viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, principalmente para a área urbana. Sendo uma ferramenta importante de gestão desses resíduos, a implantação de programas em parceria com as escolas e outros segmentos para auxiliar a população com as devidas técnicas de compostagem.

A compostagem é o processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio. É um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos).

A criação de tais condições ideais favorece que uma diversidade grande de macro e micro-organismos (bactérias, fungos) atue sucessiva ou simultaneamente para a degradação acelerada dos resíduos, tendo como resultado um material de cor e textura homogêneas, com características de solo e húmus, chamada composto orgânico. O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

1. Método Natural

A parte orgânica dos resíduos é levada para uma área designada e organizada em pilhas de diferentes formatos. A aeração essencial para o processo de decomposição biológica é alcançada através de revolvimentos regulares, utilizando equipamentos adequados. O período necessário para que o processo seja concluído varia de três a quatro meses (BNDES, 2014).

Figura 14 – Leiras de compostagem natural em grande escala.



Fonte: Terra Ambiental, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 15 – Leiras de compostagem natural.

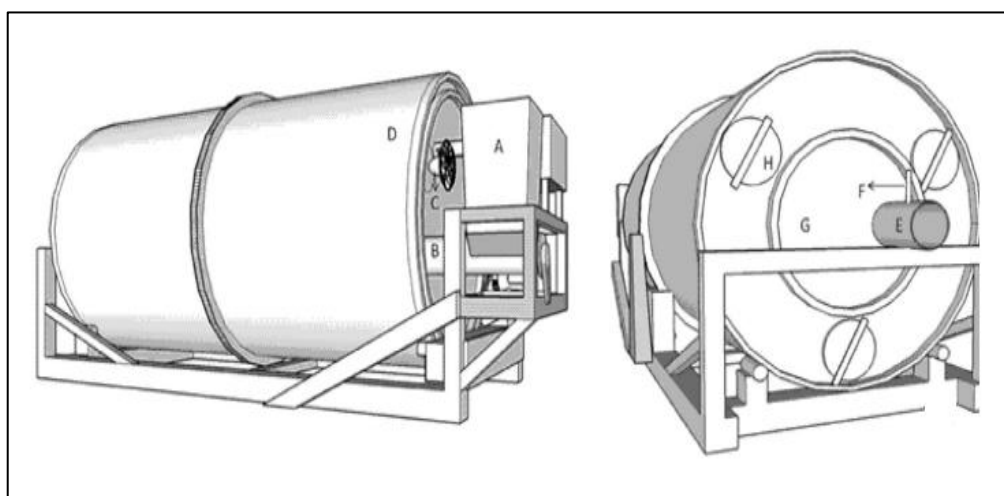


Fonte: Recicla Sampa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024

2. Método Acelerado

A aeração é induzida através de tubulações perfuradas, onde as pilhas de resíduos são dispostas, ou em reatores nos quais os resíduos são colocados e movidos em sentido oposto à corrente de ar. Em seguida, são organizados em pilhas, conforme o método natural. O tempo de permanência no reator é aproximadamente de quatro dias e o período total da compostagem acelerada varia de dois a três meses (BNDES, 2014). A Figura 16 mostra um exemplo de reator de compostagem acelerada.

Figura 16 – Reator de compostagem acelerada.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A instalação de usinas de compostagem requer gestão técnica robusta, com monitoramento constante. É indicado instalar unidades de maior porte para atender a um conjunto de municípios, obtendo-se, desta forma, ganhos de escala. Ressalta-se que, para o sucesso da compostagem, devam ser desenvolvidas, juntamente, ações para a comercialização e a utilização do composto resultante do processo. Este composto pode ser utilizado em processos de recomposição de áreas erodidas, na silvicultura, na jardinagem e até mesmo na produção de alimentos.

Os municípios de menor porte podem avaliar a instalação de unidades de compostagem em menor escala, utilizando sistemas de reviramento manual, o que resulta em custos de implantação e operação reduzidos, tornando o sistema viável. Já em unidades com capacidade de processamento superior a 0,5 toneladas por dia, é recomendado o emprego de equipamentos mais avançados e eficientes para o processamento de grandes volumes de resíduos (Abrelpe, 2015).

Uma usina de triagem e compostagem acarreta uma diminuição da ordem de 70% da tonelage de lixo, com a consequente redução de custos e aumento da vida útil da área do aterro (Cempre, 2018). No caso de Piraquara, pegando como exemplo o ano de 2023, que teve uma geração total de 22.408 toneladas de RSU, essa redução representaria cerca de 15.685,6 toneladas de lixo produzidas a menos. Em questão de valor, considerando os gastos anuais com a coleta de R\$ 4.449.177,78 e de R\$ 1.460.153,07 com o transporte ao aterro sanitário, houve um custo por tonelada de R\$ 263,71. Multiplicando pelo valor hipotético de toneladas reduzidas, representaria uma redução de R\$ 4.136.449,57 nos custos totais. Neste sentido, o Quadro 13 apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Quadro 13 – Vantagens e desvantagens da compostagem.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Baixa complexidade na obtenção de licença ambiental	Necessidade de Investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo
Facilidade de monitoramento	
Diminuição da carga orgânica e volume de rejeito a ser enviado e disposto ao aterro sanitário	Pré-seleção da matéria orgânica na fonte

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Tecnologia conhecida e de fácil implantação	Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo
Viabilidade comercial para venda do composto gerado	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

No documento “Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil”, da ABRELPE, elaborado pelo GO Associados, foram calculados os custos de instalação e operação de uma usina de compostagem em municípios, levando em conta a faixa populacional (Abrelpe, 2015). Dessa forma, os custos de implantação e operação de usinas de compostagem com capacidade de processamento acima de 1 tonelada de resíduos por dia são demonstrados na Tabela 43.

Tabela 43 – Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada/ano).

Faixa Populacional (habitantes)	Custos de Instalação	Custos de Operação
De 30 a 250 mil	R\$ 3,00	R\$ 90,00
De 250 mil a 1 milhão	R\$ 5,50	R\$ 70,00
Acima de 1 milhão	R\$ 3,08	R\$ 45,00

Fonte: Abrelpe, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO. Depositando em um pátio impermeável os resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e dos resíduos provenientes da limpeza urbana, como, podas de galhos, gramas e entre outros, transformando-os em compostos orgânicos (adubos).

Ressalta-se que o CTRO deverá ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila, drenos de captação da água da chuva no entorno e demais fatores condicionantes, de forma mais abrangente. Ficando também a cargo de tal projeto, o dimensionamento correto da área total a ser utilizada. Ademais, os

custos de implementação e operação devem ser calculados de maneira a acompanhar a realidade atual do município, podendo divergir dos apresentados na tabela acima. Neste sentido, indica-se que os valores que devem ser considerados para Piraquara são de R\$ 2,00 por habitante em relação à instalação e de R\$ 75,00 por habitante para operação, equivalente a R\$ 237.460,00 para instalação e R\$ 8.904.750,00 para operação, considerando a população de 118.730 habitantes (IBGE 2022).

Além da compostagem, que já vem sendo considerada no presente plano como uma alternativa viável para o tratamento dos resíduos orgânicos no Município de Piraquara, é oportuno apontar outras tecnologias consolidadas e emergentes que podem ser consideradas como estratégias complementares ou alternativas para o aproveitamento desses resíduos, conforme o avanço técnico e financeiro do município. Entre elas, destacam-se a biodigestão anaeróbia, o coprocessamento e outras técnicas como a hidrólise térmica, a digestão seca e os sistemas de valorização energética.

A biodigestão é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, resultando na produção de biogás (composto por metano e gás carbônico) e de um biofertilizante líquido ou sólido. Essa tecnologia é amplamente utilizada no meio rural, mas também pode ser aplicada em áreas urbanas, especialmente em feiras livres, mercados públicos e unidades escolares ou hospitalares com grande geração de resíduos orgânicos. Sua aplicação na prática consiste em:

- Implementação de biodigestores modulares em feiras livres e escolas com hortas pedagógicas;
- Parceria com agricultores familiares ou produtores rurais para uso do biofertilizante;
- Uso do biogás para aquecimento de água em escolas, postos de saúde ou até pequenas unidades administrativas.

O coprocessamento consiste no aproveitamento de resíduos como combustível alternativo em fornos industriais, especialmente nas cimenteiras. Trata-se de uma solução adequada para resíduos orgânicos contaminados ou impróprios para compostagem, como alimentos vencidos, restos de carne ou laticínios, que não podem ser encaminhados a processos biológicos convencionais. Sua aplicação na prática consiste em:

- Estabelecimento de convênios com empresas cimenteiras da região metropolitana para o envio dos resíduos que não podem ser compostados;
- Adequação da triagem nas centrais de resíduos para separar o material orgânico com potencial para coprocessamento.

Referente à valorização energética, tecnologias como incineração com recuperação de energia, gaseificação ou pirólise são utilizadas em centros urbanos com elevada geração de resíduos e onde o espaço para disposição final é limitado. São indicadas para resíduos com alto poder calorífico e baixa reciclabilidade. Sua aplicação consiste em:

- No caso de consórcios intermunicipais ou parcerias público-privadas, essas tecnologias podem ser implementadas em conjunto com outros municípios da Região Metropolitana de Curitiba;
- Pode ser utilizada como solução para a fração rejeito após esgotadas as possibilidades de reaproveitamento, compostagem ou coprocessamento.

Paralelamente, também existe a possibilidade de adoção de um sistema de coleta trifásica, capaz de promover a separação na fonte e o encaminhamento adequado de cada fração dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU (rejeitos, recicláveis e orgânicos). Nesse sentido, o quadro abaixo apresenta opção de etapas práticas para a implementação desse modelo de coleta.

Quadro 14 – Etapas para implementação da coleta de orgânicos (coleta trifásica).

ETAPA	DESCRIÇÃO	DIRETRIZES
Diagnóstico e seleção de áreas-piloto	Identificar regiões prioritárias com boa infraestrutura e engajamento comunitário	Começar por bairros com coleta regular e boa organização comunitária (condomínios, feiras livres, escolas)
Distribuição de contentores/sacos	Entrega de lixeiras/sacos com cor diferente para fração orgânica	Marrom: orgânicos;
Adaptação da logística de coleta	Reorganização das rotas e veículos de coleta	Coleta em dias alternados ou uso de caminhões compartimentados

ETAPA	DESCRIÇÃO	DIRETRIZES
Campanha de educação ambiental	Mobilização da população sobre separação correta e novos dias de coleta	Envolvimento de escolas, igrejas, postos de saúde e lideranças locais como multiplicadores
Integração com estruturas de tratamento	Encaminhamento dos orgânicos a unidades de compostagem ou biodigestores	Implantar compostagem descentralizada, institucional ou comunitária conforme disponibilidade
Monitoramento e avaliação	Acompanhamento da adesão da população, eficiência da coleta e redução de rejeitos	Revisar rotas e intensificar educação ambiental conforme os resultados obtidos

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A implementação da coleta trifásica no Município de Piraquara, com ênfase na fração orgânica, pode ser iniciada com a distribuição de bombonas plásticas de 40 a 50 litros para cada residência. Cada domicílio receberia duas bombonas, alternando-as semanalmente entre coleta e limpeza. Conforme o IBGE, a média de pessoas por domicílio é em torno de 3 pessoas. Portanto, considerando a população de 118.730 habitantes, a estimativa de domicílios seria de 39.577 residências, totalizando 79.154 bombonas.

Essa abordagem visa garantir a qualidade dos resíduos para tratamento, minimizar o mau odor e preservar a saúde pública. A coleta seria realizada por caminhões específicos ou compartimentados, possibilitando o transporte da fração orgânica separadamente dos resíduos recicláveis ou rejeitos. O material coletado poderá ser destinado a unidades de compostagem institucional, comunitária ou biodigestores, conforme as possibilidades técnicas e econômicas do município. Nesse contexto, as tabelas abaixo apresentam um memorial simplificado de custos estimados, levando em consideração valores médios identificados em compras públicas e orçamentos em grandes quantidades. Lembrando que os valores podem ser otimizados via consórcio ou compras diretas em fábricas, assim como podem variar com a tecnologia adotada, escala e contratos.

Tabela 44 – Estimativa de custos para aquisição de bombonas.

Descrição	Quantidade	Valor unitário estimado	Valor total estimado
Bombonas 50 litros	79.154 unidades	R\$ 35,00 a R\$ 50,00	R\$ 2.770.390,00 a R\$ 3.957.700,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 45 – Estimativa de custos para higienização das bombonas.

Descrição	Valor estimado
Lavagem semanal (R\$ 1,00/unidade)	R\$ 2.058.000,00/ano
Sistema de lavagem (1 a 2 unidades)	R\$ 80.000,00 a R\$ 300.000,00 (instalação)
Manutenção do sistema de lavagem	R\$ 24.000,00 a R\$ 48.000,00/ano

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 46 – Estimativa de custos para aquisição de caminhões compartimentados.

Descrição	Quantidade	Valor unitário estimado	Valor total estimado
Caminhão compartimentado 15 m³	2 unidades	R\$ 850.000,00 a R\$ 1.200.000,00	R\$ 1.700.000,00 a R\$ 2.400.000,00

**Observação: A quantidade de caminhões dependerá da abrangência territorial do sistema, da frequência da coleta e da rota de atendimento. Dois veículos podem atender uma fase piloto em parte da cidade.*

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 47 – Custo total estimado.

Item	Faixa de valor estimado
Bombonas	R\$ 2.770.390,00 a R\$ 3.957.700,00
Higienização (anual + sistema)	R\$ 2.162.000,00 a R\$ 2.406.000,00
Caminhões	R\$ 1.700.000,00 a R\$ 2.400.000,00
Total Aproximado	R\$ 6.632.390,00 a R\$ 8.763.700,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Diante disso, existem considerações sobre o tratamento dos efluentes gerados pela lavagem das referidas bombonas. Essa lavagem gera efluente com carga orgânica (restos de alimentos, gordura, resíduos de sujidade) que não pode ser lançado diretamente na rede de drenagem ou em corpos hídricos. Nesse sentido, existem algumas possíveis soluções, dentre elas:

- Lavagem em piso impermeável com coleta para caixa separadora de sólidos + caixa de gordura (encaminhamento para rede de esgoto sanitário);
- Lavagem em unidade com mini estação compacta de tratamento físico-químico (decantador, filtro e cloração);
- Se não houver rede de esgoto no local, uso de tanque séptico seguido de filtro anaeróbico e sumidouro (conforme normas ABNT NBR 13.969/2022).

Esses sistemas devem ser dimensionados conforme o volume de água utilizada, com manutenção periódica dos resíduos sólidos e do lodo gerado. Os custos com energia, produtos de limpeza e descarte devem ser incorporados ao custo operacional anual do programa.

Embora a coleta trifásica represente uma solução moderna e ambientalmente adequada para a separação e o correto encaminhamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, a sua implementação no Município de Piraquara mostra-se economicamente inviável no momento, sobretudo devido às limitações orçamentárias e estruturais enfrentadas pela administração pública local. Contudo, a adoção da coleta trifásica não deve ser descartada como meta futura, especialmente em cenários de fortalecimento institucional e melhoria das condições econômicas.

Diante desse cenário, o Município de Piraquara pode e deve adotar alternativas descentralizadas e de baixo custo para o tratamento dos resíduos orgânicos, que já apresentam resultados positivos em outras cidades com características semelhantes. As propostas mais adequadas à realidade local incluem a compostagem caseira e comunitária em espaços públicos (Horta Comunitária), com destaque para a reativação de hortas municipais e comunitárias; projetos com enfoque em escolas públicas e CMEIs, especialmente nas unidades de ensino com preparo local da merenda escolar, envolvendo ações de redução do desperdício, capacitação de cozinheiras e alunos, e práticas de compostagem educativa com reaproveitamento em hortas escolares; projeto-piloto de coleta diferenciada em escolas e CMEIs, com a separação dos resíduos orgânicos para fins de compostagem ou biodigestão.

Além disso, em Piraquara, sugere-se que a melhor área para implantação de um CTRO é o Horto Municipal, para aproveitamento dos resíduos de poda já encaminhados até o local. Infere-se que para viabilidade técnica e financeira de instalação deste tipo de empreendimento, deve-se primeiramente haver no município certo nível de coleta diferenciada de resíduos orgânicos, capaz de abastecer os equipamentos. O acompanhamento e fiscalização são essenciais para a continuidade de ações deste tipo.

9.8. REGULAMENTAÇÕES PARA OS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA

Em relação aos procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotadas nos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública no Município de Piraquara, após definidas as diretrizes, alinhadas com o que foi analisado na etapa de Diagnóstico, foi apontado a necessidade de criação de novos instrumentos legais para regulamentação de certas atividades envolvendo os referidos serviços. Dessa forma, o quadro abaixo apresenta as situações com necessidade de adequação e instrumento legal referente.

Quadro 15 – Descrição dos serviços e atividades para regulamentação.

DESCRIÇÃO	REGULAMENTAÇÃO
Lei Municipal nº 897/2007 (Sistema de Limpeza Urbana no Município de Piraquara)	Criação de nova Lei Municipal em conformidade com a Lei Federal nº 10.305/2010 e realidade atual do município
Programa Separe Bem as Coisas (Coleta Seletiva)	Criação de nova Lei Municipal para oficialização do Programa de coleta seletiva realizado no município
Coleta e destinação de resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias (logística reversa)	Criação de nova Lei Municipal para oficialização de Programa Municipal de Coleta e Destinação de Resíduos Eletroeletrônicos, Pilhas e Baterias no município
Coleta e reciclagem de óleo de cozinha usado	Criação de nova Lei Municipal para oficialização de Programa Municipal de Coleta e Reciclagem de Óleo de Cozinha Usado no município

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

10. APRIMORAMENTO DA POLÍTICA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme identificado pelo Diagnóstico Analítico, em Piraquara existem trabalhos de conscientização ambiental nas escolas e centros de educação municipal, capacitação com foco na Educação Ambiental (EA) de educadoras e educadores da rede de ensino pública, folhetos informativos de descarte correto dos resíduos domésticos, campanhas de EA em feiras de arrecadação de lixo eletrônico, pilhas e baterias e óleo de cozinha usado, dentre outras ações e projetos.

Entretanto, aponta-se para a deficiência de folders e materiais informativos sobre demais resíduos passíveis de logística reversa, resíduos da construção civil (RCC), resíduos dos serviços de saúde (RSS), compostagem, resíduos agrossilvopastoris, resíduos industriais e perigosos e resíduos de mineração. Assim como a não existência de Campanha Publicitária específica sobre a coleta seletiva. Além disso, como mostrado pelo Diagnóstico Participativo, a população do município anseia por mais programas de EA nas escolas, iniciando a conscientização com crianças a partir de 4 anos. Como também que sejam desenvolvidas atividades práticas que envolvam não só os alunos, mas também exijam a participação dos pais. Também foram sugeridas parcerias com a Secretaria de Cultura para capacitar coletadores e a população para o reaproveitamento de materiais em artes manuais e reciclagem. Outro ponto de grande destaque foi a sugestão de realização de campanhas e programas de EA para servidores públicos.

O Ministério Público do Paraná (MPPR), por meio do Centro de Apoio ao Meio Ambiente, Habitação e Urbanismo, coordena o Grupo de Trabalho de Educação Ambiental (GTEA), para monitoramento da implementação das Políticas Públicas de Educação Ambiental (PPEA) nos municípios. Dessa gestão, com o objetivo de fortalecer tais políticas e instigar a criação de Leis Municipais, foi criado um passo a passo para o planejamento de cada etapa da elaboração de um Projeto de Lei Municipal da Educação Ambiental (PMEA) (MPPR-GTEA, 2019). Para elaboração da PMEA, com objetivo de concretização de um projeto de lei municipal, tem-se um total de 5 passos a serem seguidos, descritos e apresentados abaixo:

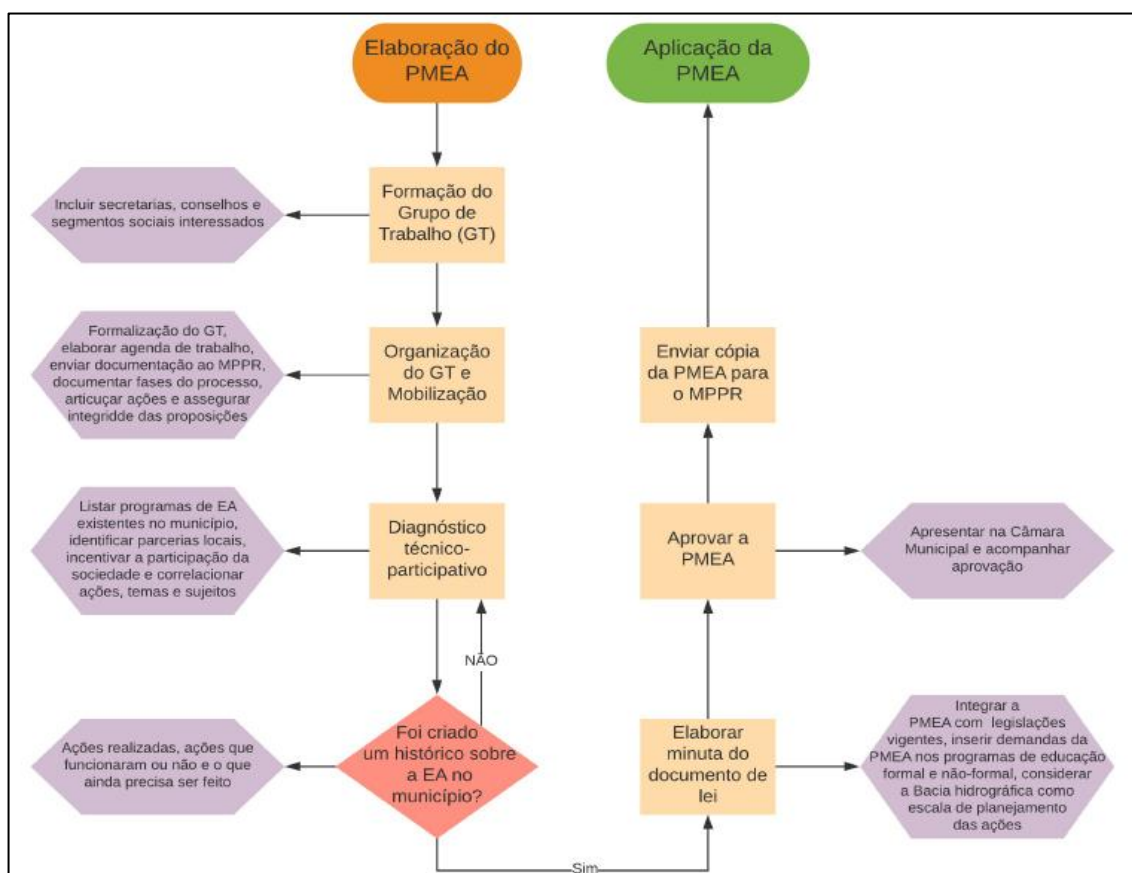
1. Formação do Grupo de Trabalho (GT);
2. Organização do GT municipal e mobilização
3. Realização do Diagnóstico Técnico-Participativo e sistematização do documento-base durante o processo de elaboração da PMEA;
4. Elaboração da minuta do documento de lei ou adequação aos programas de diretrizes (em casos de leis já instituídas);
5. Aprovação da Lei / Decretos (MPPR-GTEA, 2019).

Quadro 16 – Passo a passo da elaboração de uma PMEA.

FASE	ATIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Formação do GT	Formação do GT, elaboração do regimento interno e da agenda de atividades	Decreto/portaria; Agenda de trabalho e Plano de Mobilização
Organização do Grupo de Trabalho Municipal e Mobilização	Realização das etapas de encontros, seminários e comunicações	Plano de Mobilização; Documentação desta fase por meio de atas, registro fotográfico e etc.
Diagnóstico Técnico-Participativo e sistematização do documento-base	Elaboração de um diagnóstico participativo das ações, projetos e programas de EA desenvolvidos por Secretarias e demais segmentos estabelecendo correlações; Pontuação dos aspectos que contribuam para definição de diretrizes, prioridades e metas	Relatórios integrados das ações no município, com destaque para as contribuições para definição de diretrizes, prioridades e metas; Sistematização e elaboração do documento-base
Elaboração da minuta do documento de lei ou adequação aos programas de diretrizes	Sistematização das informações e correlação com demais políticas de EA	Minuta do projeto de Lei
Aprovação da Lei / Decretos	Acompanhar mecanismos de aprovação	Aprovação da Lei

Fonte: MPPR-GTEA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024

Figura 17 – Fluxograma do processo de elaboração de uma PMEa.



Fonte: MPPR-GTEA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Piraquara também possui já instituída sua PMEa, pautada conforme regulamentações da Política Nacional de Educação Ambiental (Decreto nº 4.281), normas estaduais para a Educação Ambiental (Deliberação nº 04/13), diretrizes curriculares nacionais para EA, Lei Federal nº 9.795/1999 (PNEA), Lei Estadual nº 17.505/2013 (Política Estadual de EA o Sistema de EA), por exemplo. Entretanto, conforme já exposto, existe a necessidade de adequação de toda a temática de Educação Ambiental municipal. Dessa forma, em relação à EA em Piraquara, sugere-se que sejam feitas as seguintes ações:

- Reavaliação e reformulação da Política Municipal de Educação Ambiental e do Plano Municipal de Educação Ambiental (atualmente ainda não aprovado), considerando os seguintes aspectos:
 - Implementação de Campanha Publicitária específica para Coleta Seletiva;

- Distribuição de folders e materiais informativos sobre demais resíduos passíveis de logística reversa, resíduos da construção civil (RCC), resíduos dos serviços de saúde (RSS), compostagem, resíduos agrossilvopastoris, resíduos industriais e perigosos e resíduos de mineração;
- Implementação de atividades nas escolas municipais que envolvam simultaneamente pais e alunos;
- Implementação de programas e ações de Educação Ambiental para servidores públicos;
- Garantia da continuidade de todos os programas, ações e atividades propostos.

Conforme comentando anteriormente, é de suma importância que ações de educação ambiental devam ser contempladas como um programa contínuo. Para isso, a educação ambiental deve possuir previsão de despesas na LOA (Lei Orçamentária Anual), para garantir financiamento estável e execução efetiva, pois as ações de educação ambiental não devem ser pontuais, mas sim contínuas e estruturadas. Fatores fundamentais para a mudança de hábitos da população, reduzindo o descarte irregular e aumentando a adesão à coleta seletiva. Além disso, a Prefeitura Municipal também deve buscar recursos externos, como convênios com o setor privado e fundos ambientais.

11. PLATAFORMA SINISA

A plataforma SINISA (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é uma ferramenta essencial para o monitoramento e a gestão eficiente dos serviços relacionados a resíduos sólidos. No entanto, o diagnóstico realizado no âmbito do PMGIRS de Piraquara evidenciou dificuldades no fornecimento de dados devido a falhas operacionais e à insuficiência na geração de dados. Para superar essas limitações, é necessário implementar medidas que garantam a coleta, organização e análise sistemática dos dados. Dentre elas, a SMMA e SMISU podem instituir Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para cada etapa da gestão de resíduos sólidos, com foco na sistematização da coleta de informações. Esses procedimentos devem incluir:

- Diretrizes claras para o registro de dados em cada etapa do serviço (coleta, transporte, destinação final, triagem, entre outros);
- Frequência e formato de entrega dos relatórios pelas empresas terceirizadas;
- Responsabilidades específicas dos agentes envolvidos no processo.

A reestruturação dos contratos com as empresas terceirizadas também devem incluir cláusulas específicas que obriguem a entrega periódica de relatórios detalhados, com dados necessários ao preenchimento do SINISA. Essas cláusulas podem abordar:

- Indicadores-chave como volume de resíduos coletados, tipo de destinação final, eficiência operacional, entre outros;
- Prazos definidos para envio dos dados;
- Penalidades para descumprimento das obrigações contratuais.

A utilização de ferramentas tecnológicas pode simplificar a geração e a consolidação de dados, proporcionando maior eficiência no processo de gestão de resíduos sólidos. Entre as possíveis soluções, destacam-se os sistemas de gerenciamento integrados, que permitem o registro automático de informações durante as operações, e aplicativos para coleta de dados em campo, com interfaces amigáveis e integração direta com a base de dados municipal. Além disso, é fundamental implementar um mecanismo de monitoramento contínuo para verificar a eficácia das medidas adotadas. Para isso, recomenda-se a designação de um responsável pela consolidação e validação dos dados destinados ao SINISA, bem como a criação de indicadores de desempenho que permitam acompanhar a evolução do processo. Relatórios periódicos devem ser elaborados para avaliar os resultados obtidos e propor ajustes necessários, assegurando a melhoria contínua da gestão de informações relacionadas aos resíduos sólidos. Nesse sentido, esse PMGIRS propõe a adoção dos seguintes indicadores para avaliação e acompanhamento da gestão de resíduos no Município de Piraquara, devidamente alinhados com as necessidades de preenchimento da Plataforma SINISA:

- **Cobertura da coleta seletiva:** Percentual da população atendida pelo serviço de coleta seletiva.
- **Eficiência da Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU):** Percentual de resíduos coletados em relação ao total gerado;
- **Taxa de Desvio de Aterro:** Percentual de resíduos reciclados ou compostados que são desviados do aterro sanitário;
- **Redução da Geração de Resíduos Per Capita:** Variação na quantidade de resíduos gerados por habitante ao longo do tempo;
- **Qualidade da Disposição Final:** Percentual de resíduos dispostos de forma ambientalmente adequada;
- **Inclusão de Catadores:** Número de catadores integrados em cooperativas ou associações reconhecidas;
- **Geração de Emprego e Renda:** Quantidade de empregos diretos e indiretos gerados pelas atividades de gestão de resíduos;
- **Participação Comunitária:** Número de eventos de educação ambiental realizados e participação da comunidade;

- **Adesão a Programas de Compostagem:** Percentual de domicílios que adotam práticas de compostagem doméstica ou comunitária;
- **Custo por Tonelada Coletada:** Custo operacional para coleta e destinação de resíduos por tonelada;
- **Receita Proveniente de Materiais Recicláveis:** Valor arrecadado com a venda de materiais recicláveis;
- **Quantidade de PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) por habitante** (Nº de PEVs disponíveis / população total);
- **Taxa de cobertura da coleta de resíduos volumosos e entulhos** (% de domicílios atendidos pelo serviço em relação ao total de domicílios do município);
- **Número de veículos destinados à coleta de resíduos por mil habitantes** (Frota de coleta de resíduos / população total x 1000);
- **Índice de aproveitamento da coleta seletiva** (% de materiais recicláveis coletados que são efetivamente triados e comercializados);
- **Tempo médio de armazenamento dos resíduos recicláveis nas unidades de triagem** (Média em dias entre a entrada e saída dos resíduos nas centrais de triagem);
- **Taxa de rejeito na triagem** (% de resíduos não recicláveis descartados nos processos de separação dos recicláveis);
- **Índice de reciclagem por fração de material** (% de papel, vidro, plástico e metais reciclados em relação ao total coletado de cada material);
- **Redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) com a reciclagem** (Quantidade de CO₂ equivalente evitado pela reciclagem em toneladas/ano);
- **Índice de áreas impactadas pelo descarte irregular** (Número de pontos críticos de descarte irregular mapeados / área total do município);
- **Número de casos registrados de doenças associadas à má gestão de resíduos** (Casos de dengue, leptospirose e outras doenças vinculadas ao acúmulo de resíduos por 100 mil habitantes);
- **Redução da quantidade de RSS misturados aos RSU** (% de resíduos de serviços de saúde que são destinados corretamente sem misturas indevidas com resíduos domiciliares);



- **Taxa de atendimento das metas do PMGIRS** (% de ações concluídas conforme o cronograma do plano);
- **Orçamento municipal destinado à gestão de resíduos** (Valor total investido em RSU / orçamento municipal total);
- **Índice de transparência na gestão dos resíduos** (Disponibilidade de relatórios públicos e participação da sociedade na gestão dos resíduos - pode ser avaliado com uma escala de 0 a 100% de transparência nos dados).

12. AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

A gestão integrada de resíduos sólidos exige a adoção de medidas eficazes para prevenir, mitigar e responder a situações de emergência ou contingência que possam comprometer a saúde pública, a segurança da população e a preservação ambiental. Em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), é imprescindível que os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos incluam estratégias para o manejo adequado de resíduos em situações adversas, visando à proteção do meio ambiente e à garantia de qualidade de vida.

O Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a referida lei, reforça a necessidade de contemplar ações preventivas e corretivas no caso de eventos críticos, como acidentes envolvendo resíduos perigosos, falhas operacionais em sistemas de coleta ou disposição final e desastres naturais que comprometam as infraestruturas de gestão de resíduos. Adicionalmente, a Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) determina que a negligência na prevenção ou contenção de danos ambientais pode acarretar sanções administrativas, civis e penais, evidenciando a relevância de um planejamento preventivo robusto.

No âmbito municipal, as ações para emergência e contingência devem estar alinhadas às diretrizes dos Planos de Contingência Nacional, Estadual e Regional, considerando as especificidades locais de infraestrutura, recursos humanos e materiais disponíveis. Estas ações visam minimizar os impactos socioambientais de eventos inesperados e garantir a continuidade dos serviços de manejo de resíduos sólidos, com especial atenção às áreas de maior vulnerabilidade.

Nesse sentido, a identificação de possíveis situações adversas no sistema de gestão de resíduos sólidos e estabelecimento de procedimentos e medidas preventivas e prognósticas faz-se necessário dentro do contexto do planejamento municipal. Para isso, o Quadro 17 apresenta as situações adversas para o gerenciamento de resíduos municipal, enquanto o Quadro 18 mostra as medidas e procedimentos para lidar com as adversidades.

Quadro 17 – Situações adversas com a gestão dos resíduos sólidos.

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO
Falhas operacionais nos serviços de coleta e transporte de resíduos	Interrupção do serviço de coleta devido a greves, problemas mecânicos nos veículos ou falta de pessoal
	Excesso de resíduos gerados em períodos específicos, como festividades ou eventos sazonais
Acidentes ambientais com resíduos perigosos	Vazamentos de substâncias químicas, óleos ou outros resíduos perigosos durante o transporte ou no armazenamento
	Incêndios em áreas de disposição final ou estações de transbordo
Desastres naturais e fenômenos climáticos extremos	Inundações, deslizamentos de terra ou vendavais que comprometam a infraestrutura de manejo de resíduos, como aterros, pontos de coleta e estações de triagem
Descarte irregular e acúmulo de resíduos	Surgimento de lixões clandestinos ou pontos de descarte irregular em locais sensíveis
	Acúmulo de resíduos volumosos e RCC em áreas públicas, dificultando a mobilidade e causando riscos à saúde pública
Problemas em áreas de disposição final	Saturação de aterros sanitários
	Problemas técnicos relacionados ao tratamento de lixiviados ou gases
Epidemias e crises sanitárias	Situações em que Resíduos dos Serviços de Saúde (RDC ANVISA 222/2018) ou contaminados sejam descartados de forma inadequada, aumentando o risco à saúde pública

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

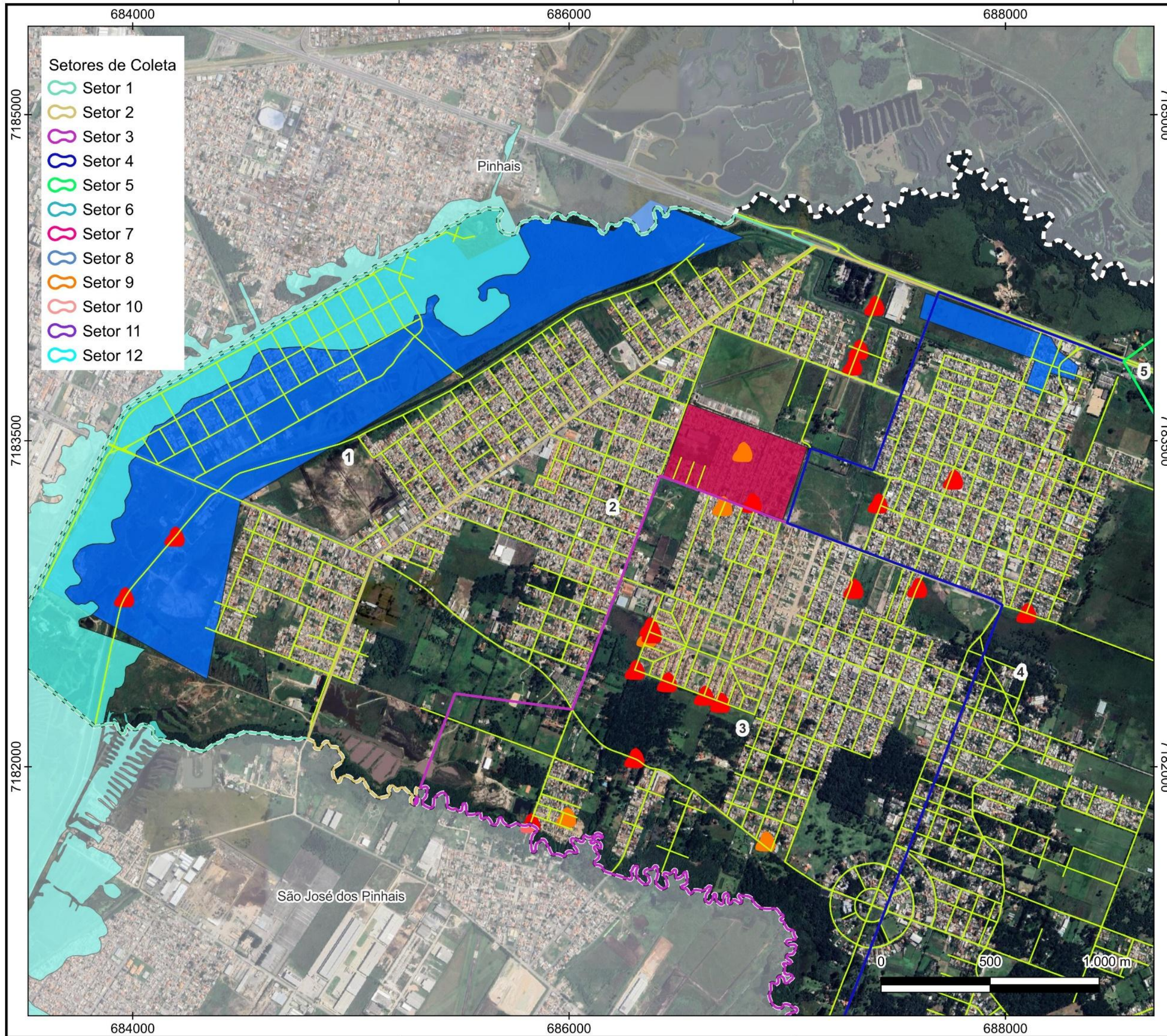
Quadro 18 – Procedimentos e medidas em situações adversas na gestão de resíduos.

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO
Plano de comunicação e mobilização rápida	Estabelecimento de canais de comunicação com a população e equipes técnicas para informar e orientar sobre procedimentos emergenciais
	Divulgação de pontos de coleta emergencial e formas adequadas de descarte
Capacitação e treinamento de equipes	Treinamento periódico de equipes para lidar com acidentes envolvendo resíduos perigosos
	Simulações de situações de emergência, como incêndios ou vazamentos
Infraestrutura e equipamentos de resposta rápida	Manutenção de veículos de coleta reserva
	Disponibilidade de equipamentos para contenção de vazamentos e limpeza de áreas afetadas
Parcerias e integração intersetorial	Estabelecimento de parcerias com Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e empresas especializadas no manejo de resíduos perigosos
	Integração com outros setores municipais, como saúde e meio ambiente
Monitoramento e avaliação contínuos	Monitoramento de áreas de risco, como aterros, estações de triagem e locais sujeitos a descarte irregular
	Uso de tecnologias para prever e responder a situações críticas, como drones e sensores de gás em aterros
Estratégias de prevenção	Campanhas educativas para evitar descarte irregular
	Ampliação de sistemas de coleta seletiva e pontos de entrega voluntária
Criação de rotas e infraestruturas alternativas	Rotas de coleta alternativas para situações de bloqueios em vias principais
	Identificação de áreas temporárias para armazenamento seguro de resíduos em emergências

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Especificando um pouco mais para o Município de Piraquara, informações sobre descarte irregular, problemas com a coleta, riscos de alagamento e pontos de inundação devem ser analisadas em relação à rota de coleta de resíduos existente. Para isso, seguem os Mapas abaixo.



Mapa 1 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 1



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

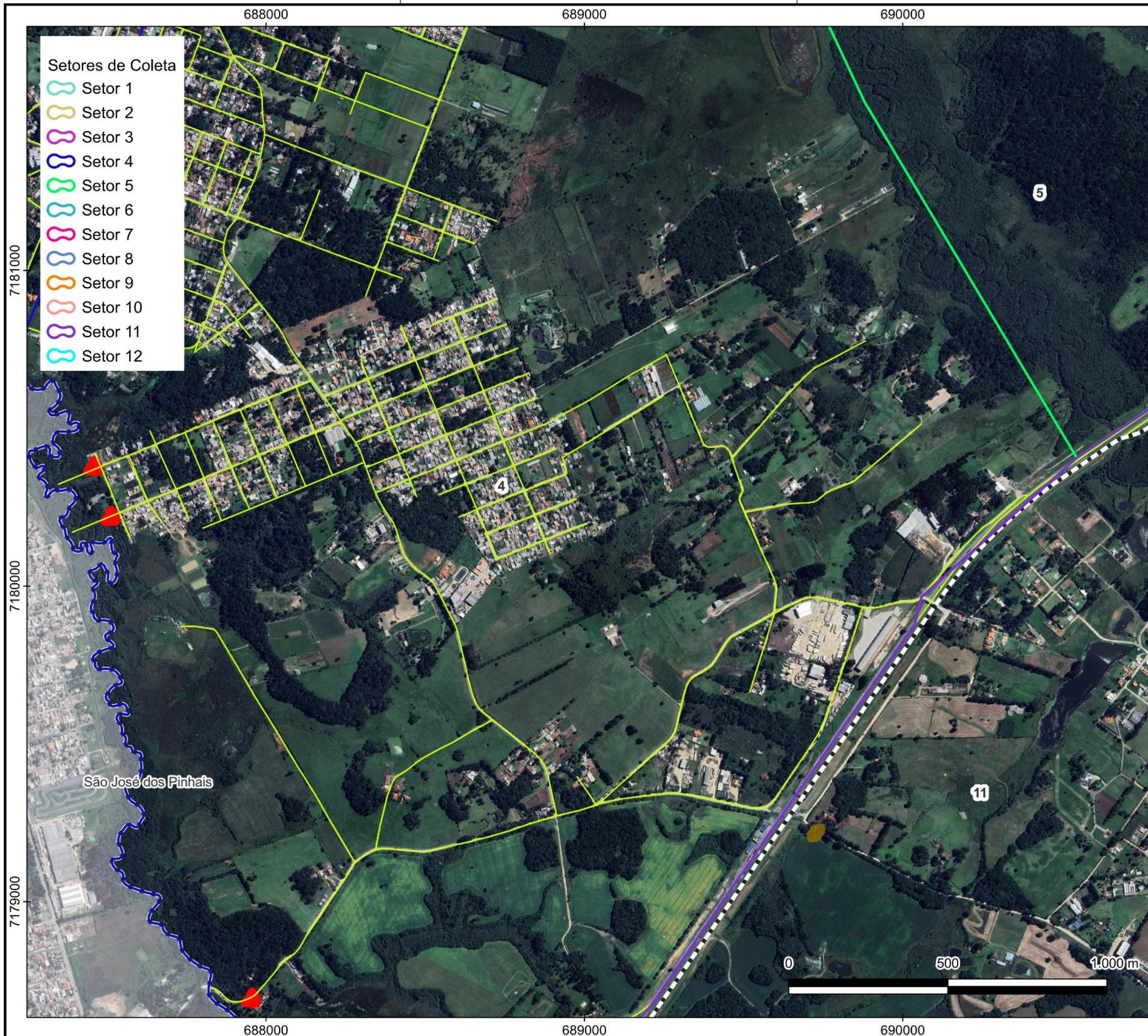
- Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaqui (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limítrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





Mapa 2 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 2



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

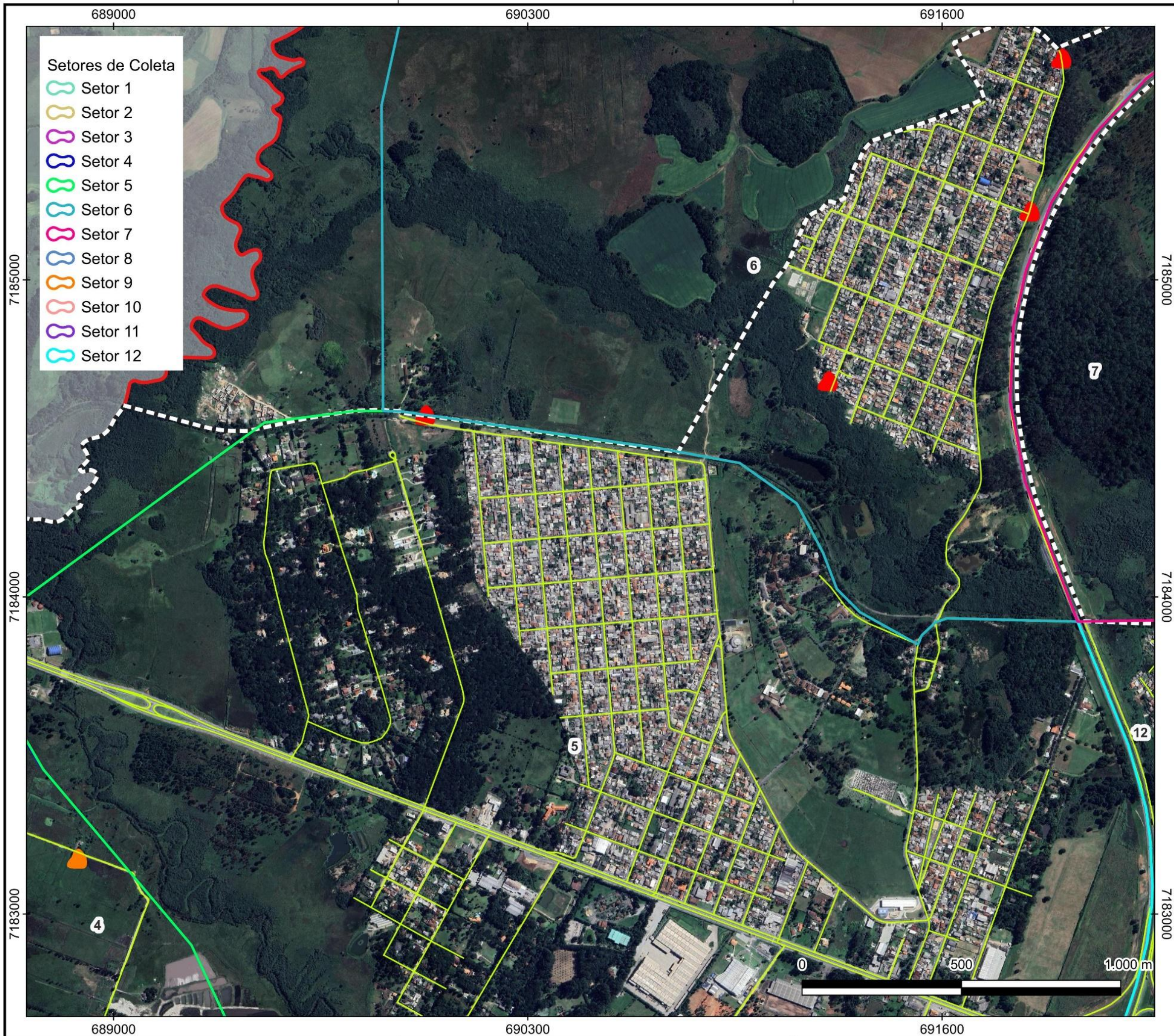
- ✖ Vias com Coleta de Resíduos
- 🌀 Curvas de Inundação
- 🌊 Áreas de Risco de Alagamento
- 🏠 Bairro Itaquí (ocupação irregular)
- 🔴 Fraquezas (Diagnóstico)
- 🟠 Ameaças (Diagnóstico)
- 🟡 Pontos de Erosão
- 🏠 Perímetro Urbano
- 🌐 Perímetro Municipal
- 🌐 Municípios Limítrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





Setores de Coleta

- Setor 1
- Setor 2
- Setor 3
- Setor 4
- Setor 5
- Setor 6
- Setor 7
- Setor 8
- Setor 9
- Setor 10
- Setor 11
- Setor 12

Mapa 3 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 3



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

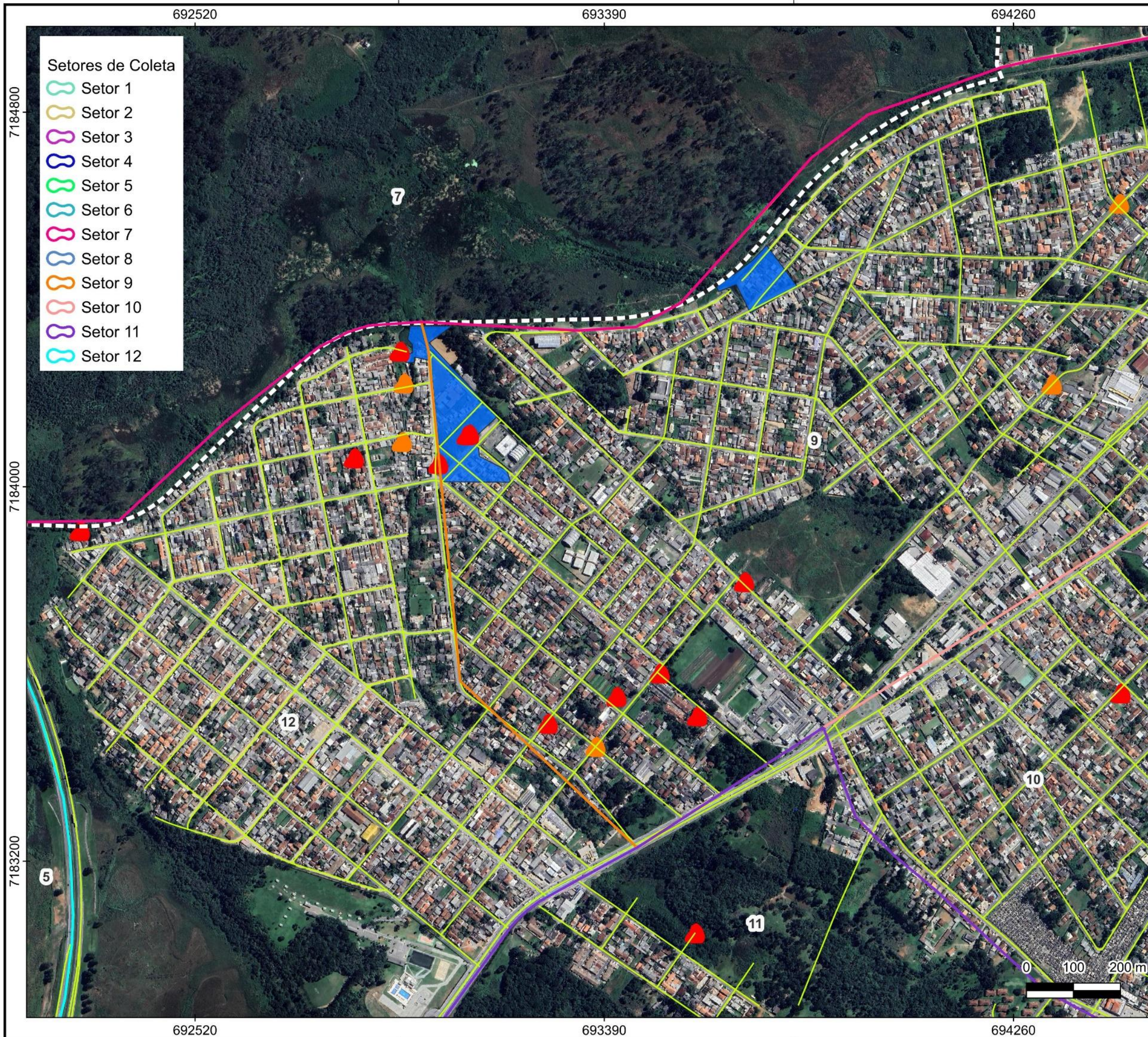
- Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaqui (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limitrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





Mapa 4 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 4



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

- ✦ Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaquí (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limítrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





- Setores de Coleta
- Setor 1
 - Setor 2
 - Setor 3
 - Setor 4
 - Setor 5
 - Setor 6
 - Setor 7
 - Setor 8
 - Setor 9
 - Setor 10
 - Setor 11
 - Setor 12

Mapa 5 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 5



PMGIRS
PIRAQUARA
Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

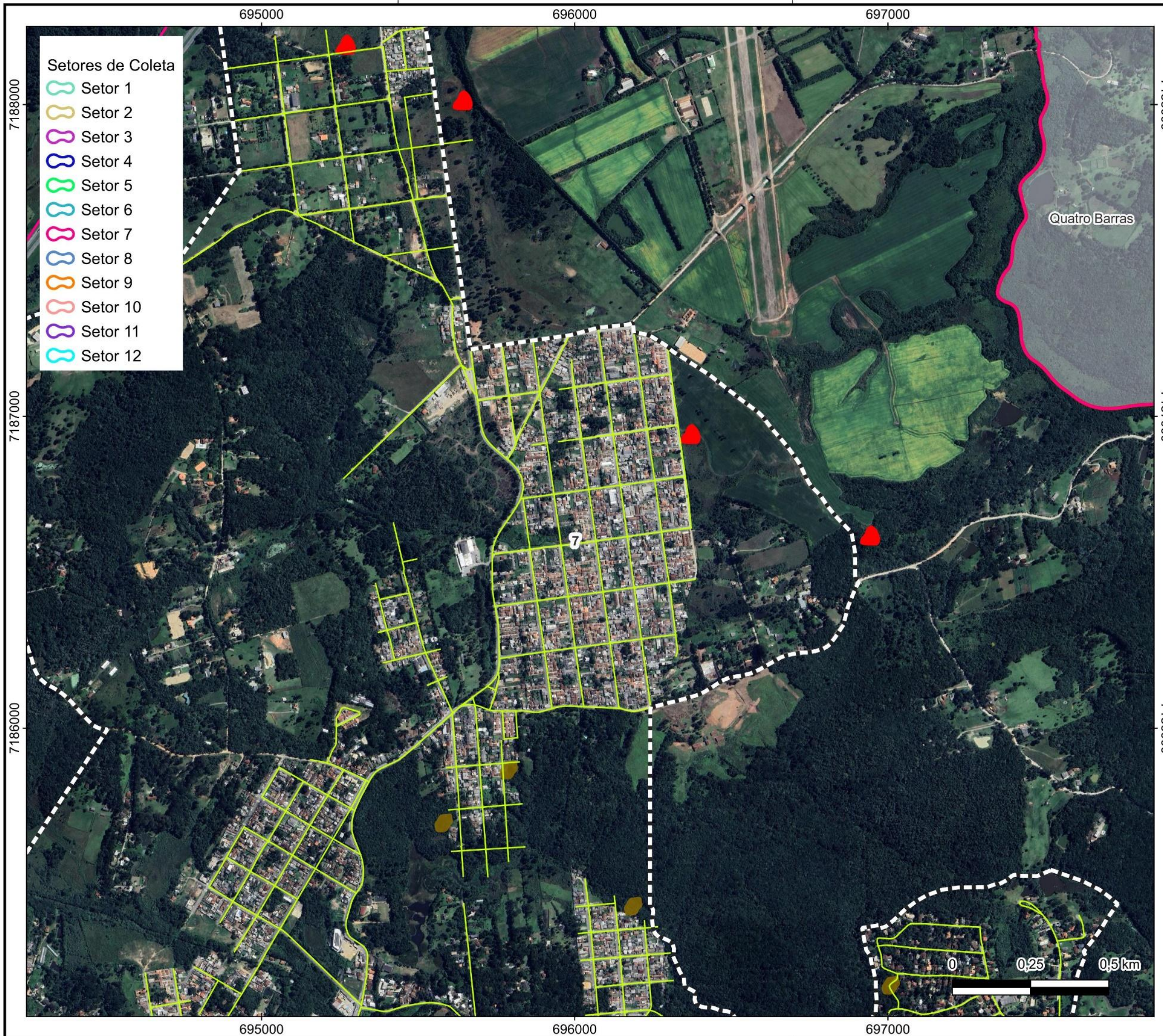
- Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaqui (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limitrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





Mapa 6 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 6



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

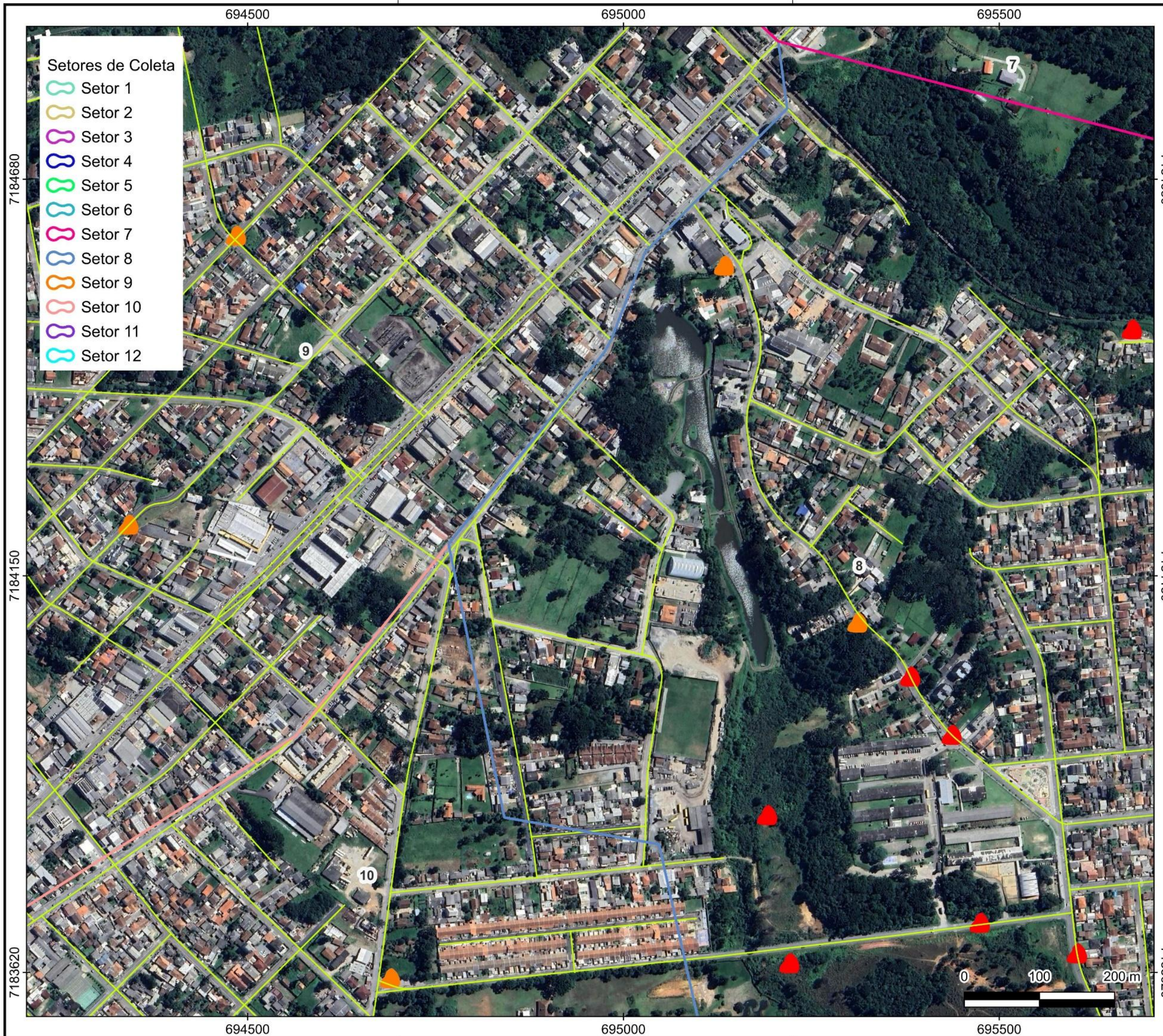
- Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaqui (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limitrofes

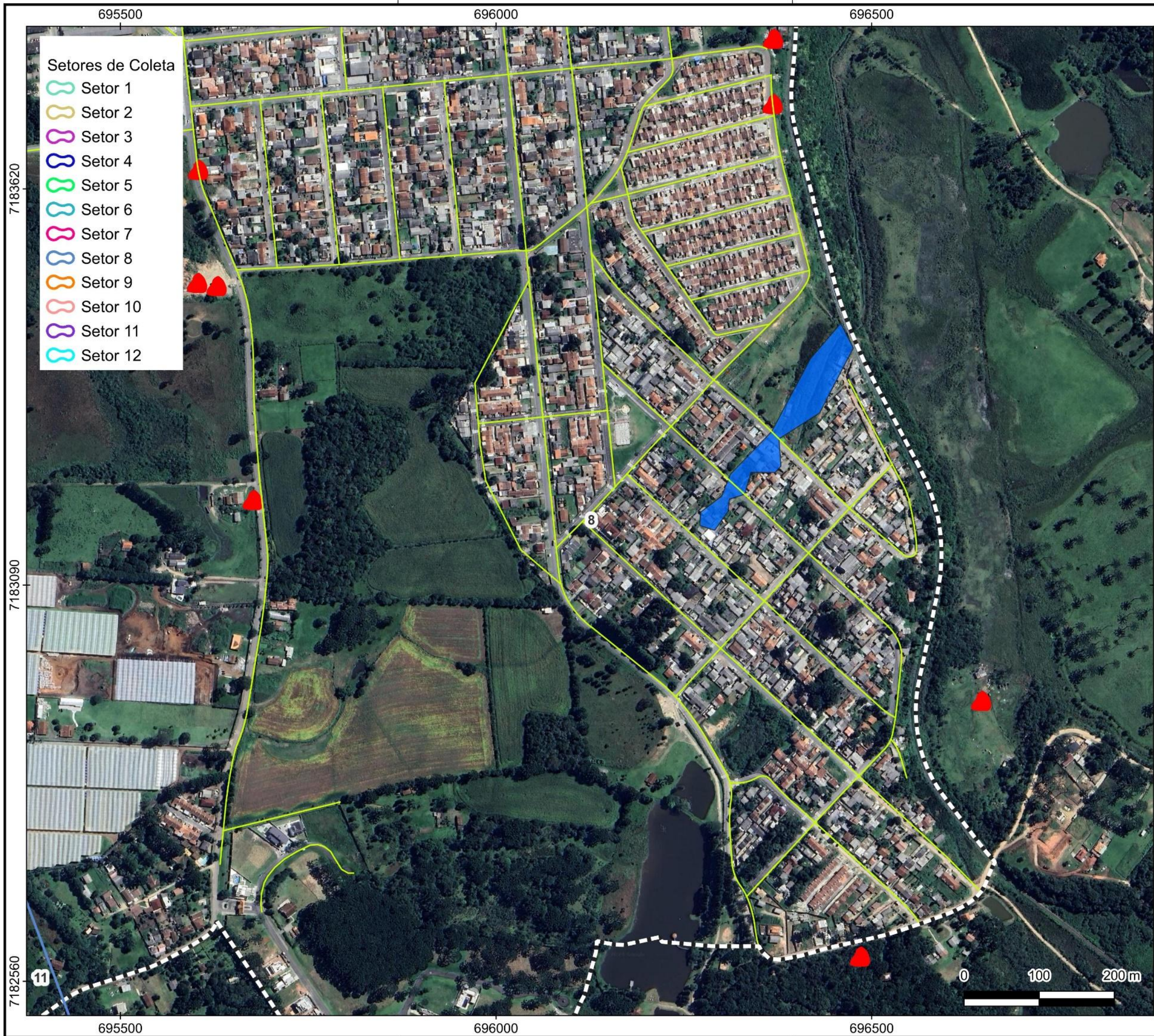


Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.







- Setores de Coleta
- Setor 1
 - Setor 2
 - Setor 3
 - Setor 4
 - Setor 5
 - Setor 6
 - Setor 7
 - Setor 8
 - Setor 9
 - Setor 10
 - Setor 11
 - Setor 12

Mapa 8 – Áreas de Risco para Coleta de Resíduos - Corte 8



Prefeitura Municipal de Piraquara - PR

Legenda

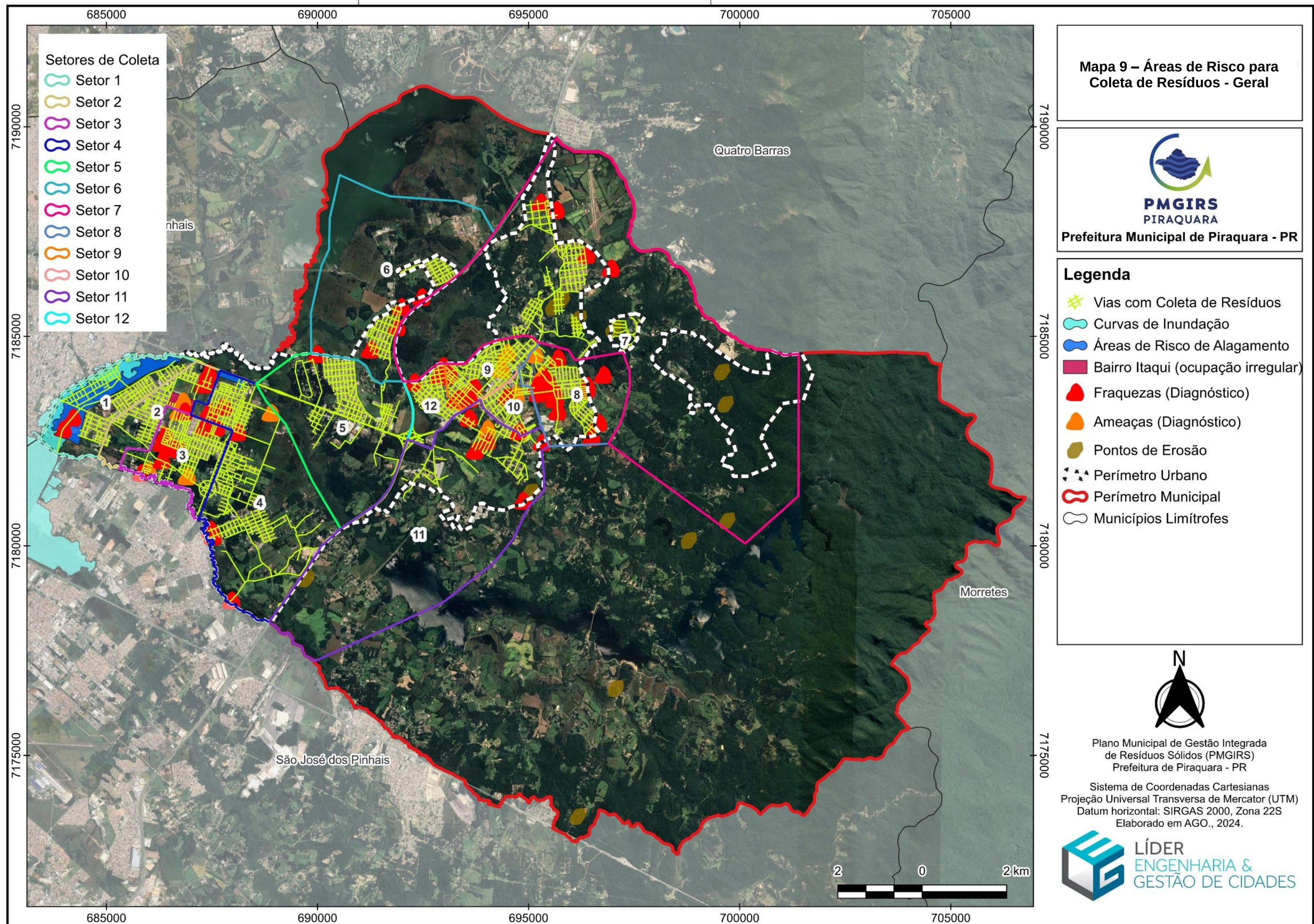
- Vias com Coleta de Resíduos
- Curvas de Inundação
- Áreas de Risco de Alagamento
- Bairro Itaqui (ocupação irregular)
- Fraquezas (Diagnóstico)
- Ameaças (Diagnóstico)
- Pontos de Erosão
- Perímetro Urbano
- Perímetro Municipal
- Municípios Limítrofes



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)
Prefeitura de Piraquara - PR

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 22S
Elaborado em AGO., 2024.





Com o que foi apresentado nos Mapas acima, pode-se verificar os Setores com maiores necessidades de planejamento e cuidado preventivo em relação à execução das coletas convencional e seletiva por parte das empresas prestadoras dos serviços de coleta e transporte, que devem ser responsáveis por traçar ações específicas, pontuais e executáveis, além de serem capazes de executá-las com sucesso. De forma complementar, graças às informações obtidas por meio do Diagnóstico Analítico e Diagnóstico participativo, segue compilação de informações para justificativa dos Setores prioritários:

- Setor 1: Grande área onde há vias abrangidas pela coleta com curvas de inundação e riscos de alagamento com presença de pontos críticos de descarte irregular de resíduos sólidos próximos a corpo hídrico, também próximos da divisa com municípios vizinhos (que também contribuem com o descarte e acúmulo irregular de resíduos no local);
- Setor 3: Além da grande quantidade de pontos negativos (Diagnóstico Participativo), foi informado um ponto de fraqueza sobre a presença do bairro Itaqui, que é uma ocupação irregular em cima de um antigo aterro de RCC. Também foi verificado não estar inserido na rota de coleta de resíduos e informado pelos munícipes que os caminhões não conseguem acessar as ruas;
- Setor 8: Além da grande quantidade de pontos negativos (Diagnóstico Participativo), foi informado um ponto de fraqueza que não há horário fixo de coleta e cachorros reviram o lixo. Também foram identificadas ruas com risco de alagamento;
- Setor 4: Ponto de fraqueza onde foi informado que caminhão da coleta seletiva não passa no bairro Planta Guarituba Pequena e verificado a presença de ruas com risco de alagamento.

Com isso, o Quadro 19 apresenta os Setores de coleta com suas respectivas quantidades de pontos negativos (fraquezas e ameaças identificadas no Diagnóstico Participativo) e níveis de prioridade para implementação de ações de emergência e contingência.

Quadro 19 – Níveis de prioridade para ações de emergência e contingência (Setores coleta).

Setor	Pontos Negativos (fraquezas e ameaças)		Nível de Prioridade
Setor 1	Fraquezas	2	ALTA
	Ameaças	0	
	Soma	2	
Setor 2	Fraquezas	4	MODERADA
	Ameaças	1	
	Soma	5	
Setor 3	Fraquezas	11	ALTA
	Ameaças	3	
	Soma	14	
Setor 4	Fraquezas	6	ALTA
	Ameaças	1	
	Soma	7	
Setor 5	Fraquezas	1	MODERADA
	Ameaças	0	
	Soma	1	
Setor 6	Fraquezas	4	MODERADA
	Ameaças	0	
	Soma	4	
Setor 7	Fraquezas	7	MÉDIA
	Ameaças	0	
	Soma	7	
Setor 8	Fraquezas	15	ALTA
	Ameaças	2	
	Soma	17	
Setor 9	Fraquezas	7	MÉDIA
	Ameaças	3	
	Soma	10	
Setor 10	Fraquezas	2	MODERADA
	Ameaças	1	
	Soma	3	
Setor 11	Fraquezas	5	MÉDIA
	Ameaças	1	
	Soma	6	
Setor 12	Fraquezas	4	MÉDIA
	Ameaças	2	
	Soma	6	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Apesar da divisão dos 12 setores de coleta por níveis de prioridade, é importante destacar que nenhuma das situações identificadas deve ser negligenciada. A hierarquização das prioridades visa otimizar os recursos disponíveis e direcionar esforços imediatos às áreas mais críticas, mas todas as demandas, independentemente do nível de prioridade, necessitam de atenção contínua e planejamento eficaz. Nesse contexto, reforça-se a responsabilidade das empresas prestadoras dos serviços de coleta e transporte, que, em conformidade com dispositivos contratuais e normativos aplicáveis, devem instituir planos detalhados de ações emergenciais e contingenciais para o manejo seguro dos resíduos. Essas ações incluem a prevenção de interrupções nos serviços de coleta, a contenção de impactos em situações adversas e a garantia da continuidade operacional, especialmente em casos de desastres naturais, falhas operacionais ou acidentes ambientais.

Paralelamente, a Prefeitura Municipal de Piraquara, por meio das Secretarias responsáveis, tem o dever de monitorar e fiscalizar o cumprimento dessas obrigações, assegurando que os planos sejam compatíveis com as necessidades específicas de cada setor. Cabe, ainda, às Secretarias promover a integração intersetorial e o fortalecimento de parcerias com órgãos como a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros, garantindo uma abordagem coordenada e eficiente em situações emergenciais.

Outro tema a ser discutido é a problemática dos acumuladores, embora muitas vezes invisibilizada, configura-se como uma realidade presente em diversos municípios brasileiros, inclusive em Piraquara. O transtorno de acumulação, caracterizado pela dificuldade persistente de descartar objetos, levando ao acúmulo excessivo e desorganizado de itens sem utilidade aparente, representa um desafio significativo para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Essa condição não é exclusiva de Piraquara, mas uma realidade em diversos municípios brasileiros, exigindo a implementação de ações emergenciais e planos de contingência eficazes.

Diante dessa situação, torna-se imprescindível a estruturação de ações emergenciais e de contingência voltadas à abordagem dos casos identificados no território municipal. Essas ações devem ser planejadas de forma intersetorial, envolvendo diferentes secretarias e órgãos públicos, a fim de assegurar uma resposta eficaz e humanizada, que contemple tanto a dimensão da saúde pública quanto a dignidade e os direitos da pessoa em situação de acúmulo compulsivo. Nesse sentido, propõe-se a adoção das seguintes medidas:

- Identificação e mapeamento dos casos por meio de equipes, por exemplo, da Saúde da Família, Assistência Social, SMMA, SMISU, Vigilância Sanitária, denúncias da população, dentre outros órgãos possivelmente envolvidos;
- Atuação conjunta entre setores da Saúde, Assistência Social, Meio Ambiente, Limpeza Pública, com apoio com Centro de Atenção Psicossocial (CAPS) e do Ministério Público, quando necessário, para avaliação e planejamento de intervenções seguras;
- Realização de limpezas emergenciais monitoradas, com o devido acompanhamento técnico e social, buscando minimizar os danos ambientais e sanitários, sem desrespeitar os direitos do cidadão;
- Encaminhamento e acompanhamento psicossocial contínuo dos indivíduos envolvidos;
- Acompanhamento pós-intervenção, com visitas periódicas de equipes previamente estabelecidas, visando a prevenção de reincidências;
- Criação de protocolo municipal específico para situações de acúmulo compulsivo, articulado com, por exemplo, Plano Municipal de Saúde e sistemas de assistência social.

A experiência da cidade de Curitiba, conforme matéria publicada em seu portal oficial (2023), serve de referência para a estruturação dessa abordagem. O município estabeleceu uma força-tarefa com equipes de Saúde, Meio Ambiente, Assistência Social, Defesa Civil e Guarda Municipal para realizar a limpeza e monitoramento de imóveis ocupados por acumuladores, respeitando a individualidade dos casos e envolvendo o Ministério Público quando necessário. Essa iniciativa reforça a importância do planejamento intersetorial e da definição clara de responsabilidades para garantir respostas coordenadas e sustentáveis.



Em Piraquara, a implementação de ações similares poderá contribuir significativamente para o enfrentamento dessa problemática, que não se limita apenas à gestão de resíduos sólidos, mas abrange também aspectos de saúde mental, vulnerabilidade social e segurança pública. A articulação entre os diferentes setores municipais será, portanto, fundamental para garantir intervenções eficazes e respeitosas, alinhadas com os princípios da dignidade humana, da precaução e da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos.

13. SISTEMA DE CÁLCULO DOS CUSTOS DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O município de Piraquara já adota uma divisão de categorias de usuários (residencial, misto, comercial e industrial) conforme estabelecido pela Lei Municipal nº 1768/2017. Essa segmentação, distribuída por faixas crescentes de área construída, é utilizada para definir as taxas aplicáveis aos diferentes tipos de economias. Essa atual estrutura de cobrança apresenta uma complexidade que dificulta a gestão cadastral e pode comprometer a equidade na aplicação das alíquotas. Desse modo, observa-se a necessidade de reavaliar a categorização para simplificar o cadastro e minimizar conflitos de alíquotas e incluir mecanismos de validação e fiscalização para garantir o enquadramento correto das economias no sistema de cobrança. Com base na análise da legislação municipal vigente e em critérios socioeconômicos, visando atender ao objetivo de simplificação do sistema de taxação, sugere-se o seguinte modelo a ser adotado:

a) Residencial:

- Residencial até 70m²....70% da UFM;
- Residencial acima de 70m²....80% da UFM.

b) Comercial e de Serviço:

- Comercial e de Serviço até 150m²....85% da UFM;
- Comercial e de Serviço acima de 150m²....95% da UFM.

c) Industrial:

- Industrial até 300m²....100% da UFM;
- Industrial acima de 300m²....120% da UFM.

As unidades de uso misto deverão utilizar o coeficiente da categoria de maior majoração quanto ao uso, no entanto, devendo considerar a classe que se encontrar. Desse modo, ressalta-se que a simplificação das categorias é necessária para facilitar a gestão, reduzindo a margem de erro no cadastro e aplicação de alíquotas, assim como possibilita a promoção da justiça fiscal, enquadrando contribuintes de forma proporcional à sua capacidade de pagamento. Como também torna o sistema mais compreensível e acessível aos cidadãos. Além disso, algumas ações complementares podem ser realizadas, como exemplo:

- a) **Cadastro Técnico Multifinalitário:** Revisão do cadastro municipal para garantir o correto enquadramento das economias nas novas categorias, com base em vistorias periódicas;
- b) **Regulamentação Municipal para Baixa Renda:** Alinhamento com critérios estaduais para oferecer descontos automáticos a famílias cadastradas no Cadastro Único;
- c) **Campanhas Educativas:** Sensibilizar a população sobre a importância da taxa justa e dos benefícios associados à gestão de resíduos sólidos.

A reformulação proposta para o sistema de cobrança da taxa de coleta de resíduos sólidos apresenta uma série de benefícios significativos. Em primeiro lugar, a simplificação das categorias e alíquotas contribuirá para reduzir os conflitos tributários atualmente existentes entre os critérios municipais e estaduais, harmonizando as diretrizes e assegurando maior consistência na aplicação das taxas. Além disso, ao tornar o sistema mais claro e acessível, espera-se um aumento na transparência e na adesão por parte dos contribuintes, fortalecendo a confiança da população na gestão pública. Por fim, a medida promove a sustentabilidade econômica da gestão de resíduos sólidos ao garantir recursos adequados para a manutenção dos serviços e possibilitar sua expansão futura, de modo a atender às demandas crescentes da população e às metas ambientais do município.

Ressalta-se que as medidas apresentadas são de caráter técnico, elaboradas com base em análises das condições socioeconômicas e estruturais do município. No entanto, a implementação de qualquer modificação no sistema de cobrança deve ser avaliada e validada por setores competentes da administração pública municipal, como a Secretaria de Finanças e a Procuradoria Geral do município (dentre outras Secretarias envolvidas no cenário). Dessa forma, recomenda-se ainda que haja consulta pública para garantir a participação da sociedade e a transparência do processo, além da aprovação legislativa, caso de fato sejam necessárias alterações na legislação municipal atual.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e o novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) preveem que os serviços públicos de manejo de resíduos sólidos devem ser sustentáveis sob o ponto de vista econômico-financeiro. Considerando que determinados serviços de coleta e destinação de resíduos extrapolam o escopo da coleta pública regular de resíduos sólidos urbanos, indica-se que o município avalie a instituição de tarifas específicas para custear tais atividades, de forma a garantir sustentabilidade econômico-financeira e justiça distributiva na cobrança. Essas tarifas poderão abranger, além dos grandes geradores, outros serviços especiais como coleta de resíduos volumosos, resíduos perigosos de origem doméstica, resíduos provenientes de eventos, resíduos de poda e jardinagem, e outros fluxos definidos em regulamentação própria. A implementação dessas tarifas deverá observar a legislação vigente, em especial a Lei Federal nº 11.445/2007 (atualizada pela Lei nº 14.026/2020) e as diretrizes da Lei nº 12.305/2010, assegurando transparência, proporcionalidade e o princípio do poluidor-pagador.

A cobrança por tais serviços pode ser estruturada de forma justa e proporcional, levando em conta critérios como volume, frequência, tipo de resíduo, e se há ou não triagem prévia. A implementação dessa cobrança visa cobrir os custos operacionais e estimular práticas mais sustentáveis, como a redução na geração de resíduos e a valorização da reciclagem. Podendo serem cobradas diretamente pelos prestadores do serviço (quando for contratado de forma particular), pelo Poder Público (mediante regulamentação por meio de Decreto ou Lei Municipal) ou através de faturas vinculadas ao consumo de água, IPTU ou outras contas públicas, quando houver viabilidade técnica e legal.

14. METAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PMGIRS

A formulação de metas no âmbito da gestão integrada de resíduos sólidos é uma exigência fundamental para a organização e direcionamento das ações que visam à sustentabilidade ambiental e ao atendimento das legislações vigentes. A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece, em seu artigo 7º, inciso VI, a promoção de metas para a minimização da geração de resíduos e a ampliação da reutilização e reciclagem como diretrizes prioritárias. Além disso, a Lei nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, reforça a necessidade de metas específicas, incluindo aquelas que visem ao aumento dos índices de coleta seletiva e destinação adequada de resíduos, conforme detalhado em seus artigos 10 e 50.

O estabelecimento de metas permite que os gestores municipais planejem ações estratégicas de curto, médio e longo prazo, considerando os desafios locais e os compromissos legais. Elas também são ferramentas essenciais para monitoramento e avaliação do progresso na gestão de resíduos sólidos, garantindo que o município esteja alinhado às diretrizes nacionais e estaduais, além de possibilitar adaptações conforme a evolução do cenário local. Para o Município de Piraquara, a formulação de metas específicas reflete sua realidade socioeconômica e ambiental. Trata-se de um município com baixa renda per capita, inserido em uma região de mananciais que limita a instalação de grandes empreendimentos industriais e impõe restrições à expansão urbana. Esse contexto exige que as metas sejam ajustadas às capacidades operacionais e financeiras do município, mas também ambiciosas o suficiente para promover a melhoria contínua na gestão dos resíduos.

O PMGIRS de Piraquara também precisa estar alinhado com as metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), assim como com as metas do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná (PERS-PR). Nesse sentido, as principais metas preconizadas pelos referidos Planos seguem abaixo. Ressalta-se que o PMGIRS de Piraquara também deverá atender às referidas metas.

- Aumento da recuperação de resíduos;
- Incentivo à reciclagem de resíduos da construção civil;
- Inclusão social e valorização dos catadores;

- Mobilização social e divulgação;
- Panorama geral dos resíduos sólidos;
- Estudos de prospecção e escolha de cenários de referência;
- Diretrizes e estratégias para implementação do PMGIRS;
- Ampliar a logística reversa e responsabilidade compartilhada;
- Gestão integrada e sustentável;
- Aprimoramento da infraestrutura e dos serviços públicos;
- Educação ambiental e mobilização social;
- Monitoramento e avaliação contínua;
- Fortalecimento da fiscalização e controle ambiental;
- Implementação de tecnologias sustentáveis para tratamento de resíduos;
- Estabelecimento de mecanismos econômicos e tarifários sustentáveis.

Ao estabelecer metas claras e objetivas, o município poderá traçar um caminho factível para a redução da geração de resíduos, o aumento da reutilização e da reciclagem, e o aprimoramento da coleta seletiva, considerando a situação diagnosticada no PMGIRS. Essas metas não apenas atendem às exigências legais, mas também contribuem para a sustentabilidade local e a proteção dos recursos hídricos da região. Dessa forma, com base também nas proposições abordadas neste trabalho, assim como nas deficiências identificadas na etapa de Diagnóstico, o Quadro 20 apresenta os objetivos e as metas elencadas para o município, abrangendo aspectos técnicos, ambientais, econômicos, sociais e institucionais, indicando também as Secretarias envolvidas.

Quadro 20 – Metas para a gestão de resíduos sólidos.

OBJETIVOS	META	PRAZO			SECRETARIAS ENVOLVIDAS
		CURTO (1 a 4 anos)	MÉDIO (4 a 8 anos)	LONGO (8 a 20 anos)	
Objetivo 1 – Reformular a Estrutura Organizacional do Departamento de Gestão de Resíduos Sólidos	Criar o Departamento de Gestão de Resíduos Sólidos na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA)				SMMA
	Criar o Departamento de Limpeza Pública na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos (SMISU)				SMISU
	Garantir que os Departamentos de Gestão de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública tenham equipe técnica suficiente composta por profissionais das áreas de engenharia, administração, fiscalização e operação ²				SMISU
	Implantar Sistema de Informações para alimentação de dados e geração de relatórios para gestão de resíduos sólidos				SMMA e SMISU
	Regulamentar 100% dos programas e ações referentes à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos				SMMA e SMISU
Objetivo 2 – Reavaliar e Reestruturar os Contratos de Serviços de Resíduos Sólidos	Adequar o Plano de Trabalho da atual empresa prestadora dos serviços de coleta para modificação do número da frota dos serviços de coleta convencional para 7 caminhões				SMMA
	Incluir o adicional de periculosidade no contrato com a RECIQUARA (Contrato 312/2023)				SMMA e Secretaria de Assistência Social

² - O acompanhamento (mensurar o atingimento da meta) será feito por meio do percentual de cargos técnicos ocupados em relação ao número de cargos previstos no organograma dos Departamentos de Gestão de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública, após sua formulação.

OBJETIVOS	META	PRAZO			SECRETARIAS ENVOLVIDAS
		CURTO (1 a 4 anos)	MÉDIO (4 a 8 anos)	LONGO (8 a 20 anos)	
Objetivo 3 – Reestruturar o Sistema Tarifário	Revisar a lei de taxaço da coleta de lixo (Lei Municipal nº 1.768/2017)				SMMA e Secretaria de Finanças
Objetivo 4 – Avaliar e Implementar Soluções Consorciadas	Manter 100% da disposição final da coleta convencional em aterro sanitário (incluindo possível transição para novo consórcio ou diferente soluções regionais)				SMMA
	Buscar soluções consorciadas para destinação ou reaproveitamento de RCC (disposição final em aterro de inertes ou destinação para unidade consorciada de reciclagem de RCC)				SMMA
Objetivo 5 – Ampliar e Aprimorar os Serviços de Coleta, Transporte e Destinação de Resíduos Convencionais e Recicláveis	Ampliar a coleta convencional e seletiva para 100% do município (área urbana e rural)				SMMA
	Reduzir 30% do material reciclável encaminhado para aterro sanitário				SMMA e SMISU
	Incentivar a criação de 3 à no máximo 4 novas Associações/Cooperativas de recicladores				SMMA
	Aumentar 30% do material reciclado comercializado (toneladas)				SMMA
	Destinar 100% dos RSS gerados nos cemitérios de forma diferenciada da coleta pública (empresa especializada)				SMMA e Secretaria de Saúde
	Cadastrar 100% dos Grandes Geradores				SMMA
	Definir de forma clara 100% das rotas de coleta convencional e seletiva				SMMA
	Realizar estudo de viabilidade e executar a estruturação de ATT própria no município				SMMA

OBJETIVOS	META	PRAZO			SECRETARIAS ENVOLVIDAS
		CURTO (1 a 4 anos)	MÉDIO (4 a 8 anos)	LONGO (8 a 20 anos)	
Objetivo 6 – Ampliar e Adequar os Serviços de Limpeza Pública	Instalar 1 bituqueira em 100% dos pontos de ônibus do município				SMISU
	Realizar mapeamento da localização exata e, posteriormente, verificação contínua das condições físicas de uso de 100% dos coletores do tipo container e conjuntos lixeiras (móveis e fixas) do município				SMISU
Objetivo 7 – Aprimorar e Fiscalizar a Destinação Final de Resíduos Volumosos e Vegetal, Resíduos da Construção Civil e de Áreas de Descarte Clandestino	Erradicar 100% dos pontos de descarte irregular críticos existentes no município				SMMA e SMISU
	Destinar de forma ambientalmente adequada 90% do RCC gerado no município				SMMA e SMISU
	Recuperar ambientalmente 100% das áreas com passivo ambiental no município				SMMA e SMISU
	Aumentar em 30% a coleta e reciclagem de móveis e resíduos volumosos descartados no município, por meio de parcerias com cooperativas e empresas, tomando como base o volume identificado no primeiro ano de monitoramento sistemático				SMMA e SMISU
Objetivo 8 – Articular e Incentivar a Responsabilidade Compartilhada sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa	Implementar 6 PEVs para recebimento de resíduos eletroeletrônicos de pequeno e médio porte, assim como para pilhas e baterias				SMMA
	Incentivar a separação e destinação de óleo de cozinha usado, atingindo a meta de 1.000 litros/ano				SMMA e Secretaria de Educação

OBJETIVOS	META	PRAZO			SECRETARIAS ENVOLVIDAS
		CURTO (1 a 4 anos)	MÉDIO (4 a 8 anos)	LONGO (8 a 20 anos)	
	Implantar o sistema de cobrança dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS em 100% das atividades definidas em norma específica				SMMA
	Garantir a atuação de 100% dos setores da Logística Reversa no município				SMMA
Objetivo 9 – Reduzir o Volume de Rejeitos Encaminhados ao Barracão de Reciclagem	Reduzir para 10% a quantidade de rejeito encaminhada para associação de catadores por meio da coleta seletiva				SMMA
Objetivo 10 – Incentivar Ações de Redução e Reciclagem de Resíduos Orgânicos	Reduzir 30% o volume de resíduo orgânico sendo destinado a aterro sanitário				SMMA
	Implementar ao todo 40 iniciativas de compostagem durante todo o horizonte de planejamento (1 por semestre), incluindo ações de educação ambiental em escolas e CMEIS, capacitação de merendeiras, ações de conscientização ambiental em hortas comunitárias				SMMA e Secretaria de Desenvolvimento Econômico
Objetivo 11 – Implementar e Aprimorar Programas de Educação Ambiental	Diminuir 30% a geração <i>per capita</i> de resíduos domiciliares (resíduo comum)				SMMA
	Implementar o PMEARSU				SMMA e Secretaria de Educação
	Implementar no mínimo 1 projeto de educação ambiental em 100% das escolas municipais e CMEIS				SMMA e Secretaria de Educação

OBJETIVOS	META	PRAZO			SECRETARIAS ENVOLVIDAS
		CURTO (1 a 4 anos)	MÉDIO (4 a 8 anos)	LONGO (8 a 20 anos)	
	Criar e implantar a campanha publicitária do Programa de gestão de resíduos sólidos do Município de Piraquara				SMMA, Secretaria de Educação e Assessoria de Comunicação e Relações Públicas
	Criar e manter página com informações centralizadas e atualizadas sobre a gestão dos resíduos no Município de Piraquara				SMMA, Secretaria de Educação e Assessoria de Comunicação e Relações Públicas

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **ESTIMATIVA DOS CUSTOS PARA VIABILIZAR A UNIVERSALIZAÇÃO DA DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. Elaborado por GO Associados. São Paulo, SP, 2015.

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

ABRELPE. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo, 2021.

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. Dez. 2023.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5.998, de 3 de novembro de 2022**. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12.980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos urbanos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.463**: Coleta de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.968**: Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9.190**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9.191**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12810**: Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064**: Transporte rodoviário de produtos perigosos – Diretrizes do atendimento à emergência. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Identificação para o transporte, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7501**: Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7503**: Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235**: Armazenamento de resíduos perigosos – Procedimento. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.849**: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. 2010.

B2BLUE. **Plataforma de comercialização de resíduos**. Disponível em: <https://www.b2blue.com>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 2010.

CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. 316 f. 2018.

CETRILIFE. **BOMBONAS PARA ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS**. Disponível em: <https://www.cetrilife.com.br/produto/bombonas-para-acondicionamento-de-residuos-1-unidade/>. Acesso em: 04 abr. 2024.

CIRCUITO DE NOTÍCIAS. **Prefeitura de Pedreira testa “Varredeira Mecânica” para limpeza urbana**. 2022. Disponível em: <https://www.circuitodenoticias.com.br/6207/prefeitura-de-pedreira-testa-varredeira-mecanica-para-limpeza-urbana>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n.º 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre inventários de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá outras Providências. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006.** Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto e seus produtos derivados, e dá outras providências. 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020.** Define critérios e procedimentos para a produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Revoga as Resoluções nºs 375/2006 e 380/2009. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993.** Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários (Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução nº 358/05). 1993.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 6, de 19 de setembro de 1991.** Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2004.

COPENHAGEN CITY. **Amager Bakke Project.** Disponível em: <https://www.copenhill.dk>. Acesso em: 29 nov. 2024.

FRANCE RECUP. **France Recup - Plateforme de valorisation des déchets industriels et agricoles.** Disponível em: <https://www.francerecup.fr>. Acesso em: 29 nov. 2024.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico.** 1ª edição. Coordenação de Comunicação Social – Coesc/Gab/Presi/Funasa/MS. Brasília, DF. 2018.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná.** Curitiba, PR. 2018.

GRUPO DE TRABALHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (GTEA) – MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ (MPPR). **Políticas Municipais de Educação Ambiental – Elaboração passo a passo.** Curitiba, 2019.

IPEA. **Estudo sobre a geração de empregos na cadeia de reciclagem no Brasil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.

MMA. **PLANOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MANUAL DE ORIENTAÇÃO**. 2012. Ministério do Meio Ambiente ICLEI - Brasil. Disponível em: http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_para_plano_municipal_de_gestao_de_residuos_solidos-mma-marco_2012.pdf.

OTTONI, Marianna; ARAUJO, Raíssa; XAVIER, Lúcia Helena. **QUANTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEVS) DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**. 11º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 29 nov. 2024.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Como funciona uma usina de triagem de lixo**. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/usina-de-triagem-de-residuos-solidos/como-funciona-uma-usina-de-triagem-de-lixo/>. Acesso em: 2024.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

RECICLA SAMPA. **PREFEITURA DE SÃO PAULO INAUGURA QUINTO PÁTIO DE COMPOSTAGEM**. 2019. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/prefeitura-de-sao-paulo-inaugura-quinto-patio-de-compostagem>. Acesso em: 2024.

SAN FRANCISCO DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. **Zero Waste Initiative**. Disponível em: <https://sfenvironment.org/zero-waste>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SCHWARTZ, P. **A arte da visão de longo prazo: planejamento e cenários futuros na administração estratégica**. São Paulo: Best Seller, 2006.

SINIR. **Perfis**. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/>.

SNOWDEN, D. J.; BOONE, M. E. A Leader's Framework for Decision Making. **Harvard Business Review**, v. 85, n. 11, p. 68-76, 2007.

TERRA AMBIENTAL. **Compostagem de resíduos orgânicos**. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/>. Acesso em: 2024.