

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO VI – VERSÃO FINAL



Município de Recreio – MG



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO - MG

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO
MUNICÍPIO DE RECREIO**

PRODUTO VI – VERSÃO FINAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

JOSÉ MARIA ANDRÉ DE BARROS
PREFEITO MUNICIPAL



EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA



EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME

CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 210.

CEP 14.020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br



EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 99639-2

Juliano Yamada Rovigati

Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Osmani Vicente Jr.

Arquiteto e Urbanista
Especialista em Gestão Ambiental para
Municípios
CAU A23196-7

Guilherme Ribeiro Nogueira

Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

Juliano Mauricio da Silva

Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Leonardo Marçal Café Soares

Engenheiro de Segurança e Meio
Ambiente
MSc. Ciências e Tecnologia do
Ambiente
CREA/SP 5069102118

Carmen Cecília Marques Minardi

Economista
CORECON/SP 36677

Rafael Remoto Menezes

Engenheiro Ambiental

Daniel Ferreira de Castro Furtado

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Pedro Henrique Vicente

Engenheiro Civil
CREA/SP 5070395829

Paulo Guilherme Fuchs

Administrador
CRA/SC 21705

Mike Sam James Ferreira

Engenheiro Florestal

Paula Evaristo dos Reis de Barros

Advogada
OAB/MG 107.935

Camilla Stephanie Oliveira

Engenheira Civil

Carolina Bavia Ferruccio Bandolin

Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Daniel Borges Couto

Engenheiro Civil
CREA/MG 280529



EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

André da Costa Lima

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE/Autarquia

Fernando Amarante Barcellos Filho

Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico e Sustentável



SUMÁRIO

SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	16
LISTA DE TABELAS	22
APRESENTAÇÃO	26
INTRODUÇÃO	27
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	28
1.1. Legislações Relacionadas ao Saneamento Básico e a Educação Ambiental nas Esferas Municipal, Estadual e Federal.....	29
1.2. Análises	31
2. CONCLUSÃO	39
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	41
3.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso	41
3.2. Histórico.....	44
3.3. Aspectos Ambientais	44
3.3.1. Clima	44
3.3.1.1. Temperatura	50
3.3.1.2. Precipitação	51
3.3.1.3. Umidade Relativa.....	52
3.3.2. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município.....	53
3.3.3. Geologia.....	57
3.3.4. Geomorfologia.....	59
3.3.5. Declividade.....	62
3.3.6. Solo	65
3.3.7. Vegetação	67
3.4. Aspectos Socioeconômicos.....	70
3.4.1. Densidade Demográfica.....	70
3.4.2. Distribuição Etária por gênero	70
3.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM.....	71



3.4.4. Educação	73
3.4.5. Saúde	74
3.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida	76
3.5. Economia.....	77
3.5.1. Produto Interno Bruto (PIB)	79
3.5.2. Renda.....	80
3.5.3. Vulnerabilidade Social	81
3.5.4. Projeção populacional	82
4. ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL E POLÍTICO ADMINISTRATIVA.....	87
5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO	88
5.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	89
5.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro	89
5.1.1.1. Mananciais Superficiais	89
5.1.1.2. Mananciais Subterrâneos	90
5.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos	93
5.1.2.1. Segurança Hídrica	95
5.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais	96
5.1.4. Indicadores Operacionais.....	97
5.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes	99
5.1.5.1. Captação.....	99
5.1.5.2. Tratamento.....	104
5.1.5.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica	114
5.1.5.4. Distribuição	116
5.1.5.5. Reservação.....	120
5.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento.....	121
5.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais	122
5.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Recreio .	127
5.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	128
5.2.1. Características gerais do Sistema de Esgotamento Sanitário	131
5.2.1.1. Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.....	131
5.2.2. Corpo Hídrico Receptor	134



5.2.3. Geração Atual de Esgoto	136
5.2.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Recreio ...	140
5.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	141
5.3.1. Classificação de Resíduos	142
5.3.2. Inventários de Resíduos Gerados no Município	144
5.3.2.1. Limpeza Pública.....	144
5.3.2.1.1. Resíduos Verdes	147
5.3.2.2. Resíduos Domiciliares	148
5.3.2.2.1. Gestão dos Resíduos Orgânicos	149
5.3.2.3. Coleta Seletiva.....	150
5.3.2.4. Resíduos da Construção Civil	152
5.3.2.5. Resíduos dos Serviços de Saúde	156
5.3.2.6. Resíduos Industriais.....	159
5.3.2.7. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris	159
5.3.2.8. Resíduos de Saneamento.....	160
5.3.2.9. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória.....	161
5.3.2.9.1. Resíduos Eletrônicos, pilhas e baterias	164
5.3.2.9.2. Lâmpadas Fluorescentes de Vapor Sódio, Mercúrio e Luz Mista .	167
5.3.2.9.3. Pneus Inservíveis	169
5.3.2.9.4. Embalagens de Agrotóxicos	170
5.3.2.9.5. Resíduos de Óleos Lubrificantes	173
5.3.3. Destinação Final e Medidas Mitigadoras.....	175
5.3.4. Análise Financeira.....	179
5.3.5. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos	180
5.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	181
5.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	181
5.4.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas	184



5.4.3. Caracterização das Microbacias Urbanas	186
5.4.3.1. Análise Morfométrica	186
5.4.3.2. Análise Linear	188
5.4.3.3. Análise Areal	189
5.4.3.4. Análise Hipsométrica	191
5.4.4. Estudos Hidrológicos	192
5.4.4.1. Índices Físicos	193
5.4.4.2. Permeabilidade dos Solos	194
5.4.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano	194
5.4.4.4. Chuvas Intensas	198
5.4.4.5. Métodos para Vazão de Pico	200
5.4.5. Erosão	206
5.4.6. Indicadores de Drenagem	208
5.4.7. Sistemas de Macrodrenagem	208
5.4.8. Sistemas de Microdrenagem	209
5.4.9. Taxa de Drenagem	210
5.4.10. Dissipadores de Energia	220
5.4.11. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	222
6. OFICINA DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO	223
7. PLANEJAMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO	236
7.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA	236
7.1.1. Projeção de Demanda	236
7.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada	239
7.1.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água	241
7.1.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Abastecimento de Água – SAA	247
7.1.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana	248
7.1.5. Análise Econômica	250
7.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES	251



7.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto	251
7.2.2. Cargas de Concentração.....	253
7.2.2.1. Matéria Orgânica – Demanda Bioquímica	254
7.2.2.2. Coliformes Termotolerantes	256
7.2.3. Comparação das alternativas de tratamento dos esgotos	257
7.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada.....	259
7.2.5. Sistemas Individuais.....	260
7.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico	267
7.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora – FSB	268
7.2.5.3. Sistema de Zona das Raízes	270
7.2.5.4. Círculo de Bananeiras.....	273
7.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes.....	274
7.2.5.6. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto	276
7.2.6. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário	278
7.2.7. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES.....	282
7.2.8. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário	283
7.2.8.1. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário	286
7.2.9. Análise Econômica.....	289
7.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	290
7.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que houver.....	290
7.3.2. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios	295
7.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluía a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos	299
7.3.3.1. Contratos e Controle dos Serviços	299
7.3.3.2. Resíduos Sólidos Domiciliares.....	300



7.3.3.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos, Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta	302
7.3.3.3.1. Guarnições de Coleta	308
7.3.3.3.2. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta	313
7.3.3.3.3. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares	316
7.3.3.4. Coleta Seletiva	319
7.3.3.4.1. Formas de Execução da Coleta Seletiva	323
7.3.3.4.2. Veículos utilizados para a coleta seletiva	326
7.3.3.4.3. Guarnição da Coleta de Reciclável	327
7.3.3.4.4. Triagem dos Resíduos Recicláveis	328
7.3.3.5. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – Unidades de Compostagem	331
7.3.3.6. Destinação Final	337
7.3.3.6.1. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva	341
7.3.3.6.2. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial	342
7.3.4. Resíduos da Limpeza Pública	347
7.3.4.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos	348
7.3.4.2. Limpeza de Feiras	351
7.3.4.3. Limpeza de Eventos Festivos	352
7.3.4.4. Roçada, Capina e Poda	353
7.3.4.5. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem	356
7.3.5. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS	357
7.3.6. Resíduos da Construção Civil – RCC	360
7.3.7. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR	362
7.3.8. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos	368
7.3.9. Definição das Responsabilidades Quanto à sua Implementação e Operacionalização	371
7.3.9.1. Resíduos Sólidos Domiciliares	373
7.3.9.2. Resíduos de Serviço de Saúde – RSS	374
7.3.9.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa	375

7.3.10. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização	378
7.3.10.1. Programa de Especialização e Operacionalização	378
7.3.10.1.1..... Objetivo	378
7.3.10.2. Conteúdo Mínimo	379
7.3.11. Educação Ambiental.....	381
7.3.11.1. Espaços Formais de Ensino	382
7.3.11.2. Espaços Não Formais de Ensino	383
7.3.12. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis	385
7.3.13. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos.....	389
7.3.14. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços	393
7.3.14.1. Modelo de Tarifa	402
7.3.15. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada.....	405
7.3.15.1. Resíduos Recicláveis	405
7.3.15.2. Resíduos Orgânicos	407
7.3.16. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos.....	409
7.3.17. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de	



Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa	414
7.3.18. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos	417
7.3.19. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos	420
7.3.19.1. Objetivo 1 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional.....	421
7.3.19.2. Objetivo 2 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva	424
7.3.19.3. Objetivo 3 – Adequar os Serviços de Limpeza Pública	428
7.3.19.4. ... Objetivo 4 – Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC	431
7.3.19.5. Objetivo 5 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa	434
7.3.19.6. Objetivo 6 – Aprimorar a Gestão dos RSS	437
7.3.19.7. Objetivo 7 – Destinação Final.....	440
7.3.19.8. Objetivo 8 – Reestruturar o Sistema Tarifário	442
7.3.20. Análise Econômica	444
7.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	448
7.4.1. Medidas Estruturais.....	450
7.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento.....	450
7.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.....	453
7.4.1.3. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico	454
7.4.1.4. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.	457
7.4.2. Medidas Não Estruturais	460
7.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de Resíduos nos Corpos d'água.	461
7.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto	462
7.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra.....	462
7.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais	463
7.4.2.5. Seguro Enchente	465



7.4.2.6. Sistemas de alerta e Previsão de inundações	467
7.4.2.7. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem	469
7.4.3. Ações de Emergência e Contingência	470
7.4.4. Objetivos, Programas Projetos e Ações	473
7.4.4.1. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município	474
7.4.4.2. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana	476
7.4.4.3. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana	479
7.4.4.4. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte	482
7.4.4.5. Objetivo 5 – Controle de Erosão	485
7.4.4.6. Objetivo 6 – implantação da Taxa de Drenagem	488
7.4.5. Análise Econômica	491
8. FONTES DE FINANCIAMENTO	493
8.1. Recursos Ordinários	494
8.2. Recursos Extraordinários	495
8.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis	495
8.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES)	495
8.3.2. Banco do Brasil (BB)	495
8.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA)	496
8.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)	496
8.3.5. Banco Mundial (The World Bank)	496
8.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)	497
8.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis	497
8.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)	497
8.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)	498
8.4.3. Ministério da Saúde	498
8.4.4. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)	499
8.4.5. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)	499
8.4.6. Fundo Vale	500



9. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO	501
10. RELATÓRIO DE AUDIÊNCIA PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DO PMSB	503
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	517

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE RECREIO – MG.	43
FIGURA 2 - ZONEAMENTO CLIMÁTICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.	47
FIGURA 3 - VARIEDADES CLIMATOLÓGICAS DE RECREIO.	48
FIGURA 4 - MAPA CLIMÁTICO DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	49
FIGURA 5 – GRÁFICO DA MÉDIA DE TEMPERATURAS MENSAS DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	51
FIGURA 6 – GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO EM RECREIO.	52
FIGURA 7 – GRÁFICO DO NÍVEL DE UMIDADE NO MUNICÍPIO DE RECREIO.	53
FIGURA 8 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.	54
FIGURA 9 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	55
FIGURA 10 – MAPA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	56
FIGURA 11 – MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	58
FIGURA 12 – MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	61
FIGURA 13 – MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	63
FIGURA 14 – MAPA DE HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	64
FIGURA 15 – MAPA PEDOLÓGICO DE RECREIO - MG.	66
FIGURA 16 – MAPA DE VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	69
FIGURA 17 – GRÁFICO DA POPULAÇÃO DISTRIBUÍDA POR SEXO E COR EM RECREIO – MG.	71
FIGURA 18 - EDUCAÇÃO NO MUNICÍPIO.	74
FIGURA 19 – GRÁFICO DE ÁREA PLANTADA (HECTARES) E QUANTIDADE PRODUZIDA (TONELADAS) DAS CULTURAS AGRÍCOLAS DE CAFÉ E FEIJÃO, RESPECTIVAMENTE, EM RECREIO.	78
FIGURA 20 – GRÁFICO DO PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	80
FIGURA 21 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	83
FIGURA 22 – GRÁFICO DO AJUSTAMENTO DE CURVAS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PELO MÉTODO POLINOMIAL.	85
FIGURA 23 – FLUXOGRAMA ORGANIZACIONAL DA ESTRUTURA DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	87



FIGURA 24 - AQUÍFEROS PRESENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL.	92
FIGURA 25 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO RIBEIRÃO DOS MONOS PARA O ABASTECIMENTO URBANO NO DISTRITO SEDE.....	100
FIGURA 26 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO.....	101
FIGURA 27 - POÇO DE CAPTAÇÃO NO DISTRITO DE CONCEIÇÃO DA BOA VISTA.....	101
FIGURA 28 - POÇO DE CAPTAÇÃO NO DISTRITO DE BARREIROS.....	102
FIGURA 29 - POÇO DE CAPTAÇÃO NO DISTRITO DE ANGATURAMA.	102
FIGURA 30 – ETAPAS DE TRATAMENTO DE UMA ETA CONVENCIONAL.	104
FIGURA 31 – CALHA PARSHALL E ADIÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO.	105
FIGURA 32 – CÂMARAS DE FLOCULAÇÃO HIDRÁULICA.	105
FIGURA 33 – DECANTADORES CIRCULARES.	106
FIGURA 34 – FILTROS POR GRAVIDADE.	106
FIGURA 35 – BOMBAS DOSADORAS DE CLORO.	107
FIGURA 36 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA.....	117
FIGURA 37 - RESERVATÓRIOS DE CONCRETO DO TIPO ENTERRADO E ELEVADO NO DISTRITO SEDE.....	121
FIGURA 38 - RESERVAÇÃO NOS DISTRITOS DE CONCEIÇÃO DA BOA VISTA E ANGATURAMA.	121
FIGURA 39 - CLASSIFICAÇÃO DO ACESSO AO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	128
FIGURA 40 - DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DIRETAMENTE NO RIO.	132
FIGURA 41 - ETE DO DISTRITO SEDE.	132
FIGURA 42 - CORPO HÍDRICO RECEPTOR E LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> NO DISTRITO DE CONCEIÇÃO DA BOA VISTA.	133
FIGURA 43 - CORPO HÍDRICO RECEPTOR E LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> NO DISTRITO DE BARREIROS.	133
FIGURA 44 - CORPO HÍDRICO RECEPTOR E LANÇAMENTO DE ESGOTO <i>IN NATURA</i> NO DISTRITO DE ANGATURAMA.....	134
FIGURA 45 - LOCAIS COM BOA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E PODA.	146
FIGURA 46 - LOCAL ONDE É DESPEJADO OS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE PODA, CAPINA E ROÇAGEM.	147



FIGURA 47 - CAMINHÃO COMPACTADOR PARA A COLETA DE RDO E COLABORADOR REALIZANDO A ATIVIDADE DE COLETA.	148
FIGURA 48 – FREQUÊNCIA DE COLETA DE LIXO.....	149
FIGURA 49 - RESÍDUOS RECICLÁVEIS DISPOSTOS NA USINA DE TRIAGEM, RECICLAGEM E COMPOSTAGEM.....	151
FIGURA 50 - MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.	154
FIGURA 51 - CAMINHÃO BASCULANTE PARA A RECOLHA DO RCC E BOTA FORA IRREGULAR.....	155
FIGURA 52 - RESÍDUOS COM LOGÍSTICA REVERSA OBRIGATÓRIA.	162
FIGURA 53 - RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS.	162
FIGURA 54 - FLUXO SIMPLIFICADO DE RESÍDUOS NOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA.	163
FIGURA 55 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS ELETROELETRÔNICOS E SEUS COMPONENTES.	165
FIGURA 56 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PILHAS E BATERIAS.....	166
FIGURA 57 - NÚMERO DE LÂMPADAS COLETADAS E DESTINADAS CORRETAMENTE EM 2019.	167
FIGURA 58 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS INSERVÍVEIS.	168
FIGURA 59 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS.....	170
FIGURA 60 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICO.	172
FIGURA 61 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEOS LUBRIFICANTES.	174
FIGURA 62 - EXEMPLO DE LIXÃO.....	175
FIGURA 63 - EXEMPLO DE ATERRO CONTROLADO.	176
FIGURA 64 - EXEMPLO DE ATERRO SANITÁRIO.	176
FIGURA 65 - ENTRADA PRINCIPAL DO ATERRO SANITÁRIO DA EMPRESA UNIÃO RECICLÁVEIS.	178
FIGURA 66 – DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM EM RECREIO.....	183
FIGURA 67 - REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS.....	185
FIGURA 68 - MAPA DE MICROBACIAS URBANAS.	186
FIGURA 69 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS.....	196
FIGURA 70 - TABELAS DE GRUPOS DE SOLOS E USO E OCUPAÇÃO.	202
FIGURA 71 - SOLOS E USO E OCUPAÇÃO CN.	203
FIGURA 72 - MAPA DE GRUPO DE SOLO NO MÉTODO SCS.....	204



FIGURA 73 - EROSÃO NA ÁREA URBANA DE RECREIO.	207
FIGURA 74 - MACRODRENAGEM EM RECREIO.	209
FIGURA 75 - DISPOSITIVO DE DRENAGEM EM RECREIO.	210
FIGURA 76 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS COM OU SEM COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO PELO USO OU DISPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS DE DMAPU.....	213
FIGURA 77 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TIPOS DE MECANISMOS DE COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO.	214
FIGURA 78 - REALIZAÇÃO DA OFICINA DO DIAGNOSTICO.....	227
FIGURA 79 - QUESTIONÁRIOS APLICADOS A POPULAÇÃO RELACIONADO AO SANEAMENTO BÁSICO.....	228
FIGURA 80 – GRÁFICO DE DESPESAS POR PRAZO DE EXECUÇÃO.	250
FIGURA 81 - EXEMPLO DE SISTEMA E CONVENCIONAL.	258
FIGURA 82 - EXEMPLO DE SISTEMA DESCENTRALIZADO.	258
FIGURA 83 - EXEMPLO DE SISTEMA DE SANEAMENTO CENTRALIZADO.....	259
FIGURA 84 - SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – FOSSAS SÉPTICAS.....	262
FIGURA 85 – SISTEMA DE TRATAMENTO INDIVIDUAL – VALAS DE INFILTRAÇÃO.....	263
FIGURA 86 – SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – SUMIDOURO.....	264
FIGURA 87 – ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS.....	265
FIGURA 88 - ESQUEMA DA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA.....	269
FIGURA 89 - EXEMPLO DE INSTALAÇÃO DA FOSSA BIODIGESTOR.....	270
FIGURA 90 - ESQUEMA DE ZONA DE RAÍZES OU SAC.....	271
FIGURA 91 - EXEMPLOS DE ZONAS DE RAÍZES E MECANISMOS DE CONTROLE DE PVC.	272
FIGURA 92 - ESQUEMA DE CÍRCULO DE BANANEIRA.....	273
FIGURA 93 - EXEMPLO DE CÍRCULO DE BANANEIRA.	274
FIGURA 94 - ESQUEMA DE BET.....	275
FIGURA 95 - EXEMPLO DE BET OU FOSSA VERDE.	276
FIGURA 96 - GRÁFICO DO INVESTIMENTO NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	289
FIGURA 97 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS MÍNIMAS DO DIMENSIONAMENTO DA COLETA CONVENCIONAL.....	306
FIGURA 98 - EPIS NECESSÁRIOS PARA OS COLABORADORES DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.	313
FIGURA 99 - RECIPIENTES PARA O ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS.....	315



FIGURA 100 - EQUAÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DA FROTA EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE.	317
FIGURA 101 - EQUAÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA FROTA EM CIDADES DE GRANDE PORTE.	317
FIGURA 102 - CORES DE IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS CONFORME A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 275/2001.	320
FIGURA 103 - RECIPIENTES PARA A COLETA SELETIVA.	321
FIGURA 104 - EXEMPLO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS - PEV.	326
FIGURA 105 - EXEMPLO DE CAMINHÃO UTILIZADO PARA A COLETA SELETIVA.	327
FIGURA 106 - CENTRO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS - CTRS E SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E NÃO RECICLÁVEIS.	330
FIGURA 107 - BOMBONAS PARA O ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. ...	333
FIGURA 108 – COMPOSTAGEM AERÓBIA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM LEIRAS. COMPOSTAGEM MECÂNICA DE DEJETOS SUÍNOS.	335
FIGURA 109 – LEIRAS DE COMPOSTAGEM NATURAL DE RESÍDUOS DE FEIRA.	336
FIGURA 110 – REATOR DE COMPOSTAGEM ACELERADA.	337
FIGURA 111 – PROJETO TÉCNICO DE ATERRO SANITÁRIO.	347
FIGURA 112 – EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA VARRIÇÃO MECÂNICA.	349
FIGURA 113 – USINA FIXA DE RCC.	361
FIGURA 114 – USINA MÓVEL DE RCC.	362
FIGURA 115 – VEÍCULO UTILIZADO PARA O TRANSPORTE DE LODO DE ETE E ETA. ..	370
FIGURA 116 - GESTÃO PÚBLICA PARA O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO.	410
FIGURA 117 - GESTÃO PÚBLICA ASSOCIADA PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.	410
FIGURA 118- GESTÃO PÚBLICO-PRIVADA PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.	411
FIGURA 119 - EXEMPLO DE PEV OU ECOPONTO COM CAPACIDADE DE DOIS MIL E QUINHENTOS LITROS.	425
FIGURA 120- GRÁFICO DE DESPESAS POR PRAZO DE EXECUÇÃO.	447
FIGURA 121 - PARTES COMPONENTES DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA.	449
FIGURA 122 - ESQUEMA DE ASSOREAMENTO.	452
FIGURA 123 - EXEMPLO DE RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO COM RECREAÇÃO.	454
FIGURA 124 - SEÇÃO TÍPICA DE VALAS BIORRETENÇÃO.	456



FIGURA 125 - EXEMPLOS DE BIOVALETAS.	456
FIGURA 126 - EXEMPLOS DE CONTROLES NA FONTE.	459
FIGURA 127 - EXEMPLO DE RESERVATÓRIO PARA ÁGUA DA CHUVA EM IMÓVEL RESIDENCIAL.	460
FIGURA 128 – GRÁFICO DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.....	492
FIGURA 129 – FLYER DE DIVULGAÇÃO DA PRIMEIRA OFICINA DE ELABORAÇÃO DO PMSB.	504
FIGURA 130 – LISTA DE PRESENÇA DO DIA DA AUDIÊNCIA.	505



LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - LEGISLAÇÕES FEDERAL RELATIVAS AO SANEAMENTO BÁSICO.....	29
TABELA 2 - LEGISLAÇÕES ESTADUAL RELATIVAS AO SANEAMENTO BÁSICO.....	30
TABELA 3 - LEGISLAÇÕES MUNICIPAL RELATIVAS AO SANEAMENTO BÁSICO.	31
TABELA 4 - CLASSES DE DECLIVIDADE COM INDICAÇÕES GERAIS DA ADEQUABILIDADE E RESTRICÇÕES PARA O PLANEJAMENTO.....	62
TABELA 5 – SÉRIE HISTÓRICA DE DESENVOLVIMENTO HUMANO – IDH.....	72
TABELA 6 – POSIÇÃO DO IDHM DO MUNICÍPIO NO ESTADO.....	72
TABELA 7 – IDHM NOS COMPONENTES NOS CENSOS DE 2000 E 2010.	73
TABELA 8 – LISTA DOS ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE RECREIO – MG.	74
TABELA 9 – ESTRUTURA ETÁRIA DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RECREIO - MG.	76
TABELA 10 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL E ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER NO MUNICÍPIO DE RECREIO.	77
TABELA 11 – VULNERABILIDADE SOCIAL DO MUNICÍPIO DE RECREIO.....	81
TABELA 12 – POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO DE RECREIO.	82
TABELA 13 – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RECREIO ATÉ O ANO 2036.	86
TABELA 14 – VAZÕES COM PERMANÊNCIA DE 95% NO TEMPO E VAZÕES MÉDIAS DE LONGO PERÍODO	90
TABELA 15 - NÚMERO DE OUTORGAS CONCEDIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	94
TABELA 16 - SISTEMA DE INDICADORES DO SNIS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DO SAA.....	97
TABELA 17 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO URBANO.	100
TABELA 18 - APRESENTAÇÃO QUANTITATIVA DAS ANÁLISES EXIGIDAS PELA PORTARIA Nº05/2017 - MS.....	108
TABELA 19 - PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA.	109
TABELA 20 - PARÂMETROS BÁSICOS DE ACEITAÇÃO PARA O CONSUMO HUMANO.....	111
TABELA 21 - DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.....	115
TABELA 22 - INTERNAÇÕES HOSPITALARES CAUSADAS POR DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO INADEQUADO.....	116



TABELA 23 - INFORMAÇÕES GERAIS DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE RECREIO.	116
TABELA 24 - COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDAS MUNICIPAL, ESTADUAL E NACIONAL.	119
TABELA 25 - VOLUME, FATURADO E PRODUZIDO EM RECREIO.	122
TABELA 26 - INDICADORES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA.	124
TABELA 27 - COMPARATIVO DE VALORES PRATICADOS.	125
TABELA 28 - INDICADORES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	129
TABELA 29 - PANORAMA DA COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	130
TABELA 30 - GERAÇÃO ATUAL DE ESGOTOS DOMÉSTICOS.....	137
TABELA 31 - PROJEÇÃO DA CARGA ORGÂNICA.	139
TABELA 32 - QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS NAS REGIÕES DO BRASIL NO ANO DE 2021.	141
TABELA 33 - DEFINIÇÃO E TIPOS DE SERVIÇOS QUE CARACTERIZAM A LIMPEZA PÚBLICA.	145
TABELA 34 - ANÁLISE FINANCEIRA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE RECREIO.	179
TABELA 35 - HIERARQUIA DO FLUXO DE DRENAGEM COMPUTADO.	187
TABELA 36 - DADOS MORFOMÉTRICOS.	191
TABELA 37 - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PARA AS DIFERENTES BACIAS.	194
TABELA 38 - CLASSES DE USO DO SOLO UTILIZADAS.....	195
TABELA 39 - SUGESTÃO DOS VALORES DE COEFICIENTE DE RUN OFF.....	197
TABELA 40 - VARIAÇÃO COEFICIENTE DE RUN OFF.	198
TABELA 41 - COEFICIENTES DA EQUAÇÃO DA CHUVA.	199
TABELA 42 - VALORES DA EQUAÇÃO DE INTENSIDADE DA CHUVA.....	199
TABELA 43 - VAZÃO DE PICO MÉTODO SCS.....	206
TABELA 44 - DEMANDAS PARA O SAA.....	238
TABELA 45 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES AO ABASTECIMENTO EMERGENCIAL/TEMPORÁRIO DE ÁGUA.	242
TABELA 46 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES ABASTECIMENTO EMERGENCIAL/TEMPORÁRIO DE ÁGUA.	244
TABELA 47 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES ABASTECIMENTO EMERGENCIAL/TEMPORÁRIO DE ÁGUA.	246
TABELA 48 - SÍNTESE DO OBJETIVO 1.	249
TABELA 49 - SÍNTESE DOS TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS.....	250



TABELA 50 - PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO.	253
TABELA 51 - VALORES DE CARGAS ORGÂNICAS DE DBO.	256
TABELA 52 - VALORES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	257
TABELA 53 - AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA O EXTRAVASAMENTO DE ESGOTO EM ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	278
TABELA 54 - AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA O ROMPIMENTO DE LINHAS DE RECALQUE, COLETORES, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS.	279
TABELA 55 - AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA OCORRÊNCIA DE RETORNO DE ESGOTO EM IMÓVEIS.	280
TABELA 56 - AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGENCIA PARA VAZAMENTOS E CONTAMINAÇÃO DE SOLO, CURSO HÍDRICO OU LENÇOL FREÁTICO POR FOSSAS.....	281
TABELA 57 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 1.....	284
TABELA 58 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 2.....	287
TABELA 59 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	289
TABELA 60 - DIRETRIZES PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO.....	293
TABELA 61 - PROCEDIMENTOS ECONÔMICOS, FINANCEIROS, POLÍTICOS E SOCIAIS PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO.	294
TABELA 62 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DA COLETA CONVENCIONAL NOTURNA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	307
TABELA 63 - RECOMENDAÇÕES PARA A COLETA CONVENCIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	308
TABELA 64 - TREINAMENTOS PARA OS COLABORADORES DO SERVIÇO DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	310
TABELA 65 - FORMAS DE SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	322
TABELA 66 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS DIFERENTES TIPOS DE EXECUÇÃO DA COLETA SELETIVA.....	324
TABELA 67 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM.	337
TABELA 68 – TIPOS DE RESÍDUOS, ORIGEM E RESPONSABILIDADE.	339
TABELA 69 – ETAPAS DO PROCESSO DE RECICLAGEM DOS MATERIAIS.	341
TABELA 70 – CRITÉRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO.	344
TABELA 71 – INFRAESTRUTURA BÁSICA PARA A INSTALAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS.	346
TABELA 72 – PROPOSTA DE FREQUÊNCIA PARA O SERVIÇO DE VARRIÇÃO PÚBLICA. ..	351



TABELA 73 - RESPONSABILIDADES DOS GESTORES PÚBLICOS E PRIVADOS QUANTO AO MANEJO DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE RESÍDUOS.	372
TABELA 74 - PRINCIPAIS ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS QUE CONSTAM NO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	399
TABELA 75 - AÇÕES DE EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS - RESÍDUOS SÓLIDOS.....	417
TABELA 76 - SÍNTESE DO OBJETIVO 1.	422
TABELA 77 - SÍNTESE DO OBJETIVO 2.	426
TABELA 78 - SÍNTESE DO OBJETIVO 3.	429
TABELA 79 - SÍNTESE DO OBJETIVO 4.	432
TABELA 80 - SÍNTESE DO OBJETIVO 5.	435
TABELA 81 - SÍNTESE DO OBJETIVO 6.	438
TABELA 82 - SÍNTESE DO OBJETIVO 7.	441
TABELA 83 - SÍNTESE DO SISTEMA TARIFÁRIO.....	443
TABELA 84 - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS.	445
TABELA 85 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES A OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS, INUNDAÇÕES E ENCHENTES.....	470
TABELA 86 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES A ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS COM PROCESSOS EROSIVOS.	471
TABELA 87 - AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS REFERENTES A ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS.....	471
TABELA 88 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 1.....	475
TABELA 89 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 2.....	477
TABELA 90 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 3.....	480
TABELA 91 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 4.....	483
TABELA 92 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 5.....	486
TABELA 93 - TABELA SÍNTESE DO OBJETIVO 6.....	489
TABELA 94 - TABELA SÍNTESE DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA O SETOR 4.....	491
TABELA 95 - ANÁLISE GLOBAL.	502



APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Recreio - MG, em conformidade com o Contrato nº 026/2022. A elaboração do PMSB abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico – PMSB do Município de Recreio, visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/07 e principalmente pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020 que modifica e atualiza a lei anterior, assim como para atender as demandas da municipalidade. Sendo assim, o presente documento é apresentado ao município como o Produto VI, sendo a Versão Final do PMSB.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais, resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos. A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 14.026/2020 atualizou as diretrizes nacionais para o saneamento básico, além de instituir a ANA como a Agência Nacional reguladora do saneamento no país, entre outras mudanças. Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano Municipal de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se ao Produto VI, sendo a Versão Final, Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB de Recreio, atendendo aos requisitos do município para a sua elaboração.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em todo o território nacional há legislações que abrangem a proteção do ambiente, assim como, o seu uso sustentável, garantindo que a exploração econômica não cause danos irreversíveis para o meio e para a população. No caso do saneamento básico, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões, há inúmeras leis, normas e resoluções exclusivas, tanto na esfera Federal e Estadual agindo como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem todos os eixos, sendo estes, o abastecimento público, o esgotamento sanitário, a gestão e o manejo dos resíduos sólidos e a drenagem urbana.

Desta forma, o Novo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026/2020 concentra todas as formas legalmente possíveis de organização institucional dos serviços de saneamento básico, de maneira a atender as inúmeras realidades ambientais, econômicas e sociais do Brasil. Entre as suas principais determinações, enfatiza a consolidação do saneamento básico como objeto do planejamento integrado, juntamente com critérios e normas para a prestação e a exigência dos serviços.

Na esfera Estadual, de acordo com o Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais – PESB MG 2020, a Lei nº 11.720/1994 – Política Estadual de Saneamento Básico, assegura a proteção da saúde e a salubridade ambiental da área urbana e rural do Estado. Em seu Artigo 3, a uma série de princípios que proporcionam o acesso de todas as pessoas a um conjunto de melhorias que promovem a qualidade de vida dos municípios mineiros, sendo:

- I Direito de todos ao saneamento básico;
- II Autonomia do município quanto à organização e à prestação de serviços de saneamento básico, nos termos do art. 30, V, da Constituição Federal;
- III Participação efetiva da sociedade, por meio de suas entidades representativas, na formulação das políticas, na definição das estratégias, na fiscalização e no controle das ações de saneamento básico;
- IV subordinação das ações de saneamento básico ao interesse público, de forma a se cumprir sua função social.

Em se tratando de legislação voltada para a educação ambiental, de acordo ainda com o PESB MG 2020, este tema foi incluído na Lei Federal nº 11.445/2007 e posteriormente alterado pela Lei nº 14.026/2020, com o objetivo de incentivar a economia no consumo de água e a introdução de novas tecnologias para sistemas sanitários que contribuem para a redução e o reúso da água, através dos efluentes sanitários.

Sendo assim, nos capítulos que se seguem serão apresentadas as legislações Estadual e Federal relacionadas ao saneamento básico e a educação ambiental, para que desta maneira, possa haver uma comparação, caso haja, ou até mesmo, um apontamento mostrando a inexistência de determinada lei, Norma ou Resolução no Município de Recreio, para que assim, possa se propor possíveis adequações.

1.1. Legislações Relacionadas ao Saneamento Básico e a Educação Ambiental nas Esferas Municipal, Estadual e Federal.

A análise da legislação federal, estadual e municipal aplicável ao saneamento básico e a educação ambiental, para a elaboração do PMSB do Município de Recreio, será realizada em entendimento com as políticas públicas previstas para o Estado e para o País, de modo a compatibilizar as soluções a serem propostas com as legislações vigentes. Para esta elaboração, o arcabouço legal utilizado para as análises se encontra nas tabelas abaixo.

Tabela 1 - Legislações Federal relativas ao saneamento básico.

Leis Federais	
Legislação	Conteúdo
Lei nº 6.766/1979	Sobre o Parcelamento do Solo Urbano, e legislação posterior
Lei nº 6.938/1981	Lei nº 6.938/1981 Institui a Política Nacional do Meio Ambiente e legislação posterior.
Lei nº 7.347/1985	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.
Lei nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos
Lei nº 9.605/1998	Dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e legislação posterior.
Lei nº 9.795/1999	Dispõe sobre Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Lei nº 9.984/2000	Lei nº 9.984/2000 Dispõe sobre a criação da ANA
Lei nº 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza



Lei nº 10.257/2001	Estabelece diretrizes gerais da política urbana (Estatuto da Cidade)
Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Lei nº 12.334/2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.
Lei Complementar nº 140/2011	Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção do meio ambiente.
Lei nº 12.608/2012	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC.
Lei nº 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Novo Código Florestal)
Portaria de Consolidação nº 05/2017	Portaria de Consolidação nº 05/2017 Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde; trata do controle e da vigilância da qualidade da água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.
Resolução CONAMA 05/1988	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras de saneamento.
Resolução CONAMA 313/2002	Dispõe sobre o inventário Nacional de Resíduos Sólidos industriais.
Resolução CONAMA 357/2005	Dispõe sobre a classificação e enquadramento de cursos d'água.
Resolução CONAMA 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.
Resolução CONAMA 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e legislação posterior.
Resolução CONAMA 375/2006	Resolução CONAMA 375/2006 Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados; e legislação posterior.
Resolução CONAMA 377/2006	Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário.
Resolução CONAMA 404/2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Resolução CONAMA 430/2011	Resolução CONAMA 430/2011 Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 2 - Legislações Estadual relativas ao saneamento básico.

Leis Estaduais	
Legislação	Conteúdo
Lei nº 10.793/1992	Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado.
Lei nº 12.503/1997	Cria o Programa Estadual de Conservação da Água.
Lei nº 13.199/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e legislação posterior.
Lei nº 13.771/2000	Dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Minas Gerais, e legislação posterior.
Lei nº 11.720/2004	Dispõe Sobre a Política Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais.
Lei nº 18.031/2009	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais.
Decreto nº 36.892/1995	Regulamenta o Fundo Estadual de Saneamento Básico - FESB e dá outras providências.

Decreto nº 41.578/2001 Regulamenta a Lei nº 13.199/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
Decreto nº 44.814/2008	Contém o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.
Decreto nº 45.872/2011	Institui, no âmbito do Estado, o Programa Água para Todos.
DN. Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
N. CERH-MG nº 65/2020	Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências.
Lei nº 18.309/2009	Estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e cria a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE-MG.

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 3 - Legislações Municipal relativas ao saneamento básico.

Leis Municipais	
Legislação	Conteúdo
Lei nº 001/1990	Lei Orgânica Municipal
Lei nº 1.270/2009	Institui o Código de Posturas do Município de Recreio, Incluindo Disposições Gerais Sobre Vigilância Sanitária e dá Outras Providências
Lei nº 040/2006	Código de Obras do Município
Lei nº 9.380/2001	Cria o Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental – CODEMA
Lei nº 1.292/2009	Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC.
Decreto nº 83/2017	Dispõe Sobre a Instituição do Preço de Serviço Público pela Coleta, Transporte e Destinação Final de Entulhos e dá Outras Providências.
Lei nº 1.689/2019	Protocolo de Intenções da Agencia Reguladora Intermunicipal dos Serviços de Saneamento da Zona da Mata e Adjacências – ARIS – ZM.
Lei nº 1.690/2019	Ratifica a Alteração pelo Município de Recreio do Contrato de Consórcio Público Intermunicipal de Saneamento Básico da Zona da Mata – CISAB ZONA DA MATA
Lei nº 1.717/2020	Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Do Município de Recreio e dá outras providências.

Fonte: Prefeitura Municipal de Recreio – MG, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.2. Análises

Após todo o disposto no capítulo anterior, conclui-se que o Município de Recreio, há alguns anos, possui legislações voltadas para a questão do saneamento básico e para a questão da educação ambiental. Apesar de a Lei



Municipal nº 1.644/2017, em seu Artigo 69 revogar a Lei Municipal nº 1.554/2015, que instituía a Política Municipal de Saneamento Básico, o município possui um capítulo exclusivo sobre este tema em sua Lei Orgânica Municipal, sendo está a Lei nº001/1990.

Além do Título IV, Capítulo I da Subseção Única, em seus Artigos 129, 130, 131 e 132, que trata exclusivamente sobre a questão do saneamento básico no Município de Recreio, há também o Título I, Capítulo II, Seção I – Do Patrimônio Público, em seu Parágrafo 1, que se refere a decretação de áreas de proteção ambiental, desapropriação e de outras formas de acautelamento e preservação e o Título IV, Capítulo I, Seção I – Da Saúde, em seu Artigo 120, Parágrafo Único que diz:

Para atingir os objetivos estabelecidos no artigo acima, o Município promoverá por todos os meios ao seu alcance, quais sejam: o direito à saúde que implica em condições dignas de trabalho, saneamento, moradia, alimentação, educação, transporte, lazer, informação, participação, respeito ao ambiente e controle da poluição ambiental.

Ainda sobre o Título IV, Capítulo I, Seção I – Da Saúde, em seu Artigo 27, inciso V, é descrito que a responsabilidade de planejar e executar a Política de Saneamento Básico, em articulação com o Estado e a União, compete ao município em consonância com o Sistema Único de Saúde – SUS.

Sobre a questão da proteção dos recursos hídrico, há dentro da Lei Orgânica Municipal, o Título IV, Capítulo I, Seção VII – Do Meio Ambiente, em seu Artigo 164, que determina a competência do Poder Público local o acompanhamento e a fiscalização sobre qualquer interferência nos corpos hídricos presente no município, como a pesquisa e a exploração que for potencialmente prejudicadora deste recurso. No Título IV, Capítulo II, Seção IV – Da Política Urbana, a questão do saneamento básico municipal está descrita no seu Artigo 190, que diz:

Incumbe à Administração Municipal promover e executar programas de construção de moradias populares e garantir, em nível compatível com a dignidade da pessoa humana, condições habitacionais, saneamento básico e acesso ao transporte.



Desta forma, exclusivamente para a questão do saneamento básico municipal, como dito anteriormente, a Lei Orgânica do Município de Recreio traz em seu Título IV, Capítulo I, Subseção Única – Do Saneamento Básico, os seguintes Artigos:

Artigo 129 - O Município, em consonância com a sua Política Urbana e com o seu Plano Diretor, se responsabilizará pela promoção do saneamento básico em seu território;

Artigo 130 - A Prefeitura Municipal, por iniciativa própria ou a requerimento de qualquer cidadão, procederá à interdição imediata do loteamento regular, irregular ou clandestino, em que se realizar a venda de lotes ou terrenos sem prévia implantação de rede de esgoto sanitário, abastecimento de água, drenagem de águas pluviais, aprovados pelo órgão municipal competente. *Parágrafo único* - À Prefeitura Municipal é vedada a aprovação de qualquer parcelamento em área onde não esteja assegurada a capacidade técnica da prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais, aprovados pelo órgão municipal competente;

Artigo 131 - As edificações somente serão licenciadas, se comprovada a existência de redes de esgoto sanitário compatíveis no local. *Parágrafo único* - Caso inexista o sistema de esgotamento sanitário, caberá ao incorporador prover a infraestrutura necessária, incluindo-se aí o tratamento de esgoto, ficando a cargo da empresa concessionária do serviço de esgotos a responsabilidade pela operação e manutenção da rede e das instalações do sistema;

Artigo 132 - É vedada a criação de aterros sanitários à margem de rios, lagos, lagoas e junto a mananciais.

Ressalta-se, que dentro do Título VI, Capítulo II, Seção I – Das Disposições Gerais e Transitórias, em seu Artigo 1, há a determinação que a execução dos serviços públicos de saneamento básico no Município de Recreio será exclusivamente de órgão da administração direta ou indireta. Ressalta-se também, que para cumprir, financeiramente todas estas determinações relacionadas ao saneamento básico municipal, a Lei Orgânica garante através do Título III, Capítulo II, Do Orçamento, o Artigo 117 que diz:

A Lei Orçamentária assegurará investimentos prioritários em programas de educação, saúde, habitação, saneamento básico e proteção do meio ambiente.

Em relação a Lei nº 1.270/2009, que Institui o Código de Posturas do Município de Recreio, incluindo Disposições Gerais Sobre Vigilância Sanitária e dá Outras Providencias, este, possui quatro capítulos e quinze artigos exclusivamente para a questão do saneamento básico no município, dentre eles pode-se citar o Art. 6, Título II, Capítulo I, Incisos I, II e III que determinam:

A fiscalização das condições sanitárias, ambientais e de higiene objetiva proteger a saúde da comunidade e compreende basicamente:

I - a limpeza pública, o abastecimento de água, o afastamento dos esgotos sanitários, o escoamento das águas pluviais;

II - as condições higiênico sanitárias das edificações, dos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e de equipamentos;

III - o meio ambiente, os aspectos de preservação ambiental e de controle da poluição.

O Artigo 2, Inciso I do Código de Posturas do município elenca os conceitos básicos sobre a salubridade, sendo:

I - aspectos sanitários, ambientais e de higiene pública referem-se às condições sanitárias e prestação de serviços de saneamento, à proteção do meio ambiente e do controle da poluição, à salubridade e higiene das habitações, terrenos, estabelecimentos e equipamentos, à exploração de atividades com impactos no meio ambiente e na segurança, e todas as demais questões que estiverem, intrínseca e extrinsecamente, ligadas à matéria.

Ainda sobre a questão da salubridade, o Título II, Capítulo III – Das Condições Higiênico – Sanitárias das Edificações e Equipamentos de Acesso Público, Seção I em seu Artigo 36, Incisos I, II, III e IV diz que:

Art. 36 – *Além das exigências da legislação pertinente ao tema, nos âmbitos federal, estadual e municipal, presumem-se insalubres as edificações quando:*

I – Construídas em terreno úmido e alagadiço;

II – Não dispuserem de abastecimento de água potável suficiente para atender às necessidades gerais dos moradores ou usuários;

III – Nos pátios ou quintais que se acumulem águas estagnadas ou lixo;

IV – Possuírem esgotos sanitários correndo a céu aberto.

Há de se destacar a preocupação do município com a elaboração de seu PMSB, através do Título II, Capítulo I em seu Parágrafo Único, determinando a formulação da Política Pública Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico em conformidade com o Artigo 9 da Política Nacional de Saneamento Lei nº 11.445/2007. Isto ocorreu devido ao fato de que o Código de Postura Municipal possui a sua criação posterior a Política Nacional do Saneamento, demonstrando que os gestores municipais conheciam as novas diretrizes sobre esta vertente no país.

Sobre a questão de ligações clandestinas, seja para água potável, esgoto sanitário ou águas pluviais, há no Código de Posturas do Município o Título II, Capítulo II – Da Limpeza Pública, Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Escoamento Pluvial o Artigo 11, da Seção I determinando que ninguém é lícito, qualquer que seja o pretexto, de impedir ou dificultar o livre escoamento das águas pelos canos, valas, sarjetas ou canais dos logradouros públicos.

Ainda sobre a questão das ligações clandestinas, a Seção IV do Capítulo II - Das Medidas Relativas ao Escoamento Pluvial, Utilização e Limpeza de Terrenos, Cursos d'Água e Valas, em seu Parágrafo Único determina que os proprietários dos imóveis ficam proibidos de fazer a ligação das águas pluviais oriundas de seus terrenos na rede de esgotos sanitários, sob pena de incorrerem nas sanções previstas em lei específica do município.

Em consonância com o determinado no parágrafo acima, há também no Código de Posturas do município, o Título III, Capítulo IV – Da Utilização de Conservação dos Logradouros e Equipamentos dos Serviços Públicos o Artigo 114, que dá poderes a Prefeitura de Recreio em processar o responsável por causar danos aos equipamentos dos serviços públicos, como o de abastecimento de água, esgotos sanitários e de drenagem pluvial.

Em relação a responsabilidade do Poder Público local com as questões de saneamento básico no Município de Recreio, o Código de Postura Municipal, ainda através do Capítulo II, em sua Seção III – Das Medidas Relativas ao Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, Artigo 22, Parágrafo 1º e 6º diz que:

Compete aos órgãos municipais de meio ambiente, de obras e de serviços urbanos examinar diretamente, ou solicita ao SAAE - Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto, de forma periódica, exame das



condições higiênico-sanitárias das redes de instalações públicas de água que são de sua responsabilidade, bem como examinar diretamente, ou através de convênio ou contrato com órgãos especializados, de forma periódica, as condições higiênico-sanitárias das redes e instalações públicas de água e de esgoto que são da responsabilidade do município, com o objetivo de preservar a saúde da população;

§ 1º. A Secretaria Municipal de Saúde deverá participar da formação da Política Pública de Saneamento e do Plano Municipal de Saneamento, em conformidade com o Art. 6º desta Lei, bem como participar do acompanhamento da implementação das ações sanitárias de interesse para a saúde pública;

§ 6º. Se os serviços de abastecimento de água e/ou esgotos sanitários forem concedidos integralmente pelo município, a entidade especializada neste setor, essa entidade estará obrigada a cumprir todas as disposições desta Lei, no que couber.

Em suma, o Código de Postura do Município de Recreio ainda traz alguns artigos relacionados as especificações técnicas para a construção de fossas sépticas para aqueles imóveis desprovidos da coleta pública de esgoto. Entretanto, sobre esta questão, apesar de ser abordado na Lei nº 14.026/2020, em seu Artigo 3 – B, que diz: “Consideram-se serviços públicos de esgotamento sanitário aqueles constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes atividades”:

Inciso IV – disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas.

É necessário que o Código de Postura do município se adeque ao Artigo 11 – B, da Lei nº 14.026/2020, que diz:

Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento.

Isto se faz necessário, devido ao fato, de que atualmente o município, segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS 2021, apesar de coletar quase 100% de seus esgotos sanitários, trata apenas 10% do volume coletado. Sendo extremamente necessário uma política voltada exclusiva para investimento no setor de tratamento de esgoto, atendendo desta forma, a meta estipulada pelo novo Marco Legal do Saneamento.

No caso do eixo limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos do Município de Recreio, este também é repleto de Artigos, Decretos e Leis que garantem, pelo menos na questão das diretrizes, suportes para as tomadas de decisões por parte do Poder Público Municipal.

O município possui dentro do Código de Posturas o Título II, Capítulo II em sua Seção II que trata da Coleta e Destinação Final de Resíduos Urbanos, enquanto que, há o Decreto nº 083/2017 que Dispõe Sobre a Instituição do Preço de Serviço Público Pela Coleta, Transporte e Destinação Final de Entulhos e dá Outras Providencias e a Lei nº 1.717/2020, que Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Recreio e dá Outras Providencias.

Em relação ao Título II, Capítulo II, Seção II – Da Coleta e Destinação Final de Resíduos Urbanos, do Código de Postura municipal, há nove artigos que tratam sobre esta questão, como o Artigo 13, que define o que é resíduo sólido e a sua diferenciação em relação ao RDO, resíduos provenientes da limpeza urbana e os resíduos especiais. Este último, possui a sua definição nos Parágrafos Terceiro e Quarto, que dizem:

§ 3º - Resíduos sólidos especiais são aqueles cuja produção diária excede o volume ou o peso determinado para coletar regular ou que, por sua composição quantitativa ou qualitativa, requeiram cuidados especiais tanto na coleta quanto na destinação final;

§ 4º - Para efeitos desta Lei, todo o lixo resultante da linha de produção industrial é considerado resíduo sólido especial.

O Artigo 14 determina a forma de apresentação do resíduo para a coleta pública, como a definição do tipo de recipiente para o acondicionamento do resíduo, para que não haja riscos ao coletador e nem o rompimento do recipiente, causando assim o despejo do resíduo em vias públicas, além, do dever do cidadão em respeitar os dias e horários de coleta especificados pela Prefeitura. Há também o Artigo 16 do Código de Posturas, que trata sobre a definição do tipo de resíduo que deve ser removido por seus geradores, sendo:

- I – Entulhos, materiais e restos de construção civil;*
- II – Restos de limpeza e poda de jardins e quintais particulares;*
- III – Moveis, colchoes, equipamentos, utensílios e similares, carcaças de veículos e similares;*
- IV – Lama proveniente de postos de lubrificação e lavagem de veículos;*



- V – Lixo comercial e de serviços com volume superior a 500 (quinhentos) litros ou 150 (cento e cinquenta) quilos por fonte produtora em um período de vinte e quatro horas;*
VI – Resíduos de abatedouros e similares;
VII – Outros que, a juízo do órgão municipal competente e do CODEM, se enquadrem nesta classificação.

O Artigo 17 também classifica os resíduos oriundos das atividades de terraplanagem como resíduos sólidos especiais, obrigando o gerador a destinar estes materiais para locais devidamente autorizados pela Prefeitura de Recreio. Ainda sobre a questão da responsabilidade da remoção dos resíduos sólidos, no caso de os resíduos industriais, o Poder Público Municipal através do Artigo 18 do Código de Posturas, se exime completamente e transfere a obrigação da destinação final adequada para a fonte geradora, principalmente para o resíduos considerados perigosos ou aqueles no qual é exigido condições especiais para o manuseio, acondicionamento e transporte, cabendo apenas a Prefeitura e ao CODEMA a fiscalização de toda a cadeia envolvida.

E por último o Artigo 19 do Código de Postura municipal, que possui todas as tratativas em relação ao lixo séptico, como a definição dos locais de geração, o responsável pela coleta, os tipos de tratamento e a responsabilidade dos geradores em elaborar os seus Planos de Gerenciamento de Resíduos do Serviço de Saúde – PGRSS.

Em se tratando do Decreto nº 083/2017, que Dispõe Sobre a Instituição do Preço de Serviço Público Pela Coleta, Transporte e Destinação Final de Entulhos e dá Outras Providencias, este também é de suma importância para o Município de Recreio, pois, o referido Decreto trata exclusivamente sobre a questão do RCC gerado. Neste Decreto é estipulado o preço do m³ para a recolha do RCC pela Prefeitura, além de artigos que tratam sobre a autorização para a disposição temporária de RCC em logradouros públicos e da proibição de despejo deste tipo de resíduo em local desprovido de licença.

Finalizando, a aprovação do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PMGIRS, através da Lei nº 1.717/2020, que Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Recreio e da Outras Providencias, garante que todas as diretrizes citadas em parágrafos anteriores, relacionadas a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, sejam



atualizadas com o cotidiano local e principalmente, com o que é proposto pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS Lei nº 12.305/2010.

2. CONCLUSÃO

O Artigo 1 da Lei Municipal nº 1.717/2020, que aprova o PMGIRS de Recreio, diz:

Fica aprovado o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Recreio - PMGIRS, na forma do Anexo Único, nos termos da Lei Federal nº 12.305, de 02 de outubro de 2010, que "Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências.

Sendo assim, apesar de o Código de Postura Lei nº 1.270/2009, ser anterior a criação da PNRS, o mesmo possui diretrizes que pode auxiliar os gestores nas tomadas de decisões, em relação aos outros eixos do saneamento básico, sendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a drenagem urbana, ou drenagem das águas pluviais. Entretanto, é aconselhável que na questão da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos seja utilizado o que está disposto no PMGIRS e na PNRS, situação esta, que será melhor detalhado nos parágrafos que se seguem, inclusive para o Decreto nº 083/2017.

Em se tratando de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana, do ponto de vista técnico, muito do que é determinado no Código de Postura, pode-se atualmente ser aplicado no município. Provavelmente pelo fato de o Código de Postura de Recreio ser posterior a criação da Lei nº 11.445/2007 e isto pode explicar as semelhanças entre as diretrizes propostas em ambos. O mesmo ocorrendo com a Lei nº 001/1990, sendo esta, a Lei Orgânica do Município, apesar de esta última ser muito anterior a Lei nº 11.445/2007 e a 12.305/2010.

Entre os pontos relacionados sobre a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, presentes no Código de Postura e que devem ser atualizados em consonância com o PMGIRS e principalmente, com a PNRS é a questão da educação ambiental e da coleta seletiva, pois, nem na Lei Orgânica do Município, assim como, no Código de Postura foi citado algo sobre estas questões.



Sobre os resíduos especiais muito citados no Código de Postura, é necessário que haja uma separação neste conceito, pois no Código de Postura de Recreio o resíduo especial refere-se aos resíduos que ultrapassam um volume pré-determinado para a coleta ou, são os resíduos industriais que necessitam de manuseio, acondicionamento, transporte e tratamento diferenciado. No caso de se utilizar resíduos especiais para resíduos que ultrapassam um volume pré-determinado, este, do ponto de vista técnico deste trabalho, poderá continuar com esta definição. Entretanto, para os resíduos que necessitam de manuseio, acondicionamento, transporte e destinação correta, sendo industriais ou não, é aconselhável que se use a definição da PNRS para que sejam reclassificados como resíduos Perigosos ou Classe I.

No caso dos resíduos dos serviços de saúde – RSS, o Código de Postura está desatualizado em relação a PNRS em sua nomenclatura, sendo necessário substituir resíduos séptico por resíduos do serviço de saúde – RSS. Outra questão relacionada ao RSS é a desobrigação do Poder Público sobre a coleta e o tratamento.

O Poder Público possui competências para o recolhimento, porém, é necessária uma taxação deste serviço e que o veículo de coleta, assim como, a equipe de coleta esteja dentro das principais Normas e Resoluções relacionadas ao manuseio e transporte deste tipo de resíduo. A PNRS determina que para o RSS é obrigação do gerador a sua destinação correta.

Outra questão relacionada ao RSS é sobre a destinação correta do mesmo, pois, no Artigo 19 do Código de Postura de Recreio, sugere-se como destinação correta a incineração deste tipo de resíduo no local de produção. Este tópico é extremamente necessário à sua revisão, ou até mesmo a sua exclusão, devido ao fato de que para se incinerar resíduos, principalmente o RSS, deve-se seguir uma série de procedimentos existentes em Normas e Resoluções.

Por fim, o Decreto nº 083/2017 que Dispõe Sobre a Instituição do Preço de Serviço Público Pela Coleta, Transporte e Destinação Final de Entulhos e dá Outras Providencias, apesar de ser muito útil para o município, também carece de atualização no Parágrafo Primeiro do Artigo 7, sendo que, realmente cabe a Prefeitura a escolha do local onde poderá ser depositado o RCC. Entretanto, a Prefeitura deve licenciar estes locais e buscar novas alternativas que não sejam os bota-fora, buscar também em consonância com o seu PMGIRS, o que está

sendo proposto e procurar destinações mais nobres para os RCCs gerados no Município de Recreio.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um conjunto de informações pertinentes sobre a área de estudo, com um breve histórico do Município de Recreio, como sua localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais e a situação socioeconômica onde são apresentados os aspectos demográficos juntamente com o índice de desenvolvimento humano municipal, os aspectos econômicos e a projeção populacional.

3.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

O Município de Recreio é pertencente ao Estado de Minas Gerais, localizado na Mesorregião da Zona da Mata e Microrregião de Cataguases. Situado a 183 metros em relação ao nível do mar, nas coordenadas geográficas de Latitude 21°31'37" Sul e Longitude 42°28'03" a Oeste de Greenwich. A cidade de Recreio se encontra a 245 km da capital do estado Belo Horizonte e 861 km da capital do País Brasília.

A área territorial de Recreio corresponde a aproximadamente 234,29 km² de extensão. De acordo com o IBGE, a população estimada no ano de 2021 é de 10.522 habitantes. Considerando essas informações, a densidade demográfica do município é de 43,96 hab/km². As pessoas nascidas em Recreio recebem o gentílico de recreiense ou recreense.

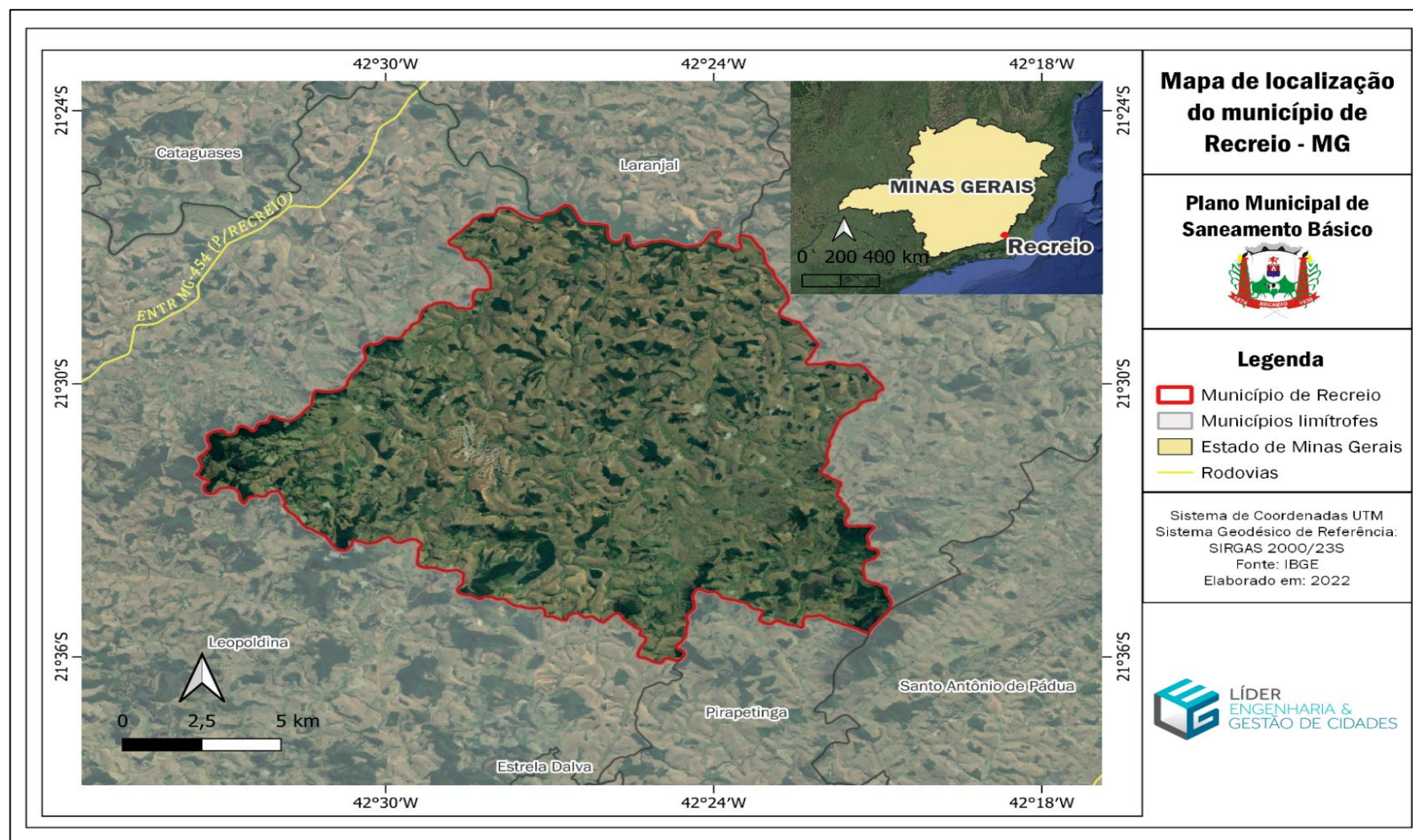
As cidades limítrofes ao município são Laranjal, Leopoldina, Estrela Dalva, Palma, Volta Grande, Cataguases, Pirapetinga, Santo Antônio de Pádua, Miracema, Itamarati de Minas, Aperibé, Argirita, Miraí, Barão de Monte Alto, Além Paraíba, Muriaé e Santo Antônio do Aventureiro. O município possui atrações culturais como Museu Espaço dos Anjos, Museu da Eletricidade, Centro Ferroviário de Cultura e a Casa de Cultura Humberto Mauro.

A principal via de acesso para o município é através da rodovia estadual MG – 454 e o trevo de acesso ao município através da rodovia federal BR – 116,



sendo está uma das principais rodovias federais do país e é totalmente pavimentada, possuindo cerca de 4.486 km de extensão.

Figura 1 - Mapa de Localização de Recreio – MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.2. Histórico

A região que hoje sede o município de Recreio era composta pela Fazenda Laranjeiras, sendo este imóvel rural propriedade dos senhores Francisco Ferreira Brito Neto e Inácio Ferreira Brito. Devido à crescente demanda da cafeicultura na região da Zona da Mata, se fez necessário uma forma de transporte mais eficientes para as produções cafeeiras.

Os elementos que compõem os registros históricos do município de Recreio ocorreram principalmente em função da construção do ramal ferroviário, que seria responsável por interligar os municípios de Porto Novo e Cataguases. Após conflitos em relação a passagem dos trilhos pelas terras da região, foram oferecidos pelos senhores Francisco Ferreira Brito Neto e Inácio Ferreira Brito, a passagem dos trilhos por sua propriedade.

No ano de 1874, após as preparações técnicas do terreno, foi inaugurada a estação de Recreio, sendo este um fato marcante para o início do povoado na região. Em 1890, com a publicação da Lei Estadual N° 123/1890, foi criado o distrito de Recreio, sendo este subordinado ao município de Leopoldina. As divisões territoriais permaneceram inalteradas até o ano de 1937. Porém em 1938, com a publicação da Lei Estadual N° 148/1938, o antigo distrito de Recreio foi elevado à categoria de município, se desmembrando do município de Leopoldina.

3.3. Aspectos Ambientais

3.3.1. Clima

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como as zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática mais utilizada na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, que é uma classificação genérica lançado pela primeira vez no ano de 1900, e Köppen relacionava o clima com a vegetação, a partir de critérios numéricos que definiriam os tipos climáticos, porém, em algumas

ocasiões esta classificação não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos.

Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo baseava-se nas zonas de vegetação do mapa feito por Alphonse de Candolle. O modelo foi revisado em 1918, dando maior atenção à temperatura, à precipitação pluvial e às suas características sazonais. Estabeleceu-se assim cinco tipos climáticos principais designados pelas letras maiúsculas:

- A - Climas tropicais chuvosos;
- B - Climas secos;
- C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;
- D - Climas frios com neve-floresta;
- E - Climas polares.

Sendo:

A - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;

B - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;

C - a temperatura média varia entre -3°C e 18°C no mês mais frio;

D - com temperatura média abaixo de -3°C o mês mais frio e temperatura média maior do que 10°C para o mês mais quente;

E - temperatura média menor do que 10°C para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

f – úmido o ano todo (A, C, D);

m - de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);

w – chuva de verão (A, C, D);

S - estação seca de verão (B);

W - estação seca de inverno (B);

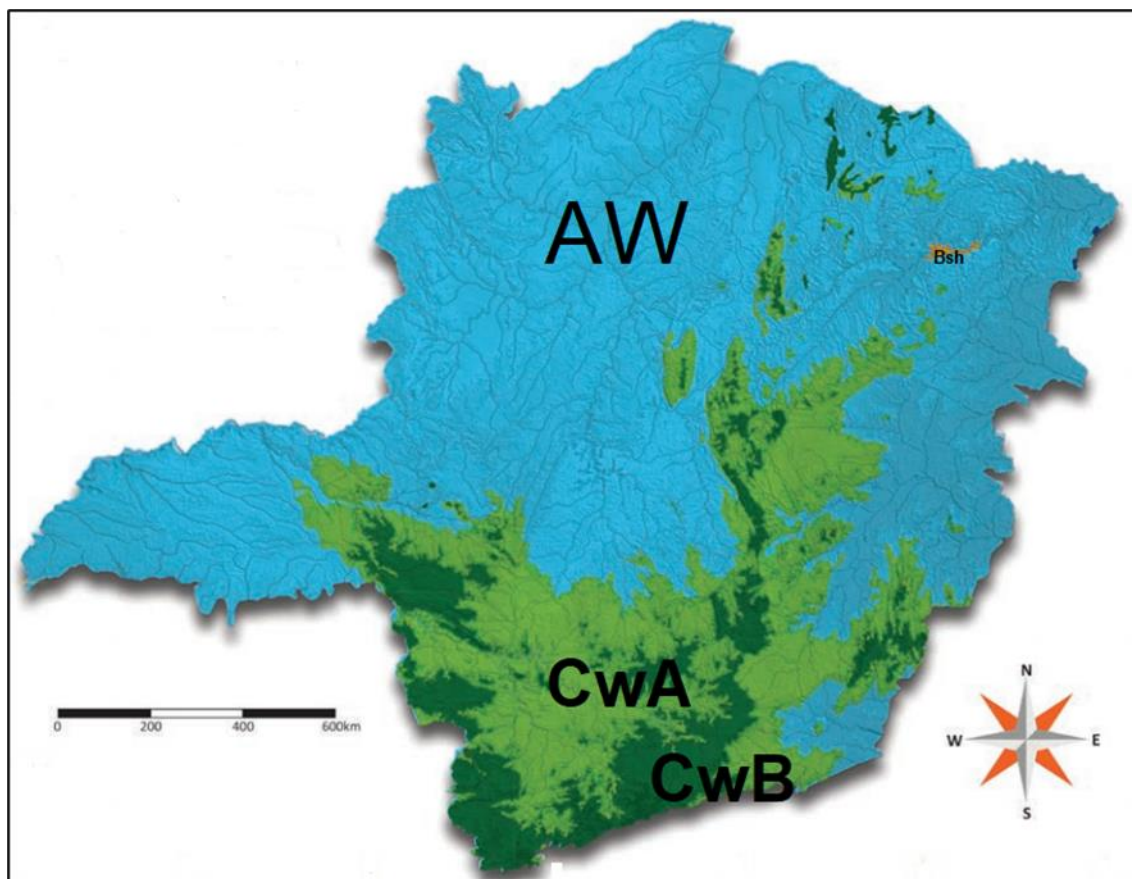
Desta forma, primeiramente, será demonstrado abaixo a classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Minas Gerais. Sendo que, o Estado apresenta sensível variedade de climas e está dividido conforme as quatro seguintes classificações:

- **Aw – Clima tropical de savana:** apresenta estação chuvosa no verão com média anual de 1.500mm, e estação seca no inverno com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, e precipitação do mês mais seco menor que 60mm;
- **Bsh – Clima Semi-Árido quente:** De acordo com a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1988), esta classificação de Köppen-Geiger é caracterizada por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, com baixa nebulosidade, forte insolação, altos índices de evaporação com temperaturas médias em torno de 27°C. De acordo ainda com a EMBRAPA (1988), esta classificação possui umidade relativa do ar baixa, ocorrência de chuvas entre 250 mm a 750 mm por ano, concentrando-se em um período curto de tempo, causando enchentes torrenciais. Além disto, durante a época das chuvas entre os meses de novembro a abril, a sua distribuição é irregular deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A EMBRAPA (1988), afirma também que a vegetação típica desse tipo de clima é a Caatinga e a região brasileira onde está classificação ocorre é o interior da Região Nordeste;
- **Cwa - Clima subtropical de inverno seco:** com temperaturas inferiores a 18°C e verão quente com temperaturas superiores a 22°C;

- **CwB - Clima subtropical de altitude:** com inverno seco e verão ameno e temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C.

A figura abaixo mostra o Estado de Minas Gerais segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Figura 2 - Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais.



Fonte: Companhia Energética de Minas Gerais S.A – CEMIG, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Especificamente para o município de Recreio, localizado a uma altitude de 183 metros, como citado nos tópicos anteriores, a pluviosidade média anual é de 1478 mm e a classificação de acordo com Köppen-Geiger é do tipo Aw – Clima tropical com estação seca. O clima tropical com pouco número de chuvas no inverno e maiores ocorrências no verão. A temperatura média anual é de 22,7 °C. Sendo assim, abaixo segue o quadro climático do Município de Recreio, segundo o *Climate Date*.

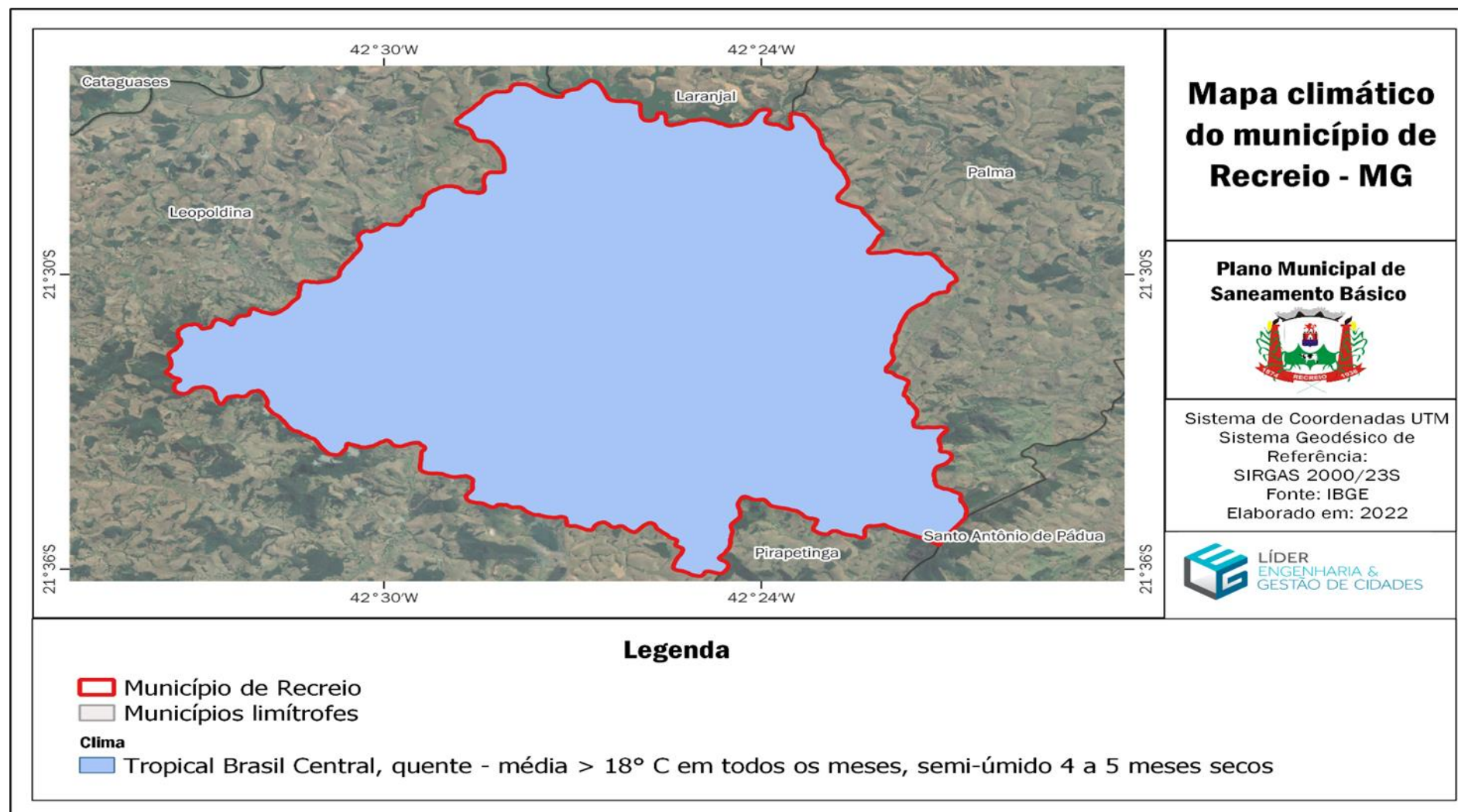
Figura 3 - Variedades climatológicas de Recreio.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.3	25.6	24.8	23.3	20.9	19.8	19.4	20.4	21.9	23.2	23.3	24.5
Temperatura mínima (°C)	21.8	21.8	21.4	19.9	16.8	15.5	14.8	15.7	17.4	19.2	20	21.2
Temperatura máxima (°C)	29.8	30.3	29.2	27.6	25.4	24.7	24.5	25.9	27.4	28.4	27.7	28.9
Chuva (mm)	233	149	179	79	54	21	24	29	70	119	242	279
Umidade(%)	77%	75%	78%	77%	75%	76%	73%	69%	67%	70%	77%	79%
Dias chuvosos (d)	14	10	13	9	6	3	3	4	7	9	14	15
Horas de sol (h)	8.5	8.6	7.5	6.4	6.1	6.0	6.1	6.4	6.4	6.5	6.4	7.7

Fonte: CLIMATE-DATE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A figura abaixo mostra a classificação climática de Recreio, de acordo com a classificação do IBGE.

Figura 4 - Mapa climático do município de Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.1.1. Temperatura

No Estado de Minas Gerais a temperatura é fortemente influenciada por uma geografia peculiar, com diferentes conjuntos topográficos como as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço, além, de o fato de não ter proximidade com o oceano. Estas características influenciam diretamente na temperatura regional, pois, a distância com o oceano contribui para uma maior amplitude do ciclo diurno da temperatura do ar.

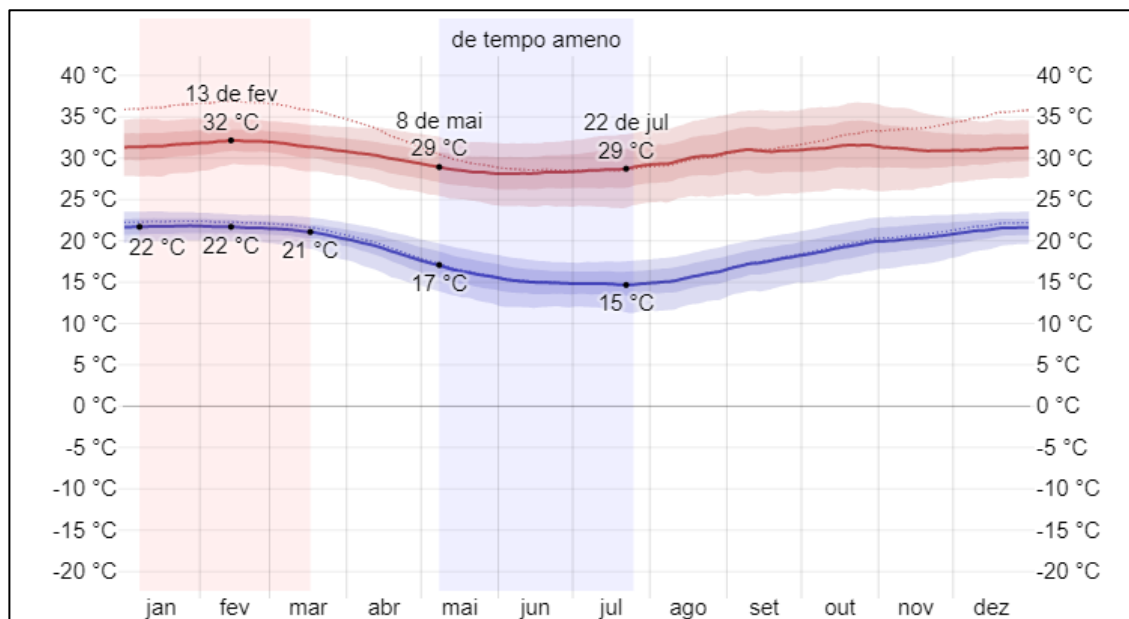
As regiões topográficas do estado possuem altitudes que variam entre 76 a 2892 metros aproximadamente, que favorecem o desenvolvimento de circulações de mesoescala ou brisa de vale e montanha, que influenciam a direção e a intensidade do vento. Somado a isto, áreas com maior elevação possuem temperaturas mais baixas que aquelas mais próximas ao nível médio do mar.

Sendo assim, a temperatura média da máxima anual no estado é de 30°C a 32°C ou mais. Porém, nas citadas superfícies elevadas o resfriamento adiabático não permite máximas importantes, o que reduz a média das máximas diárias a valores inferiores a 29°C, descendo abaixo de 26°C nos locais mais elevados da serra do Espinhaço e da Mantiqueira.

Em se tratando de temperatura média da mínima anual, no norte do Estado de Minas Gerais estas médias são superiores a 14°C. Enquanto que nas superfícies elevadas do centro sul do estado as mínimas médias são entorno de 10°C anual e, a média da mínima no interior do estado, mais precisamente no Triângulo Mineiro variam entre 12°C a 10°C anual.

No município de Recreio a estação quente permanece por 2,3 meses, de 7 de janeiro a 17 de março, com temperatura máxima média diária acima de 31 °C. O mês mais quente do ano em Recreio é fevereiro, com a máxima de 32 °C e mínima de 22 °C, em média. A estação fresca permanece por 2,5 meses, de 8 de maio a 25 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 29 °C. O mês mais frio do ano em Recreio é junho, com a máxima de 28 °C e mínima de 15 °C, em média.

Figura 5 – Gráfico da Média de temperaturas mensais do Município de Recreio.



Fonte: Wheathespark, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.1.2. Precipitação

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho ou outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. A unidade de medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m².

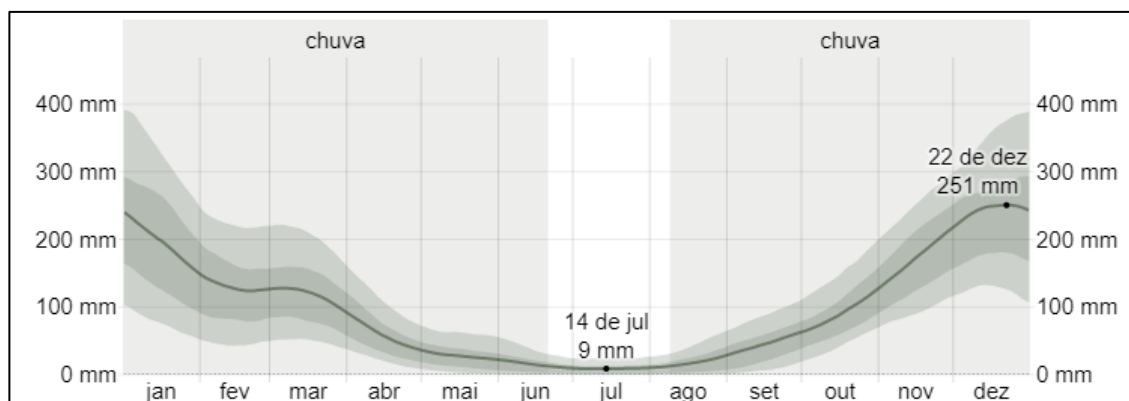
Na região leste e centro - norte do Estado de Minas Gerais a precipitação média é menos de 1.500mm de chuva durante o ano. No vale do rio São Francisco e médio vale do rio Jequitinhonha a média da precipitação anual é de 1.000mm. Sendo este, o mais baixo índice de precipitação anual da região Sudeste.

Enquanto que a precipitação média anual na divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro ultrapassam os 1850mm de chuva. Sendo o Município de Bocaina de Minas o município mineiro com a maior precipitação anual, totalizando a média de 2077mm. Desta forma, a precipitação média no Estado de Minas Gerais é de 2100mm, de acordo com a EMBRAPA, 2010.

No município de Recreio a estação que apresenta maiores ocorrências de precipitação é entre os meses de outubro e abril, durando aproximadamente 5,4 meses. O mês responsável por maiores ocorrências de precipitação é em dezembro, com média de chuvas de 20,1 dias.

A estação de época seca dura cerca de 6,6 meses e vai entre os meses de abril e outubro. O mês responsável pela menor precipitação mensal é em julho, com cerca média de chuvas de 2,1 dias.

Figura 6 – Gráfico de Precipitação em Recreio.



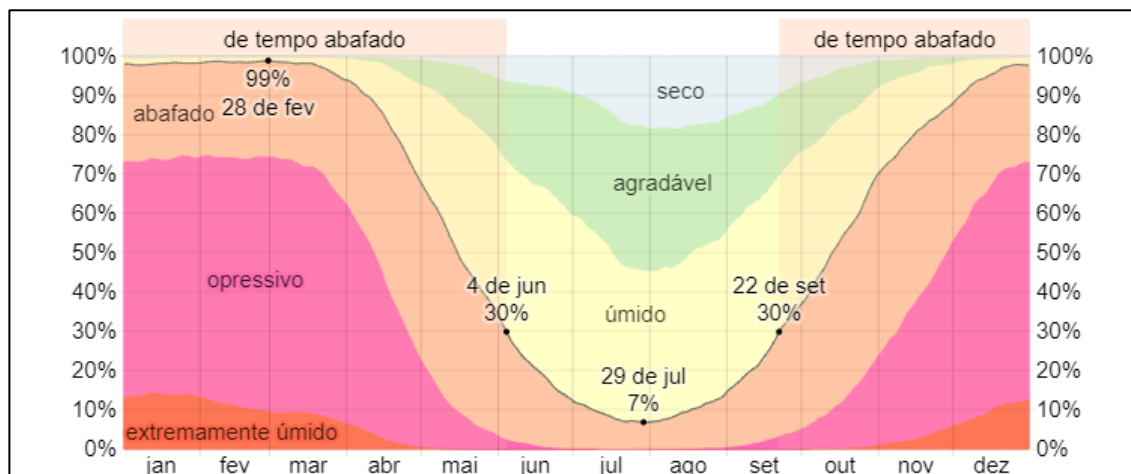
Fonte: Wheathespark, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.1.3. Umidade Relativa

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a diminuição da amplitude térmica, sendo a amplitude térmica a diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

O município de Recreio apresenta variação sazonal extrema na sensação de umidade. O período considerado o mais abafado e com altas taxas de umidade do ano dura 8,4 meses, entre os meses de setembro e junho, com o mês mais abafado sendo janeiro. Enquanto o mês com dias menos abafados é em julho, apresentando média de 2,4 dias abafados.

Figura 7 – Gráfico do Nível de umidade no Município de Recreio.



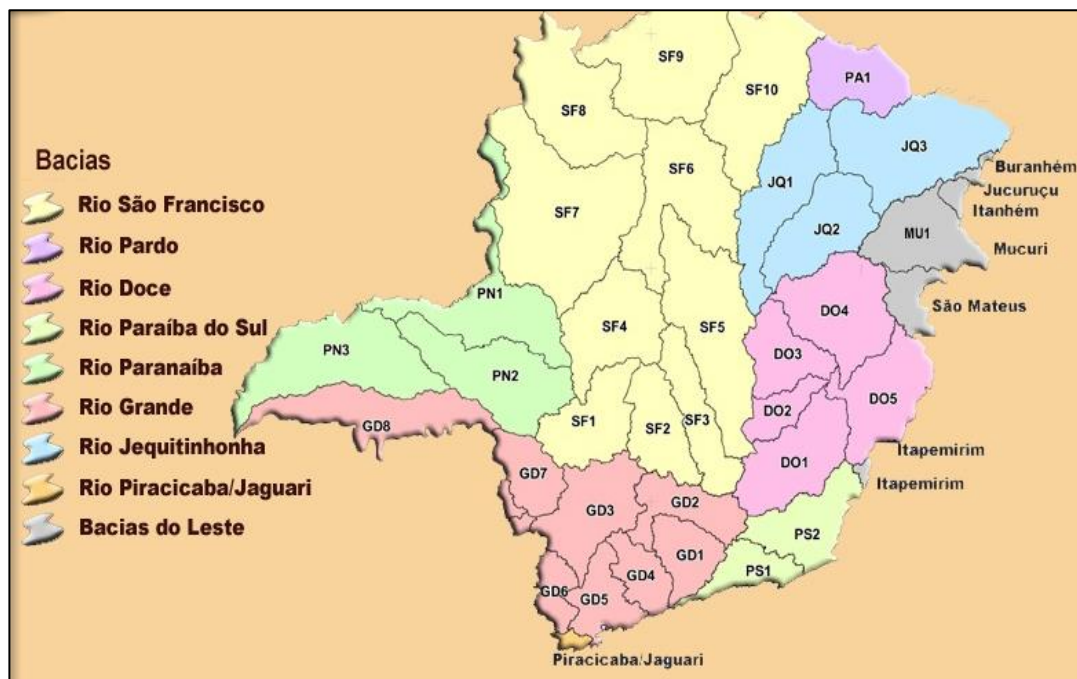
Fonte: Weatherspark. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.2. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

A rede hidrográfica do município é definida como bacia hidrográfica, sendo a bacia hidrográfica o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

A figura abaixo remete ao mapeamento das bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais:

Figura 8 - Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.



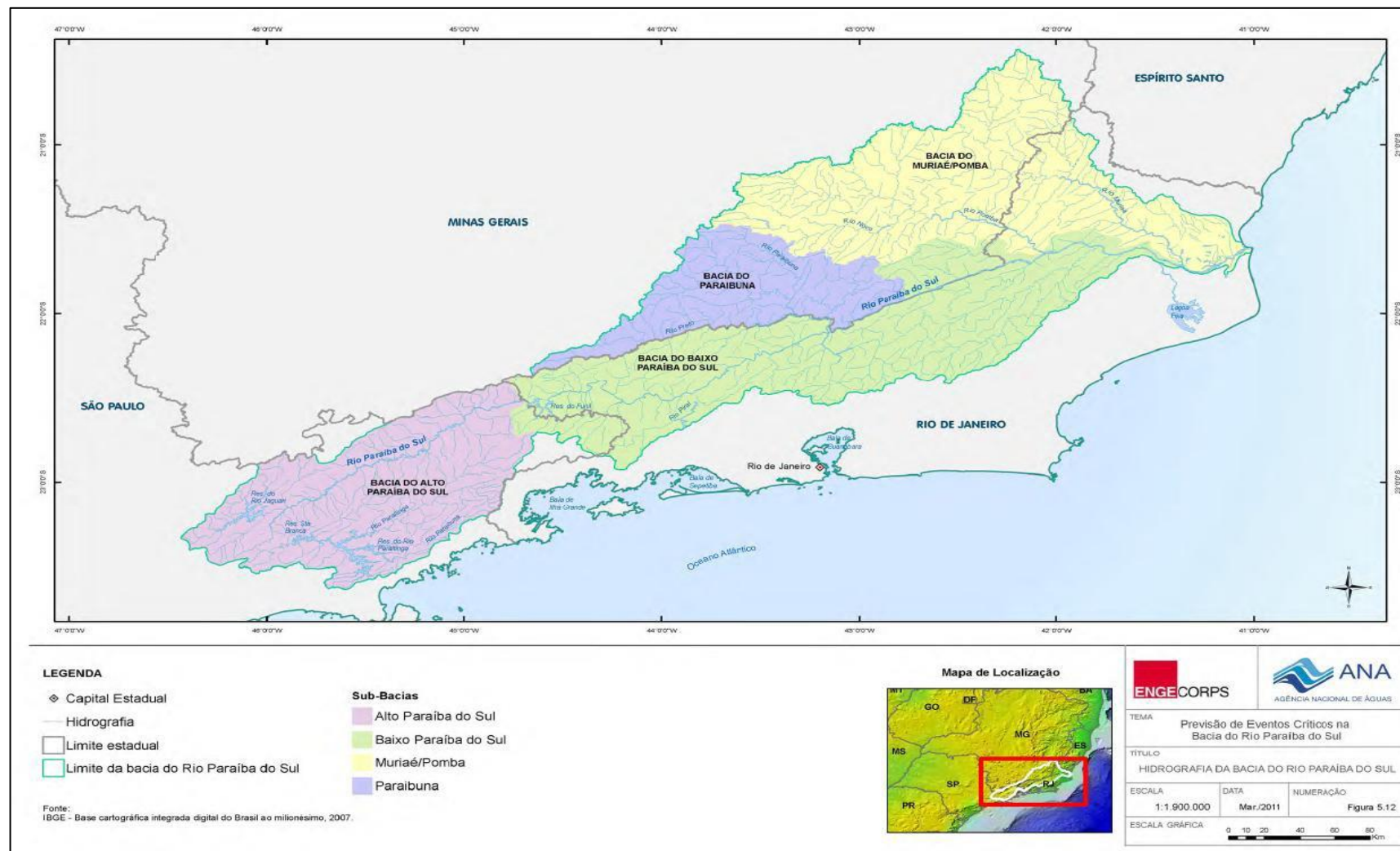
Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Nesse sentido, o município de Recreio está situado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada em três estados brasileiros, sendo estes Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A bacia possui uma rede de drenagem de aproximadamente 55.000 km² de extensão, com cerca de 20.700 km² situados no estado de Minas Gerais. Os principais rios que compõem a bacia hidrográfica na região próxima ao município de Recreio são, o Rio Paraibuna e o Rio Pomba.

O Rio Paraibuna apresenta 170 km de extensão e sua sub-bacia possui área de drenagem correspondente a aproximadamente 8.860 km², sendo 15,4% de toda área de drenagem da bacia hidrográfica. O Rio Pomba apresenta 265 km de extensão e abrange 38 municípios, sendo 35 municípios em Minas Gerais e 3 municípios no Rio de Janeiro, com uma área de drenagem de 8.615 km², totalizando 15,5% de toda área de drenagem da bacia hidrográfica.

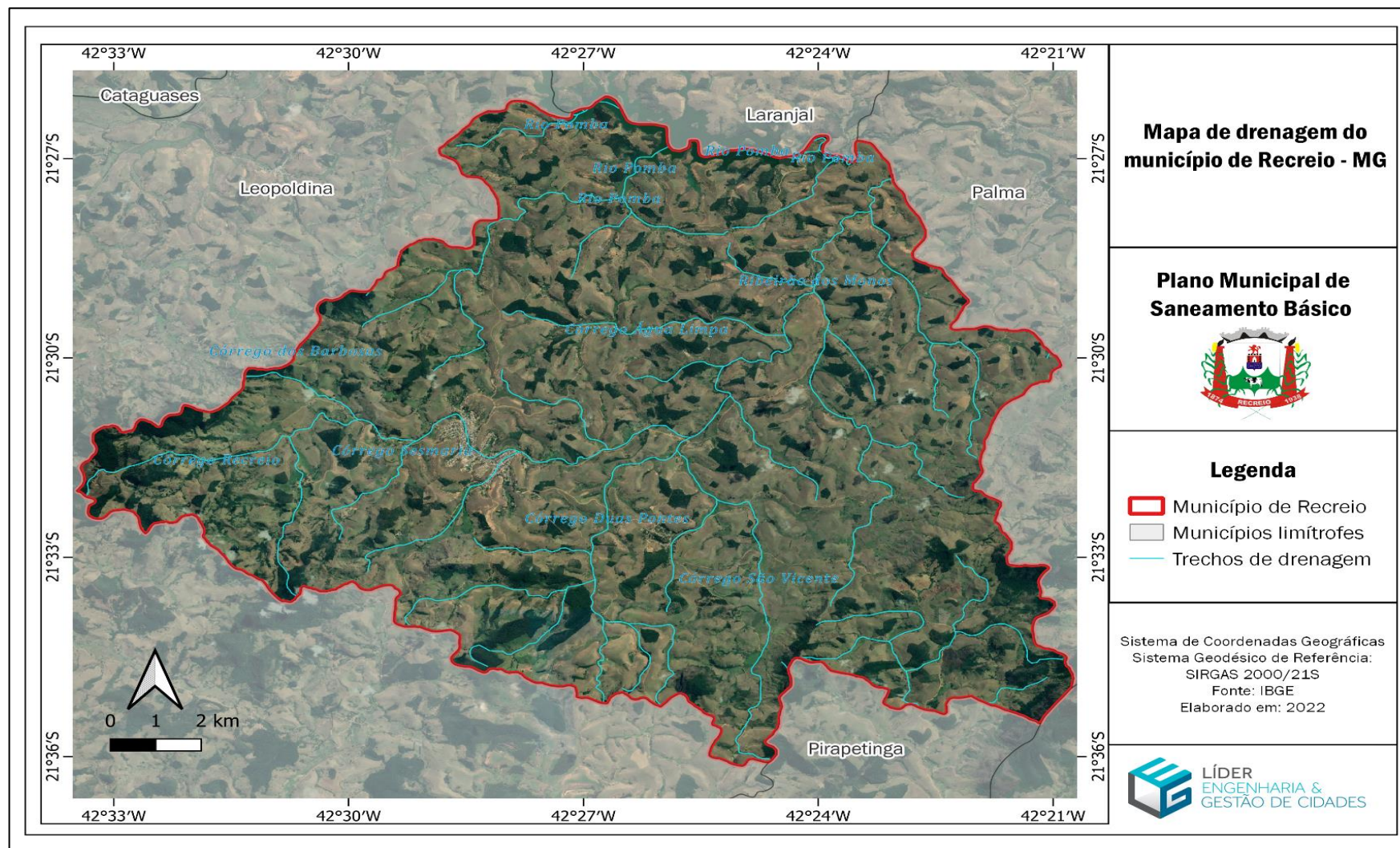
Abaixo segue o mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Figura 5) e o mapa de drenagem do município de Recreio (Figura 6):

Figura 9 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA) e ENGE CORPS, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 10 – Mapa de drenagem do município de Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

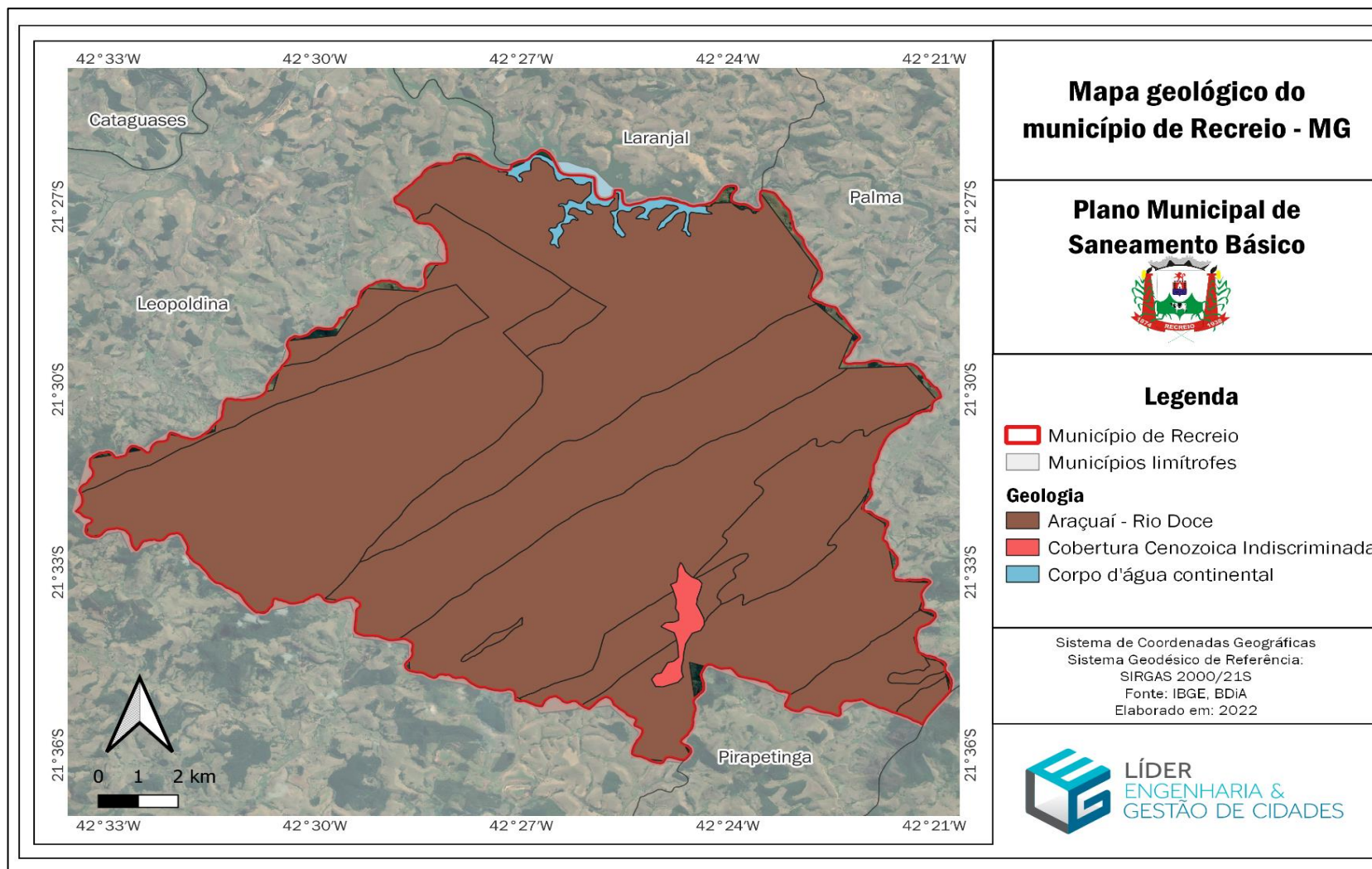


3.3.3. Geologia

Para o Município de Recreio foi realizado o levantamento geológico na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território do município.

Dessa forma, identificou-se que a maior subprovíncia estrutural do perfil geológico do município de Recreio pertence ao Araçuaí – Rio Doce com 98,12% da composição territorial, seguido pelo Corpo D'água Continental com 1,11% e posteriormente com Cobertura Cenozoica Indiscriminada com 0,77%. Na figura a seguir tem-se tais posicionamentos geográficos.

Figura 11 – Mapa geológico do Município de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.4. Geomorfologia

O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre.

No Brasil existem três unidades geomorfológicas principais, que são os Planaltos, as Planícies e as Depressões. No Estado de Minas Gerais a evolução geomorfológica do território foi definida predominantemente por processos de aplainamento e de dissecação fluvial.

Os processos de aplainamento, característicos de clima com regimes torrenciais, essencialmente do tipo pedimentação, atuaram sobretudo no Terciário e no Pleistoceno, embora mais restritamente ainda continuem atuantes em trechos do norte, nordeste e noroeste do estado.

Resumidamente, pode-se dizer que o relevo do Estado de Minas Gerais é caracterizado por planaltos, depressões e áreas dissecadas resultante de uma alternância de atuação de processos morfoclimáticos, favoráveis a elaboração de extensos plainos ou superfícies de aplainamento, e ao entalhamento linear que é o aprofundamento dos cursos d'água. Conclui-se assim, que algumas unidades geomorfológicas do estado possuem origem morfoclimática e outras são morfoestruturais. Desta forma, seguem abaixo as unidades geomorfológicas do Estado de Minas Gerais:

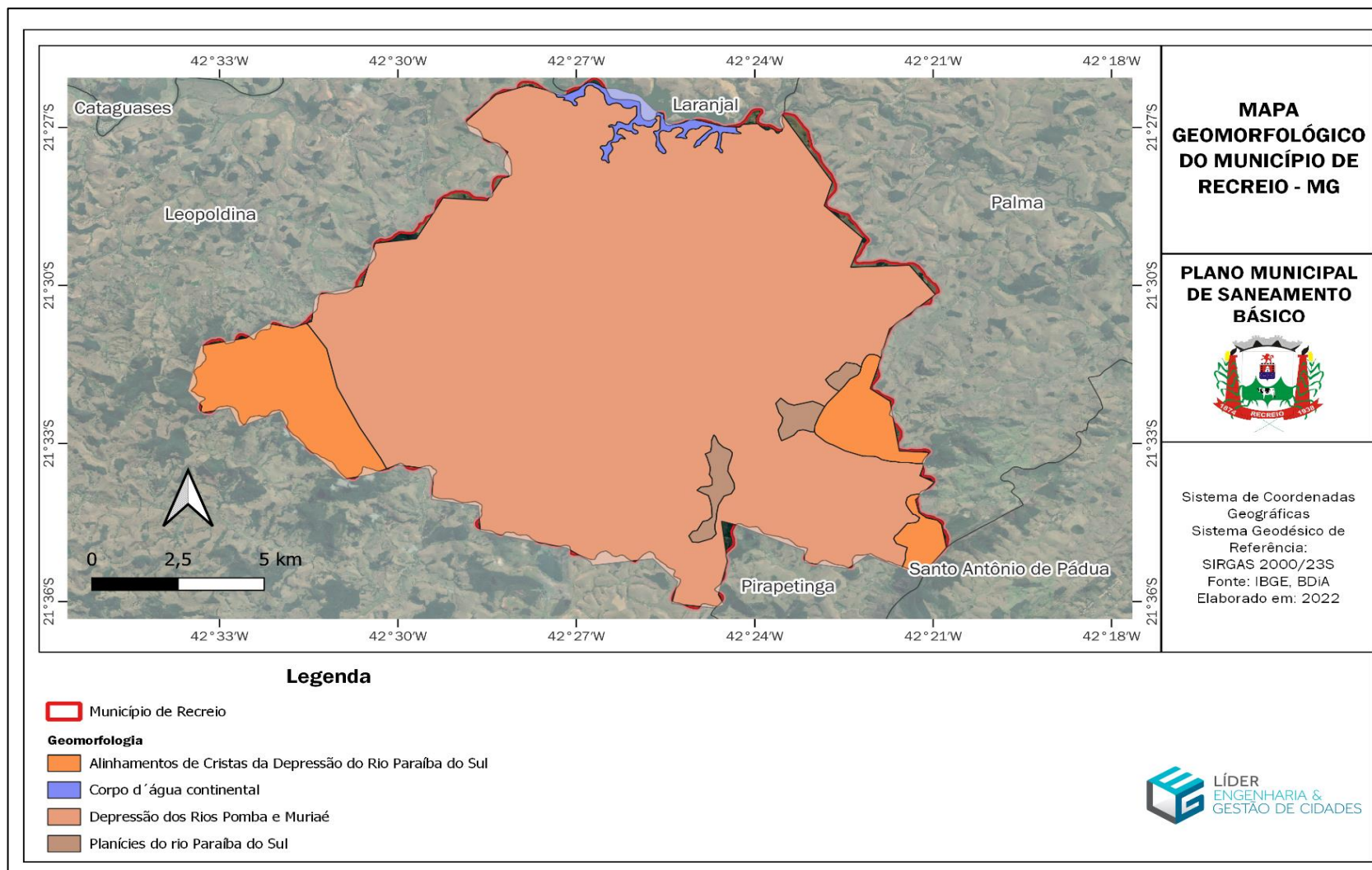
- Planalto do São Francisco;
- Depressão Sanfranciscana;
- Cristas de Unaí;
- Planalto Jequitinhonha – Rio Pardo;
- Depressão do Jequitinhonha;
- Serra do Espinhaço;
- Quadrilátero Ferrífero;
- Depressão do Rio Doce;
- Planaltos Dissecados do Centro Sul e do Leste de Minas;
- Zona Rebaixada do Mucuri;
- Depressão do Rio Paraíba do Sul;
- Serra da Mantiqueira;



- Planalto Dissecado do Sul de Minas;
- Serra da Canastra;
- Depressão do Rio Grande;
- Depressão do Paranaíba;
- Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná;
- Depressão Periférica Paulista.

Contudo, a partir dos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, foi possível analisar as unidades geomorfológicas que pertence ao município de Recreio, sendo 87,35% dos limites municipais correspondem a Depressão dos Rios Pomba e Muriaé, enquanto 10,01% apresentam Alinhamentos de Cristas da Depressão do Rio Paraíba do Sul, 1,52% pertence a Planícies do Rio Paraíba do Sul e 1,11% abrange ao Corpo D'água Continental.

Figura 12 – Mapa geomorfológico do Município de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.5. Declividade

Quanto ao declive do Município de Recreio, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

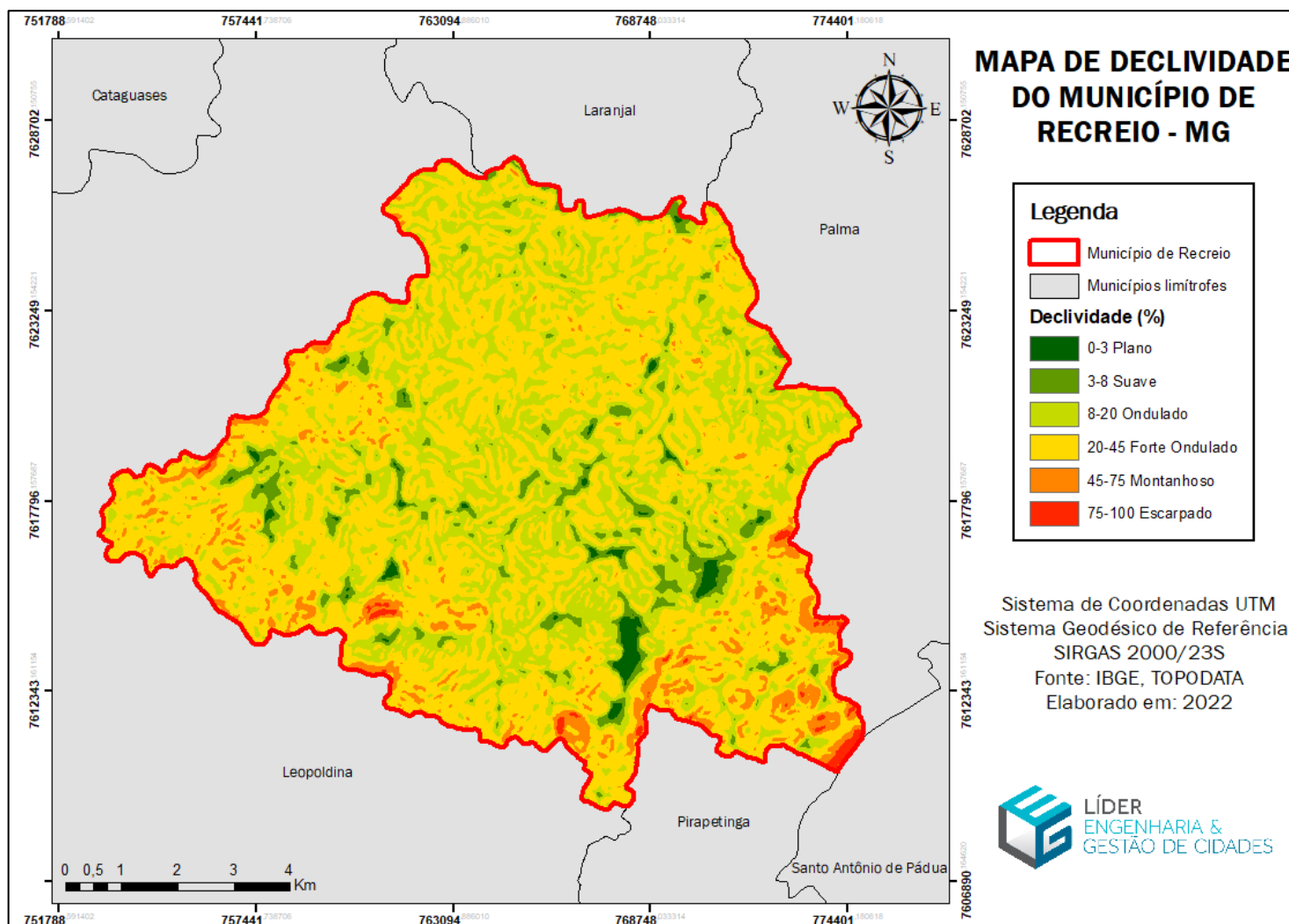
Tabela 4 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51'	Áreas com muito baixa declividade. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
5 – 10%	2°51' – 5°42'	Áreas com baixa declividade. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais.
10 – 20%	5°42' – 11°18'	Áreas com média declividade. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc.
20 – 30%	11°18' – 18°26'	Áreas com alta declividade. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26'	Áreas com muito alta declividade. Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

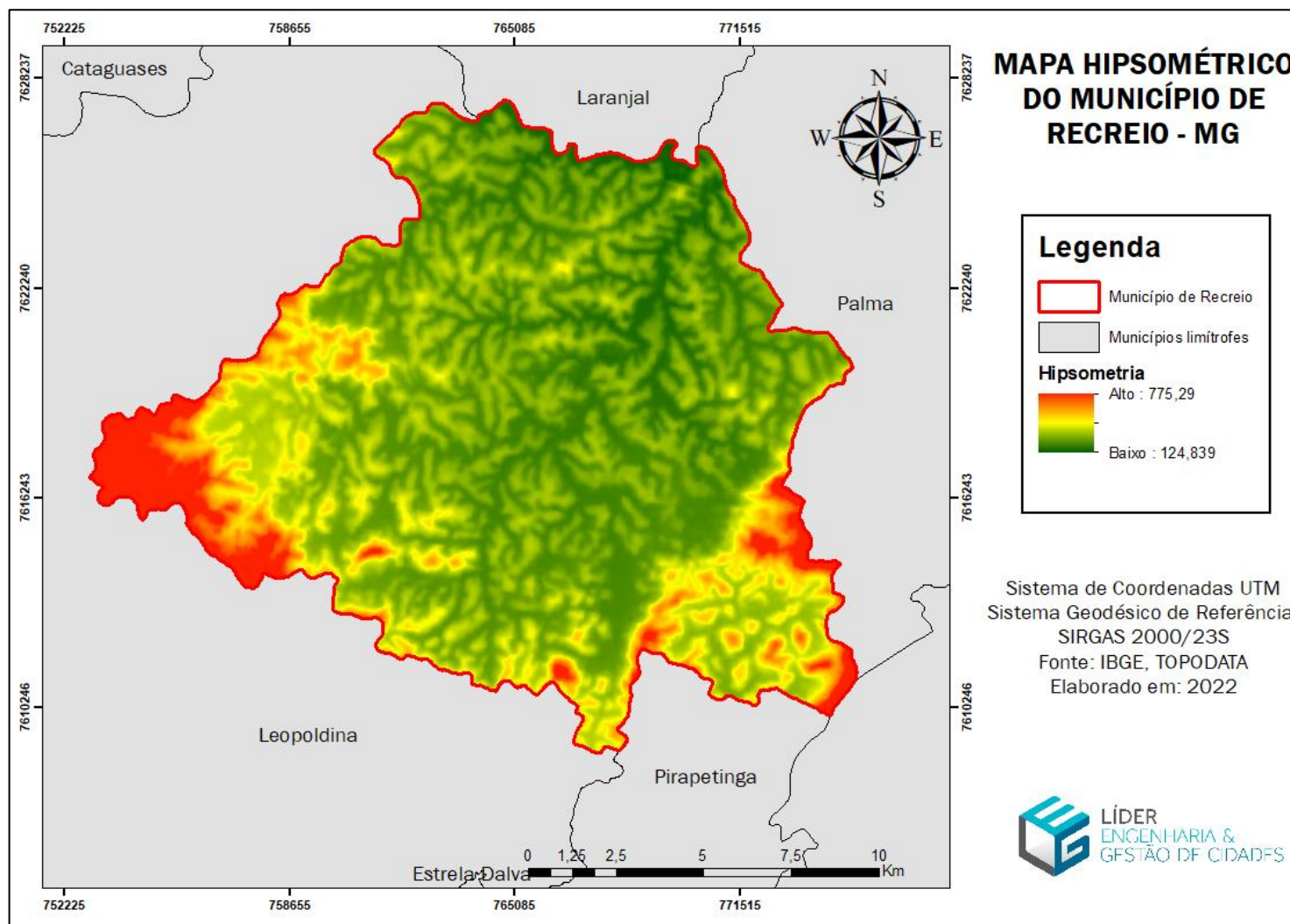
A partir da análise da Figura 13 e da Tabela 4, pode-se inferir que o município de Recreio apresenta poucas áreas planas em parte da região central/sul, sendo majoritariamente tendo sua declividade Forte Ondulado com algumas regiões isoladas apresentando terreno Montanhoso. Em vista dessas afirmações, nota-se alta variação entre as declividades no município, principalmente no sentido sul entre as classes Suave, Ondulado e Forte Ondulado.

Figura 13 – Mapa de declividade do Município de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 14 – Mapa de hipsometria do Município de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.6. Solo

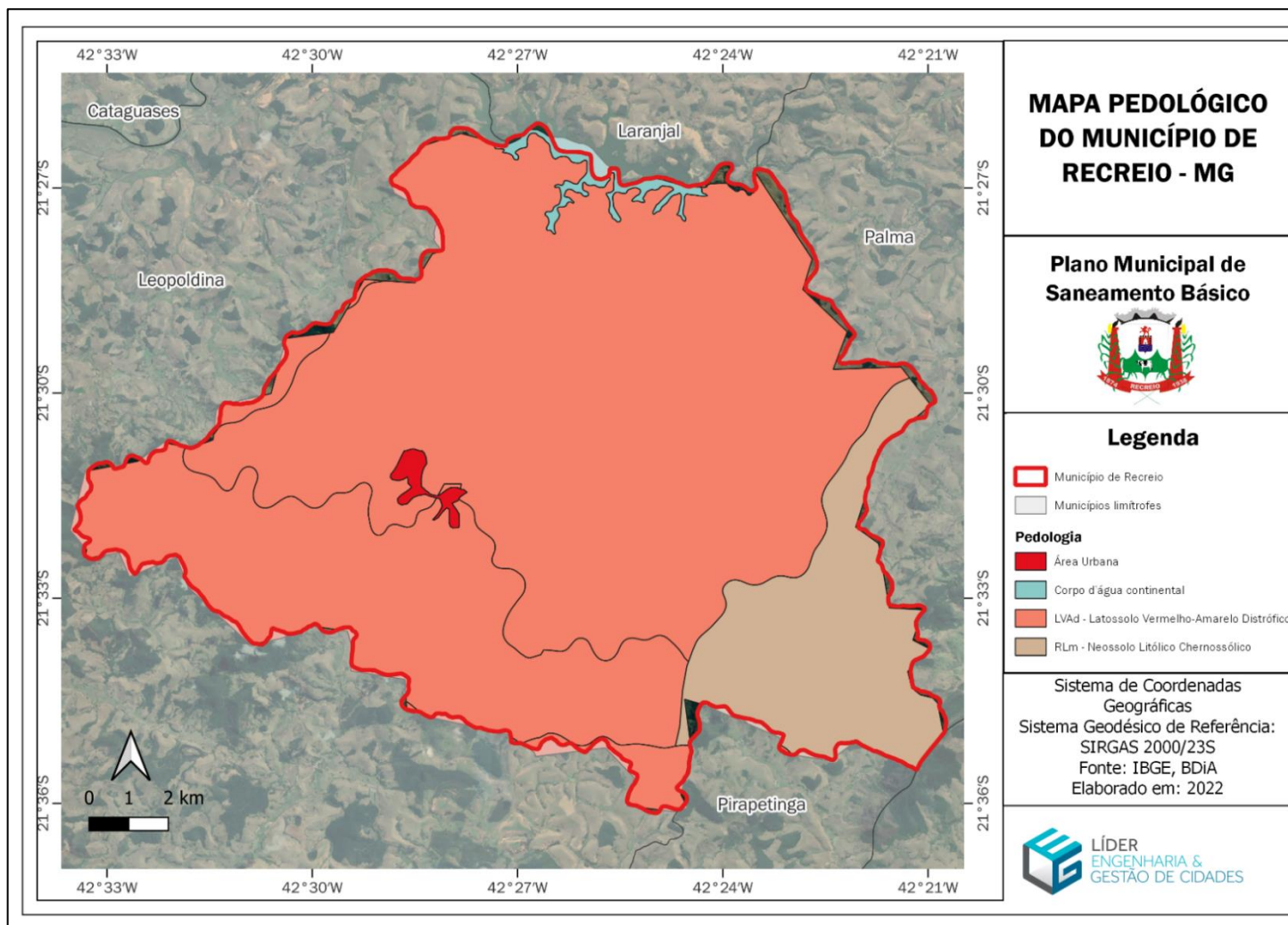
Os solos do Estado de Minas Gerais apresentam diversas morfologias em toda extensão do seu território, sendo cada tipo de solo decorrente de diversos processos que definiram suas características próprias. Os principais tipos de solos encontrados em Minas Gerais são os argissolos, cambissolos, chernossolos, espodossolos, gleissolos, latossolos, neossolos, nitossolos, plantossolos, plintossolos e vertissolos, com cada qual possuindo suas respectivas ramificações classificatórias.

Em relação ao município de Recreio considerando os limites municipais, o tipo de solo predominante na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo com proporção de área de 85,43%. Latossolos são geralmente solos profundos e velhos, considerando em anos geológicos, sendo estes resultantes de intemperismo ao longo do tempo.

O próximo solo em maior proporção é o Neossolo Litólico, com proporção de área de 12,94%. Neossolos são solos considerados rasos e possuem maior taxa de ocorrência areais quartzosos, em específico esse tipo de solo não é adequado para plantio de culturas agrícolas ou florestais sem antes utilização de algumas técnicas de correção do solo como, por exemplo, calagem.

O restante da área do município de Recreio se divide entre o Corpo D'água Continental e Área Urbana, com proporção de 1,11% e 0,51%, respectivamente. Abaixo segue a figura do mapa pedológico do município de Recreio.

Figura 15 – Mapa pedológico de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

3.3.7. Vegetação

O Estado de Minas Gerais devido a sua grande extensão territorial, segundo o IBGE (2022) possui cerca de 586.513,983 km² e abrange três biomas em toda sua área, sendo estes o Bioma Cerrado com 57% de ocupação, o Bioma Mata Atlântica com 41% de ocupação e o Bioma Caatinga com 2% de ocupação. Devido a esta alta diversidade de biomas, a vegetação de Minas Gerais é formada por diferentes fitofisionomias que compõem os respectivos biomas, diversificando flora e fauna.

O Bioma Cerrado é caracterizado por possuir diferentes fitofisionomias, que são compostas por diferentes hábitos arbóreos e cada qual com suas respectivas espécies locais de fauna e flora. As principais fitofisionomias deste bioma ocorrem dentro de dois conceitos, o de formação florestal e o de formação savânica. Para formação florestal é considerada a formação de dossel entre as espécies arbóreas, seja contínuo ou descontínuo. Para formação savânica é dada a fitofisionomias que não possuem formação de dossel.

O Bioma Caatinga é o bioma encontrado em menor proporção no estado de Minas Gerais, porém não diminui sua relevância. Este bioma é caracterizado pelo clima predominante classificado como tropical semiárido. Sua vegetação é formada pelos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo, caracterizada por serem árvores de porte pequeno, troncos tortuosos e apresentam espinhos e folhas que caem durante a época de estiagem.

O Bioma Mata Atlântica se caracteriza pela vegetação vistosa e de porte alto, com plantas com excelentes adaptações a ambientes com presença de grandes quantidades de água. Possui grande número de espécies endêmicas (espécies que só ocorrem em determinada região), tanto de fauna quanto de flora. Possui diversas fitofisionomias caracterizadas por fatores ambientais de cada região de sua extensão.

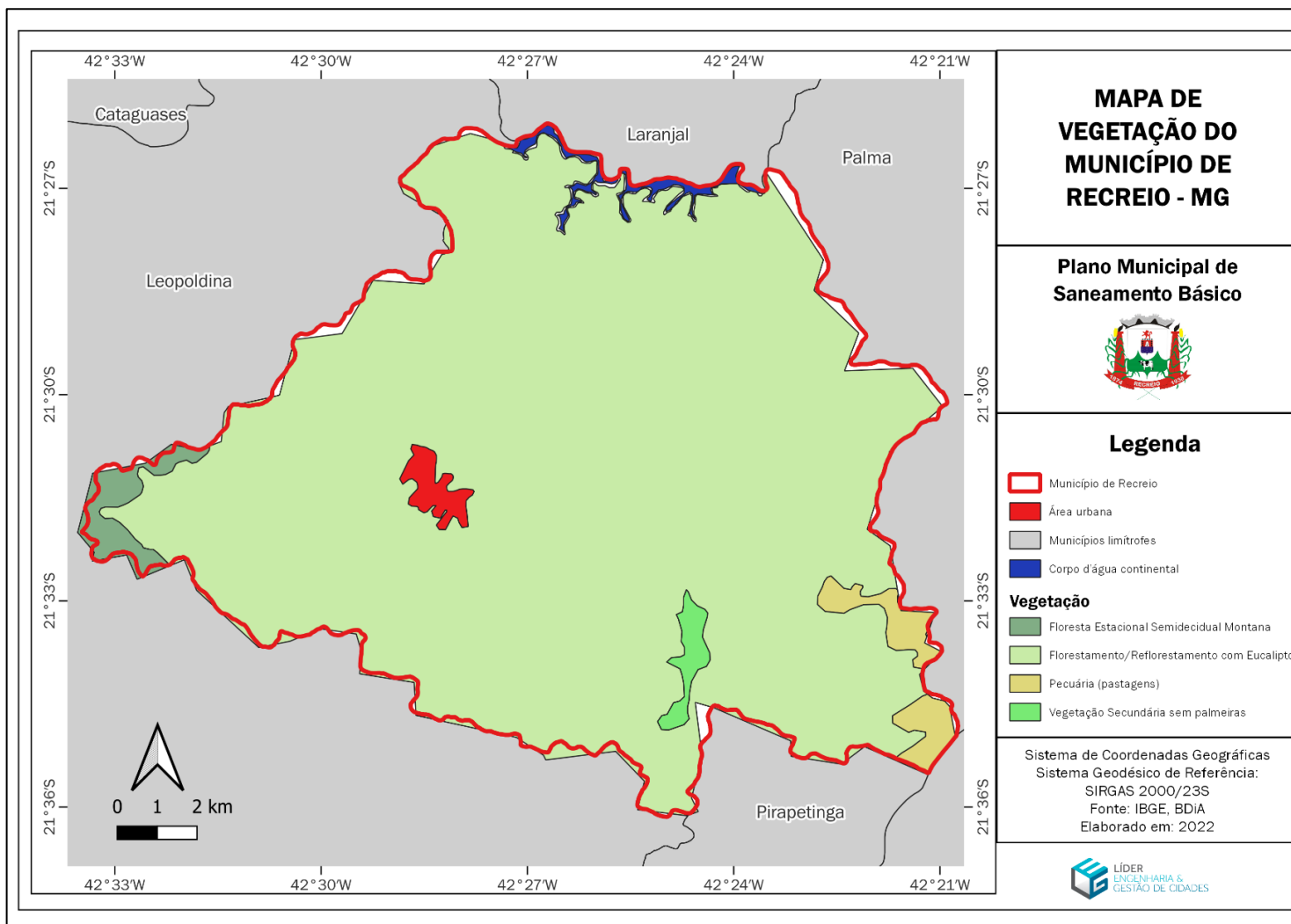
O município de Recreio se encontra situado em área pertencente ao Bioma Mata Atlântica, o qual ocorre na região mais sul do estado de Minas Gerais. Nesse sentido possui a fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Montana, sendo esta típica do Bioma Mata Atlântica, áreas que estão sendo florestadas e reflorestadas com plantio da cultura florestal de eucalipto e a presença de vegetação secundárias, sendo estas provenientes de áreas onde ocorreram



ações degradadoras de origem antrópica, dando origem a este tipo de vegetação. Também há a ocorrência de áreas destinadas para atividades agropecuárias, como as pastagens.

Abaixo segue a figura com mapa de vegetação do município de Recreio.

Figura 16 – Mapa de vegetação do Município de Recreio - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do Município de Recreio, com vista a compreender o processo de produção do espaço e a sua relação com a população e a economia do local, sendo:

- A caracterização demográfica;
- Os dados econômicos;
- Os indicadores de qualidade de vida.

3.4.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos e expressa em habitantes por quilômetro quadrado.

Sendo assim, no Município de Recreio, de acordo com o IBGE, a densidade demográfica é de 43,96hab/km². O resultado da densidade demográfica permite que o município desenvolva políticas públicas para atender as necessidades sociais e econômicas de uma determinada população.

Este dado permite avaliar também os impactos causados ao ambiente pelo excesso de pessoas em um determinado local. Monitorando desta forma, o desmatamento, a poluição de rios e córregos e a geração de resíduos. Nesse sentido essas informações influenciam na tomada de decisão e em definições de políticas públicas.

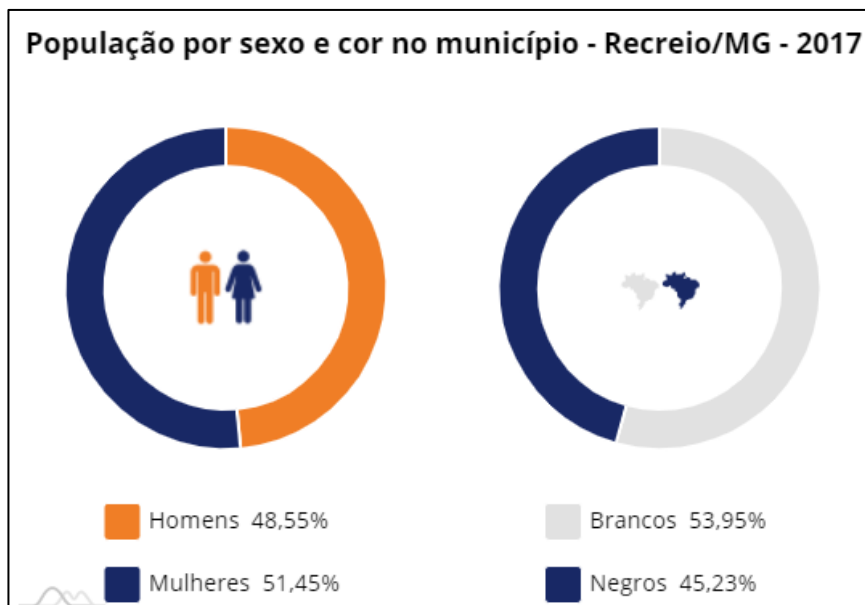
3.4.2. Distribuição Etária por gênero

Segundo o Atlas Brasil (2017) a composição por sexo da população de Recreio, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de mulheres (51,45%) em relação aos homens (48,55%).

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de

demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população.

Figura 17 – Gráfico da População distribuída por sexo e cor em Recreio – MG.



Fonte: Atlas Brasil, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, possui a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do estudo de três indicadores, sendo eles: a longevidade, a renda e a educação.

Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNDU, indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo e, quanto mais próximo a 0, pior é o seu desenvolvimento.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra a série histórica do IDHM do Estado de Minas Gerais e dos Municípios de Nova Lima e Recreio. O Município de Nova Lima consta na tabela abaixo por ser o melhor IDHM do estado, servindo assim, como modelo de comparação para Recreio.

Tabela 5 – Série histórica de Desenvolvimento Humano – IDH

ANO	IDH MINAS GERAIS	IDH NOVA LIMA	IDH RECREIO
1991	0,478	0,532	0,482
2000	0,624	0,684	0,596
2010	0,731	0,813	0,692

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da tabela acima percebe-se um aumento de 38,04% no IDHM do Município de Recreio em dez anos. De 0,596 no ano de 2000 para 0,692 no ano de 2010. Enquanto que o IDHM de Minas Gerais passou de 0,624 para 0,731 em dez anos, sendo neste período a evolução do índice em 17,15%.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração de 7,48%, o IDHM Educação apresentou alteração 13,92% e IDHM Renda apresentou alteração 3,63%.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 2134^a posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 272^a posição entre os municípios do Estado de Minas Gerais. Sendo assim, a figura abaixo ilustra o IDHM de Recreio em relação aos municípios categorizados por IDHM no ano de 2010.

Tabela 6 – Posição do IDHM do município no Estado.

Posição	Município	Dados IDH (2010)
1	Nova Lima	0,813
	Belo	
2	Horizonte	0,81
3	Uberlândia	0,789
4	Itajubá	0,787
5	Lavras	0,782
	...	
279	Inconfidentes	0,692
280	Recreio	0,692

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Na tabela abaixo é apresentado a evolução do IDHM de Recreio durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, sendo possível notar o grande salto de qualidade registrado pelo município com o IDHM aumentando de 0,596 para 0,692.

Mostra-se também significância em cada setor individual com maior destaque para o IDHM referente a longevidade no município.

Tabela 7 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
IDHM	0,596	0,692
IDHM Educação	0,435	0,589
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	27,77	44,63
% de 4 a 5 anos na escola	39,74	83,85
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais de ensino fundamental ou em ensino fundamental completo	76,20	84,88
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	47,47	54,89
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	22,21	39,33
IDHM Longevidade	0,769	0,841
Esperança de vida ao nascer	71,13	75,45
IDHM Renda	0,633	0,668
Renda per capita	410,75	510,95

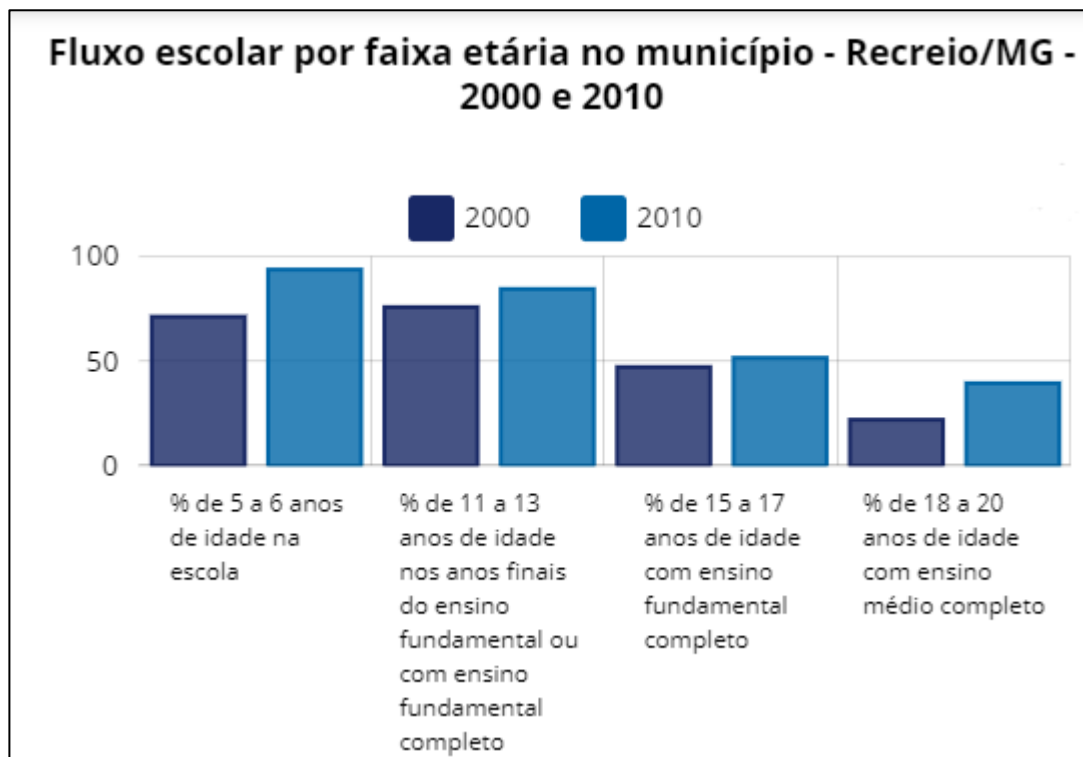
Fonte: ATLAS BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.4. Educação

O Município conta com escolas em todas as regiões, em virtude da intensa urbanização, os habitantes da zona rural têm fácil acesso a escolas em bairros urbanos próximos. A educação nas escolas estaduais tem um nível superior ao das escolas municipais, mas a Prefeitura está criando estudos para tornar a educação pública municipal melhor, de modo a conseguir melhores resultados no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

O município em 2020, possuía 912 matrículas em escolas de ensino fundamental, 328 matrículas em escola de ensino médio. No mesmo período, contava com 61 docentes de nível fundamental e 23 docentes de ensino médio, divididos em 7 escolas voltadas para o ensino fundamental e 1 escola de ensino médio.

Figura 18 - Educação no município.



Fonte: ATLAS BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.5. Saúde

O município de Recreio conta com unidades básicas de saúde, postos de saúde, farmácias, laboratórios de análises clínicas, consultório médicos, hospital e pronto socorro, sendo estes estabelecimentos de saúde presentes tanto no âmbito público como particular. O hospital municipal tem o nome de Hospital São Sebastião de Recreio, sendo este incluído na categoria de hospital geral. As unidades básicas de saúde são a Unidade de Saúde Dr. Ruimar Costa Azevedo e a Unidade de Saúde Dr. Samuel Siqueira de Oliveira. Além dos citados, há também a clínica situada na zona rural do município, sendo este o Posto de Saúde Barreiro.

Abaixo segue uma tabela dos estabelecimentos de saúde situados no município de Recreio:

Tabela 8 – Lista dos estabelecimentos de saúde do município de Recreio – MG.

Nome	Tipo de Atendimento
FARMACIA DE TODOS	FARMACIA



POSTO DE SAUDE BARREIRO	POSTO DE SAUDE
UNIDADE DE SAUDE DR RUIMAR COSTA AZEVEDO	POSTO DE SAUDE
LABORATORIO DE ANALISES CLINICAS HEMOANALISES	UNIDADE DE APOIO DIAGNOSE E TERAPIA (SADT ISOLADO)
CLINICA DE FISIOTERAPIA FISIOMED LTDA	CONSULTORIO ISOLADO
POSTO DE SAUDE DE ANGATURAMA	POSTO DE SAUDE
FERNANDO DE ALMEIDA COIMBRA	CONSULTORIO ISOLADO
CONSULTORIO MEDICO LUIZ RONALDO PINHEIRO SANTOS	CONSULTORIO ISOLADO
UNIDADE MOVEL TERRESTRE	UNIDADE MOVEL TERRESTRE
HOSPITAL SAO SEBASTIAO DE RECREIO	HOSPITAL GERAL
PRONTO SOCORRO MUNICIPAL DE RECREIO	PRONTO SOCORRO GERAL
UNIDADE BASICA DR SAMUEL SIQUEIRA DE OLIVEIRA	CENTRO DE SAUDE/UNIDADE BASICA
LABORATORIO CENTRAL	UNIDADE DE APOIO DIAGNOSE E TERAPIA (SADT ISOLADO)
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE DE RECREIO	CENTRAL DE GESTAO EM SAUDE
POSTO DE SAUDE M ROSA DA CONCEICAO SILVA	CENTRO DE SAUDE/UNIDADE BASICA
POSTO DE SAUDE ALTINA MARIA DA CONCEICAO	CENTRO DE SAUDE/UNIDADE BASICA

LABORATORIO INACIO GARCIA NUNES	UNIDADE DE APOIO DIAGNOSE E TERAPIA (SADT ISOLADO)
MARIA IRENE TOSTES LUZ	CONSULTORIO ISOLADO
GERALDO MAGELA PINHEIRO DOS SANTOS	CONSULTORIO ISOLADO
LABORATORIO DE ANALISES CLINICA OSWALDO CRUZ DE RECREIO LTDA	UNIDADE DE APOIO DIAGNOSE E TERAPIA (SADT ISOLADO)

Fonte: Cidades do Brasil, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de quinze anos de idade e da população com sessenta e cinco anos de idade ou mais, classificados como população dependente em relação à população de quinze anos a sessenta e quatro anos, ou seja, a população potencialmente ativa.

Enquanto que a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. A tabela abaixo mostra a estrutura etária do município entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 9 – Estrutura etária da população do Município de Recreio - MG.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	2.524	24,77	2.014	19,56
15 a 64 anos	6.564	64,43	6.872	66,73
65 anos ou mais	1.100	10,80	1.413	13,72
Razão de dependência	55,21	-	49,87	-
Taxa de envelhecimento	10,80	-	13,72	-

Fonte: ATLAS BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em se tratando de taxa de mortalidade infantil, esta taxa é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil

nascidos vivos. No Município de Recreio, de acordo com o IBGE, o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, passou de 25,37 por mil nascidos vivos em 2000 para 14,60 por mil nascidos vivos em 2010 no município.

No Estado de Minas Gerais essa taxa saiu de 27,75 para 15,08 óbitos por mil nascidos vivos no mesmo período. Enquanto que a esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM.

Esta variável no município era de 71,13 anos em 2000, e de 75,45 anos em 2010. No Estado de Minas Gerais a esperança de vida ao nascer era 70,55 anos em 2000, e de 75,30 anos em 2010. A tabela abaixo mostra a taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no município.

Tabela 10 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no Município de Recreio.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	25,37	14,60
Esperança de vida ao nascer	71,13	75,45

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5. Economia

O município de Recreio possui sua economia no setor de serviços, como microempresas de diversos segmentos, e no setor agropecuária, sendo este último o que possui maior espaço no setor econômico regional. De acordo com o IBGE (2022), são destinados 18.948 hectares para o setor agropecuários, divididos em 253 estabelecimentos.

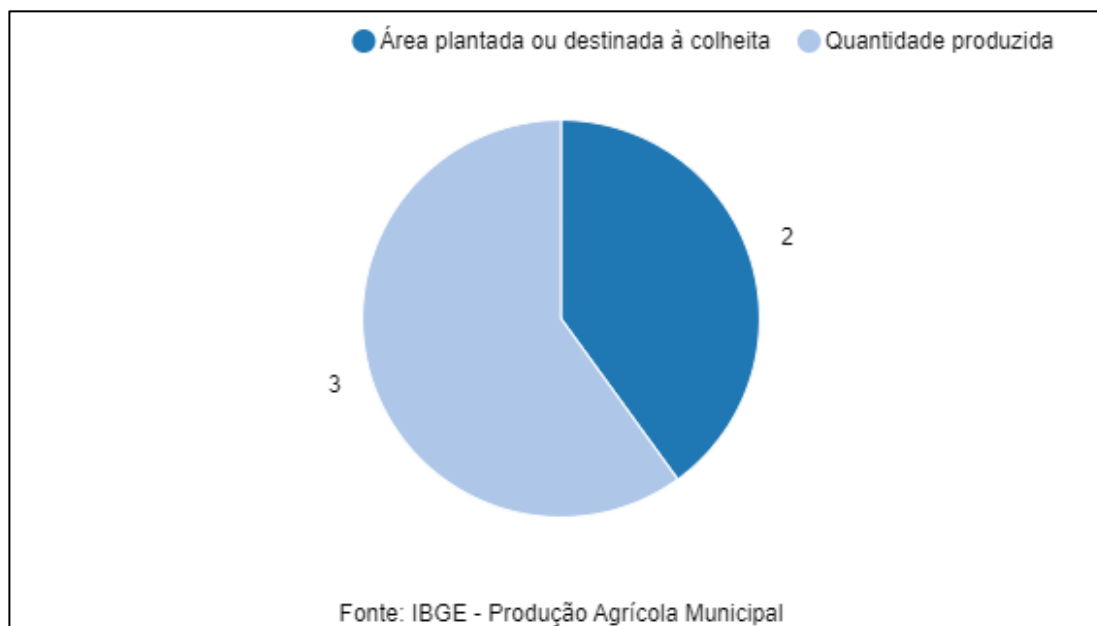
Dos empreendimentos citados, apenas 104 estabelecimentos possuem assistência técnica, comparado com o restante de 149 que não recebem este tipo de serviço. A utilização das lavouras varia de acordo com suas classes de uso, sendo divididas territorialmente em lavouras temporárias ou permanentes, pastagens naturais e plantadas, matas ou florestas e sistemas agroflorestais. As lavouras permanentes são voltadas para os plantios das culturas de banana, café, jabuticaba e laranja. As lavouras temporárias realizam os plantios das culturas de

abóbora, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, sorgo. A pecuária regional é voltada para a criação de asininos, bovinos, bubalinos, caprinos, equinos, galináceos, muares, ovinos, patos, perus e suínos.

Na região os tratores, implementos e maquinários, sendo estes úteis em todas as fases de trabalho, como as operações necessárias para o preparo do solo, as manutenções necessárias e para as operações de colheitas. Nesse sentido, o município possui 24 tratores, 6 semeadores/plantadeiras, 5 colheitadeiras e 7 adubadoras e/ou distribuidoras de calcário.

Segue abaixo gráficos representando a área dedicada a produção e a quantidade produzida das culturas agrícolas de café e feijão.

Figura 19 – Gráfico de Área plantada (hectares) e quantidade produzida (toneladas) das culturas agrícolas de café e feijão, respectivamente, em Recreio.



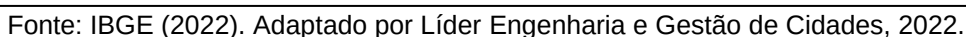
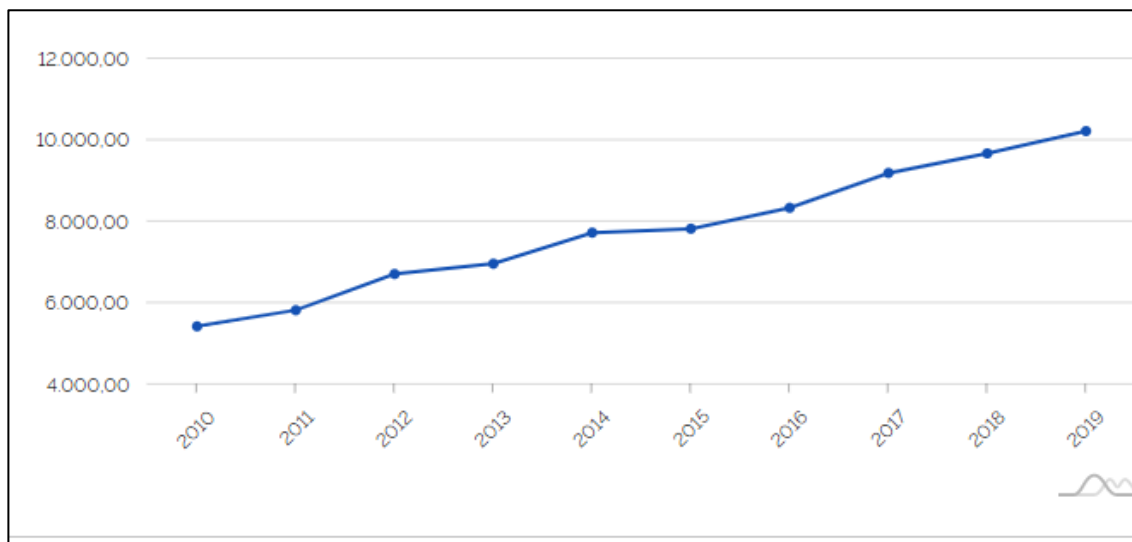


Figura 20 – Gráfico do Produto Interno Bruto (PIB) do Município de Recreio - MG.

Fonte: IBGE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.2. Renda

Os valores da renda per capita mensal registrados nos anos de 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da mesma no Município de Recreio entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R\$ 410,75, em 2000, e de R\$ 510,95, em 2010, a preços de agosto de 2010.

No Atlas do Desenvolvimento Humano são consideradas extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza as pessoas com renda domiciliar per capita mensal inferior a R\$70,00, R\$140,00 e R\$255,00 (valores a preços de 01 de agosto de 2010), respectivamente.

Dessa forma, no ano de 2000 9,64% da população do município eram extremamente pobres, 29,82% eram pobres e 57,67% eram vulneráveis à pobreza. Em 2010 essas proporções eram respectivamente de 2,48%, 12,49% e 38,51%.

Analisando as informações do Cadastro Único - CadÚnico do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 70,00 inscritas no CadÚnico, após o recebimento do Bolsa Família passou de 49,94% em 2014, para 32,39% em 2017.

Enquanto que a proporção de pessoas pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 140,00, inscritas no cadastro após o recebimento do Bolsa Família, era de 70,05%, em 2014, e 61,60% em 2017. Contudo, a

proporção de pessoas vulneráveis à pobreza com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 255.00, também inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família era de 73,83% em 2014 e, 81,56% em 2017.

3.5.3. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social.

A Vulnerabilidade Social diz respeito à suscetibilidade à pobreza, e é expressa por variáveis relacionadas à renda, à educação, ao trabalho e à moradia das pessoas e famílias em situação vulnerável. Para estas quatro dimensões de indicadores mencionadas, destacam-se para o Município de Recreio os resultados apresentados na tabela abaixo.

Tabela 11 – Vulnerabilidade social do Município de Recreio.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	84,43	54,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	23,34	13,04
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	15,06	6,26
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	60,36	45,53
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	15,59	16,14
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	7,03	2,49
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,61
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	93,32	99,60

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.4. Projeção populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico, visam o horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso se faz necessário conhecer a população do município no final do período determinado.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo foram utilizados o método do Crescimento, o Aritmético, o da Previsão e o Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

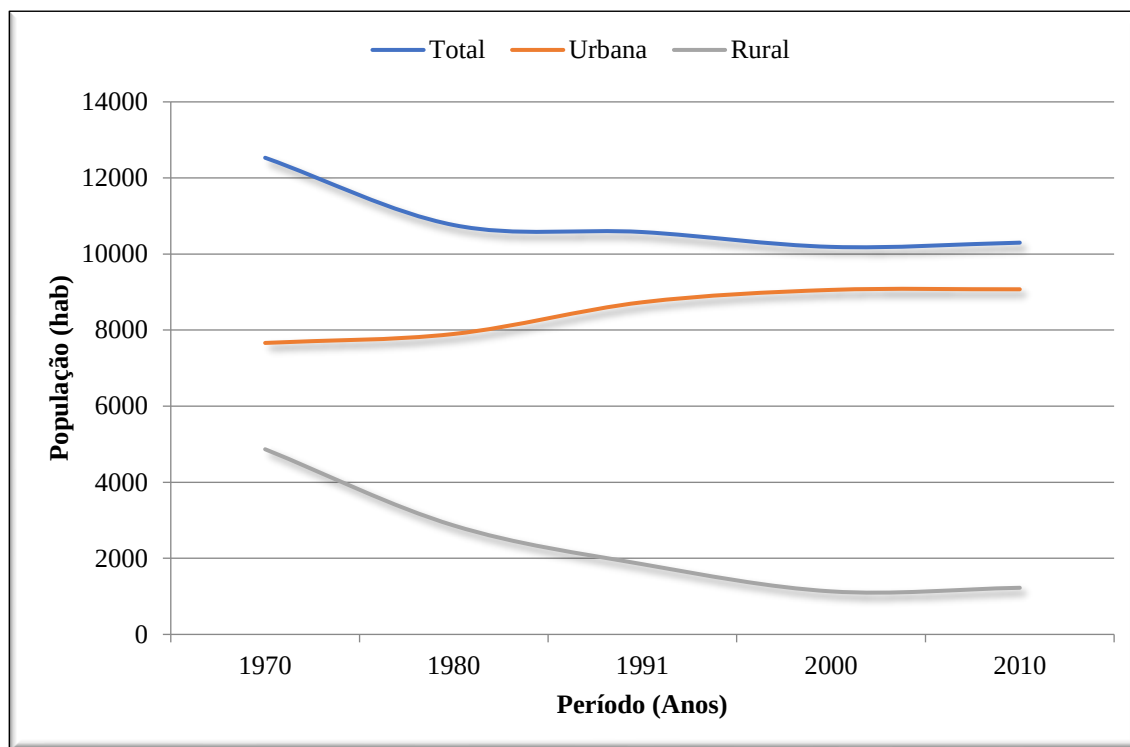
Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na tabela a seguir apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

Tabela 12 – População total do município de Recreio.

População residente do Município de Recreio - MG					
Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	12531	10762	10578	10188	10299
Urbana	7663	7899	8732	9057	9073
Rural	4868	2863	1846	1131	1226

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

No gráfico a seguir nota-se a linha de tendência dessas alterações nas populações total, rural e urbana de Recreio, apresentando a distribuição da população do município entre os anos de 1970 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Figura 21 – Gráfico da Evolução da população do Município de Recreio.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da análise dos dados populacionais do município é possível afirmar que há uma tendência a se urbanizar cada vez mais, através da migração do campo para a cidade.

A utilização da estatística nos diversos ramos de atuação é cada vez mais acentuada, independentemente de qual seja a atividade profissional. Um estudo estatístico é uma metodologia desenvolvida para o tratamento de dados coletados, objetivando a classificação, a apresentação, a análise e a interpretação desses dados quantitativos e sua utilização para a tomada de uma decisão.

Através do uso de certas medidas-sínteses, mais comumente conhecidas como estatísticas, um estudo de projeção populacional pode se resumir a um número, que sozinho descreve uma característica de crescimento da população de um dado local. Evidentemente, ao resumir um conjunto de dados, através do uso de estatísticas, muitas informações fatalmente irão se perder existindo, também, a possibilidade da obtenção de resultados distorcidos com o uso indiscriminado do resultado. Portanto, é necessária muita precaução, quando da análise dos resultados.

Através dos levantamentos censitários realizados pelo IBGE, referentes às décadas de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 é possível compreender a dinâmica populacional do município e, dessa maneira, avalia-se o crescimento populacional e suas respectivas taxas de crescimento.

Por meio das taxas anuais de crescimento populacional estima-se a curva que determina a evolução populacional no município, durante o período entre 1970 e 2010.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adequam a realidade de Recreio, puderam-se obter as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial.

O método dos mínimos quadrados é utilizado para averiguar o grau de correlação entre a curva determinada através da série histórica e a linha de tendência, sendo que o maior coeficiente de determinação (R^2) é o adotado e que, no caso, deverá estar mais próximo de 1.

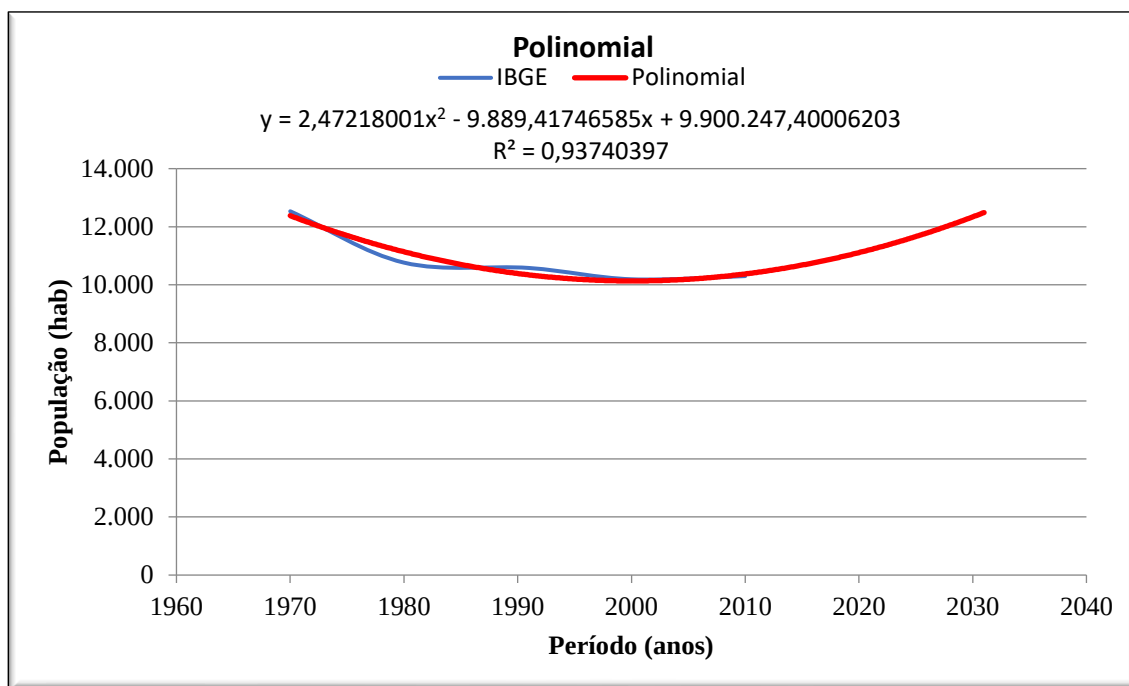
Dessa maneira, pode-se verificar qual das funções gera a curva de tendência mais próxima do crescimento populacional ocorrido no passado e assim definir o método para adotar as taxas de crescimento da projeção populacional.

Nas projeções através dos métodos aritmético, geométrico, previsão e crescimento, são feitos os cálculos utilizando sempre dois Censos como base, podendo ser de 1970 e 2010, 1980 e 2010, 1991 e 2010 ou de 2000 e 2010. Portanto, para cada método são feitas 2 projeções, as quais são comparadas à linha de tendência cujo R^2 mais se aproxima de 1.

A primeira taxa de crescimento adotada refere-se a taxa de crescimento anual dos períodos censitários citados acima, sendo que é escolhida a taxa que mais se aproxima daquelas que foram calculadas através dos métodos supracitados. A população a partir do ano de 2011 é inserida aplicando-se as taxas de crescimento calculadas através da metodologia explicada.

A seguir, tem-se o gráfico para ilustrar o método do estudo populacional e o desvio padrão (R^2) que mais se ajustou aos dados.

Figura 22 – Gráfico do Ajustamento de curvas de projeção populacional pelo método polinomial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R^2 no valor de 0,93740397 resultando na equação:

$$y = 2,47218001x^2 - 9.889,41746585x + 9.900.247,40006203$$
$$R^2 = 0,93740397$$

Onde “y” é a população em um determinado tempo “t” e “x” é o ano no mesmo tempo “t”. Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência compara-se os valores com os obtidos por cada método de crescimento. Dessa forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método Geométrico, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estima-la no futuro. Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a tabela e gráfico a seguir.

Tabela 13 – Projeção da população do Município de Recreio até o ano 2036.

Ano	População
2022	10.434
2023	10.445
2024	10.456
2025	10.468
2026	10.479
2027	10.490
2028	10.502
2029	10.513
2030	10.525
2031	10.536
2032	10.547
2033	10.559
2034	10.570
2035	10.582
2036	10.593

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o baixo crescimento populacional do município.

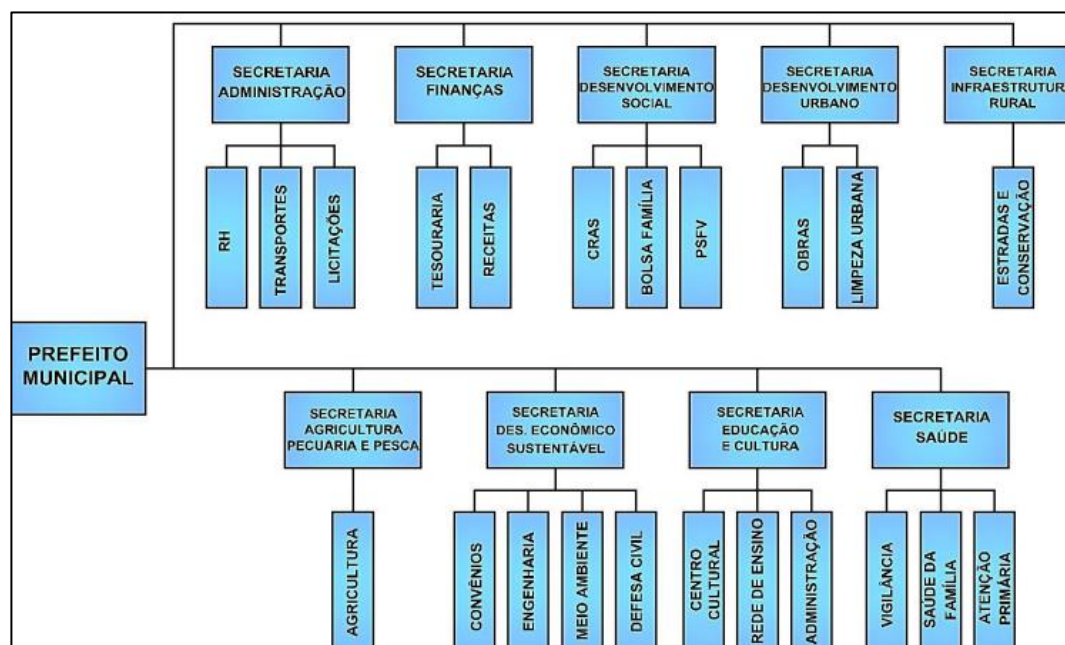
Entretanto, percebe-se através dos dados expostos na tabela acima que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para se residir, buscando postos de trabalho, melhores condições de moradia e de prestação de serviços. Sendo assim, é necessário que o Município de Recreio esteja preparado para um contingente futuro garantindo desta forma, uma boa qualidade de vida para seus habitantes.

Além de proporcionar para as áreas rurais condições para que esta população permaneça em suas propriedades, contribuindo para o desenvolvimento do município, e que a saída do campo por estas pessoas seja uma opção e não uma necessidade de melhoria de condição de vida.

4. ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL E POLÍTICO ADMINISTRATIVA

O arranjo de organização territorial visa a orientação de políticas que buscam traçar direcionamentos para que ocorra a garantia do equilíbrio entre a melhora na condição de vida das pessoas que habitam determinado território ou região. Nesse sentido, o estabelecimento destes direcionamentos é de suma importância para se alcançar os resultados esperados, pleiteando o bem-estar da população. Abaixo segue o fluxograma organizacional em relação a estrutura do município de Recreio.

Figura 23 – Fluxograma organizacional da estrutura do município de Recreio.



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O zoneamento urbano inicial do município ocorreu em função do desmembramento do município de Leopoldina, se tornando município independente, através da publicação do Decreto Lei Estadual N° 148/1938.

5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, define como serviços de saneamento básico os relativos a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Os serviços de água e esgoto, essenciais em todos os centros urbanos, usam a água, sobretudo, de duas formas: para o abastecimento da população e para a diluição de efluentes. O fator captação da água encontra-se diretamente ligado à ideia do lançamento das águas servidas. Parte da água captada é devolvida ao corpo hídrico após o uso, o que implica submetê-la a tratamento antes da devolução para não prejudicar a qualidade do corpo receptor.

Os esgotos domiciliares se caracterizam pela grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela depleção de oxigênio nos cursos de água, como resultado da estabilização que as bactérias realizam. Estes efluentes líquidos apresentam, ainda, nutrientes e organismos patogênicos que podem dificultar, ou mesmo inviabilizar, o seu uso para outros fins.

Núcleos urbanos sem atendimento, coleta parcial e sem tratamento eficiente de águas residuárias, podem constituir uma fonte de poluição difusa, vinculada às alternativas inidôneas à demanda, como lançamentos diretos no solo, fossas negras, secas e sépticas. O mesmo problema pode ocorrer em zonas rurais, mesmo que em dimensões menores, dada a dispersão das moradias em relação às áreas de ocorrência.

A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial municipal será regida pelas disposições da Lei supracitada e dos regulamentos dela decorrentes, tendo em vista ambas legislações Estadual e Federal, com o intuito de zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água no solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais.

Sendo assim, no Estado de Minas Gerais a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Agência Reguladora dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE - MG. A ARSAE - MG, foi criada através da Lei Estadual nº 18.309, de 03

de agosto de 2009, que também estabelece as normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado.

A ARSAE – MG, também está em consonância com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento.

Ressalta-se, que a ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes, especialmente as Resoluções Normativas expedidas pela ARSAE - MG, bem como, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade.

Desta forma, no presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Gestão de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana do Município de Recreio, tanto na sede quanto na área rural. Para que posteriormente possam ser propostos ações que visam a boa funcionalidade dos serviços de saneamento básico, garantindo a excelência da qualidade de vida da população.

5.1. Sistema de Abastecimento de Água

Os serviços de saneamento, em todos os seus eixos, dependem diretamente da disponibilidade de recursos hídricos. Além deste fato, a inexistência de tais serviços impacta significativamente a qualidade do recurso natural, que é essencial para a manutenção da vida e demais atividades cotidianas.

Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

5.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro

5.1.1.1. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para a sua gestão. Desta forma, faz-se necessários

estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais. Em relação aos principais mananciais superficiais próximos ao Município de Recreio, destacam-se os rios Paraibuna e o rio Pomba, ambos pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. A tabela abaixo mostra as vazões dos rios pertencentes a respectiva Bacia.

Tabela 14 – Vazões com Permanência de 95% no Tempo e Vazões Médias de Longo Período

Locais	Q₉₅	Q_{MLT}
Rio Paraíba do Sul a Montante da confluência dos Rios Paraibuna e Paraitinga	36,68	68,72
Foz do Rio Jaguari	15,65	39,98
Rio Paraíba do Sul a Montante de Funil	127,80	216,37
Rio Paraíba do Sul a Montante Santa Cecília	201,41	303,15
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência dos Rios Piabanha e Paraibuna	79,40	177,27
Foz do Rio Piabanha	9,70	34,92
Foz do Rio Paraibuna	62,83	162,40
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência do Rio Pomba	168,30	549,73
Foz do Rio Pomba	63,20	163,43
Foz do Rio Dois Rios	16,48	45,97
Foz do Rio Muriaé	28,84	118,36
Foz Paraíba do Sul	353,77	1.118,40

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PDRH Rio Paraíba do Sul, 2006. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que os dados contidos na tabela acima são importantes para a emissão de outorgas d'água e conciliar os múltiplos usos do recurso.

5.1.1.2. Mananciais Subterrâneos

Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos de determinadas regiões do país.

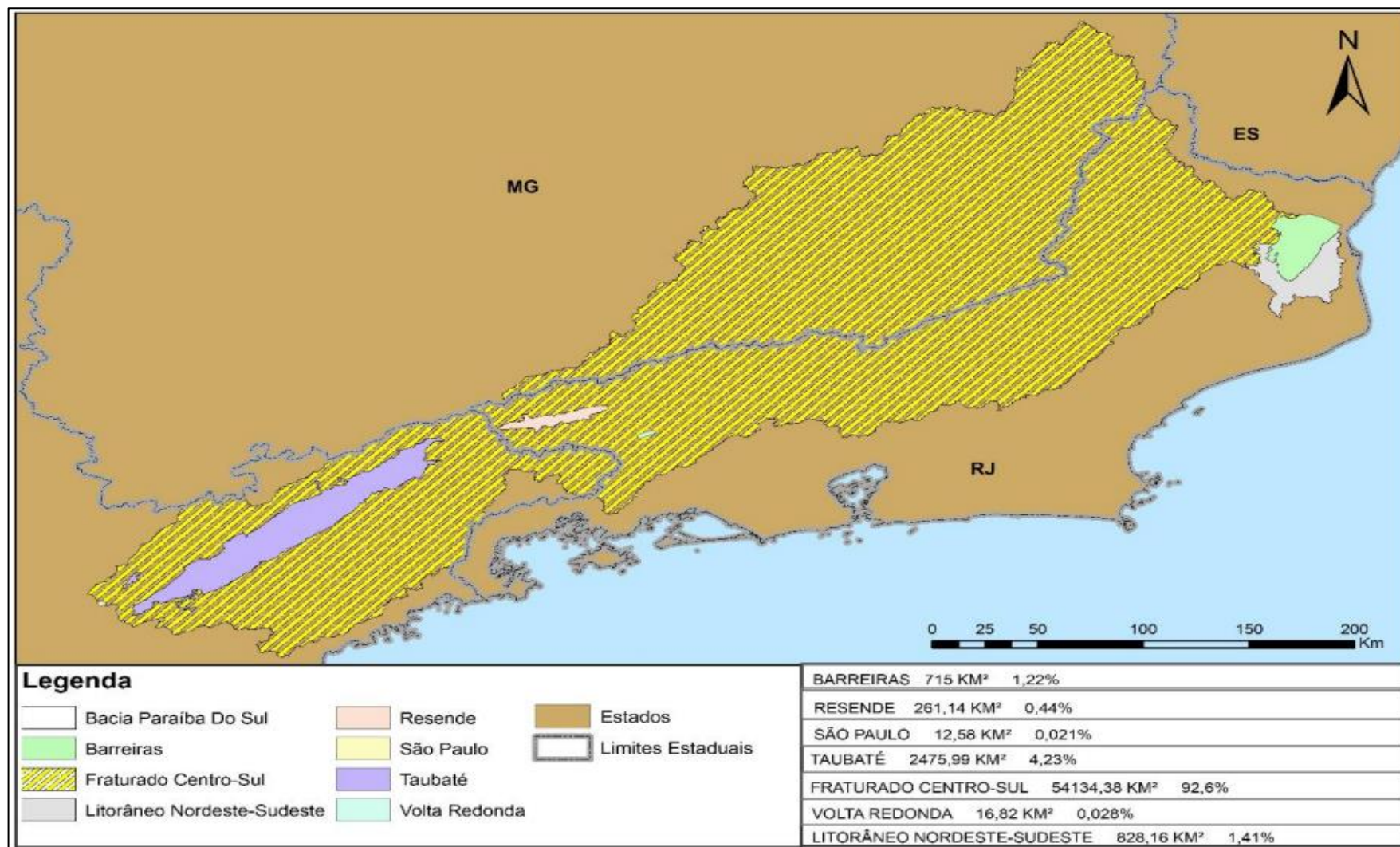


O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

A quantidade, a qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. Estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pelo homem em quantidade economicamente viável.

A Partir da figura a seguir, extraída da Agência Nacional das Águas – ANA, 2013, pode-se observar quais são os aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, onde, se encontra a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna - UPGRH-PS2. Ressalta-se, que o Município de Recreio se encontra inserido nesta mesma Bacia Hidrográfica.

Figura 24 - Aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.



Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os sistemas aquíferos individualizados na Bacia do Rio Paraíba do Sul, segundo o Plano Integrado de Recursos Hídricos – PIRH-PS Rio Paraíba do Sul 2021, especialmente se caracterizam por dois tipos de aquíferos, sendo eles o fraturado e o poroso

Os aquíferos porosos ocupam cerca de 7% da bacia e estão relacionados à Bacia Sedimentar de Campos (UP Baixo Paraíba do Sul) e as sequências aluvionares de Taubaté, Resende, Volta Redonda e São Paulo (UP Paraíba do Sul, trecho Paulista e UP Médio Paraíba do Sul). Já os aquíferos fraturados correspondem à grande maioria da Bacia (aproximadamente 93% do total da área) e estão relacionados às rochas ígneas e metamórficas.

De modo geral, os sistemas fraturados (cristalinos) são caracterizados pela baixa frequência de espaços vazios na rocha. Esse aquífero é marcado pela elevada anisotropia e heterogeneidade, portanto a porosidade e a permeabilidade normalmente são pequenas, onde os poços, em geral, fornecem baixas vazões e, desta forma, a chance de se ter um poço produtivo dependerá da interceptação de fraturas capazes de armazenamento da água. Assim, os sistemas aquíferos fraturados geralmente apresentam baixa vocação.

Entretanto, os aquíferos porosos (sedimentares) são aqueles que normalmente apresentam maiores porosidade e permeabilidade, refletindo em um maior armazenamento e produtividade hídrica. É comum vazões significativas nestes sistemas.

5.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas.

A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Existem dois tipos de outorga:

- Autorização - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até cinco anos.
- Concessão - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até trinta e cinco anos.

Algumas captações de águas superficiais e subterrâneas, bem como de acumulações, não estão sujeitas à outorga sendo passível de Cadastro de Uso Insignificante. Desta forma, no Estado de Minas Gerais há duas legislações que garantem ao usuário o direito de se enquadrar como uso insignificante, a Deliberação Normativa CERH – MG, nº 09/2004, que define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no estado e, a Deliberação Normativa CERH – MG, nº 34/2010, que define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências. Sendo assim, a tabela abaixo mostra as informações sobre as outorgas de direito de uso de águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Tabela 15 - Número de outorgas concedidas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

FINALIDADE	Nº DE OUTORGAS	Nº DE OUTORGAS EM RECREIO-MG
Indústria	199	0
Abastecimento público	59	3
Mineração	244	0
Esgotamento Sanitário	88	0
Consumo Humano	33	0
Aquicultura	5	0
Criação de Animais	79	0
Irrigação	152	0
Termoelétrica	5	0
Reservatório/Barramento	1	0
Outro	74	0
TOTAL	939	3

Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul– PIRH-PS Rio Paraíba do Sul, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.1.2.1. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU/2014, é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997. O conceito de segurança hídrica também se alinha com os objetivos da ONU, cujas metas visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade.

Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável - ODS, e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo seis. O objetivo 6 do Desenvolvimento Sustentável estabelece que é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

Deve-se ainda considerar a Lei Estadual nº 13.199/1999, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, responsável por regulamentar o regime de outorga de águas no Estado de Minas Gerais e, o Decreto nº 45.565/2011, que aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais.

Em Recreio não há legislações específicas sobre a questão hídrica, o município segue as determinações estadual e federal. Os serviços de água e esgoto são administrados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE do Município de Recreio, autarquia municipal regida pela Lei Municipal Complementar nº 218, de 09 de dezembro de 1967 e suas alterações. No caso dos Distritos, sendo eles, o Distrito de Conceição da Boa Vista, o Distrito de Barreiros e o Distrito de Angaturama, o SAAE é responsável pela parte técnica e de material, enquanto que, a mão de obra é de responsabilidade da Prefeitura Municipal.

5.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais

No Município de Recreio o sistema de abastecimento de água é administrado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE. O sistema é na sua maioria abastecido por captação superficial através de barramento e com tubulação, que leva a água até a ETA por gravidade para tratar a água proveniente desta captação superficial.

Existe também um poço tubular para captação subterrânea em casos de emergência, pois, há no município problemas relacionados a falta de água, principalmente na época de estiagem. De acordo com Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS 2021, a população total abastecida no município é de 10.518 habitantes.

Na área rural não foi relatado problemas com o abastecimento de água para a população. De forma geral a captação nestas áreas ocorre por poços ou nascentes e de acordo com o SNIS 2021, a população rural de Recreio é de 1.252 pessoas. Não há por parte da Prefeitura ações de monitoramento da água da zona rural usada para o abastecimento humano.

5.1.4. Indicadores Operacionais

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões.

O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois, permitem o monitoramento do sistema de abastecimento de água. O incremento e disponibilização de um banco de dados para calcular o maior número de indicadores para acompanhamento do sistema é desejável.

Sendo assim, abaixo segue a tabela especificando os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA do Município de Recreio, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, e preenchidos pelos responsáveis técnicos das prefeituras.

Tabela 16 - Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE	DISPONÍVEL EM:
AG001	População total atendida com abastecimento de água.	10.518	Habitante	SNIS
AG002	Quantidade de ligações ativas de água.	3.131	Ligação	SNIS
AG003	Quantidade de economias ativas de água.	3.330	Economia	SNIS
AG005	Extensão da rede de água	41.000	m	SNIS
AG006	Volume de água produzido	668	1.000m ³ /ano	SNIS
AG007	Volume de água tratado em ETA	668	1.000m ³ /ano	SNIS
AG008	Volume de água micromedido	388	1.000m ³ /ano	SNIS
AG010	Volume de água consumido	468	1.000m ³ /ano	SNIS
AG011	Volume de água faturado	668	1.000m ³ /ano	SNIS
AG021	Quantidade de ligações totais de água	3.864	Ligação	SNIS
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	198,00	1.000kWh/ano	SNIS
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	1,13	R\$/m ³	SNIS
IN004	Tarifa média praticada	1,07	R\$/m ³	SNIS
IN005	Tarifa média de água	1,25	R\$/m ³	SNIS

IN006	Tarifa média de esgoto	0,8	R\$/m ³	SNIS
IN009	Índice de hidrometração	99,93	Percentual	SNIS
IN012	Indicador de desempenho financeiro	94,33	Percentual	SNIS
IN013	Índice de Perdas Faturamento	-	Percentual	SNIS
IN015	Índice de coleta de esgoto	99,79	Percentual	SNIS
IN016	Índice de tratamento de esgoto	9,64	Percentual	SNIS
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	10,36	m/lig	SNIS
IN022	Consumo médio per capita de água	195,38	l/hab./dia	SNIS
IN023	Índice de atendimento urbano de água	93,20	Percentual	SNIS
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendimento com água	99,98	Percentual	SNIS
IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo	100	Percentual	SNIS
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	9,62	Percentual	SNIS
IN049	Índice de perdas na distribuição	27,89	Percentual	SNIS
IN050	Índice bruto de perdas lineares	12,09	m ³ /dia/Km	SNIS
IN051	Índice de perdas por ligação	162,27	l/dia/lig.	SNIS
IN053	Consumo médio de água por economia	11,97	m ³ /mês/econ.	SNIS
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	0,3	kWh/m ³	SNIS

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração o Município de Recreio apresenta 99,93% de índice medido. O índice de hidrometração está diretamente ligado ao índice de perdas no sistema de abastecimento de água, seja por problemas na própria medição, falta de hidrômetros, ligações clandestinas ou até mesmo a falta ou a cobranças pelo uso da água ineficientes.

De acordo também com o Art. 29 da Lei nº 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, “a hidrometração interfere nas diretrizes para fixação de tarifas dos serviços de saneamento básico, entre quais, pode-se citar:

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;

- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço em regime de eficiência;
- Estimulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- Incentivo a eficiência dos prestadores de serviço.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no município.

Desta forma, a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, determina que os municípios brasileiros estabeleçam um sistema de informações sobre os serviços articulados com SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Sendo assim, nos capítulos específicos para cada tópico relacionado ao SAAE do município, contidos neste Diagnóstico, será apresentado o indicador responsável e seus respectivos valores. Pois, desta maneira, há uma melhor compreensão da atual situação e através desta compreensão, apontamentos podem ser realizados visando melhorias no sistema de abastecimento de água.

5.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes

5.1.5.1. Captação

Como dito anteriormente, a captação de água para o abastecimento da área urbana do Município de Recreio ocorre através de captação superficial, entretanto, há no município um poço tubular temporário para que seja acionado em períodos de estiagem prolongada, pois, neste período, é comum haver o rebaixamento do nível da água na captação superficial. Sendo assim, a tabela abaixo mostra as características físicas do ponto de captação de água para o abastecimento urbano existentes em Recreio.

Tabela 17 - Características físicas dos pontos de captação de água para o abastecimento urbano.

NOME	TIPO DE CAPTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	MANACIAL	VOLUME DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL m³/h
Ribeirão Dos Monos	Superficial	21°30'55" S e 42°28'41" O	Rio Paraíba do Sul	40
-	Poço Tubular	21°32'39" S e 42°25'47" O	Rio Paraíba do Sul	13,32
-	Poço Tubular	21°28'45" S e 42°24'01" O	Rio Paraíba do Sul	2,20

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os pontos de captações descritos na tabela acima possuem vazão outorgadas através dos L/s/documentos nº 34230/2019, nº 13027/2013 e nº 07653/2010. O ribeirão Dos Monos está enquadrado na Classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Desta forma, a figura abaixo mostra o ponto de captação de água do município para o abastecimento público.

Figura 25 - Captação de água no ribeirão Dos Monos para o abastecimento urbano no Distrito Sede.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 26 - Localização do ponto de captação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

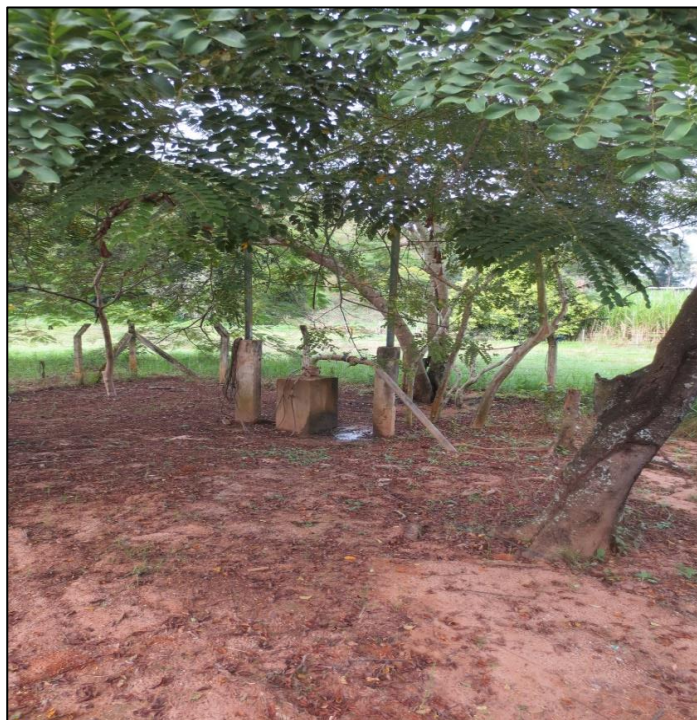
A captação de água para o abastecimento da população urbana nos três Distritos, ocorrem através de poços profundos, abastecendo 100% desta população e de acordo com informações do SAAE, não há problemas relacionados a falta d'água nestes três Distritos. As imagens abaixo mostram os pontos de captação de cada um deles.

Figura 27 - Poço de captação no Distrito de Conceição da Boa Vista.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 28 - Poço de captação no Distrito de Barreiros.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 29 - Poço de captação no Distrito de Angaturama.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Resolução CONAMA n° 357/2005 traz ainda em Art. 4°, a classificação dos corpos hídricos da seguinte forma:

I - Classe Especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário;

e) à dessedentação de animais.

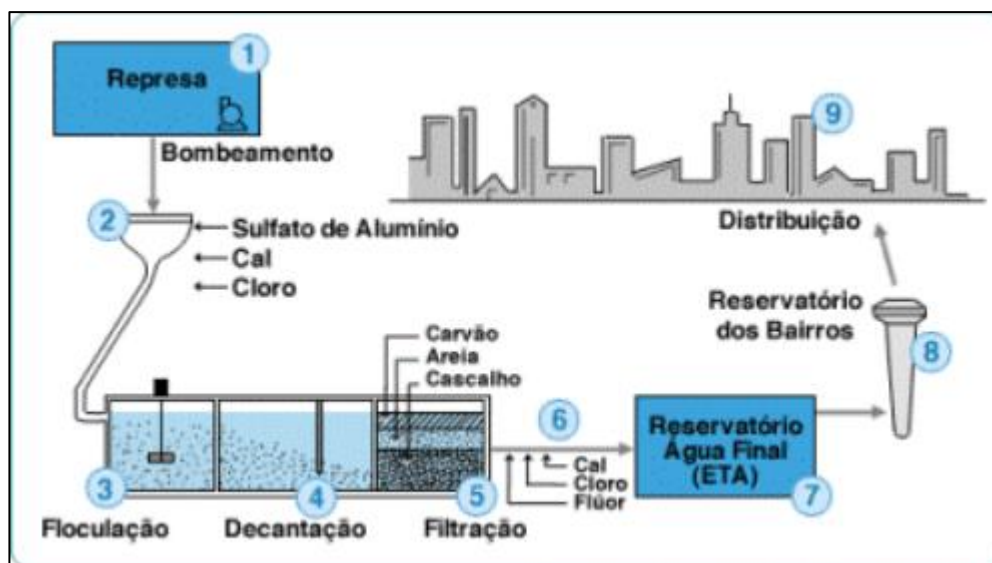
V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística.

5.1.5.2. Tratamento

O tratamento de água contempla uma série de procedimentos físicos e químicos para torna-la potável, ou seja, própria para o consumo humano. Sendo assim, o sistema de tratamento de água que há em Recreio é o tratamento do tipo convencional, com as etapas sendo detalhadas a seguir.

Figura 30 – Etapas de tratamento de uma ETA convencional.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ao chegar na ETA, a água bruta é distribuída para dois sistemas independentes de tratamento. A vazão de chegada é 27,5 l/s. A seguir serão apresentadas as etapas de ambos os sistemas.

- Coagulação: adição de sulfato de alumínio à água bruta. Esse produto favorece a união das partículas e impurezas da água, facilitando a remoção na decantação;

Figura 31 – Calha Parshall e adição de sulfato de alumínio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Floculação: etapa na qual a água é submetida à agitação, para que as impurezas formem flocos maiores e mais pesados.

Figura 32 – Câmaras de floculação hidráulica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Decantação: nos tanques de decantação, os flocos de impureza sedimentam e são separados do restante do líquido.

Figura 33 – Decantadores circulares.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Filtragem: filtros formados por camadas de areia grossa, areia fina, cascalho, pedregulho e carvão promovem a completa remoção dos últimos flocos de resíduos.

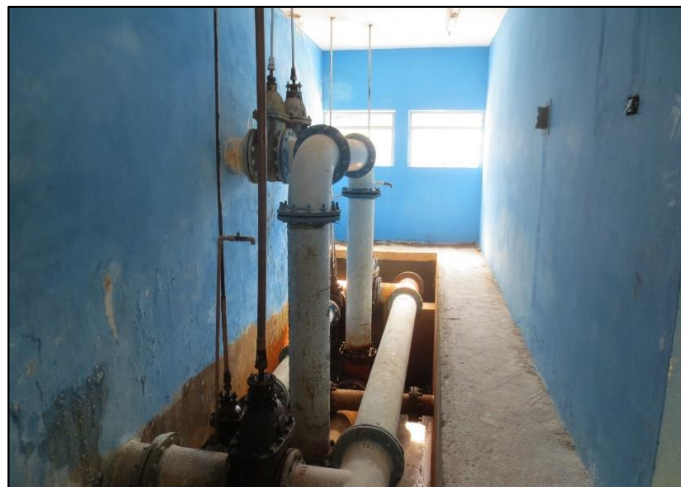
Figura 34 – Filtros por gravidade.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Desinfecção: a água recebe adição de cloro, flúor e controle do pH.

Figura 35 – Bombas dosadoras de cloro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que a Portaria da Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Segundo a referida norma é dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde a avaliação sistemática e permanente de risco à saúde humana do sistema de abastecimento de água ou solução alternativa, considerando diversas informações especificadas na portaria.

Para isso, considera-se como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras.

A Portaria da Consolidação nº 05/2017, também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de manancial.

Sendo assim, a tabela abaixo indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.

Tabela 18 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria nº05/2017 - MS.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de Distribuição					
		Nº de Amostras	Frequência	nº de Amostras			Frequência		
				< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2h	10	1 por 5.000 hab.	40 + 1 por 25.000 hab.	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	2 por 10.000 hab.	40 + 1 por 50.000 hab.	Mensal		
Turbidez, CRL¹, Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/mL	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros²	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		

(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Tabela 19 - Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	Valor máximo permitido (vmp)
Água para consumo humano:	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

Dentre as recomendações, condições, e orientações dadas na norma, os seguintes itens também podem ser destacados:

- Nos sistemas de distribuição, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais deve ser feita a contagem de bactérias heterotróficas e, quando excedidas 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por mL, deve-se providenciar imediata coleta e inspeção local, sendo tomadas providências cabíveis no caso de constatação de irregularidade;
- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o

atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

- A água deve ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L após a desinfecção, mantendo no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e o tempo de contato mínimo seja de 30 minutos;
- Em qualquer ponto do sistema de abastecimento, o teor máximo de cloro residual livre recomendado é de 2,0 mg/L;
- O pH da água deve ser mantido no sistema de distribuição na faixa de 6,0 a 9,5;
- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da Consolidação nº 05/2017 – Anexo XX;
- Parâmetros radioativos devem estar dentro do padrão estabelecido, porém a investigação destes apenas é obrigatória quando existir evidência de causas de radiação natural ou artificial;
- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;
- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na

norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comumente analisados.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra os parâmetros básicos e o seu valor máximo permitido de aceitação, da qualidade da água para o consumo humano.

Tabela 20 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH ₃)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Flúor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- **Cianobactérias:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;
- **Cianotoxinas:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas;
- **Cloreto:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou

de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);

- **Cloro Residual Livre:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;
- **Coliformes totais:** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;
- **Coliformes termotolerantes:** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

- **Contagem de bactérias heterotróficas:** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, $\pm$ 0,5°C por 48 horas;
- **Cor:** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira;
- **Dureza:** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras;
- **Escherichia coli (E. Coli):** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005);
- **pH:** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água;

- **Turbidez:** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

Desta forma, atendendo a todas as legislações pertinentes, o Município de Recreio realiza o monitoramento da qualidade da água da ETA através de técnicos do SAAE.

5.1.5.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades estão as doenças infectocontagiosas como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais.

Estas doenças podem estar associadas em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI, que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para gerar um diagnóstico da saúde é importante especificar as principais doenças relacionadas

ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil. Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica a tabela abaixo explicita as principais formas de transmissão.

Tabela 21 - Doenças de veiculação hídrica.

Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças	Formas de Prevenção
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico, agente causador da doença é ingerido	Diarreias e desintérias, como a cólera e a giardíase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascaridíase (lombriga).	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; Febre amarela; Dengue; Filariose (elefantíase).	Combater os insetos transmissores; Eliminar condições que possam favorecer criadouros; Evitar contato com criadouro; Utilizar meios de produção individual.

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela a seguir traz o histórico do número de internações hospitalares por ano ocorridas em consequência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAI, no Município de Recreio.

Tabela 22 - Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

Ano	Internações
2008	29
2009	24
2010	42
2011	43
2012	21
2013	33
2014	34
2015	123
2016	48
2017	52
2018	26
2019	40
2020	16
2021	8

Fonte: Internações Hospitalares - SIH/DATASUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.1.5.4. Distribuição

Após a etapa de captação e tratamento a água passa pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha da água tratada. No município, de acordo com o SNIS 2021, o índice de atendimento é de 99,98% da população urbana.

O sistema conta com etapas de distribuição de água por gravidade e por sete EEAT - Estações Elevatórias de Água Tratada, não havendo no município problemas com pressão insuficiente para atender os bairros da cidade. Desta forma, a tabela abaixo mostra as informações gerais da rede de distribuição de água potável no Município de Recreio, como, o tipo de ligação, a quantidade e a extensão da rede de acordo com o SNIS 2021.

Tabela 23 - Informações gerais da distribuição de água no Município de Recreio.

DISTRIBUIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Ligações ativas de água	3.131	ligações
Economias ativas de água	3.330	economias
Ligações ativas de água micromedidas	3.128	ligações
Extensão da rede de água	41	Km
Economias residenciais ativas de água	3.040	economias
Economias ativas de água micromedidas	3.327	economias

Ligações totais de água	3.864	ligações
Economias residenciais ativas de água micromedidas	3.040	economias

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 36 - Estação elevatória de água tratada.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com as informações da tabela acima, o SAAE de Recreio possui 3.131 ligações, sendo que 99% destas ligações possuem micromedição. Em relação as perdas no sistema, o SNIS mostra um percentual de 27,89% de perdas na distribuição. A importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

A International Water Association – IWA, classifica as perdas levando em conta a sua natureza como reais ou aparentes. As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção, como: a captação, o tratamento, o armazenamento e a distribuição antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sobre os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação

e a uma produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;
- maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

Sendo assim, as fórmulas e a tabela abaixo avaliam os indicadores de perdas do Município de Recreio, apresentando um comparativo também com valores do Estado de Minas Gerais e com o Brasil. Ressaltando, que os indicadores para avaliar as perdas de água são os indicadores do SNIS, sendo eles:

- índice de perdas no faturamento - IN013;
- índice de perdas na distribuição - IN049;
- índice de perdas por ligação - IN051.

$$IN013 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço - Faturado)}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço)}}$$

$$IN049 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

$$IN051 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - Consumido - de Serviço)}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$$

Tabela 24 - Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.

Índice	Objetivo	Recreio	Minas Gerais	Brasil
IN013 Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	-	37,38	37,39
IN049 Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar em termos percentuais o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável (%).	27,89	37,52	39,24
IN051 Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	162,27	264,33	339,48

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Observando os dados expostos na tabela acima, nota-se que o índice IN013 no Município de Recreio é menor que a média estadual e a do Brasil, ressaltando, que o consumo faturado medido corresponde ao volume de água registrado nos hidrômetros, e o volume não faturado corresponde a água extraída direto no ponto de captação.

Com os dados do índice IN013 a Prefeitura encontra possibilitada de aferir as perdas reais e de assim promover ações eficientes de combate as questões relacionadas as perdas. Sendo assim, no índice IN049, comparando os valores verifica-se que o município também está abaixo do índice brasileiro e abaixo da média estadual.

Contudo, ressalta-se que esses valores podem não refletir a realidade, já que a macro e micromedição podem ser deficitárias. Por fim, o Índice de Perdas por Ligação – IN051, está também abaixo do valor médio entre o apresentado pelo Estado de Minas Gerais e do Brasil, isto indica que o município se encontra em boa posição estadual e também a nível nacional.

Desta forma, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, incluindo a elaboração de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, com avaliações periódicas no controle dos possíveis vazamentos e implantando uma gestão de perdas através de macromedidores e do gerenciamento das pressões na rede.

A incorporação deste conjunto de boas práticas colabora para a diminuição dos altos índices de perdas que foram constatados no município e que auxiliam na melhoria da gestão do sistema de abastecimento de água como um todo.

5.1.5.5. Reservação

Em relação ao sistema de reservação de água para o abastecimento público de Recreio, de acordo com informações do SAAE, ao todo são 95m³, divididos em seis reservatórios, três no Distrito Sede e um em cada Distrito. Após a etapa de tratamento, existem sete estações elevatórias de água tratada EEAT, como já relatado, que faz a adução até o reservatório elevado localizado no terreno do SAAE, e por gravidade a água é distribuída para a população.

Nos Distritos a reservação é realizada no mesmo local de captação e por gravidade abastece os imóveis da área urbana de cada Distrito. As imagens abaixo mostram o sistema de reservação do Município de Recreio.

Figura 37 - Reservatórios de concreto do tipo enterrado e elevado no Distrito Sede.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 38 - Reservação nos Distritos de Conceição da Boa Vista e Angaturama.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2021, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido, faturado e produzido. O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois, o seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio.

Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo

mínimo. O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas.

Enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias, medidas e não medidas, para fins de faturamento, incluindo também o volume de água tratada exportado. O volume de água produzido se refere a quantidade anual de água captada disponível para o consumo. Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores do volume consumido, do volume faturado e do volume produzido do Município de Recreio.

Tabela 25 - Volume, faturado e produzido em Recreio.

Ano	Volume Consumido - m³/ano	Volume Faturado - m³/ano	Volume de água produzido – m³/ano
2020	468.000	668.000	668.000

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados acima mostram que o volume consumido é menor que o volume faturado e o volume produzido, de acordo com o SNIS 2021. Desta forma, percebe-se através destes valores que há um alto índice de perdas no sistema de captação e distribuição do município, totalizando em 29,94% de perdas.

5.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais

Taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados e, a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, portanto, não sendo compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção. Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;

- Viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997, o artigo 22, que trata sobre as aplicações prioritárias destes recursos na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico tem-se a Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro.

Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento.

O Plano de Saneamento Básico deve discutir estes critérios a fim de respaldar o município quanto aos interesses internos de investimentos. Especificamente em Recreio de acordo com informações do SNIS a cobrança pelo uso da água é realizada mensalmente, com cobrança da tarifa média de água é no valor de um real e vinte e cinco centavos aproximadamente.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Recreio, abaixo segue a tabela com as informações do SNIS – 2021 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 26 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.

ITEM	INDICADOR	R\$/ano	R\$/m³
FN002	Receita operacional direta de água	836.983,23	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	1.282.822,15	-
FN006	Arrecadação total	1.282.822,15	-
FN013	Despesa com energia elétrica	156.500,12	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	104.739,10	-
FN015	Despesas de exploração	1.210.144,73	-
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	-	1,13
IN004	Tarifa média praticada	-	1,07
IN005	Tarifa média de água	-	1,25

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O IN003 - Despesa Total com os serviços por m³ faturado de água e esgoto, é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido pelo volume total faturado (Água e Esgoto). Sendo assim, para se calcular o IN003 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN003 = \frac{\text{Despesas Totais com os Serviços (DTS)}}{\text{Volume Total Faturado (Água + Esgoto)}}$$

O IN004 – Tarifa Média Praticada, corresponde ao cálculo da divisão da receita operacional direta total, pela soma do volume de água faturado com o volume de esgotos faturado. Este indicador apresenta o valor gasto por metro cúbico de água ou de esgoto faturado. Sendo assim, para se calcular o IN004 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN004 = \frac{\text{Receita Operacional Direta Total}}{\text{Volume de Água Faturado + Volume de Esgotos Faturado}} \times \frac{1}{1.000}$$

O IN005 - Tarifa Média de Água, corresponde ao valor da receita operacional direta de água, dividido pelo valor obtido entre a subtração do volume

de água faturado e o volume de água exportado. Sendo assim, para se calcular o IN005 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN005 = \frac{\text{Receita Operacional Direta de Água}}{\text{Volume de Água Faturado} - \text{Volumes de Água Exportados}}$$

Contudo, a tabela abaixo mostra os valores dos índices IN003, do IN004 e do IN005 do Município de Recreio, do Município de Miradouro, utilizado como município de comparação, como dito em capítulos anteriores, do Estado de Minas Gerais e do Brasil. Lembrando que a unidade dos valores apresentados é em R\$/m³.

Tabela 27 - Comparativo de valores praticados.

Índice	Recreio	Miradouro	Minas Gerais	Brasil
IN003	1,13	5,46	3,52	3,89
IN004	1,07	5,34	3,92	4,31
IN005	1,25	5,34	4,22	4,53

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Analisando-se os dados contidos na tabela acima, observa-se que o Município de Recreio, no índice de despesa total – IN003, apresentou um valor de 1,13 R\$/m³, sendo este valor, inferior ao Município de Miradouro, e também ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil. No índice da tarifa média praticada – IN004, o valor foi de 1,07 R\$/m³, também inferior ao Município de Miradouro que possui o valor de 5,34R\$/m³, e aos valores praticados no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

Enquanto que no índice da tarifa média de água – IN005, o valor no Município de Recreio foi 1,25 R\$/m³, novamente inferior ao Município de Miradouro, com tarifa média de água de 5,34 R\$/m³ e novamente, com valor inferior ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil. Um outro índice muito importante é o IN058 - Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água, correspondendo à quantidade de quilowatts por hora para a produção de um metro cúbico de água.

Este indicador é importante para a avaliação dos custos com energia elétrica, sendo possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Sendo assim, para se calcular o IN058 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN058 = \frac{\text{Consumo Total d Energia Elétrica em Sistemas de Água}}{\text{Volume de Água (Produzido – Tratada Importado)}}$$

5.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Recreio

As principais deficiências que podem ser citadas no SAAE de Recreio são:

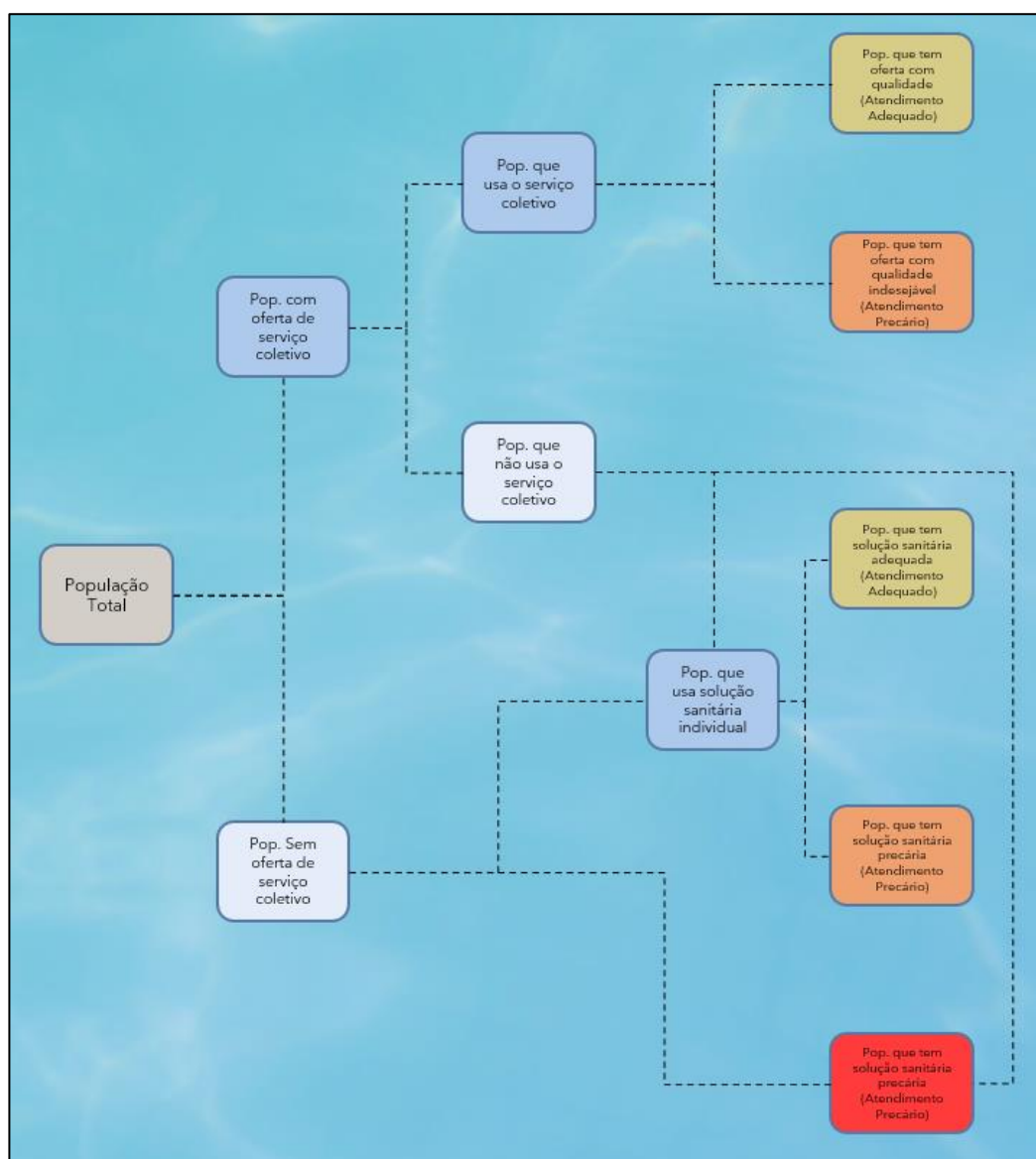
- Cercamento do ponto de captação superficial deficiente;
- Alta inadimplência;
- Cadastramento de rede deficitário;
- Falta de manutenção na captação e reservação dos Distritos de Barreiros e Angaturama.

A partir das deficiências levantadas serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Assim, deve-se apresentar soluções para os problemas apontados no presente produto.

5.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a situação atual do esgotamento sanitário de Recreio, observa-se que o déficit deste serviço pode ser definido em virtude da falta de investimentos e da oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento aliado a falta de planejamento e investimento neste eixo ao longo dos anos. Dentro desta perspectiva, o fluxograma abaixo ilustra esta classificação.

Figura 39 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O quadro abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário do Município de Recreio, presentes no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 28 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	2020
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	9.266
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	2.766
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	2.942
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	34,15
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m³/ano]	689
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m³/ano]	45
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m³/ano]	467
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	2.765
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	3.315
ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário [habitante]	9.266
ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]	1
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]	99,79
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	9,64
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	10,36
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	99,98
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	9,62
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	99,98
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	88,08

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS. Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de Recreio com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição desprivilegiada, apresentando índices de atendimento muito menores que dos demais.

Nota-se a necessidade de grandes investimentos neste setor, para priorizar a saúde ambiental do município e, conseqüentemente, dos cidadãos residentes no mesmo. Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 29 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total (%)	Urbano (%)	Gerados (%)	Coletados (%)
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	12,3	15,8	22	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5
Recreio	88,08	99,98	9,62	9,64

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações do Saneamento, observa-se que o Brasil atende 54,1% da população brasileira com rede de esgotamento sanitário e que 49% do esgoto gerado é tratado. O índice de coleta de esgotos urbanos para a Região Sudeste é de 83,7%, enquanto o de Recreio é de 99,98%, contudo, no município, somente 9,62% é tratado.

Analisando os indicadores apresentados, observa-se que o município deve estabelecer uma política de investimento massiva para minimizar o quadro atual precário em que se encontra. Portanto, devido a isso, a degradação do meio ambiente, somada aos recursos financeiros disponibilizados para saúde para sanar as doenças causadas pelos baixos índices de saneamento adequado, bem como incapacidade de valorização imobiliária, atrasarão o desenvolvimento econômico do município e diminuirão a qualidade de vida da população.

Considerando a inexistência de tratamento de esgotos sanitários, áreas que possuem risco de contaminação são aquelas não atendidas por este serviço e, notoriamente, com maior potencial, àquelas onde apresentam maior densidade populacional. No caso de Recreio, essa situação é generalizada em quase todo o município, além da falta de investimento em um sistema público de tratamento dos

esgotos domésticos, esse despejo irregular, acaba se tornando prejudicial ao meio ambiente.

O conceito de acesso e cobertura devem considerar as diversidades tecnológicas e buscar a cobertura dos serviços através das adaptações e utilização da melhor tecnologia para cada ambiente. Com essa diretriz, busca-se a universalização do esgotamento sanitário através da viabilidade técnica, econômica e social.

5.2.1. Características gerais do Sistema de Esgotamento Sanitário

5.2.1.1. Estação de Tratamento de Esgoto - ETE

O tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros materiais de maiores dimensões e areia, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Sendo assim, no Distrito Sede de Recreio há uma ETE, entretanto, a mesma trata apenas 20% do esgoto coletado de acordo com informações do SAAE, pois, o SNIS, como já mostrado, informa o índice de 9,62% de tratamento. De qualquer forma, o restante é despejado *in natura* no ribeirão Dos Monos dentro da área urbana, a jusante do ponto de captação para o abastecimento público do Distrito Sede. De acordo ainda com informações do SAAE, há um pequeno percentual de imóveis no Distrito Sede que lançam seus esgotos também *in natura* no ribeirão Dos Monos.

Nos Distritos de Conceição da Boa Vista, Barreiros e Angaturama a situação não é diferente, apesar de haver quase 100% de esgoto coletado, o mesmo é lançado *in natura* no corpo hídrico local. Nas propriedades rurais não se obteve informações se os esgotos gerados possuem algum tipo de sistema de tratamento individual. Desta forma, as figuras abaixo mostram um pouco do sistema de esgotamento sanitário do Município de Recreio.

Figura 40 - Disposição de esgotos domésticos diretamente no rio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 41 - ETE do Distrito Sede.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 42 - Corpo hídrico receptor e lançamento de esgoto *in natura* no Distrito de Conceição da Boa Vista.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 43 - Corpo hídrico receptor e lançamento de esgoto *in natura* no Distrito de Barreiros.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 44 - Corpo hídrico receptor e lançamento de esgoto *in natura* no Distrito de Angaturama.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.2.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA n° 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o Artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não inclusos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO₅, sendo permitida concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Sendo assim, o corpo hídrico que recebe os efluentes domésticos em Recreio é o ribeirão dos Monos que está na bacia de rio Pomba. A sub-bacia do ribeirão dos Monos detém sedes urbanas em sua área de drenagem, notadamente em Recreio, as quais descarregam todo o esgoto sem tratamento no rio que possui Classe 2, de acordo com Plano Diretor de Recursos Hídricos- Volume III.

Diante das informações levantadas, pode-se afirmar que os usos preponderantes das águas da sub-bacia do ribeirão dos Monos, eram de águas destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;
- à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (PQE Nova Baden)
- à recreação de contato primário;
- a aquicultura e pesca;
- à dessedentação animal

Como potenciais fontes de poluição:

➤ Difusas rurais:

- A sub-bacia tem sua cobertura vegetal alterada em grande parte para pastagem, foram visualizadas grandes áreas para a criação de gado, o que aumenta o potencial da poluição das águas por coliformes. Além disso, as pastagens degradadas são grandes fontes de sedimentos para os cursos d'água dado o aumento do escoamento superficial das chuvas.
- As estradas de terra, que são muitas na sub-bacia, também são grandes fontes de sedimentos para os cursos d'água, e também devem ser consideradas.
- As áreas de cultivo com a utilização de agrotóxicos podem ser consideradas como fontes difusas de poluição no meio rural, mas não foram identificadas em grande escala na sub-bacia.

➤ Difusas urbanas:

- Lançamentos de esgotos *in natura* pelos Distritos e pelo Distrito Sede de Recreio em vários pontos do ribeirão dos Monos;

Não há análises de montante e nem de jusante nos pontos de lançamento principais da rede coletora de esgotos no referido corpo hídrico, bem como, são desconhecidas as localizações exatas dos pontos de poluição difusa oriundos do lançamento indiscriminado de efluentes domésticos no rio e córregos menores da cidade que desaguam no ribeirão dos Monos.

5.2.3. Geração Atual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo *per capita* usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo *per capita*, não incluindo as perdas de água. O consumo *per capita* de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo *per*

capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição *per capita* de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a NBR 9649 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam essas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;

- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;

- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de $K1 = 1,20$, $K2 = 1,50$ e $K3 = 0,50$. A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do município de Recreio para o cenário do último SNIS.

Tabela 30 - Geração atual de esgotos domésticos.

Ano	População urbana atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água consumido (m³/ano)	Volume de esgoto gerado anual (m³/ano)	Volume de esgoto gerado <i>per capita</i> anual (m³/hab.dia)	Volume diário per capita de esgoto gerado (L/hab.dia)
2020	9.266	468.000,00	1.084,62	0,09	97,52,70

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos

poluentes, análises de laboratórios, medição de vazões e outros. Caso não seja possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Von Sperling (2005), vários cálculos a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população . carga\ per\ capita$$

$$carga\left(\frac{kg}{d}\right) = \frac{população(hab) . carga\ per\ capita\left(\frac{g}{hab.dia}\right)}{1000\left(\frac{g}{kg}\right)}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} . 100$$

Sendo:

E : eficiência de remoção (%);

Co : concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce : concentração efluentes do poluente (mg/L);

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc.

A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição “per capita” de DBO_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia. Assim sendo apresentam-se, na Tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período do SNIS, referentes ao Município de Recreio.

Tabela 31 - Projeção da carga orgânica.

Ano	População Atendida	Carga Orgânica – DBO ₅ (Kg/dia)
2020	9.266	500,47

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.2.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Recreio

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário de Recreio, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Aprimoramento de programa de fiscalização de ligações pluviais irregulares à rede de esgoto;
- Elaboração de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural;
- Morosidade para a instalação de novos Dispositivos de Tratamento de Esgoto;
- Doenças provocadas pela falta de tratamento dos efluentes;
- Precariedades no sistema de esgotamento nas comunidades rurais.

5.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as características dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Recreio e as suas devidas classes de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/2010, assim como a sua destinação final.

Ressalta-se que há no município um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS, e há também uma legislação própria para tratar especificamente sobre as questões dos resíduos. Ressalta-se também, que em Recreio a Secretaria de Desenvolvimento Urbano é a responsável por gerir o sistema de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos.

Desta forma, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da região sudeste, no qual, os seus 1.668 municípios, incluindo o Município de Recreio, geraram 29,04 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos – RSU, no ano de 2021, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra o total da população urbana nas cinco regiões brasileiras e a quantidade de resíduos coletados no ano de 2021.

Tabela 32 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2021.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População Urbana	Massa coletada per capita - kg/hab./dia	Quantidade de RDO+RPU em função da pop. urb. (milhões de ton./ano)	Participação Relativa (%)
Norte	450	13.791.377	1,05	5,29	7,9
Nordeste	1.794	42.213.284	1,23	18,95	28,4
Sudeste	1.668	82.883.884	0,96	29,04	43,6
Sul	1.191	25.844.985	0,87	8,21	12,3
Centro-Oeste	467	14.703.334	0,96	5,15	7,7
Total 2020	5.570	179.436.864	1,01	66,64	100,0
Total 2019	5.570	178.011.749	0,99	65,11	100,0
Total 2018	5.570	176.539.719	0,96	62,78	100,0

Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os dados da ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, no ano de 2021, 98,2% de todo o resíduo gerado na região sudeste foi coletado. Destes, 73,4% foram encaminhados para lixões e aterros controlados. De acordo ainda com a ABRELPE, no mesmo ano de 2021, na região sudeste, o total de recursos aplicados no serviço de limpeza urbana por habitante foi de 13,82 R\$/hab/mês.

Para o Município de Recreio, de acordo com o SNIS 2021, a geração per capita de resíduos é de 0,38kg/hab.dia, e o total de resíduos sólidos domiciliares e de limpeza pública coletados no mesmo ano foi de 1.284 toneladas, atendendo a 9.268 habitantes entre a área urbana e a área rural do município. O cálculo para estimar a geração per capita é fundamentado através de dados disponibilizados pelo próprio SNIS, sendo:

- CO050: Pop urbana atendida no município abrangendo o distrito-sede e localidades;
- CO119 - Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes.

5.3.1. Classificação de Resíduos

A PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3º, define resíduos sólidos da seguinte forma:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Lei nº 12.305/ 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto que a sua caracterização tem por objetivo determinar a sua composição físico/químico. A classificação dos resíduos é necessária para a obtenção de informações, sobre seus potenciais riscos ambientais e de saúde pública.

A NBR n° 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semi-sólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR n° 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere ao Resíduo Classe II, considerado Não-Perigoso, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos.

Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis. A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei n° 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

5.3.2. Inventários de Resíduos Gerados no Município

Neste capítulo serão apresentados os diferentes aspectos técnicos, institucionais, administrativos, legais, sociais e econômicos dos resíduos do serviço de limpeza pública, domiciliares, resíduos orgânicos, coleta seletiva, resíduos da construção civil – RCC, resíduos volumosos, resíduos dos serviços de saúde – RSS, logística reversa, resíduos agrossilvopastoris, resíduos do saneamento e a destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no Município de Recreio um panorama será mostrado, para que toda a população compreenda a dinâmica do sistema de limpeza urbana. Desta forma, com a população ciente dos problemas e de sua responsabilidade e principalmente das soluções que serão apresentadas nos trabalhos seguintes, o município poderá avançar para uma nova realidade repleta de bons hábitos e referência na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos.

5.3.2.1. Limpeza Pública

A limpeza pública é caracterizada pela composição dos serviços de varrição, capina, roçagem, poda, corte de árvores e limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais. Este conjunto de serviços tem crescido consideravelmente nos últimos anos no país, principalmente pela implantação da Política Nacional dos

Resíduos Sólidos - PNRs. Sendo assim, a tabela abaixo traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

Tabela 33 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO	FORMAS DE EXECUÇÃO
Varrição	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis; podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.
Roçagem	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal arbustiva considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo a coleta dos resíduos resultantes.	A roçada pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na forma mecanizada são utilizadas roçadeiras e na forma manual, são utilizadas enxadas ou enxadinhas.
Capina	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes;	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.
Poda	Utilizada na jardinagem para retirar folhas, ramos e galhos, com o objetivo de modificar a sua aparência e estética, para que os galhos cresçam de forma ordenada, evitando a danificação da rede elétrica ou a queda de galhos poderosos	Geralmente executada de forma mecânica, com o auxílio de motosserras
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões munck.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para os serviços que caracterizam a limpeza urbana, descritos na tabela acima, no Município de Recreio a Secretaria de Desenvolvimento Urbano, setor de Limpeza Urbana é a responsável pela execução destes serviços, com mão de

obra própria totalizando em trinta funcionários, divididos entre roçada, capina, varrição, limpeza de boca-de-lobo, coletadores e motoristas. De acordo com o SNIS 2021, o total de resíduos da limpeza urbana coletados no ano de 2021 foram de 1.284 toneladas.

Estes serviços são executados através de ferramentas como enxadas, rastelos, pás, roçadeiras costais, motosserras, moto-poda, além, de um caminhão caçamba e uma retroescavadeira. A varrição ocorre diariamente em diferentes bairros e o serviço é realizado através de forma manual, utilizando-se vassourão, sacos plásticos para o acondicionamento do resíduo varrido e o carrinho de lixo do gari. Desta forma, as figuras abaixo mostram locais do município com ruas, passeios e praças bem conservados.

Figura 45 - Locais com boa execução dos serviços de varrição, capina e poda.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Nos serviços relacionados a poda, capina, roçagem e limpeza de boca de lobo os mesmos ocorrem conforme a demanda.

Os resíduos destes serviços são recolhidos pelo caminhão basculante e são encaminhados para um local de despejo irregular. Salienta-se, que este procedimento requer autorização ambiental para ser executado e deve-se procurar outras destinações para estes resíduos, como o reaproveitamento dos mesmos em fertilizante natural. Sendo assim, as figuras abaixo mostram o local irregular onde é despejado os resíduos provenientes do serviço de limpeza urbana.

Figura 46 - Local onde é despejado os resíduos dos serviços de poda, capina e roçagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.3.2.1.1. Resíduos Verdes

Essa tipologia é composta por todos os resíduos resultantes dos processos de remoção ou poda da vegetação, especialmente de plantas e árvores. O conceito descreve os restos da arborização e engloba sobretudo os troncos, galhos e cascas de árvores, bem como folhas secas ou verdes e flores. Em outras palavras, trata-se do material orgânico originário da flora.

Esses resíduos vegetais, após o tratamento em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente, contribuindo para o meio ambiente e reciclando seus próprios nutrientes nos processos da natureza. Por exemplo, restos de cascas, folhagens e capim seco (resíduos vegetais impróprios ao consumo humano e animal) podem ser destinados à produção de fertilizantes agrícolas, por meio da compostagem.

O resultado é um adubo orgânico rico em nutrientes, que substitui os fertilizantes minerais, aumentando a produtividade do solo e reduzindo custos extras. Quando descartado irregularmente, especialmente em ambientes urbanos, o “Lixo Verde” pode se tornar um sério problema ambiental devido ao grande volume gerado e aos locais inadequados em que são armazenados ou descartados. A disposição inadequada desses resíduos orgânicos, favorecem a proliferação de vetores de doenças.

Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento dos volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos.

Vale destacar que a matéria vegetal que forma essa tipologia de resíduo pode ser usada de várias maneiras, levando inclusive à geração de empregos e renda nos mais diversos setores, como preparação de adubos orgânicos, produção de energia limpa e desenvolvimento de áreas de compostagem.

Desta forma, no Município de Recreio não há coleta especial para os resíduos verdes, sendo a destinação destes resíduos abordada no tópico anterior, com a constatação de serem dispostos em um terreno a 4 quilômetros da área urbana.

5.3.2.2. Resíduos Domiciliares

A Secretaria de Desenvolvimento Urbano também é a responsável pela coleta, transporte e a destinação final dos resíduos sólidos domiciliares – RDO, do Município de Recreio. Para este serviço a Prefeitura dispõe de três caminhões, porém normalmente é efetuado por apenas um dos veículos, os outros dois casos tenham algum problema são utilizados como reserva. Desta forma, as figuras abaixo mostram o caminhão compactador de coleta de RDO.

Figura 47 - Caminhão compactador para a coleta de RDO e colaborador realizando a atividade de coleta.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação a coleta a Prefeitura realiza na área urbana de segunda a sexta feira e a coleta na área rural, ocorre nas segundas e sextas feiras, conforme quadro abaixo.

Figura 48 – Frequência de Coleta de lixo.

FREQUÊNCIA DE COLETA DE LIXO						
ZONA	Seg.	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Sede	X	X	X	X	X	
Rural	X				X	
Entulho	X	X	X	X	X	X

Fonte: Prefeitura Municipal de Recreio, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sobre o percentual da população atendida com a coleta de RDO no Município de Recreio, de acordo com o SNIS 2021 e de acordo também com informações da Prefeitura, este percentual é de 100%, totalizando 9.268 habitantes entre os moradores da área urbana. De acordo ainda com o SNIS 2021, e informações da Prefeitura o total coletado no município no ano de 2021 foi de 1.284,00 toneladas de RDO.

5.3.2.2.1. Gestão dos Resíduos Orgânicos

Antes da aprovação de leis ambientais, como a Política Nacional de Resíduos, os resíduos orgânicos eram destinados a aterros sanitários. No entanto, surgiram maneiras mais ecoeficientes para a gestão desses resíduos e uma delas é a reciclagem por meio de tratamento biológico.

Conforme a PNRS, os resíduos orgânicos não devem ser descartados indiscriminadamente. É necessário que os geradores se esforcem para promover uma gestão de resíduos eficiente.

A gestão de resíduos orgânicos contribui para o desenvolvimento sustentável aumentando a vida útil de aterros sanitários, reduzindo a geração dos resíduos e os destinando de forma ambientalmente correta. Além disso, a gestão viabiliza as ações de triagem dos resíduos recicláveis e reutilizáveis, contribuindo assim para a redução dos níveis de poluição ambiental.

Fazer gestão de resíduos orgânicos significa adotar um conjunto de ações adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequada. Objetivando a minimização da produção de resíduos, visando à preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente. A compostagem, biodigestão e vermicompostagem se apresentam como as melhores e mais comuns práticas para gestão de resíduos orgânicos.

Contudo, através de todas estas explanações a respeito da gestão dos resíduos orgânicos, no Município de Recreio não é realizada a coleta e tratamento diferenciados para estes resíduos, o que implica em diminuição da vida útil do aterro sanitário em que os resíduos são destinados, e também na perda de nutrientes e energia inseridos na composição dessa tipologia de resíduos.

5.3.2.3. Coleta Seletiva

A reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, pois, a reciclagem reduz o consumo de recursos naturais, economiza energia e água e diminui o volume de resíduos sólidos e gera emprego a população.

A coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados dos demais resíduos considerados não reaproveitáveis e separados na fonte. Considera-se, também como coleta seletiva, o recolhimento dos materiais recicláveis separados pelos catadores dentre os resíduos sólidos domiciliares disponibilizados para coleta.

A coleta de materiais recicláveis consiste no recolhimento dos resíduos que são previamente separados apenas dos resíduos orgânicos e dos rejeitos na fonte geradora e que podem ser reaproveitados, se diferenciando da coleta seletiva, onde os materiais são separados por tipo na fonte geradora dos resíduos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor a eles agregado.

De acordo com o estudo desenvolvido pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, sob a encomenda do Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem no Brasil vem movimentando cerca de doze bilhões por ano no país. Porém, ainda se perde cerca de oito bilhões anuais pelo fato de não reciclar os resíduos que são encaminhados para lixões e aterros sanitários. Isto ocorre, segundo o IPEA, devido ao fato que apenas oito por cento dos municípios brasileiros promoverem a reciclagem.

Em contrapartida, o Brasil é liderança mundial em reciclagem de alumínio. De acordo com dados disponibilizados para consulta da ABRELPE, 2019, as latas de alumínio utilizadas para o envase de bebidas alcança o índice de 260 mil toneladas recicladas, ou seja, um índice de 97,9%. Sendo assim, no Município de Recreio a coleta seletiva ainda é uma realidade, através de um programa municipal de coleta, com os resíduos recicláveis sendo direcionada para a Usina de Triagem localizada no Distrito de Conceição da Boa Vista.

Ressalta-se, que está Usina de Reciclagem é soprada pela Cooperativa de Catadores, que comercializam os materiais recicláveis. As imagens abaixo mostram o local.

Figura 49 - Resíduos recicláveis dispostos na usina de triagem, reciclagem e compostagem.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.3.2.4. Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos de Construção Civil - RCC, também conhecidos como entulhos, são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como: reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira e etc.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil. Esta Resolução define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e a destinação destes. Desta forma, os resíduos, conforme a referida Resolução, são classificados em:

Classe A: são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

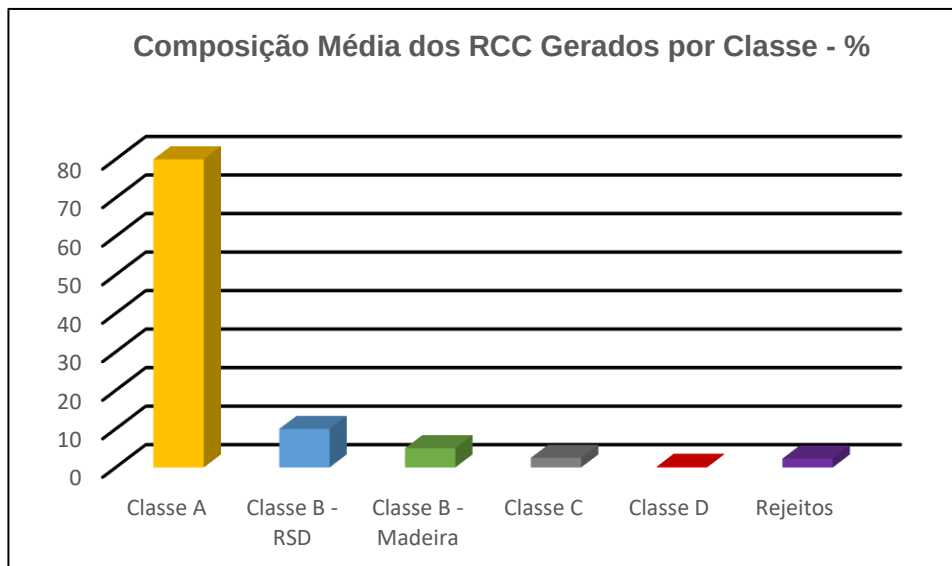
É fruto desta Resolução CONAMA nº 307/ 2002, a obrigação também dos municípios quanto à elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, que deverá estabelecer as diretrizes e técnicas para que os grandes geradores preparem o Plano de Gerenciamento de RCC – PGRCC, que deverá ser obrigatoriamente entregue antes do início das obras.

Além disto, no referido Plano é necessário contemplar o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e código de posturas do município.

As Normas Brasileiras Regulamentadoras entram neste contexto com a deliberação das ABNT NBR 15112/2004 e 15116/2004, que estabelecem as diretrizes técnicas desde a construção até a implementação e operação de áreas

de transbordo e triagem, reciclagem e reutilização de agregados. Sendo assim, a figura abaixo mostra a composição média dos resíduos da construção civil.

Figura 50 - Materiais presentes nos resíduos da construção civil.



Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Como mostrado na figura acima pode-se observar que a maior porcentagem da composição dos RCC refere-se aos resíduos de classe A. Estes resíduos são reutilizáveis ou recicláveis como agregados da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos como tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto.

Já a menor composição percentual refere-se aos resíduos de classe D classificados como perigosos e oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os resíduos de construção civil – RCC, se tornam um problema grave dentro dos centros urbanos, pois quando não existem programas específicos, estrutura ou falta de informações para este tipo de resíduo, a população acaba fazendo a disposição inadequada, acarretando em diversas complicações, dentre

elas, a contaminação do solo e da água, afetando todo o ecossistema existente no local.

Sendo assim, em Recreio não há empresas particulares para o recolhimento do RCC gerado pela população, obrigando a Prefeitura a executar todo o serviço, que engloba a recolha, o transporte e a destinação final, sendo esta última, no bota-fora irregular localizado fora da área urbana. O recolhimento é realizado através de uma pá carregadeira e um caminhão basculante. Não há controle sobre a quantidade gerada.

Ressalta-se, que a responsabilidade de gestão dos resíduos da construção civil - RCC é dos próprios geradores. A ausência de controle ou estimativa errônea da geração dessa tipologia de resíduo, além da inexistência de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC, e legislação municipal com ações de fiscalização e penalidades contribuem para a continuação do descarte incorreto deste resíduo.

Deve-se, portanto, responsabilizar toda a rede envolvida iniciando-se com a geração, o transporte, o receptor e o próprio município. Além, da implantação dos princípios que envolvem a redução, o reaproveitamento e a reciclagem de RCC. Desta forma, as imagens abaixo mostram o caminhão da Prefeitura utilizado para a recolha do RCC gerado e o bota fora irregular utilizado para o despejo deste material.

Figura 51 - Caminhão basculante para a recolha do RCC e bota fora irregular.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.3.2.5. Resíduos dos Serviços de Saúde

Os resíduos de serviços de saúde - RSS, são aqueles provenientes de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal, clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias.

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS nº 12.305/ 2010, os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

Um importante marco na área de resíduos de serviços de saúde – RSS, ocorreu na década de noventa com a Resolução CONAMA nº 006/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, passando a competência para os órgãos estaduais estabelecerem as normas de destinação final desses resíduos, portanto, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final, realizados nos municípios que não optaram pela incineração são feitos por órgãos estaduais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC nº222/2018, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Esta resolução já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS.

Conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional.

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº. 222/2018 e CONAMA 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: A, B, C, D e E, sendo:

Grupo A: engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

Grupo B: contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;

Grupo C: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.;

Grupo D: não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares.

Os resíduos de serviços de saúde grupos A, B, C e E são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

Ainda de acordo com a RDC ANVISA nº. 222/2018 e CONAMA 358/2005, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos A, B, C e E são, em conjunto, 25% do volume total.



Os do Grupo D (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume.

Sendo assim, a gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS é parte da Secretaria de Saúde, a qual fica responsável pela coleta, transporte e tratamento dos RSS gerados pelas unidades de saúde municipais administradas pela mesma, e a outra parte é dos próprios geradores particulares. A fiscalização e o licenciamento dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde de baixa e média complexidade é feita pela Vigilância Sanitária Municipal, e os de alta complexidade são licenciados e fiscalizados pela Vigilância Sanitária Estadual.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde os locais públicos e particulares com geração de RSS em Recreio são:

- Unidades Básicas de Saúde;
- Hospital Municipal;
- Unidades particulares (hospitais, drogarias, farmácias, laboratórios, clínicas médicas e odontológicas, dentre outros).

Segundo informações dos técnicos da Vigilância Sanitária Municipal, as unidades públicas de saúde de Recreio não possuem o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, de suas unidades geradoras e o controle da massa gerada é realizada pela empresa contratada para coleta e o tratamento dessa tipologia de resíduo. Sobre as unidades particulares de saúde não há informações sobre a elaboração de seus PGRSS. Ressalta-se, que é de responsabilidade da Vigilância Sanitária Municipal a fiscalização destes estabelecimentos particulares de saúde, quanto a elaboração de seus PGRSS.

Sendo assim, em Recreio o RSS gerado recebe a destinação final adequada através da empresa particular COLEFAR LTDA – ME, localizada na Capital Belo Horizonte – MG. Esta empresa faz a coleta e o tratamento dos RSS das Unidades Públicas de Saúde e particulares. Entretanto, a Prefeitura cobre apenas os custos da destinação das Unidades Públicas de Saúde. Os locais de armazenamento ocorrem em pontos distintos com cada estabelecimento de saúde possuindo o seu próprio sistema de acondicionamento de RSS.

Vale lembrar, que cada gerador, principalmente os privados, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, lei nº 12.305/2010, são os

responsáveis pela destinação correta de seus RSS gerados. Todas as atividades licenciadas pela Vigilância Sanitária Municipal necessitam ter um PGRSS como condicionante para a obtenção da licença, porém, muitos confundem o documento com o contrato de prestação de serviços da empresa coletora.

Em relação ao custo e a quantidade gerada de RSS no município, de acordo com o SNIS 2021, no ano de 2020, foi gerado um total de 2,5 ton/ano, com um custo de R\$14.400,00.

5.3.2.6. Resíduos Industriais

O Artigo 20 da lei nº12.305/2010, determina que os estabelecimentos que estão sujeitos à elaboração do PGRS são aqueles que em alguma etapa de seu processo produtivo gerem resíduos perigosos ou um grande volume de resíduos de composições diferentes dos domiciliares, englobando as empresas de construção civil, os responsáveis por atividades agrossilvopastoris e os responsáveis por atividades mineradoras.

Desta forma, o Município de Recreio possui como atividade principal a agropecuária, não tendo uma representatividade expressiva no ramo da indústria. De acordo com informações, não há geração de resíduos Industriais, apenas resíduos como recicláveis e orgânicos, que são dispostos para a recolha pública.

5.3.2.7. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu Art. 13 item I, subitem I, define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nestas atividades. Estes resíduos são classificados ainda como orgânicos e inorgânicos, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos- SINIE que é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A atividade agropecuária gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos, estes resíduos das atividades de cultivo e colheita não podem ser qualificados, mas, sabe-se que estes restos vegetais permanecem no local da colheita, uma forma de oferecer matéria orgânica para o solo, felizmente, é

costume agropecuário a reutilização ou reciclagem quase total do resíduo, não causando danos consideráveis ao ambiente ou a saúde humana.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação. Vale ressaltar que para este tipo de resíduos, as embalagens, cabe a implantação e/ou utilização da logística reversa, onde os próprios distribuidores e fornecedores realizam o serviço de coleta e retorno das mesmas.

A Lei Federal nº 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante. Sendo assim, em Recreio não há um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados no município.

Os resíduos gerados nas comunidades rurais frequentemente são queimados ou aterrados pelos próprios moradores, podendo gerar risco ao ambiente pois pode contaminar o solo ou o lenço freático, e para os seres humanos ao entrar em contato com algum tipo de resíduo disposto a céu aberto.

5.3.2.8. Resíduos de Saneamento

Os Resíduos do Saneamento são caracterizados como aqueles gerados a partir dos serviços prestados através do abastecimento de água ou esgotamento sanitário. O processo de tratamento de água ou esgoto, em sua grande maioria e técnicas comumente utilizadas, possui a geração de lodos como um subproduto.

A geração de lodos representa um problema ambiental sério, com diversos problemas diagnosticados para o meio ambiente, em virtude de possuir uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio ambiental da fauna e flora.

A operação de uma estação de tratamento de água para sua potabilização, dada a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes, produz um tipo de lodo que é considerado um resíduo durante o processo. A disposição final do lodo de ETAs, no Brasil é quase sempre um corpo hídrico.

Pode-se citar como impactos no corpo d'água que recebe o lodo de ETA como destino final o aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, conseqüentemente, diminuição da atividade

fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, entre outros. Portanto, o lodo caracteriza um passivo ambiental da indústria do saneamento.

Desta forma, os resíduos de saneamento gerados no Município de Recreio são provenientes da ETA e ETE sendo o controle feito pelo SAAE. Não foi informado sobre a quantidade e o seu destino final.

5.3.2.9. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

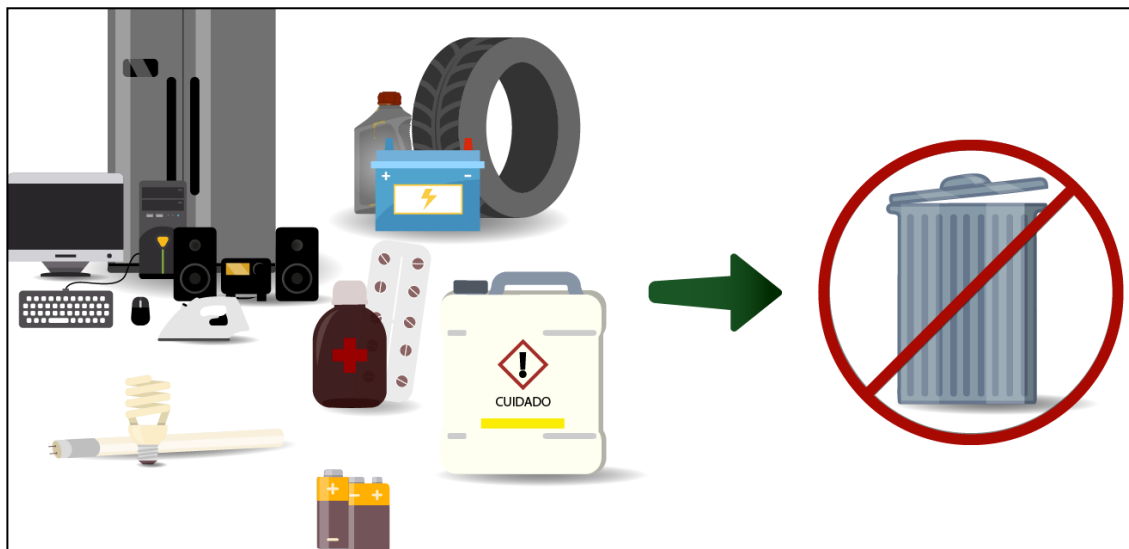
De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, a Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

O Artigo 3º da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Desta forma, classificam-se como resíduos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que demandam tratamento especial, como, as pilhas e baterias, os equipamentos eletrônicos, as lâmpadas fluorescentes, os pneus, os óleos lubrificantes e as suas embalagens e as embalagens de agrotóxicos. A figura abaixo ilustra melhor os resíduos com logística reversa obrigatória.

Figura 52 - Resíduos com logística reversa obrigatória.

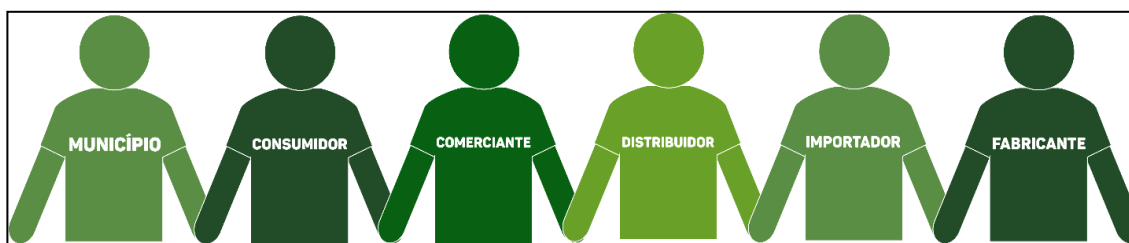


Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, o Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, compete aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar a logística reversa. Porém, o Poder Público ainda não estabeleceu práticas que contribuem para a realização da logística reversa por parte dos responsáveis.

A Lei nº 12.305/2010, representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, pois apresenta uma visão avançada na forma como nos relacionamos com os resíduos sólidos que geramos. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 53 - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

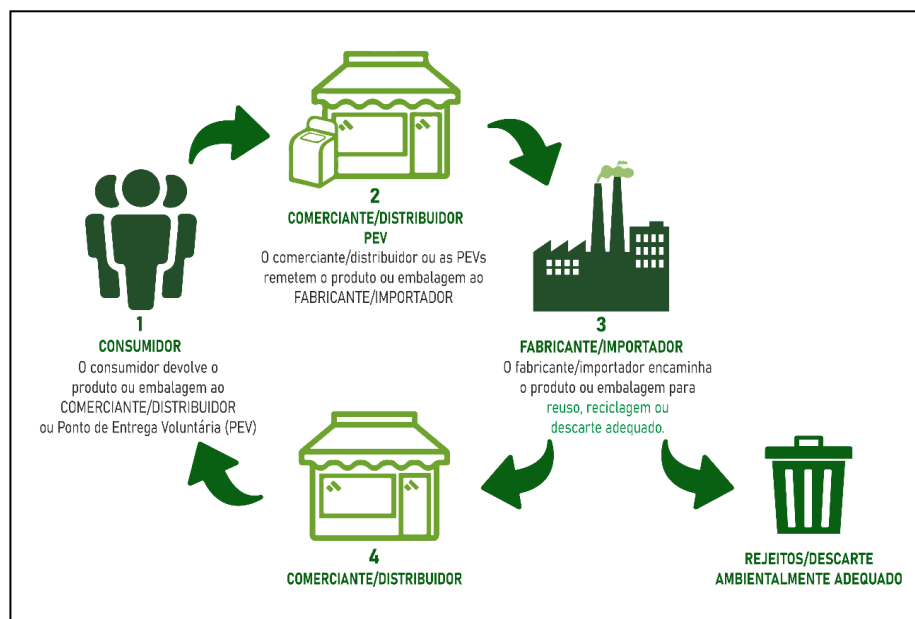


Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O cidadão, no papel de consumidor, é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa. O setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva, pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, pelo uso racional dos materiais e prevenção da poluição.

Por fim, cabe ao Poder Público a fiscalização do processo e, de forma compartilhada com os demais responsáveis pelo sistema, conscientizar e educar o cidadão. Consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes agindo juntos e coordenados para que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação ambientalmente adequada. A figura abaixo mostra de forma resumida como ocorre o sistema da logística reversa.

Figura 54 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os resíduos que possuem a logística reversa obrigatória podem ser considerados resíduos de grande dificuldade para a sua gestão, pois são resíduos considerados perigosos em sua grande maioria e de grande geração por parte da população. São resíduos que também possuem um alto custo para a sua reutilização ou reciclagem. Desta forma, é comum a população, de maneira geral,

descartar estes resíduos juntos aos resíduos sólidos domiciliares ou, descartá-los de forma inadequada no ambiente.

No caso das embalagens de agrotóxicos, é essencial a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor, para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, com vistas à segurança da saúde humana e proteção do meio ambiente. Sendo assim, no Município de Recreio há programas de logística reversa para alguns resíduos desta categoria, como, os pneus inseríveis e embalagens de agrotóxicos, que serão melhor explanados nos capítulos específicos para cada tipologia de resíduos.

5.3.2.9.1. Resíduos Eletrônicos, pilhas e baterias

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas, como por exemplo equipamentos elétricos e eletrônicos, que frequentemente são atualizados no mercado. Esses bens de consumo fazem parte, cada vez mais, da rotina do ser humano.

Entretanto, a diminuição da vida útil destes equipamentos faz com que se tornem rapidamente obsoletos. Computadores, televisores e seus periféricos são comumente encontrados nos resíduos coletados.

Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Ao final de sua vida útil, tornam-se um resíduo que deve ser gerenciado de forma ambientalmente adequada.

No caso das pilhas e baterias, estes, são equipamentos eletroquímicos que funcionam como miniusinas portáteis e possuem a habilidade de converter a energia química em energia elétrica. As pilhas e baterias podem ser classificadas de diversas formas, dependendo do formato, composição e sua finalidade. Para o recolhimento de resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes destes produtos devem disponibilizar aos consumidores, pontos de entrega para o recebimento destes materiais ao se

tornarem inservíveis e o consumidor, deve descartar seus resíduos eletroeletrônico, pilhas e baterias no ponto de entrega mais próximo.

Os pontos de entrega possuem duas classificações, sendo o ponto de entrega primário e o ponto de entrega secundário. O ponto de entrega primário são pequenos estabelecimentos comerciais, como, as padarias, as bancas de jornal, as farmácias de bairro, loja de construção de bairro, papelarias e entre outros pequenos estabelecimentos comerciais, que poderão disponibilizar coletores portáteis para receber gratuitamente do consumidor doméstico.

Enquanto que, pontos de entrega secundários são estabelecimentos comerciais de médio e grande porte, como, grandes mercados e redes de materiais de construção que poderão disponibilizar coletores para receber também gratuitamente os resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias descartadas do consumidor.

Dos pontos de entrega o material é transportado até o local de triagem e posteriormente, é transportado para empresas de reciclagem. Desta forma, as figuras abaixo ilustram resumidamente, o ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes e o ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Figura 55 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 56 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021, diz que há atualmente no país 3.152 pontos para o recebimento de resíduo eletrônico, estando distribuídos em 1.216 municípios ao todo, sendo a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – Abree, junto com a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, as principais responsáveis pelo recolhimento e destinação correta deste tipo de resíduo no Brasil.

De acordo ainda com a ABRELPE 2021, do momento da implantação, sendo o ano de 2016, até o ano de 2020, foram destinados corretamente mais de 528 toneladas de resíduos eletrônicos e 1.793 toneladas de pilhas e baterias. Sendo assim, é muito importante que se estabeleçam mais destes mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução destes produtos, para que o setor empresarial se encarregue de sua destinação final ambientalmente adequada, através de iniciativas promovidas pela Abree e pela Green Eletron.

Pois, no Município de Recreio, pelo menos por parte do Poder Público local, não há programas de recolhimento de resíduos eletrônicos, pilhas e baterias e não foi informado também, se algum estabelecimento comercial realiza tal ação por

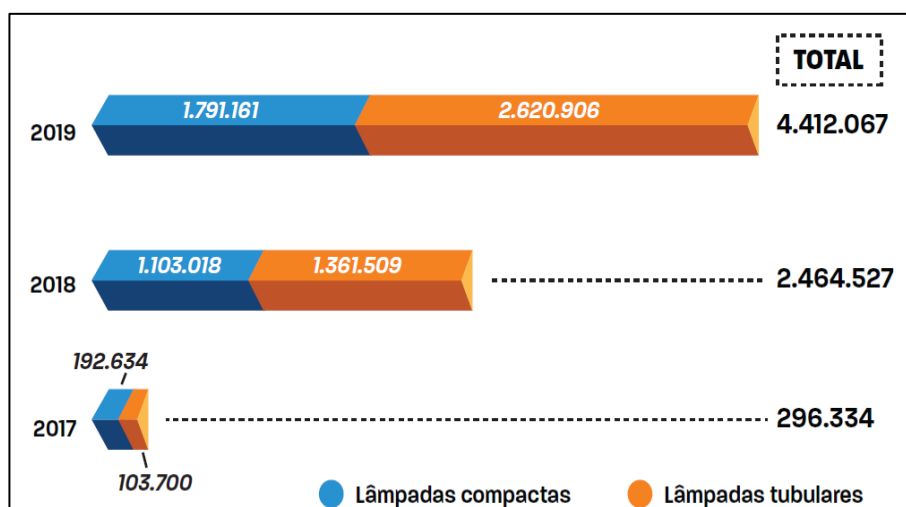
iniciativa própria. Na etapa do Prognóstico haverá a descrição de formas praticas para inserir o Poder Público local na gestão destes tipos de resíduos. Para que este cenário se altere e iniciativas promovidas Abree e Green Eletron possam estar presentes no município.

5.3.2.9.2. Lâmpadas Fluorescentes de Vapor Sódio, Mercúrio e Luz Mista

A produção brasileira de lâmpadas é ínfima comparada à atual importação, a grande quantidade de lâmpadas no mercado brasileiro é oriunda de importações principalmente da China. Não existem pesquisas conclusivas sobre a quantidade de lâmpadas comercializadas, portanto, os dados podem apresentar diferenças a partir de cada fonte. Segundo ABRELPE - 2021, no ano de 2019 foram destinadas 4.412.067 lâmpadas de forma ambientalmente adequada, destas, 1.791.161 são lâmpadas compactas fluorescentes e 2.620.906 de lâmpadas tubulares, o que equivale a 261.509,5 kg e 382.652,3 Kg, respectivamente.

Estas lâmpadas foram recolhidas por noventa e uma empresas associadas, em 1.930 pontos de coleta instalados em 429 municípios brasileiros, localizados em vinte e seis estados mais o Distrito Federal, atendendo a 81% da população brasileira. A figura abaixo mostra os números do total coletado.

Figura 57 - Número de lâmpadas coletadas e destinadas corretamente em 2019.

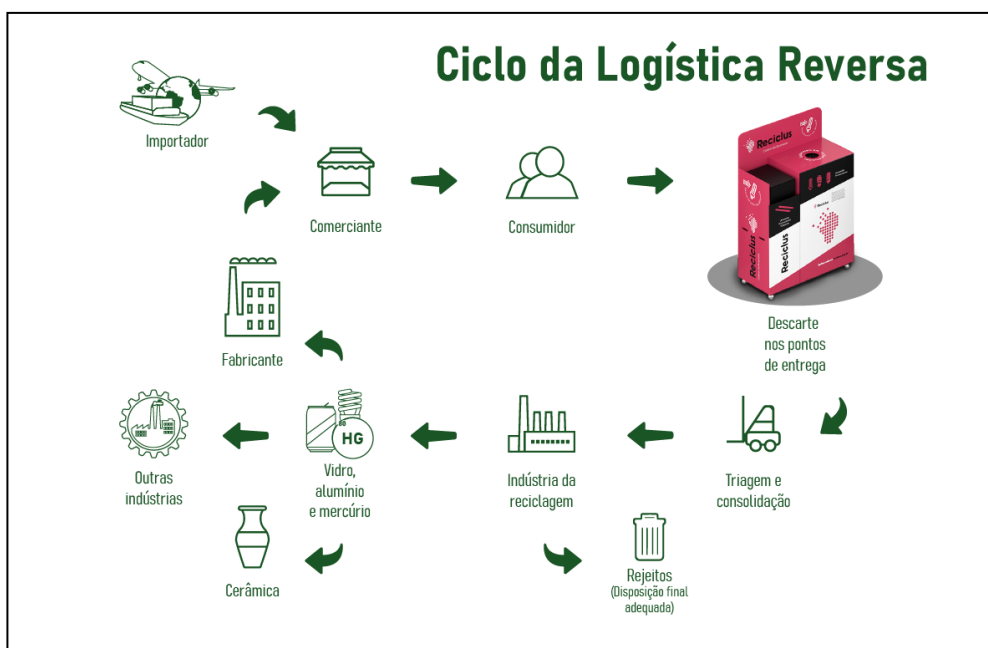


Fonte: ABRELPE, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Estes dados foram disponibilizados pela Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação - RECICLUS, montante total de onze por cento da meta de recolhimento firmado no Acordo Setorial, esta meta determina que vinte por cento de todas as lâmpadas colocadas no mercado no ano de 2012 deveriam ser destinadas a reciclagem até o ano de 2021, o equivalente a sessenta milhões de lâmpadas.

Devido à necessidade da descontaminação das lâmpadas fluorescentes, no Brasil existem oito principais empresas responsáveis pelo serviço, sendo elas: Apliquim Brasil Recicle, Naturalis Brasil, Tramppo, Hg Descontaminação, Recitec, Sílex, Mega Reciclagem e RL Higiene. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das lâmpadas.

Figura 58 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para o Município de Recreio, da mesma forma que ocorre com os resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, foi informado que não há nenhum tipo de controle por parte do Poder Público local sobre os resíduos de lâmpadas fluorescentes, vapor de sódio, mercúrio e luz mista. Foi informado também, que não há o conhecimento por parte do Poder Público local sobre a existência de

estabelecimentos comerciais que disponibilizam para o consumidor um sistema de devolução destes materiais.

5.3.2.9.3. Pneus Inservíveis

Desde 1999, antes mesmo da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os pneus já deveriam ser submetidos à logística reversa. Isso se deve pelo fato de os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituírem um passivo ambiental que resulta em sérios riscos ao meio ambiente. São inúmeros os problemas ambientais ocasionados pela disposição irregular dos pneumáticos.

Ao serem dispostos em ambiente aberto, por exemplo, sujeito a chuvas, podem acumular água servindo de criadouro para mosquitos transmissores de doenças como a dengue. O SINIR informa que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

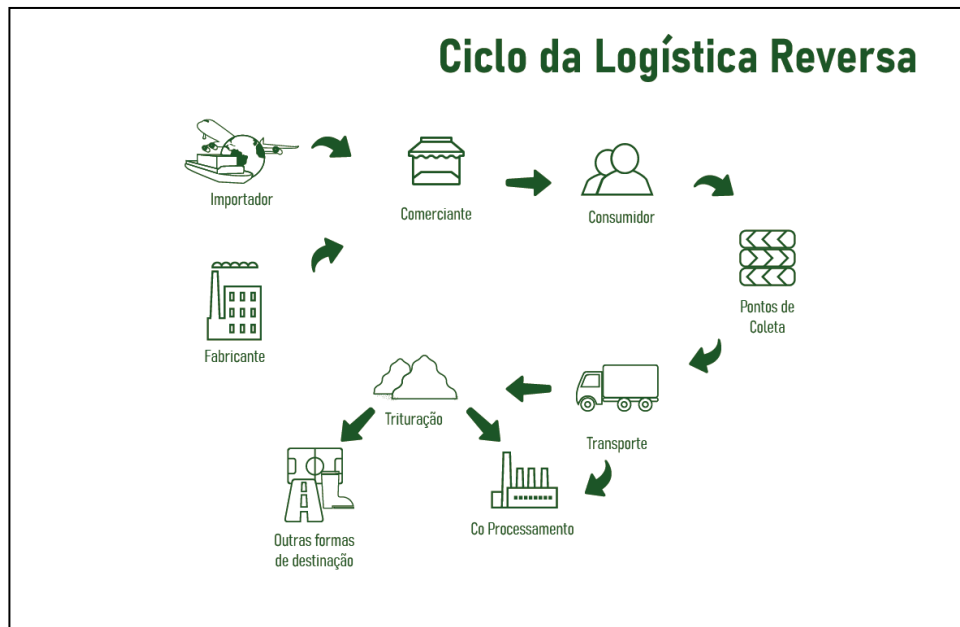
- Cabe aos Fabricantes e importadores: Realizar a coleta, dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida.
- Cabe aos Distribuidores, Revendedores, Destinadores, Consumidores e Poder Público: atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país.

Os fabricantes e os importadores de pneus novos, devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. O sistema de logística reversa funciona por meio de parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis.

Os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental que pode resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. O ideal é que este resíduo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de

forma ambientalmente adequada e segura. A figura abaixo ilustra resumidamente como ocorre a logística reversa de pneus inservíveis.

Figura 59 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os fabricantes e importadores de pneus novos deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis.

Segundo a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus - ABIDIP, houve a destinação de 419 mil toneladas de pneus em 2019 e, no mesmo ano, existiam 1.149 pontos de coleta em todo o Brasil. No Município de Recreio a Prefeitura armazena os pneus inservíveis no pátio da Prefeitura, onde ficam os caminhões e posteriormente são encaminhados para empresas especializadas.

5.3.2.9.4. Embalagens de Agrotóxicos

Os agrotóxicos são insumos agrícolas, produtos químicos usados na lavoura, na pecuária e até mesmo no ambiente doméstico como: inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos. As embalagens de agrotóxicos são resíduos oriundos dessas atividades e possuem

tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e de contaminação do meio ambiente. Grande parte das embalagens possui destino final inadequado.

A Lei Federal nº 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

De acordo com o Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização.

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações.

Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

Após o uso, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica ABNT NBR nº 13968 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura.

Os estabelecimentos comerciais deverão dispor de instalações adequadas para recebimento e armazenamento das embalagens vazias devolvidas pelos usuários, até que sejam recolhidas pelas respectivas empresas titulares do registro, produtoras e comercializadoras, responsáveis pela destinação final dessas embalagens.

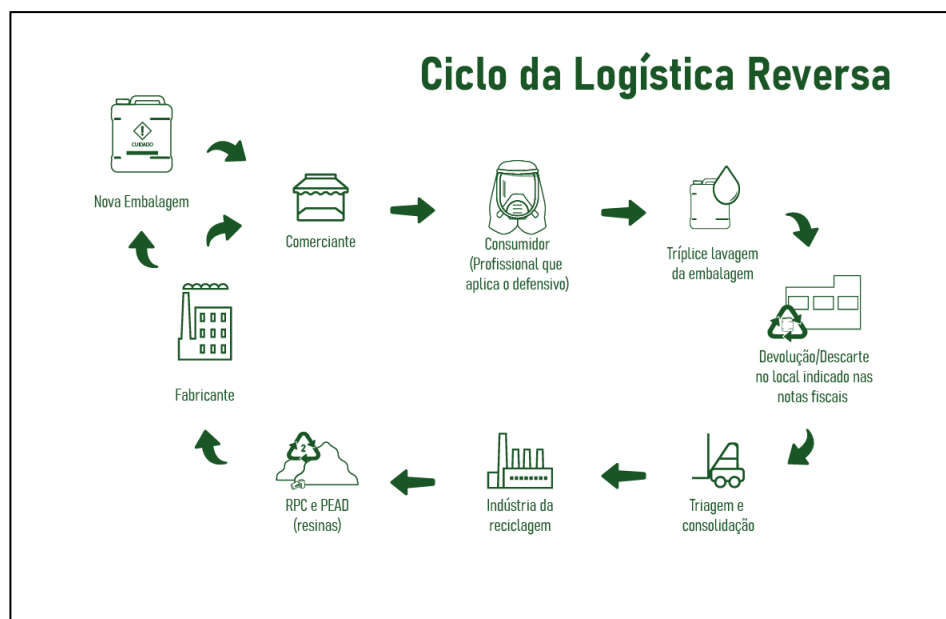
Os estabelecimentos comerciais, postos de recebimento e centros de recolhimento de embalagens vazias fornecerão comprovante de recebimento das embalagens. Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades

que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental.

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados.

Quando o produto não for fabricado no país, a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas à reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Figura 60 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inpeV, 550 mil toneladas de embalagens vazias foram destinadas desde 2002, 45.563 apenas em 2019. Sendo assim, 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas no Brasil têm destinação ambientalmente adequada.

Em 2019 existiam 411 unidades de recebimento no país (304 postos e 107 centrais) e, foram realizadas 4,5 mil ações de recebimento itinerantes em 2019,

evitando a emissão de 752 mil toneladas de CO₂. Desta forma, em Recreio a logística reversa é realizada pelas casas agropecuárias que comercializam estes produtos. No total são cinco casas agropecuárias no município e as embalagens vazias, são recolhidas pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - inpEV, porém, estes estabelecimentos não souberam informar a quantidade recolhida, apenas a periodicidade, ocorrendo duas vezes por ano.

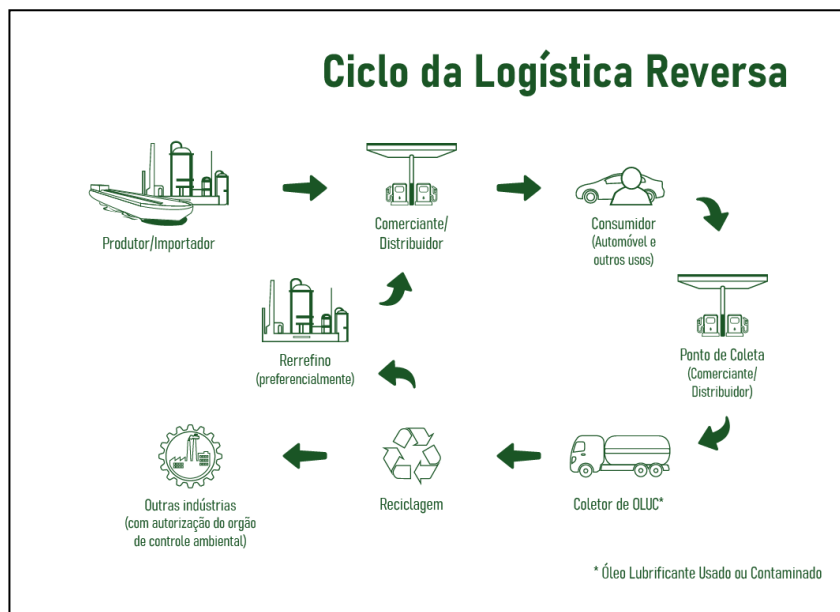
5.3.2.9.5. Resíduos de Óleos Lubrificantes

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados possuem em seus compostos metais pesados nos quais são muito prejudiciais à saúde e ao ambiente, devido aos riscos e a falta de informação o governo tem criado legislações para regulamentar o transporte, armazenamento e principalmente a destinação correta do óleo lubrificante usado ou contaminado.

A troca de óleo lubrificante dos automóveis geralmente é realizada em concessionárias, postos de gasolina e oficinas. Para que um estabelecimento possa realizar a troca de óleo lubrificante, é necessário estar adequado às leis que regulamentam tanto o manuseio quanto a armazenagem deste produto. Salientando ainda que é indispensável, conforme Resolução nº 362/2005, do CONAMA, o armazenamento de óleos lubrificantes usados e contaminados de forma segura, em local de fácil coleta evitando vazamentos ou que se misturem com outros produtos.

A coleta e a destinação dos óleos usados e contaminados, de acordo com a Resolução nº20/2009 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Naturais e Combustíveis (ANP), deve ser realizada apenas por empresas credenciadas junto ao órgão responsável, nas quais devem cumprir com diversas obrigações, como emissão do certificado de coleta, notas fiscais, armazenagem e destinação correta, entre outras. A figura abaixo ilustra como ocorre o ciclo da logística reversa dos óleos lubrificantes.

Figura 61 - Ciclo da logística reversa de óleos lubrificantes.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022.
Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo dados da ABRELPE, 2021, o instituto Jogue Limpo, criado pelo Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom), é a entidade responsável pelo cumprimento do primeiro Acordo Setorial assinado com o ministério do Meio Ambiente, ao final do ano de 2012. Atualmente, o programa está presente em dezoito estados e no Distrito Federal, cobrindo 4.315 municípios com 50.243 geradores cadastrados e 28.847 geradores ativos.

No ano de 2020, o programa recebeu 4.815 toneladas de embalagens plásticas, e enviou 4.453 toneladas para reciclagem. Em Recreio não há controle sobre o reaproveitamento e a destinação final dos óleos lubrificantes usados ou contaminados. Em entrevistas com alguns geradores como, postos de combustível e oficinas mecânicas, os mesmos disseram que a empresa Lwart faz o recolhimento deste resíduo e o envia para refino mediante emissão de um certificado de destinação.

Também estavam cientes de que estas embalagens se manejadas incorretamente podem contaminar os outros resíduos recicláveis, inviabilizando sua recuperação.

5.3.3. Destinação Final e Medidas Mitigadoras

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2008), as seguintes definições são consideradas:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para revirar os resíduos e até montar moradias em cima deles. Sendo ambientalmente e socialmente, a pior situação encontrada ao se tratar de resíduos. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira.

Figura 62 - Exemplo de lixão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Aterro controlado: instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;

Figura 63 - Exemplo de aterro controlado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

Figura 64 - Exemplo de aterro sanitário.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art.225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo

e essencial à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando assim o Art. 225. Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores. Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc.

Assim, o correto gerenciamento desses resíduos, incluindo uma cadeia de ações visando à redução da geração, à coleta seletiva, ao transporte seguro, ao reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados, deve ser tema cada vez mais presente na tomada de decisão dos gestores públicos municipais.

Sendo assim, no Município de Recreio utilizou-se durante muito tempo a modalidade de lixão para o descarte e destinação final dos resíduos sólidos gerados no município. Atualmente, a Prefeitura ao realizar a coleta de RDO, primeiramente, estes resíduos são encaminhados para a Usina de Triagem que se localiza no Distrito de Conceição da Boa vista.

Após este procedimento os rejeitos são encaminhados para o aterro sanitário da empresa União Recicláveis, localizado no Município de Leopoldina – MG, distante quinze quilômetros do Município de Recreio. Entretanto, não foi informado o valor do custo para o envio dos rejeitos para o aterro sanitário. As imagens abaixo mostram a entrada principal do referido aterro.

Figura 65 - Entrada principal do aterro sanitário da empresa União Recicláveis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.3.4. Análise Financeira

A tabela abaixo mostra os custos e os valores arrecadados os serviços de manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública do Município de Recreio no ano de 2020, de acordo com informações do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 34 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Recreio.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2021	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$ 660.720,00
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	R\$0,00
Déficit	R\$ - 660.720,00

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que não há arrecadação com os serviços prestados para cobrir os custos operacionais. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes do PMSB para atender as determinações da Política Nacional de Saneamento Básico, no que tange a obrigatoriedade de tornar sustentável economicamente os serviços de saneamento.

Esses valores podem ser obtidos por meio de reajuste na taxa cobrada pelos serviços, da melhor fiscalização e cobrança sobre os grandes geradores, adequação dos serviços prestados buscando a melhor eficiência, e entre outros.



5.3.5. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos no Município de Recreio referem-se à gestão dos resíduos orgânicos, que não é realizada separadamente dos outros resíduos, maior fiscalização da gestão dos resíduos de construção civil e a elaboração do PGRSS para as unidades geradoras dessa tipologia de resíduos.

A limpeza pública também carece de maior controle, principalmente no que se refere a destinação dos resíduos verdes. Os resíduos com logística reversa obrigatória, exceto os pneus e as embalagens de agrotóxicos, não tem controle sobre a sua geração, manejo e destinação final, necessitando de uma campanha de conscientização da população em geral, mostrando a existência da cadeia da responsabilidade compartilhada, bem como o seu papel no gerenciamento destes resíduos, concomitantemente deverá haver uma maior fiscalização do Poder Público local sobre a questão da logística reversa obrigatória no município.

As medidas a serem tomadas para sanar tais deficiências serão apresentadas e detalhadas na fase de prognóstico.

5.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

5.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal em obter dados referentes as vazões das microbacias de influência urbana. A drenagem tende a gerar problemas urbanos sendo consequência do aumento da impermeabilização da superfície do solo em função da intensa ocupação e uso do solo nas bacias hidrográficas de forma desordenada.

Desse modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e no meio ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos: a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O município de Recreio, possui déficit em seu sistema de microdrenagem composto por bueiros, galerias e bocas de lobo. A rede está subdimensionada acarretando em problemas em áreas devido a ocorrência de chuvas e seus respectivos fluxos de drenagem que escoam das cotas mais altas para os rios.

Em nível de macrodrenagem, o município possui os rios que passam próximos e dentro do perímetro urbano.

O município não possui a rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, o da microdrenagem e o da macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados. O sistema de microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de



período de retorno. Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno. (PMSP, 1999).

De acordo com a análise das microbacias urbanas, o Município de Recreio, apresenta sistemas de microdrenagem em parte da área urbana, como bocas de lobo e bueiros. Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de novos dispositivos que contemplem toda a área urbana, principalmente visando o amortecimento das águas pluviais com uma rede de drenagem mais completa.

Figura 66 – Dispositivos de microdrenagem em Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Outro fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não preveem a expansão da área urbana e o aumento da impermeabilidade do solo do município, bem como investir em ações estruturais ao invés de estruturantes. Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além desses dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou retenção no próprio lote ou loteamento das águas pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e potenciais e além disto, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, características dos solos e topografia.

Além disto, através do estudo das microbacias urbanas, será apresentada a identificação das melhores e piores condições de escoamento das microbacias, assim como será estimado o volume de escoamento para cada exutória, de acordo com os períodos de retorno determinados.

5.4.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas

Neste item serão realizados estudos das principais características das bacias hidrográficas nas quais o Município de Recreio fica inserido. Atualmente existem doze subdivisões das regiões hidrográficas brasileiras. O Município de Recreio está inserido na região hidrográfica do Atlântico Sudeste que é

caracterizada pelas atividades de plantios agrícolas e florestais, turismo e indústria (MMA, 2006).

Figura 67 - Regiões Hidrográficas Brasileiras.



Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A caracterização do Estado de Minas Gerais, sob o foco dos recursos hídricos, inicia-se com a introdução do conceito de Região Hidrográfica Nacional.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, institui a Divisão Hidrográfica Nacional, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

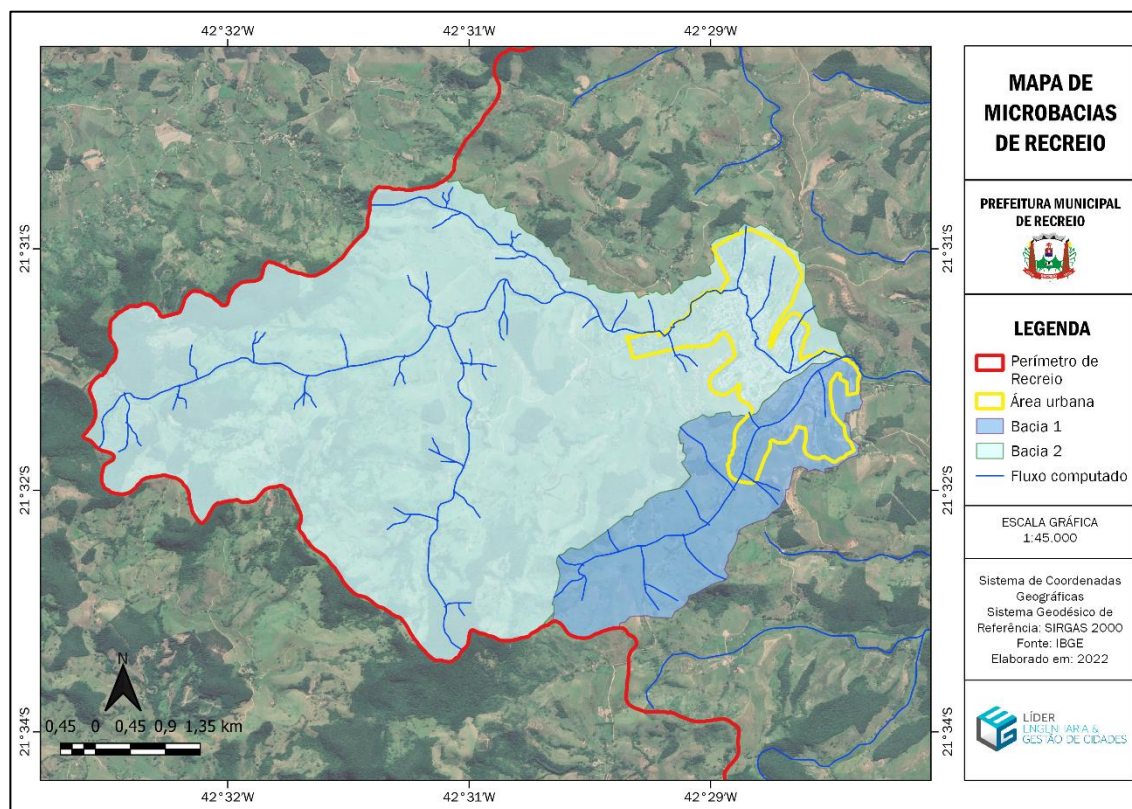
Segundo a Resolução, considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. O Município de Recreio está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

5.4.3. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Recreio, delimitaram-se as Microbacias Urbanas, que possuem influência direta da Zona Urbana do Município.

Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software: *ESRI® Arc Map™ 10.4*. Nos próximos tópicos segue a análise detalhada para cada uma das microbacias identificadas. Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo o mapa das microbacias urbanas identificadas para zona urbana municipal.

Figura 68 - Mapa de Microbacias Urbanas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.3.1. Análise Morfométrica

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela & Mattos (1975) e Christofolletti (1980).

Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares*: *ESRI*® *Arc Map*™ 10.4.1 e *Microsoft*® *Excel* 2016.

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural. O software de processamento gerou possíveis fluxos de drenagem através do MDE, de modo a dar embasamento para a realização dos cálculos. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana da sede do Município de Recreio.

A análise morfométrica iniciou-se pela classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para a microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

Tabela 35 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
Bacias	Ordem	Quantidade	Extensão (km)
Bacia 1	1ª	13	6,69
	2ª	3	1,71
	3ª	1	3,92
	4ª	-	-
Bacia 2	1º	44	14,86
	2º	19	10,38
	3º	1	10,61
	4º	-	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.3.2. Análise Linear

- **Comprimento do canal principal (km) - Lcp**

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

- **Altura do canal principal (m) - Hcp**

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

- **Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp**

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp$$

Sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) - Gcp = Hcp / Lcp * 100$$

- **Extensão do percurso superficial (km/km²) - Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$Eps = 1 / 2 Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

5.4.3.3. Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

- **Comprimento da bacia (km) – Lb**

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

- **Coeficiente de compacidade da bacia - Kc**

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

o Kc = Coeficiente de compacidade;

o P = Perímetro da bacia (km);

o A = Área da bacia (km²).

Sendo:

Índice de referência – 1,0 = forma circular.

Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes.

Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

• **Densidade hidrográfica (rios/km²) - D_h o D_h = Densidade hidrográfica;**

o N_1 = Número de rios de 1ª ordem;

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$D_h = N_1 / A$, sendo:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

D_h baixa – menos de 5 rios/km²;

D_h média – de 5 a 20 rios/km²;

D_h alta – mais de 20 rios/km².

• **Densidade de drenagem (km/km²) - D_d o D_d = Densidade de drenagem;**

o L_t = Comprimento dos canais (km);

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$D_d = L_t/A$, sendo:

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

5.4.3.4. Análise Hipsométrica

• Altura da bacia (m) - Hb

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz).

Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do Município de Recreio, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.

Tabela 36 - Dados Morfométricos.

Estudo Morfométrico das Bacias		
Parâmetros		Valor
Bacia 1	Área da bacia - A (Km ²)	5,71
	Perímetro da bacia - P (Km)	13,01
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	5,51
	Altura do canal principal - Hcp (m)	181
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	32,84
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	1,07
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	5,19
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,53
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	2,27
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	2,15
	Altura da bacia - Hb (m)	117
Bacia 2	Área da bacia - A (Km ²)	33,93
	Perímetro da bacia - P (Km)	31,14
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	12,15
	Altura do canal principal - Hcp (m)	387
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	31,85
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,52
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	9,77
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,49
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	1,29
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	1,05
	Altura da bacia - Hb (m)	422

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que as microbacias localizadas na área urbana de Recreio, possuem influência direta junto ao Ribeirão dos Monos. As microbacias possuem áreas distintas, sendo a bacia 2 a maior com área de 33,93 km², enquanto a bacia 1 possui 5,71 km².

Todas as bacias estudadas apresentaram densidades hidrográficas baixas, com menos de cinco rios/km. A densidade hidrográfica é de suma importância, pois representa o comportamento hidrográfico em determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água.

Para o fator Densidade de Drenagem, todas as bacias apresentaram resultados baixos. A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Avaliando os valores referentes ao gradiente do canal principal de cada bacia, observou-se que a bacia que exibe o maior gradiente, conseqüentemente apresenta a maior velocidade de escoamento e demanda maior necessidade de dispositivos de drenagem, porém as bacias da área urbana de Recreio possuem gradientes com valores intermediários, resultando numa menor velocidade no escoamento.

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (K_c), as bacias estudadas apresentaram valores que indicam que se aproximam de uma forma alongada e, dessa forma, maior propensão ao escoamento natural das águas da chuva.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que as microbacias de influência na área urbana de Recreio contêm características naturais que se traduzem em condições favoráveis de drenagem natural. Não foram apresentados valores alarmantes, porém há indicadores que evidenciam que a capacidade de escoamento é mediana.

O índice de gradiente do canal principal sinaliza sobre a susceptibilidade à erosão e relaciona-se ao índice de sinuosidade para determinar seu potencial de acúmulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

5.4.4. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer dados que são resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das

características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

5.4.4.1. Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Williams, Onda Cinemática, SCS (Soil Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich. Sendo assim, a equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

sendo:

Tc: Tempo de concentração, em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros;

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Recreio.

Tabela 37 - Tempo de Concentração para as diferentes bacias.

Bacias	L (Km)	ΔH (m)	Tc (min)	Tc (h)
1	5,51	117	65,41139264	1,090189877
2	12,15	422	99,49818602	1,6583031

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.4.2. Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

5.4.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto de análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município. A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semiautomática.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se cinco classes para a classificação

supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Vias

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

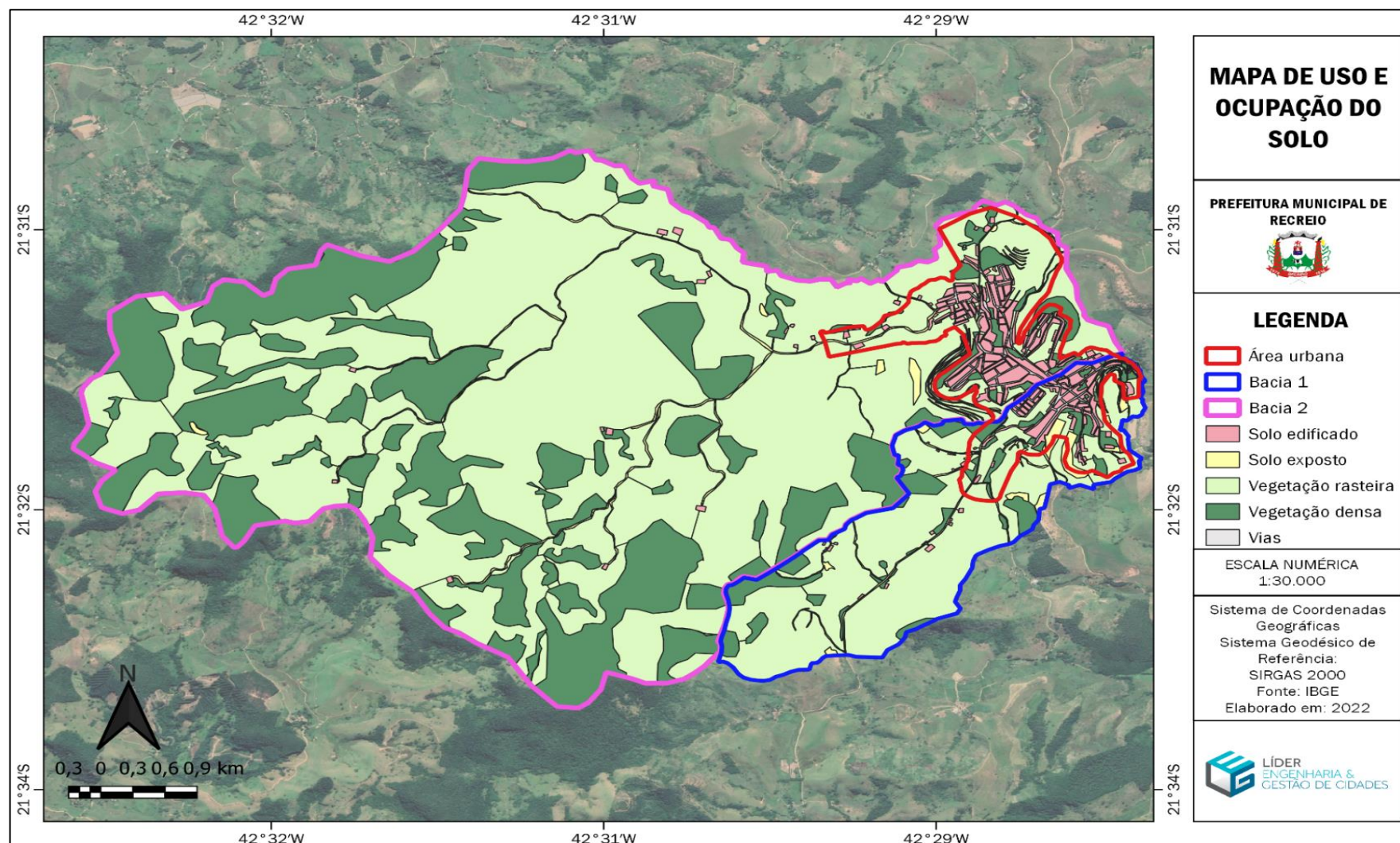
Tabela 38 - Classes de uso do solo utilizadas.

Classificação	Área (km²)
Solo Edificado	1,27
Solo Exposto	0,78
Vias	0,36
Vegetação Rasteira	26,98
Vegetação Densa	12,01

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A seguir a figura mostra o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana de Recreio.

Figura 69 - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Partes integrantes dos métodos de transformação de chuva em vazão são os métodos de separação do escoamento. As águas pluviais, ao atingirem a superfície terrestre, têm dois caminhos principais a seguir: infiltrar no solo ou escoar superficialmente.

Para determinação da parcela das alturas precipitadas que escoam superficialmente, foram desenvolvidos diversos métodos de estimativa. Os mais conhecidos são:

- Coeficiente de *run off*;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

Para a microdrenagem urbana, o método mais utilizado é o do coeficiente de *run off*, que consiste na utilização de valores tabelados de relação entre escoamento superficial e volume precipitado. Por exemplo, um coeficiente de *run off* de 0,90 significa que 90% da precipitação são escoadas superficialmente e somente 10% são computados como infiltração ou perdas iniciais. É um método bastante simples e que não considera perdas por evapotranspiração, acumulação em depressões da superfície, etc.

Este método de separação do escoamento é utilizado juntamente com um método de transformação de chuva em vazão denominado de método racional. Wilkens (1978), apresentou uma tabela com proposição de valores de coeficiente de *run off* (C), conforme a tabela abaixo.

Tabela 39 - Sugestão dos Valores de Coeficiente de Run Off.

Sugestão De Valores De Coeficiente De Run Off	
Zonas	C (coeficiente)
Área Edificadas	0,70
Solo Exposto	0,35
Vegetação Rasteira	0,20
Vegetação Densa	0,05

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Assim como o coeficiente de *run off*, os demais métodos de separação do escoamento têm suas potencialidades e limitações. O índice (teta), por exemplo, admite uma infiltração constante. Isto somente acontecerá para chuvas de pequena duração sobre solos com alta condutividade hidráulica (arenosos).

Para o atual estudo, foram utilizados valores de *run off* que possuem variação dentro de uma faixa determinada. É definido um valor de acordo com as características específicas de cada bacia analisada.

Tabela 40 - Variação Coeficiente de Run off.

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e capinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Este cálculo é utilizado para determinar os coeficientes de deflúvio para as microbacias urbanas, ponderando os valores estabelecidos de acordo com o método *run off*. Assim, quanto mais próximo de 1,00, maior a tendência em escoar a água da chuva completamente para a área em questão analisada e quanto mais próximo de 0, maior a infiltração que se dá no solo da área classificada. A partir dessa metodologia, ponderou-se os valores para as classes aqui definidas no estudo hidrológico.

5.4.4.4. Chuvas Intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No

caso do Município de Recreio, a relação, segundo Bello (2018), é possível calcular pela equação a seguir.

$$i_{(t,TR)} = \frac{K TR^a}{(t + b)^c}$$

em que:

i - intensidade de precipitação média máxima (mm h^{-1});

TR - período de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos);

t - tempo de duração da chuva ($5 \text{ min} \leq t \leq 1440 \text{ min}$);

K , a , b e c - coeficientes de ajuste local.

Os dados pluviográficos e pluviométricos foram utilizados para obtenção da equação de chuvas intensas. As séries históricas de intensidades máximas médias de precipitação, correspondentes às diversas durações, foram submetidas à análise estatística a fim de identificar o modelo probabilístico que apresentasse melhor ajuste aos dados chegando aos valores apresentados na tabela abaixo. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico, são os mesmos valores de K , a , b e c que são os coeficientes de ajuste local do município.

Tabela 41 - Coeficientes da equação da chuva.

Município	Estação	k	a	b	c
Recreio	Juiz de Fora	3000,0000	0,1730	23,9651	0,9600

Fonte: Bello, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Tabela 42 - Valores da Equação de intensidade da chuva.

Bacia	T_c (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Bacia 1	65,41139264	53,07245243	59,83390474	79,04404494	89,11428885
Bacia 2	99,49818602	38,91948499	43,87784342	57,96516611	65,34995216

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez” (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

5.4.4.5. Métodos para Vazão de Pico

• Método Racional

O método mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;
- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme.
- Bacias com área até 2,0 km²

O método racional é um dos mais utilizados em território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O trabalho de Kuichling mostrou que a relação entre a vazão de precipitação e a vazão excedente é igual a área impermeabilizada da bacia quando toda a área está contribuindo. E ele chamou esta razão (Q/I) de valor racional, daí a denominação atual de Fórmula Racional. Mas dois parâmetros cruciais para o bom resultado do método ainda são obtidos de forma bastante empírica: o tempo de concentração e o coeficiente de runoff.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

sendo:

Q – Vazão de pico (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas.

• Método SCS

O método do número da curva (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) americano, o qual está sendo utilizado nesse trabalho, é um dos métodos mais populares para calcular o escoamento superficial direto de uma tempestade. É popular porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e é responsável pela maioria das características da bacia hidrográfica que produz escoamento, como tipo de solo, uso da terra, condição hidrológica e condição de umidade anterior.

O método SCS-CN foi originalmente desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas agrícolas e, desde então, foi estendido e aplicado a bacias hidrográficas rurais, florestais e urbanas (SK MISHRA, et al ,2012).

A estimativa do número CN, necessita observar os valores tabelados disponíveis de acordo com dados do SCS, com o tipo de solo e do uso e ocupação presente na área de interesse (CANHOLI, 2014). O modelo SCS considera três condições de umidade antecedente (AMC) do solo para a estimativa do CN.

AMC I: Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não é suficiente para o ponto de murchamento das plantas.

AMC II: Condições em que os dados se encontram na umidade ideal, isto é, nas condições que precedem uma enchente máxima anual.

AMC III: Condições em que os solos de uma bacia se encontram quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anterior a uma determinada chuva.

A partir disso são considerados tanto o tipo de cobertura superficial do terreno como o grupo hidrológico dos solos, sendo o valor de 'N', determinado conforme o procedimento adotado para o cálculo do valor de CN descrito no método do Soil Conservation Service (SCS) in. TUCCI et al. (1995). São considerados quatro grupos hidrológicos dos solos sendo eles mostrados na figura abaixo.

Figura 70 - Tabelas de Grupos de Solos e Uso e Ocupação.

GRUPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS DO SOLO
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. Teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menos teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso das terras roxas, este limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995). Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o Grupo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como do Grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

Fonte: TUCCI (1993). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 71 - Solos e Uso e Ocupação CN.

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO		GRUPO DE SOLO			
ZONAS NÃO RESIDENCIAIS		A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação de solo		72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação de solo		62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições		68	79	86	89
Bosques ou zonas com cobertura ruim		45	66	77	83
Zonas comerciais e de escritório		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
ESPAÇOS ABERTOS, RELVADOS, PARQUES, CAMPOS DE GOLFE, CEMITÉRIOS COM BOAS		GRUPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
Relva de 50 a 75% da área		49	69	79	84
Florestas com boa cobertura		25	55	70	77
Baldios em boas condições		39	61	74	80
Prados em boas condições		30	58	71	78
ZONAS RESIDENCIAIS		GRUPO DE SOLO			
LOTES (m²)	ÁREA IMPERMEÁVEL (%)	A	B	C	D
Menor que 500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
ARRUAMENTOS E ESTRADAS		GRUPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89

Fonte: TUCCI (1993). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

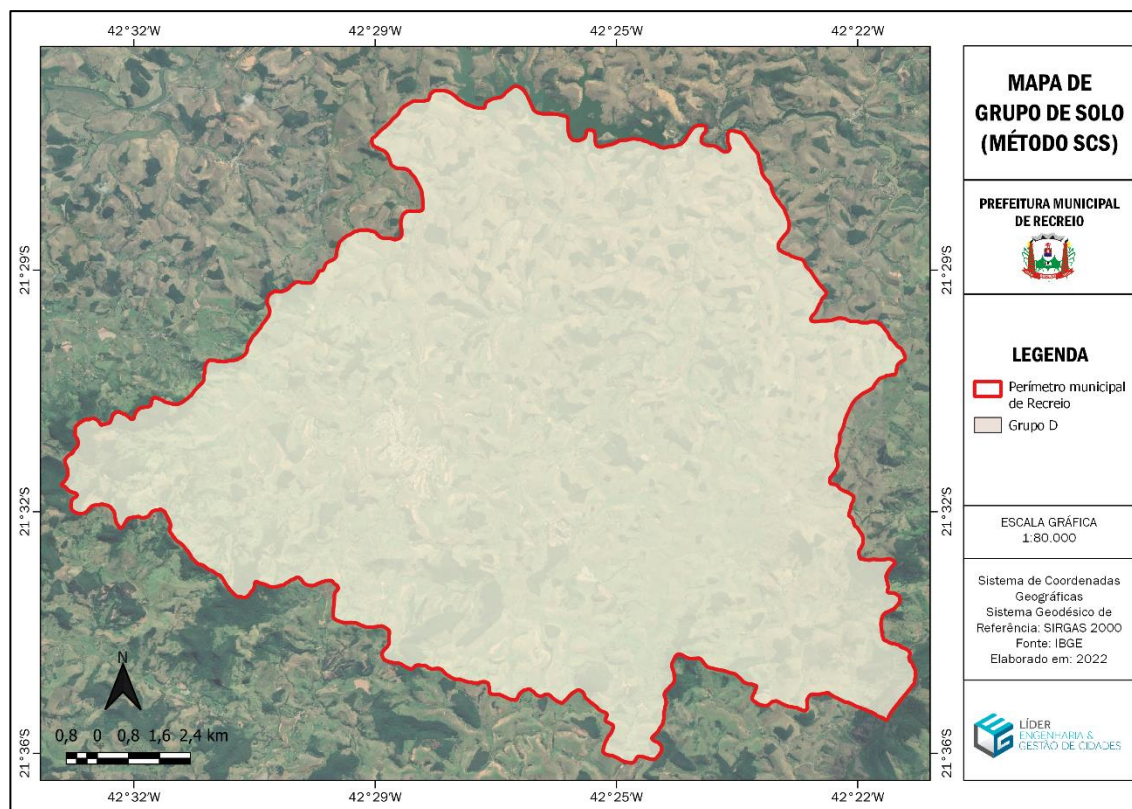
Uma vez que a área estudada apresenta mais de um tipo de solo ou ocupação, é necessário determinar o parâmetro CN por meio da combinação entre os mapas de solo e ocupação do terreno, obtendo, pois, o coeficiente denominado CN resultante ou composto (CN_{res}). A fórmula utilizada para calcular o CN_{res} leva em consideração o produto das diferentes sub-áreas e seus respectivos índices CN, ponderado pela somatória das sub-áreas, e o escoamento superficial (Pe) como mostra as Equações abaixo.

$$CN_{RES} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + \dots + CN_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{CN_i \times A_i}{A}$$

A fim de se calcular o parâmetro CN_{res} demonstrado previamente, é necessário classificar os solos das bacias segundo os quatro grupos hidrológicos dos métodos SCS (A, B, C e D). Tal classificação leva em consideração o potencial de escoamento superficial de cada tipo de solo, sendo A o grupo de menor potencial de escoamento e o D o mais impermeável.

Sendo assim, a figura mostra as características de cada um dos solos existentes na área de estudo, nesse trabalho, tal parâmetro foi calculado utilizando a metodologia denominada do Soil Conservation Service (SCS).

Figura 72 - Mapa de Grupo de solo no método SCS.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A fim de se estimar o escoamento superficial em função da altura pluviométrica e de um coeficiente adimensional empírico denominado curva número (CN). Tal coeficiente leva em consideração os diversos tipos e utilização de solos presentes na região do objeto de estudo, variando em um intervalo de 0 a 100.

O valor máximo, por sua vez, indica maior tendência de gerar escoamento superficial, podendo ser decorrência da existência de solos que dificultam a infiltração das águas ou mesmo pela incidência de áreas impermeáveis na bacia estudada (CANHOLI, 2014).

Para a execução dos cálculos, foi desenvolvida uma fórmula empírica que relaciona a capacidade de armazenamento da bacia com um parâmetro denominado Número Curva (CN), como mostrado na Equação a seguir.

$$S = \frac{25.400 - 254 \text{ CN}}{\text{CN}}$$

sendo:

S: capacidade de armazenamento da bacia, em (mm);

CN: parâmetro número curva.

Tendo-se a capacidade de armazenamento da bacia, pode-se determinar a precipitação excedente (Pe) pela Equação abaixo.

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$

Para $P > 0,2S$

sendo:

Pe: precipitação excedente, em mm;

P: precipitação, em mm;

S: capacidade de armazenamento da bacia, em mm.

A tabela abaixo mostra a capacidade de armazenamento de cada bacia e suas precipitações excedentes para os diferentes tempos de retorno. De acordo com Canholi (2014), uma vez calculada a precipitação excedente, deve-se obter o hidrograma unitário e proceder ao cálculo do hidrograma final, resultante proporcional à chuva excedente em intervalos. Para tanto, calcula-se a vazão de pico a partir da seguinte equação.

$$Q = \frac{2,08 \cdot A}{tp}$$

sendo:

Q: Vazão de pico (m³/s.cm);

A: Área (km²);

Tp: Tempo de retardo (h).

$$tp = \frac{tr}{2} + tL$$

sendo:

Tp: Tempo de Retardo;

Tr: 0,1 h (intervalo de discretização da chuva);

tL: tempo de resposta (h).

$$tL = 0,6. tc$$

Sendo:

tL: Tempo de resposta (h);

tc: Tempo de concentração (h).

A tabela abaixo apresenta os resultados dos cálculos das vazões de pico de acordo com o SCS.

Tabela 43 - Vazão de Pico Método SCS.

Bacias Urbanas	CN	Vazões para os Tempos de Retorno (m³/s)			
		5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Bacia 1	88,14	223,6353446	271,035143	412,2774991	489,00148
Bacia 2	80,97	261,1903971	294,4661613	389,0068113	438,566439

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.5. Erosão

A erosão é um fenômeno natural em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada

pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios, redes de drenagem mal dimensionadas.

No caso do Município de Recreio foram identificadas áreas em estágio avançado do processo erosivo. Tal situação se torna de alto risco, visto o porte do local onde a erosão ocorre, que está situado na área urbana. Em virtude disso, se torna de alto interesse do Poder Público Municipal a adoção de ações estruturantes e estruturais para a contenção do processo erosivo. Abaixo segue o registro fotográfico da área em questão.

Figura 73 - Erosão na área urbana de Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

5.4.6. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

Para o Município de Recreio, observou-se a inexistência de um banco de dados capaz de formular os indicadores necessários para apresentar aos serviços prestados. A necessidade da criação e coleta dessas informações se torna de suma importância para um melhor controle da gestão pública em relação a tomada de decisão voltada para as questões de drenagem urbana.

5.4.7. Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser

tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

Em Recreio, pela configuração do sistema existente atualmente é possível observar, na maior parte, aspectos relacionados que há urbanização nas áreas de leitos que passam pelo município com influência das microbacias estudadas.

Contudo, de acordo com a visita in loco, foi possível constatar a existência de áreas em que acontecem eventos de enchentes e inundações. Quando há ocorrência de chuva a rede não suporta a toda a vazão, resultando em eventos de alagamento em alguns pontos.

Figura 74 - Macrodrenagem em Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.8. Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, conseqüentemente, as sarjetas,

uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

Em Recreio, nas ruas onde existem os sistemas de microdrenagem, pode-se constatar a inexistência de um programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto. Pela área urbana foi constatado bueiros localizados em ruas com pavimentação, blocos e com calçadas construídas. Existem também, dispositivos de drenagem com áreas verde para infiltração.

Figura 75 - Dispositivo de drenagem em Recreio.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

5.4.9. Taxa de Drenagem

A implantação e gestão dos sistemas de drenagem urbana implicam na mobilização de uma quantidade significativa de recursos financeiros. Para garantir a sustentabilidade financeira destes serviços, é possível estabelecer modalidades

de captação de recursos. Dentre estas modalidades estão os impostos, as taxas (fixas ou calculadas com base em parâmetros físicos) e os pagamentos correspondentes a um consumo (Baptista e Nascimento, 2002).

A Lei Federal nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possibilita a cobrança de uma taxa para a disposição de águas de drenagem pluvial nos corpos d'água em seu artigo 12, inciso III:

Art. 12 – Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: Inciso III – Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de sua diluição, transporte ou disposição final. Inciso IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade e a qualidade de água existente em um curso d'água.

Art. 20 – Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do art. 12.

A lei federal 14.026, que atualiza o marco legal do Saneamento Básico também possibilita a implantação da cobrança das tarifas de drenagem, em seu artigo 29:

Art. 29 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

I - De abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;

II - De limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e

III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

A aplicação de uma tarifa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). O custo referente à operação e manutenção da rede de drenagem urbana pode ser cobrado através de:

- Como parte do orçamento geral do município, sem uma cobrança específica dos usuários;
- Através de uma tarifa fixa para cada propriedade, sem distinção de área impermeável;

- Baseada na área impermeável de cada propriedade – é a mais justa sobre vários aspectos, à medida que quem mais utiliza o sistema deve pagar proporcionalmente ao volume que gera de escoamento.
- A principal dificuldade no processo de cobrança está na estimativa real da área impermeável de cada propriedade.

Vários países considerados desenvolvidos possuem uma tarifa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia.

Uma série de obstáculos podem interferir na implementação de uma tarifa de drenagem, dificultando a instauração deste mecanismo de financiamento. No entanto, o principal obstáculo refere-se à precificação e à atribuição, para cada usuário do sistema, de um valor de escoamento direto produzido em sua propriedade (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

Como vantagens da aplicação deste instrumento, Gomes, Baptista e Nascimento (2008) destacam a relevância da aplicação de uma tarifa de drenagem baseada na parcela de solo impermeabilizado, pois esta apresenta uma base física, que torna a cobrança mais fácil, ou de melhor aceitação por parte da população, além de promover a equidade.

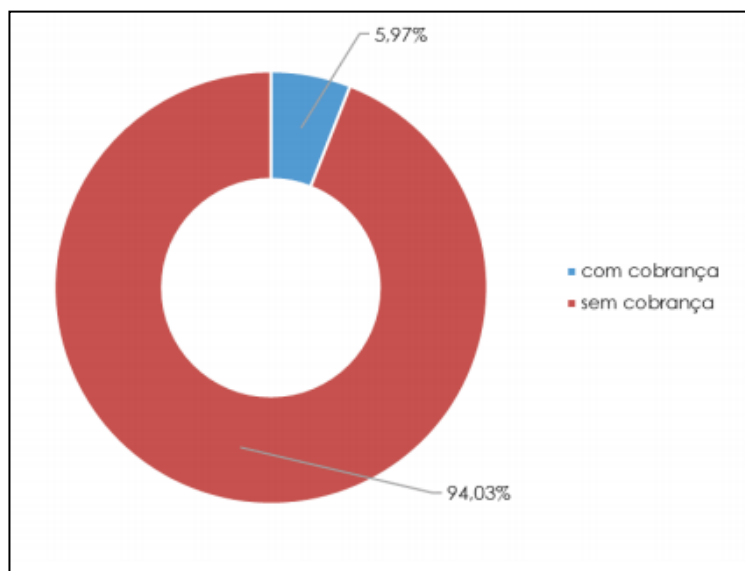
O crescimento populacional de cidades aumenta a impermeabilização, que aumenta o escoamento superficial, que onera a estrutura de drenagem, propiciando a ocorrência de enchentes urbanas. Neste contexto, cabe a inserção, portanto, de uma tarifa de drenagem urbana, que possibilite a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, não considerando as externalidades geradas por este sistema, mas de forma que a manutenção do sistema de drenagem seja feita de forma satisfatória (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) solicita aos prestadores informar a existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.

Dos 3.603 municípios que participaram do levantamento de 2018, 3.388 (94,03%) não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU, enquanto 215 (5,97%) têm algum tipo de cobrança ou ônus indireto por estes serviços. A distribuição percentual dos

municípios em que existe ou não alguma cobrança ou ônus indireto é apresentada na figura, a seguir.

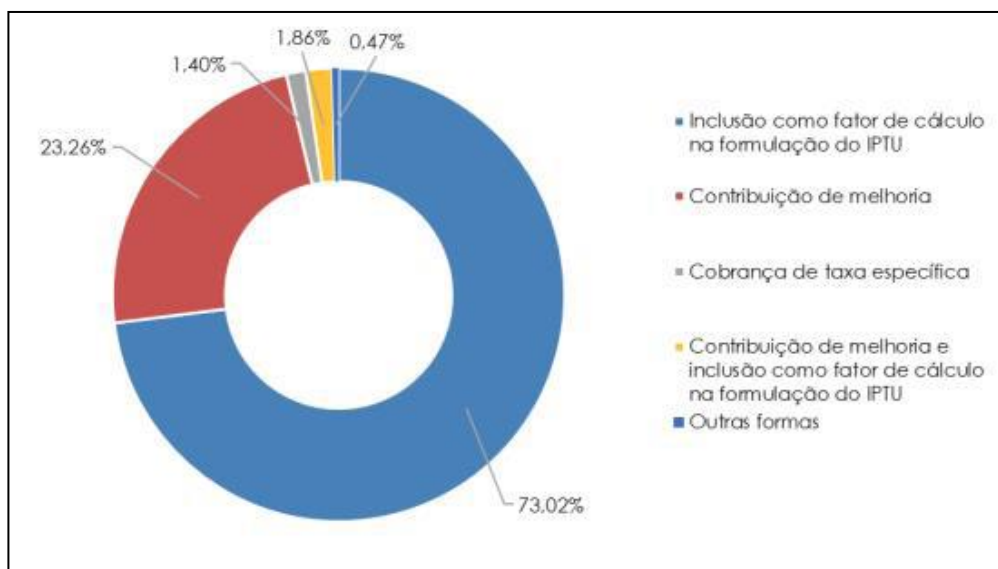
Figura 76 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação aos mecanismos de cobrança, dos 215 (5,97%) municípios que possuem algum mecanismo, 157 (73,02%) a fazem por meio de inclusão como fator de cálculo na formulação do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU), 50 (23,26%) por meio de contribuição de melhoria, 3 (1,40%) por meio de cobrança de taxa específica, 4 (1,86%) por uma combinação de cobrança de contribuição de melhoria e inclusão como fator de cálculo na formulação do IPTU e 1 (0,47%) por meio de outras formas.

Figura 77 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados fornecidos pelos prestadores de serviço ao SNIS 2018, mais uma vez corroboram o conhecimento pré-existente no setor saneamento básico de que a cobrança pelo uso efetivo ou potencial dos serviços de DMAPU é praticamente inexistente no país, mesmo com a previsão legal na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020).

A inexistência de cobrança na imensa maioria dos prestadores de serviço de DMAPU decorre das dificuldades legais e técnico-operacionais para a sua implantação, conforme aponta Tucci (2012). O Artigo 36 da Lei Nacional de Saneamento Básico determina que se devam considerar os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva, em cada lote urbano. Isto obriga a um esforço de individualização do volume de água das chuvas que cada lote lança no sistema público de drenagem.

Para atender aos requisitos técnico-operacionais e legais para o cálculo de uma taxa de DMAPU é necessário, dentre outros, que os prestadores de serviço tenham documentação técnica de suporte para mensurar a contribuição individual de cada lote urbano e que exista lei municipal específica amparando a cobrança.

Quanto às dificuldades legais, argumenta-se que não haveria adesão dos municípios a novas taxas ou tributos face à percepção de baixo retorno efetivo na prestação dos serviços municipais. Sendo assim, a instituição de uma taxa para

DMAPU é um ônus político com o qual o gestor local – o prefeito – prefere não arcar.

Em relação às dificuldades técnicas, a inexistência de Cadastros Técnico e Territorial, atualizados, Plano Diretor Urbanístico, PPD e Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), dentre outros documentos, impossibilita a mensuração individual da contribuição específica de cada lote para o sistema de drenagem público.

O município de Santo André, como exemplo, faz cobrança de Tarifa de Drenagem de Águas Pluviais, prevista na lei municipal nº 7.606, de 23 de dezembro de 1997, que institui e regula esta taxa. Ela é cobrada na conta de saneamento ambiental do SEMASA, de todos os imóveis abrangidos pelo serviço de drenagem de águas pluviais, e é devida, conforme Artigo 2 da lei municipal:

"Em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município." (SANTO ANDRÉ, 1997)

Os custos da operação e manutenção dos sistemas de macro e microdrenagem do município são divididos entre cada usuário (proprietário de imóvel), segundo a contribuição volumétrica das águas provenientes de cada unidade imobiliária lançada no sistema de drenagem pública.

O valor da taxa mensal considera o custo médio mensal do serviço e o volume de águas pluviais produzido por cada imóvel. O cálculo da taxa leva em conta, também, o índice pluviométrico mensal do município, o coeficiente de impermeabilização e a área coberta do imóvel.

Em 2018, foi cobrada, em Santo André, uma tarifa de R\$ 2,50/mês, de um conjunto de 217.318 unidades, isto é, 97,85% das unidades edificadas no município. O valor cobrado em 2018 é expressivamente inferior aos valores cobrados em 2015 e 2017, respectivamente, R\$ 12,00 e R\$ 19,44. De acordo com o prestador de serviços esta diferença decorre da revisão da informação prestada pelo próprio município, nos anos anteriores, quando os valores informados correspondiam ao valor anual da taxa.

A seguir, seguem metodologias propostas para efetuar e implementar o cálculo para cobrança de Tarifa de Cobrança para Drenagem Urbana, com base

nas características individuais de cada município, para que desta forma, seja uma cobrança justa.

A tarifa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir.

a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula a seguir. O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15.

A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros.

Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme a equação Tx.

$$Cui = 100.Ct/[Ab.(15,8 + 0,842.Ai)]$$

$$Tx = A.Cui/100.(28,43 + 0,632.il)$$

sendo:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis (R\$/m²);

Ct = Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema (R\$ milhões);

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R\$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizada do lote (%).

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão $T_{xp} = A.Ctp.(15 + 0,75i_1)/Ab.A_i$, enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação $T_{xp}' = 15.A.Ctp/Ab.A_i$.

$$T_{xp} = A.Ctp.(15 + 0,75i_1)/Ab.A_i$$

$$T_{xp}' = 15.A.Ctp/Ab.A_i$$

sendo:

T_{xp} = Custo para cada área de lote urbanizado;

T_{xp}' = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno (m);

Ctp = Custo total de implementação do Plano (R\$ milhões);

i_1 = Área impermeável do lote (%);

A_i = Área impermeável de toda a bacia (%);

Ab = Área da bacia (km).

Cançado et al. (2005) alegam que tarifa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma tarifa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem.

De acordo com Matos (2016), a definição dos preços em análises de longo prazo não foi considerada pelos autores. Portanto, define-se uma tarifa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = CT/aivias + \sum a_{ij}$$

$$Tx = Cme.a_{ij}$$

sendo:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT = Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

a_{ij} = Área impermeabilizada do imóvel j;

aivias + $\sum a_{ij}$ = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Os autores alegam que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana (MATOS, 2016). Além disso, esse parâmetro é um conceito

simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote.

Para o cálculo dessa tarifa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de retenção para redução de vazão de saída (MATOS, 2016).

A tarifa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a tarifa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação a seguir.

$$URAPE = \Sigma A_{il}/n$$

sendo:

ΣA_{il} = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;

n = Quantidades de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPEs, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

Taxa anual por URAPE = Custo de operação e manutenção/Total de URAPEs

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPEs o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (A_{il}) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$\text{Número de URAPEs} = A_{il}/1 \text{ URAPE}$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora aponta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores,

além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

A autora também considerou que a tarifa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma tarifa de drenagem, mas contribuições de melhoria (MATOS, 2016).

Ainda, tendo em vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à tarifa proposta, diferente de outras taxas existentes. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas.

5.4.10. Dissipadores de Energia

Segundo Lencastre (1983), dissipador de energia é um dispositivo que visa promover a transformação de energia mecânica da água em energia de turbulência e, no final, em calor por efeito do atrito interno do escoamento e atrito deste com as fronteiras. A água é escoada de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Os dissipadores de energia são recomendados, nos seguintes casos (Ministério das Cidades, 2008):

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, blocos de impacto, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;
- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;

Em todos os demais casos, onde houver risco de erosão, por alteração no regime antecedente de escoamento. Os tipos usuais de dissipadores são:

- Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;
- Dissipadores constituídos por caixas com depósito de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto providos de dentes (blocos de impacto);
- Dissipadores em degraus (escadas hidráulicas).



A falta desses dispositivos favorece a formação de processos erosivos significativos onde o solo é mais frágil e a velocidade da água é maior, este fato evidencia a urgência na instalação de mais destes dispositivos.

5.4.11. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Drenagem das Águas Pluviais de Recreio, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Inexistência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;
- Inexistência da rede de cadastro de drenagem;
- Baixa frequência de manutenção nos sistemas de drenagem;
- Inexistência de Fiscalização de Áreas de habitação irregulares;
- Ocorrência de erosão na área urbana em estágio avançado do processo erosivo;
- Crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma irregulares;
- Ocorrência de pontos de alagamento nas áreas próximas ao leito do rio que corta a área urbana.

6. OFICINA DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Foi realizado no dia 10/05/2022, na Casa da Cultura de Recreio a Oficina do Diagnóstico Técnico, do PMSB do Município de Recreio. Na ocasião, foi discutido com a população presente no evento e com os atores chaves dos quatro eixos do saneamento municipal, as principais deficiências que compõem estes sistemas.

Primeiramente, a Oficina foi iniciada pelo Engenheiro Ambiental, da empresa Líder Engenharia e Gestão de Cidades, Rafael Remoto Menezes, que agradeceu aos presentes e explanou sobre a importância da população na composição, da construção de novas diretrizes, para aperfeiçoar o saneamento básico do Município de Recreio.

Em sequência, o Engenheiro Rafael Remoto Menezes, orientou os presentes, a também repassar os assuntos discutidos nesta Oficina com parentes e amigos, para que informações importantes sobre o saneamento básico municipal tenham ampla divulgação. Dos quatro eixos do saneamento, o Engenheiro Rafael Remoto Menezes, iniciou a Oficina com as questões relacionadas ao abastecimento público de água potável.

Sendo assim, o Engenheiro falou da importância sobre a qualidade deste bem tão precioso para a humanidade, a importância em conter os vazamentos, desperdícios e maior fiscalização sobre os furtos de água. Após a fala do Engenheiro, o mesmo solicitou que os participantes comentassem de como é o dia a dia no Município de Recreio em relação ao abastecimento público de água potável.

O representante do SAAE completou dizendo que ainda há muitos desafios pela frente. Posteriormente, o Engenheiro Rafael disse que deve haver, junto ao Poder Público local, uma maior fiscalização para impedir que o furto de água continue, além de haver também a possibilidade de obras contemplando a substituição das redes antigas.

Em relação ainda sobre a questão do abastecimento público de água potável, o Engenheiro Rafael questionou os presentes sobre a qualidade da água servida a população, neste instante, o Supervisor do SAAE informou ainda que quando há qualquer tipo de manutenção ou obra na rede, a Prefeitura é informada sobre o local que será executado, para que a população residente naquela área

específica, ao abrirem as torneiras de suas residências, as mesmas continuem abertas por alguns minutos até que a água imprópria seja descartada. Sendo assim, finalizando o debate sobre a questão do sistema de abastecimento público de água potável, o Engenheiro Rafael questionou os presentes, se há problemas com a falta d'água no município, respondendo os mesmos que não há mais este tipo de problema.

Na questão do esgotamento sanitário, o Engenheiro Rafael questionou os presentes sobre qualidade deste serviço, entretanto, poucas pessoas responderam, apenas algumas pessoas citaram o fato de que o esgoto coletado pouco é tratado, e despejado diretamente no ribeirão Dos Monos. Um dos participantes solicitou ao Engenheiro Rafael que o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Recreio, contemple a necessidade de o município tratar 100% dos esgotos gerados.

Dando continuidade a Oficina do Diagnostico Técnico do PMSB do Município de Recreio, o Engenheiro Rafael adentrou no eixo resíduos sólidos, deixando aberto para que os participantes explanassem sobre esta questão no município. Sendo assim, um dos participantes, questionou sobre o fato de o município não aprimorar o seu programa de coleta seletiva, alertando sobre o fato de que grandes quantidades de resíduos recicláveis são destinadas ao aterro sanitário todos os dias. Acarretando em desperdício econômico, pois, tanto o município, quanto os munícipes, principalmente os trabalhadores da Cooperativa de Catadores poderiam estar lucrando com a venda dos materiais para a reciclagem.

Neste momento, o Engenheiro Rafael ainda completou que o envio do material reciclável para o aterro sanitário gera inúmeros problemas, dentre eles, pode-se citar, o aumento do custo do transporte até o aterro sanitário, pois, o caminhão coletor terá a sua capacidade de volume completada mais rapidamente, necessitando de mais caminhões nas ruas para fazer a coleta, além de comprometer o volume do próprio aterro sanitário. O Engenheiro Rafael disse também que a questão dos resíduos sólidos difere das demais eixos do saneamento básico, pois, de acordo com o Engenheiro, a questão do abastecimento público de água potável, esgotamento sanitário e drenagem das águas pluviais, na maioria das vezes, pode-se ser solucionada através de projetos de engenharia.

Porém, especificamente para a questão dos resíduos sólidos, mesmo que haja grandes projetos de coleta, armazenamento, transporte e destinação final adequada, sem a ajuda da população, no que tange a separação dos resíduos em recicláveis e não recicláveis, estes grandes projetos podem não atingir os seus objetivos. Por isso, a importância da implementação de programas de educação ambiental, tanto nas escolas como em outros locais, concomitantemente com um programa de fiscalização por parte do Poder Público local.

Em seguida, um participante que é funcionário da Prefeitura Municipal de Recreio, comentou sobre a descentralização da gestão e do manejo dos resíduos sólidos no município, apontando falhas no sentido da dispersão das Secretarias responsáveis, dizendo que a gestão dos resíduos da construção civil - RCC é de responsabilidade de uma Secretaria, enquanto que, o resíduo do serviço de saúde – RSS é de responsabilidade de outra Secretaria, resíduos de poda e varrição é de responsabilidade de outra Secretaria e assim por diante.

E que neste cenário não há uma gestão eficiente dos resíduos gerados no município, com pouca ou nenhuma ação técnica para a implementação de programas de educação ambiental e gestão específica para os resíduos orgânicos. Este participante solicitou também ao Engenheiro Rafael, que o PMSB do Município de Recreio contemple a definição das responsabilidades das Secretarias sobre a gestão e o manejo dos resíduos sólidos.

Para finalizar a questão dos resíduos sólidos no município, o Engenheiro Rafael perguntou aos participantes se alguém mais gostaria de comentar algo sobre o assunto, no entanto, nenhum participante deu sequência no mesmo.

O último eixo do saneamento básico, sendo este a drenagem urbana das águas pluviais, também foi o último assunto discutido na Oficina do Diagnóstico Técnico do PMSB de Recreio. O Engenheiro Rafael solicitou aos participantes que falassem um pouco sobre esta questão no município, alguns participantes foram enfáticos ao dizerem que em tempos passados Recreio sofria com alguns pontos de alagamento no município, entretanto, com a realização de obras ao longo do tempo, este não é mais um problema que corre no local.

Neste momento, um dos participantes perguntou ao Engenheiro sobre as questões hídricas do município, explanando assim o Engenheiro, que as questões hídricas estão intimamente ligadas aos quatro eixos do saneamento, sendo de



suma importância a conservação destes locais para servirem de futuros mananciais em caso de necessidade.

Desta forma, o Engenheiro Rafael questionou os participantes se haveria algo a mais para falar sobre a drenagem urbana das águas pluviais, entretanto, não houve alguém que se manifestasse. Neste sentido, o Engenheiro agradeceu a presença de todos e cobrou que todos seja bem atuante dentro do município e que atuem também, para que a Lei do Saneamento Básico seja aprovada em Recreio.

O Engenheiro Rafael agradeceu novamente a participação de todos, salientando que todas as propostas de melhorias serão analisadas pela equipe técnica da contratada e que, o conteúdo da Oficina do Diagnóstico Técnico estará contido no Plano. Sendo assim, as figuras abaixo mostram a realização da Oficina do Diagnóstico Técnico do PMSB do Município de Recreio.

Figura 78 - Realização da Oficina do Diagnóstico.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 79 - Questionários aplicados a população relacionado ao saneamento básico.



PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO - MG
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO BÁSICO DE RECREIO



QUESTIONÁRIO PARA LEITURA COMUNITÁRIA

Este questionário tem por objetivo buscar a participação da população na definição das reais deficiências e demandas do Município de Recreio em relação aos quatro eixos do Saneamento Básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão dos resíduos sólidos, e drenagem urbana e manejo de águas pluviais). Sendo assim, descrevam quais são os principais problemas e deficiências, e as qualidades de cada um dos eixos descritos anteriormente, bem como indiquem possíveis propostas para elaboração de um cenário futuro ideal:

Bairro: Cento da Febrice

Idade: 29 anos

1) ABASTECIMENTO DE ÁGUA

• Problemas - coração da água,
Presença de ferro e manganês.

• Positivo - ótima estrutura para atender
o abastecimento da população.

Propostas - Informação mais clara
para a população, referente a manu-
tenção, taxas, entre outros.



2) ESGOTAMENTO SANITÁRIO

• Problemas – Falta do tratamento de esgoto e rede de esgoto ligada na pluvial.

• Positivo – ótima rede coletora, atendimento de 100% da população.

• Proposta → Construção de ETE



3) GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- Problemas - Coleta seletiva
Alta de lixo no Município
- Positivo - Novos caminhos de coleta
- Proposta - Política educacional
voltada à preservação

A) Há coleta de resíduos em sua
residência? Sim



B) Há coleta de resíduos recicláveis em sua residência?

Coleta não há, porém há triagem de uma porcentagem do resíduo em uma usina.

• Proposta - colocar lixeiras na cidade.

4) DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

• Problemas - Bueiros entupidos, melhoria na drenagem.

• Positivo - Plano de contingência, estar de bom em casos de desastre.

• Proposta - Criação de galerias para evitar alagamentos.

Obrigado por exercerem sua cidadania e auxiliarem na construção da Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Recreio! Até o próximo encontro!



PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO - MG
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO BÁSICO DE RECREIO



QUESTIONÁRIO PARA LEITURA COMUNITÁRIA

Este questionário tem por objetivo buscar a participação da população na definição das reais deficiências e demandas do Município de Recreio em relação aos quatro eixos do Saneamento Básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão dos resíduos sólidos, e drenagem urbana e manejo de águas pluviais). Sendo assim, descrevam quais são os principais problemas e deficiências, e as qualidades de cada um dos eixos descritos anteriormente, bem como indiquem possíveis propostas para elaboração de um cenário futuro ideal:

Bairro: Centro

Idade: 19

1) ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento nas casas apresenta a água turva durante um período do ano (ferrugineosa).

Em período de estiagem o município sofre com seca.

proposta: melhoria da comunicação e agilidade para o restabelecimento da derivação quando suspensa.



2) ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Rede coletora e transporte atende 100% a população.

proposta: Realizar tratamento e repara água pluvial de esgoto.



3) GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Coleta é boa, falta uma política educacional

A) HÁ coleta de resíduos em sua residência? Não.



B) Há coleta de resíduos recicláveis em sua residência? Não.

4) DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

entupimento de bueiros e misturas de água pluvial com esgoto.

Obrigado por exercerem sua cidadania e auxiliarem na construção da Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Recreio! Até o próximo encontro!

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

7. PLANEJAMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO

7.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA

Considerando a necessidade de ampliar os serviços e manter a universalização do acesso visando atender 99% da população até 2036, deve ser prevista a melhoria e adequação do sistema de abastecimento de água – SAA, para inclusive, atender o incremento da população previsto para o horizonte de projeto do PMSB.

7.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município. Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$Q_{méd} = \frac{P \cdot C}{86400}$$

sendo:

$Q_{méd}$. = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Consumo per capita (L/hab.dia).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_{maxd} = Q_{med} \cdot k_1$$

sendo:

Q_{maxd} = Vazão máxima diária (L/s);

$K1$ = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

$Q_{méd}$ = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se $k1$ igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir.

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} \cdot k2$$

sendo:

Q_{maxh} = Vazão máxima horária (L/s);

$K2$ = Coeficiente da hora de maior consumo;

Q_{maxd} = Vazão máxima diária.

Adotou-se para o estudo em questão $k2$ igual a 1,50.

A quota per capita refere-se ao consumo per capita adicionado às perdas, sendo sua fórmula a que segue:

$$C = CPC / \left(1 - \left(\frac{IPD}{100}\right)\right)$$

sendo:

C = Quota per capita (L/s.hab);

CPC = Consumo per capita;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana horizonte de projeto de vinte anos, bem como o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica da população. Da mesma maneira, usando os dados referentes ao ano de 2020 disponibilizados pelo SNIS, foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.

Tabela 44 - Demandas para o SAA.

Ano	Pop. Urbana	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação (m³)	Volume de Esgoto Gerado (m³/ano)	Ligações água	Extensão da rede água
2022	10.121	14,28	17,14	25,70	27	1.481	494	1.184,44	3.083	40,64
2023	10.132	14,30	17,15	25,73	27	1.482	494	1.185,69	3.086	40,68
2024	10.142	14,31	17,17	25,76	27	1.484	495	1.186,94	3.089	40,73
2025	10.154	14,33	17,19	25,79	27	1.485	495	1.188,30	3.093	40,77
2026	10.165	14,34	17,21	25,81	27	1.487	496	1.189,55	3.096	40,81
2027	10.175	14,36	17,23	25,84	27	1.488	496	1.190,80	3.099	40,85
2028	10.187	14,37	17,25	25,87	27	1.490	497	1.192,16	3.102	40,90
2029	10.198	14,39	17,27	25,90	27	1.492	497	1.193,41	3.106	40,94
2030	10.209	14,40	17,29	25,93	27	1.493	498	1.194,77	3.109	40,99
2031	10.220	14,42	17,30	25,96	27	1.495	498	1.196,02	3.112	41,03
2032	10.231	14,43	17,32	25,98	27	1.497	499	1.197,27	3.115	41,07
2033	10.242	14,45	17,34	26,01	28	1.498	499	1.198,63	3.119	41,12
2034	10.253	14,47	17,36	26,04	28	1.500	500	1.199,88	3.122	41,16
2035	10.265	14,48	17,38	26,07	28	1.502	501	1.201,24	3.126	41,20
2036	10.275	14,50	17,40	26,10	28	1.503	501	1.202,49	3.129	41,24

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana de Recreio há a necessidade do aumento e setorização da rede de distribuição, de acordo com o incremento de população para o horizonte de projeto, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando um maior controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias.

No que diz respeito a setorização, a rede de distribuição de Recreio ainda não está totalmente setorizada, entretanto, há perspectivas sobre os estudos para a delimitação adequada de novos setores. Deve-se, entretanto, ao elaborar o respectivo estudo atentar-se para as zonas de pressão, os reservatórios existentes, suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Realizando desta maneira, um sistema de setorização que agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento, seja definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, citado no parágrafo anterior, é destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. Desta forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica, e as mesmas devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR n° 12.218/2017, com a pressão estática máxima nas tubulações não podendo ultrapassar o valor de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa.

Desta forma, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de

ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.

Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Execução de novas redes e ligações em virtude do crescimento populacional;
- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Substituição dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Aquisição de terrenos para implantação dos novos reservatórios (deve ser realizada após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão);
- Atualização contínua do cadastro da rede de distribuição de água do município.

Para a área dos distritos de Conceição da Boa Vista, Barreiros, Angaturama e a área rural é necessário a adequação dos poços de captação através de projetos básicos de proteção, como cercamentos e sinalização e principalmente, ao menos uma vez no ano que se realize análises da qualidade da água consumida por esta população.

7.1.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água

As interrupções no abastecimento de água podem acontecer por diversos motivos, inclusive por ocorrências inesperadas como rompimento de redes e adutoras de água, quebra de equipamentos, contaminação da água distribuída, dentre outros. Para regularizar o atendimento deste serviço de forma mais ágil ou impedir a interrupção no abastecimento, ações para emergência e contingência devem ser previstas de forma a orientar o procedimento a ser adotado e a possível solução do problema, para que não haja interrupções no abastecimento.

O plano de emergência e contingência complementa as demais ações que deverão ser tomadas para alcance da manutenção dos serviços e auxiliar na tomada de decisão durante estes eventos e situações críticas. Para melhor exposição e facilidade de consulta durante uma emergência, o plano foi estruturado em tabelas sínteses, com a ocorrência, sua causa e as respostas necessárias à sua correção ou mitigação. As tabelas sínteses são as que seguem.



Tabela 45 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletrônicos e estruturas.	Comunicar à população, instituições, autoridades e Polícia local, Defesa Civil e órgãos de controle ambiental.
		Implementar rodízio de abastecimento.
		Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Comunicar ao SAAE para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa
	Movimentação do solo, solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento de adução de água bruta.	Comunicar ao SAAE.
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar à fornecedora de energia elétrica.
		Promover abastecimento temporário de áreas mais distantes com caminhões tanque/pipa.
		Utilização de sistemas autônomos de geração de energia.
	Vazamento de produtos químicos nas instalações de água.	Buscar por soluções que contenham o vazamento.
		Executar reparos das instalações danificadas.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Implementar rodízio de abastecimento.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Qualidade inadequada da água dos mananciais.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Inexistência de monitoramento	Comunicar ao SAAE para que acione o socorro e ative a captação em fonte alternativa.
	Ações de vandalismo	Executar reparos das instalações danificadas.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.



		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Tabela 46 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água parcial ou localizada	Deficiências de água nos mananciais em período de estiagem.	Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.
		Transferir água entre setores de abastecimento com objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione e busque alternativa de água.
		Comunicar o fornecedor de energia elétrica.
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione socorro e busque fonte alternativa de água.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Danificação de equipamentos nas estações elevatórias de água tratada.	Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.
		Transferir água entre os setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Comunicar ao SAAE para que acione socorro e fonte alternativa de água.
		Executar reparos das instalações danificadas.
	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.	Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.



	Ações de vandalismo.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Executar reparos nas instalações danificadas.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.
	Problemas mecanismo e hidráulicos na captação e de qualidade da água dos mananciais.	Implantar e executar serviço permanente de manutenção e monitoramento do sistema de captação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 47 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE RECREIO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água generalizada	Por motivos diversos emergenciais (quebra de equipamento, danificação na estrutura do sistema e de tubulações, inundações, falta de energia, contaminação da água, etc.)	Elaborar projeto para implantar/manter sistema de captação e tratamento de água para consumo humano como meio alternativo de abastecimento no caso de pane no sistema convencional em situações emergenciais.
	Vazamento e/ou rompimento de tubulação em algum trecho.	Desenvolver campanha junto à comunidade para evitar o desperdício e promover o uso racional e consciente da água.
Diminuição da pressão	Ampliação do consumo em horários de pico.	Desenvolver campanha junto à comunidade para instalação de reservatório elevado nas unidades habitacionais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.1.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Abastecimento de Água – SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água do Município de Recreio, foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, a seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Recreio.



7.1.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 48 - Síntese do objetivo 1.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
FUNDAMENTAÇÃO		Recreio atende 99,98% da população urbana com abastecimento de água potável. Mesmo esse índice sendo muito próximo à universalização ainda são necessárias melhorias e ampliações para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como melhorar a qualidade dos serviços para a população.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.				
METAS						
CURTO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1) Manutenção do SAA; 2) Monitorar controle do volume distribuído; 3) Criar programas para diminuir inadimplência			4) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 5) Manutenção do SAA		6) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população; 7) Manutenção do SAA.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1.1	Cadastramento digitalizado das redes	R\$ 80.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	RP - FPU	Média de mercado
1.1.2	Aumentar a fiscalização da inadimplência	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00	RP - FPU - AA	R\$ 2.000 / mês x 2 agentes
1.1.3	Elaborar projeto de setorização da rede de distribuição	R\$ 45.000,00			RP - FPU	Preço de mercado
1.1.4	Ampliação da rede de abastecimento de água na sede e distritos para atender a toda população		R\$ 250.000,00	R\$ 250.000,00	RP - FPU	R\$ 50.000 / ano
1.1.5	Promover campanhas para evitar o desperdício de água				AA	
1.1.6	Manutenção do SAA.	R\$ 761.550,00	R\$ 765.675,00	R\$ 771.525,00	RP	Custo SNIS * Projeção Pop.
1.1.7	Manutenção na captação e reservação na sede e distritos	R\$ 500.000,00	R\$ 500.000,00	R\$ 500.000,00	RP	R\$100.000 / ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 1.506.550,00	R\$ 1.655.675,00	R\$ 1.661.525,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 4.823.750,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

7.1.5. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

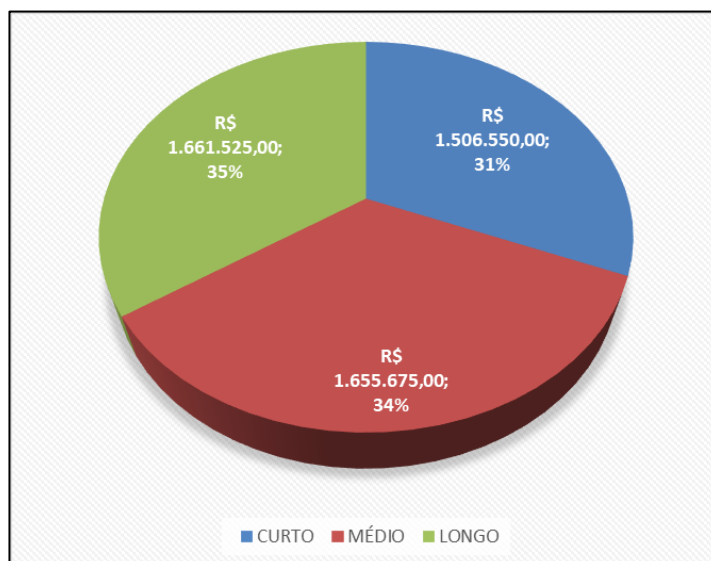
Tabela 49 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE RECREEIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO				
OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
AMPLIAR E APRIMORAR O SAA	R\$ 1.506.550,00	R\$ 1.655.675,00	R\$ 1.661.525,00	R\$ 4.823.750,00
TOTAL GERAL	R\$ 1.506.550,00	R\$ 1.655.675,00	R\$ 1.661.525,00	R\$ 4.823.750,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 80 – Gráfico de Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES

No Distrito Sede de Recreio há uma ETE, entretanto, a mesma trata apenas 20% do esgoto coletado de acordo com informações do SAAE, pois, o SNIS, como já mostrado, informa o índice de 9,62% de tratamento. De qualquer forma, o restante é despejado *in natura* no ribeirão Dos Monos dentro da área urbana, a jusante do ponto de captação para o abastecimento público do Distrito Sede. De acordo ainda com informações do SAAE, há um pequeno percentual de imóveis no Distrito Sede que lançam seus esgotos também *in natura* no ribeirão Dos Monos.

Nos Distritos de Conceição da Boa Vista, Barreiros e Angaturama a situação não é diferente, apesar de haver quase 100% de esgoto coletado, o mesmo é lançado *in natura* no corpo hídrico local. Nas propriedades rurais não se obteve informações se os esgotos gerados possuem algum tipo de sistema de tratamento individual. Desta forma, as figuras abaixo mostram um pouco do sistema de esgotamento sanitário do Município de Recreio. Desta forma, serão apresentados nos capítulos que se seguem, o volume atual de esgoto gerado pela população do município, a sua carga orgânica e medidas para sanar este problema na área urbana e rural.

7.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com

a ABNT NBR n° 9649/1986, que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam estas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR n° 9649 da ABNT recomenda o uso de $K1 = 1,20$, $K2 = 1,50$ e $K3 = 0,50$. A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do Município de Recreio com a previsão de vinte anos.

Tabela 50 - Projeção da geração de esgoto doméstico.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m³)	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2022	10.434	1.481	1.184,44
2023	10.445	1.482	1.185,69
2024	10.456	1.484	1.186,94
2025	10.468	1.485	1.188,30
2026	10.479	1.487	1.189,55
2027	10.490	1.488	1.190,80
2028	10.502	1.490	1.192,16
2029	10.513	1.492	1.193,41
2030	10.525	1.493	1.194,77
2031	10.536	1.495	1.196,02
2032	10.547	1.497	1.197,27
2033	10.559	1.498	1.198,63
2034	10.570	1.500	1.199,88
2035	10.582	1.502	1.201,24
2036	10.593	1.503	1.202,49

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- $\text{carga} = \text{concentração} \times \text{vazão}$;
- $\text{carga} = \text{contribuição per capita} \times \text{população}$;
- $\text{carga} = \text{contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida)} \times \text{produção (unid produzida/dia)}$;

- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população . carga \text{ per capita}$$

$$carga \left(\frac{kg}{d} \right) = \frac{população(hab) . carga \text{ per capita} \left(\frac{g}{hab.dia} \right)}{1000 \left(\frac{g}{kg} \right)}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} . 100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

7.2.2.1. Matéria Orgânica – Demanda Bioquímica

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de

incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição *per capita* de DBO 5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na tabela abaixo, as cargas orgânicas – DBO, previstas para o período de vigência deste Plano Municipal de Saneamento Básico, referentes ao Município de Recreio.

Tabela 51 - Valores de cargas orgânicas de DBO.

Ano	Pop. Urbana	DBO ₅ (Kg/dia)
2022	10.434	563,44
2023	10.445	564,03
2024	10.456	564,62
2025	10.468	565,27
2026	10.479	565,87
2027	10.490	566,46
2028	10.502	567,11
2029	10.513	567,70
2030	10.525	568,35
2031	10.536	568,94
2032	10.547	569,54
2033	10.559	570,19
2034	10.570	570,78
2035	10.582	571,43
2036	10.593	572,02

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para os parâmetros de concentração de coliformes fecais, os mesmos apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas, com cada indivíduo eliminando em média de 10^9 a 10^{12} células por dia. Desta forma, para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

Tabela 52 - Valores de Coliformes Termotolerantes.

Ano	Pop. Urbana	Termotolerantes (org./dia) sem tratamento
2022	10.434	1,04E+14
2023	10.445	1,04E+14
2024	10.456	1,05E+14
2025	10.468	1,05E+14
2026	10.479	1,05E+14
2027	10.490	1,05E+14
2028	10.502	1,05E+14
2029	10.513	1,05E+14
2030	10.525	1,05E+14
2031	10.536	1,05E+14
2032	10.547	1,05E+14
2033	10.559	1,06E+14
2034	10.570	1,06E+14
2035	10.582	1,06E+14
2036	10.593	1,06E+14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.3. Comparação das alternativas de tratamento dos esgotos

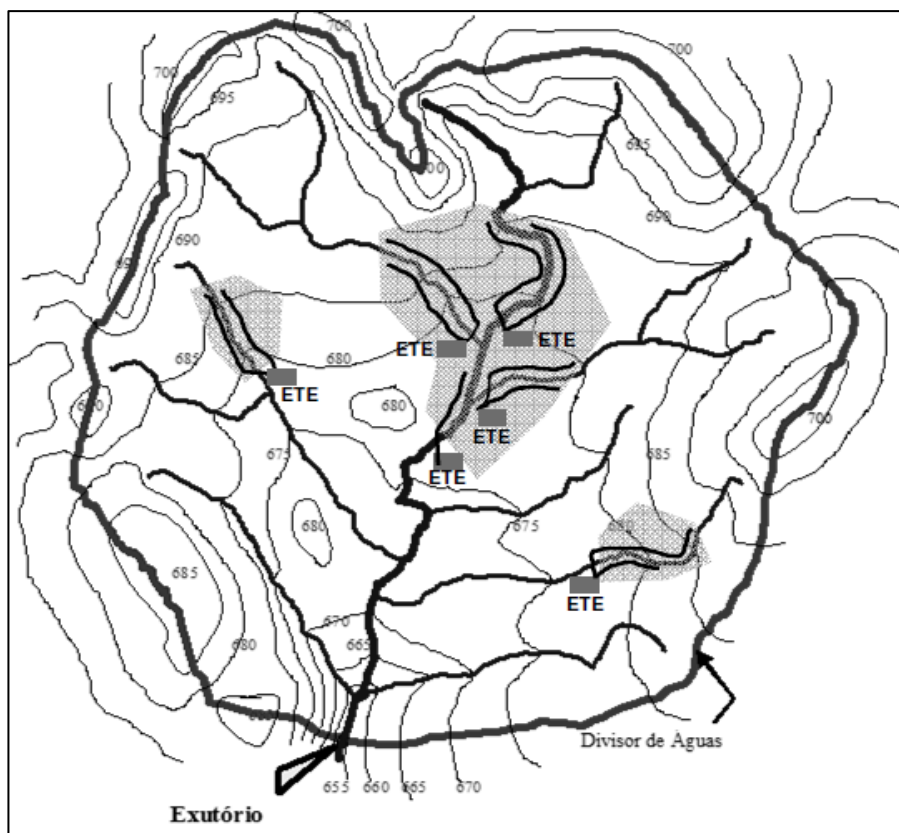
Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Enquanto que, o segundo modelo é o centralizado ou sistema convencional, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido. Sendo assim, as figuras abaixo mostram estes exemplos.

Figura 81 - Exemplo de sistema e convencional.



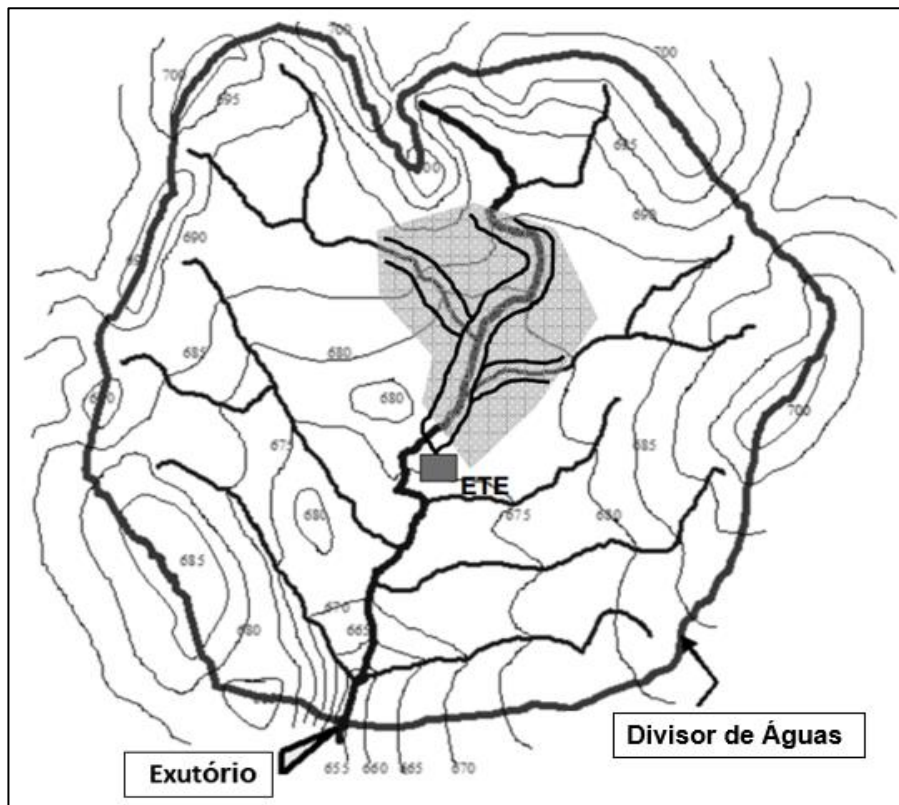
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 82 - Exemplo de sistema descentralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 83 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Desta forma, a alternativa técnica de uma estação de tratamento descentralizada, é inviável para o Município de Recreio, visto que, necessita implantar pequenas estações de tratamento de esgoto, gerando uma maior quantidade de operadores para garantir o funcionamento do sistema, aumentando as despesas ao longo do período de planejamento.

7.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada

Nos projetos básicos deverão ser estudadas alternativas de tratamento, que atendam à legislação vigente quanto à classe dos mananciais que receberão os efluentes sanitários tratados.

7.2.5. Sistemas Individuais

Apesar de a falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015).

Nestas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde - OMS e o Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF, como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água.

Apesar do baixo índice de cobertura das áreas rurais do Brasil por redes coletoras de esgotos, isso por si só não é um agravante para as condições sanitárias (SOUZA, 2004; FUNASA 2015). Os sistemas locais de tratamento de esgoto (também chamados de descentralizados) — se bem projetados, construídos e operados — são boas alternativas para garantir a saúde da população e ao mesmo tempo, manter a integridade ambiental destas localidades (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), especialmente de áreas menos densamente habitadas (USEPA, 2002).

Os sistemas individuais, ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional e com nível de lençol freático adequado, uma vez que normalmente a disposição final do efluente tratado envolve infiltração.

É evidente que o despejo de esgoto sanitário sem tratamento nos mananciais piora a qualidade da água, sendo de extrema importância tratar e dispor adequadamente o esgoto. Em algumas áreas, essa questão é complicada devido ao afastamento em relação às estações de tratamento de esgoto, à geografia do local, ou mesmo, à falta de infraestrutura. Neste contexto, uma solução é a descentralização do tratamento do esgoto doméstico, com a implantação, por exemplo, de fossas sépticas, filtros e sumidouros.

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos

mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

Dentro desta abordagem são destacados os seguintes sistemas individuais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

- Fossas Sépticas;
- Valas de Infiltração/Filtros;
- Sumidouro.

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras. No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

- Separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

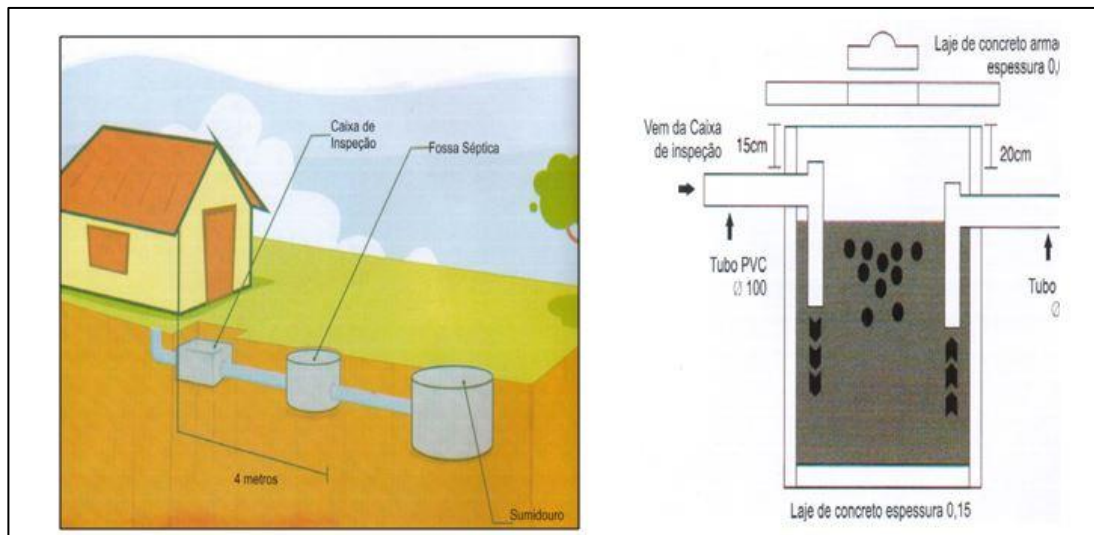
É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator. As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas.

Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

Uma exigência importante é que este tipo de sistema seja construído longe de poços ou de qualquer outra fonte de captação de água, pelo menos trinta

metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de fossas sépticas.

Figura 84 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



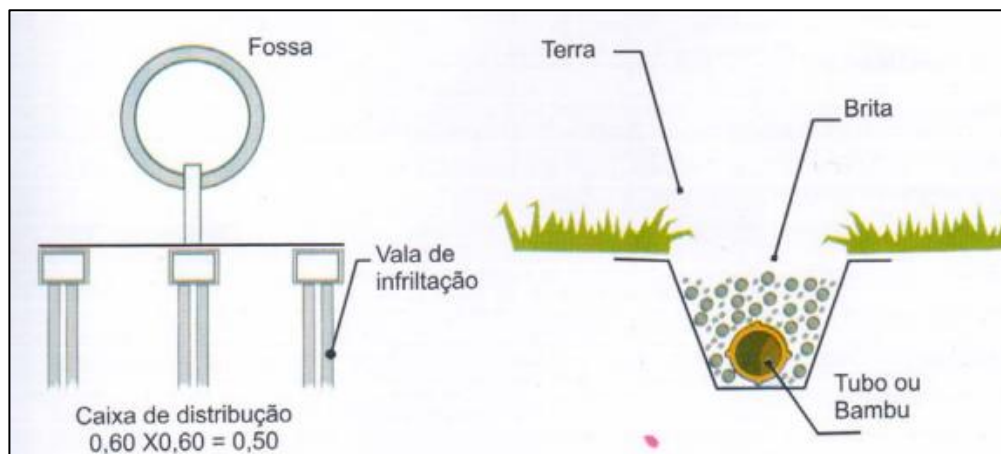
Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%. Através da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se formam e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluente proveniente da fossa séptica para dentro do solo.

O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos é proposto 8m de valas por pessoa. Entretanto, para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de 30m de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

Figura 85 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de um metro de diâmetro e mais de três metros de profundidade para simplificar a construção.

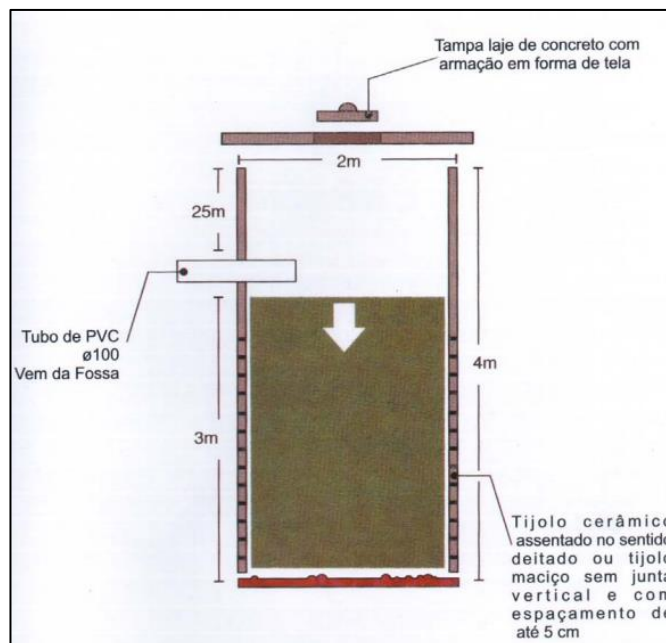
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de três metros da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser setenta centímetros maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de vinte centímetros, sobre a tampa do sumidouro.

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

A Secretaria do Meio Ambiente do Município, em parceria com a Vigilância Sanitária deveria cobrar e informar sobre a exigência de sumidouro apenas para casos onde não há existência de rede de esgotamento. No entanto, o sistema mais utilizado para suprir a coleta e o tratamento dos esgotos são os sistemas de

tratamento individual, caracterizados com fossas, filtro e sumidouro ou fossas diretamente ligadas na rede pluvial.

Figura 86 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o sumidouro, a vala de infiltração e, por fim, o tratamento do efluente por “wetland”.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas ou nas comunidades rurais, é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Nota-se atualmente que as associações não apresentam nenhum sistema de tratamento coletivo isolado. Nesse sentido, estas estações apresentam ótima eficiência do tratamento, além de apresentar as seguintes vantagens:

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;
- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;

- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

Figura 87 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

A implantação de sistemas de tratamento descentralizado nas residências traz melhorias significativas para a população em termos de saneamento e saúde, e diminui impactos causados ao meio ambiente. Essa prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.

Para as comunidades rurais de Recreio, recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, tais como os filtros anaeróbios do tipo Cynamon (Decanto-Digestor + Filtro anaeróbio + Filtro de Areia).

Este sistema proposto pelo pesquisador Szachna Eliaz Cynamon, reformulou e otimizou o sistema de tratamento constituído de fossa e filtro anaeróbio ascendente, através de uma forma de associação de três filtros, seguidos por um filtro de areia. Nesta associação, os fluxos dos filtros seguem

uma escala ascendente, descendente e novamente ascendente, tendo o filtro de areia a finalidade de dar um polimento no efluente final.

Trata-se de alternativa com elevada eficiência para tratamento de esgotos sanitários e industriais. Cynamon recomenda que o sistema seja implantado em pequenas coletividades e áreas periféricas (1986). Conforme Silva (2000), o processo foi estudado através de uma unidade piloto, com capacidade para tratar até 2 L/s, de esgotos domésticos ou industriais oriundos da FIOCRUZ.

Silva informa que os ensaios realizados no período de patenteamento, quando foram obtidos os resultados que comprovaram a qualidade do processo patenteado, demonstraram as suas potencialidades (2000, p. 1). Kligerman (1995, p.47) demonstra que o filtro anaeróbio tem taxa de aplicação de 10 a 20 m³/m². dia e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m³ de pedra dia.

Segundo Silva (2000), o processo apresenta algumas características que tornam a sua implantação altamente vantajosa, podendo ser implantado em espaços reduzidos e até mesmo em desvãos, apresenta custo de implantação e de operação reduzidos quando comparados aos processos clássicos, uma vez que os seus tempos de detenção hidráulica são semelhantes aos do lodo ativado convencional, o que permite que sejam construídas unidades compactas.

Outra vantagem do processo é a de que o consumo de oxigênio da unidade aeróbia é pequeno, pois a maior parte da estabilização da matéria orgânica é realizada na unidade anaeróbia.

As eficiências alcançadas na remoção de carga orgânica variaram de 90% a 98 % (DQO como substrato). Em trabalho apresentado, Cynamon verificou que o processo permite uma redução do índice de coliformes totais de cerca de 95%.

Os órgãos responsáveis pela fiscalização precisam fazer o monitoramento periódico da qualidade dos corpos hídricos, através da realização de análises de amostras de água coletadas a montante e a jusante dos locais em que ocorre o lançamento do esgoto tratado, para inferir se os efluentes lançados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Nos locais em que as construções são isoladas e distantes umas das outras ou não existe um número significativo de moradores, não há viabilidade econômico-financeira para implementação de sistemas coletivos de tratamento, necessita-se, então, da instalação de unidades de tratamento em cada residência, tais como fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio e unidades de disposição

controlada no solo, ou seja, de soluções individuais de esgotamento sanitário. É importante ocorrer a coleta pelo Poder Público ou concessionária, dos efluentes e do lodo gerado nas mesmas de forma periódica, para destiná-los à posterior tratamento.

7.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As Tecnologias Sociais - TS apresentam-se como um conjunto de técnicas e metodologias que são aplicadas em determinada localidade ou região em que é evidenciada a participação ativa da comunidade com vista à solução de problemas que os afetam direta e indiretamente. Portanto, as Tecnologias Sociais aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas negras e cinzas.

As águas cinzas são águas residuais geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário. As águas cinzas podem representar até 80% do efluente sanitário gerado em um empreendimento. A captação em redes hidráulicas separadas das águas cinzas e seu tratamento possibilita o reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias, lavagem de pisos entre outras atividades menos nobres.

Já a água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que possui matéria fecal e urina. É assim chamada pela sua composição e a presença de contaminantes biológicos, e por ser mais difícil de ser tratada. Para a área rural do município, diante da ausência de rede de esgotamento sanitário, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento, podem ser a readequação das fossas negras para forma alternativa descritas abaixo, como métodos individuais de tratamento do esgoto residencial.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis maneiras de tratamento podemos

citar a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes que serão descritas abaixo.

7.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora – FSB

A Fossa Séptica Biodigestora, é uma tecnologia criada em 2001 pela Embrapa Instrumentação para o tratamento da água de vaso sanitário. É composta por três caixas d'água conectadas onde ocorre a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até cinco pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.

O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio), realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Este procedimento, desde que obedecendo critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos.

Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema.

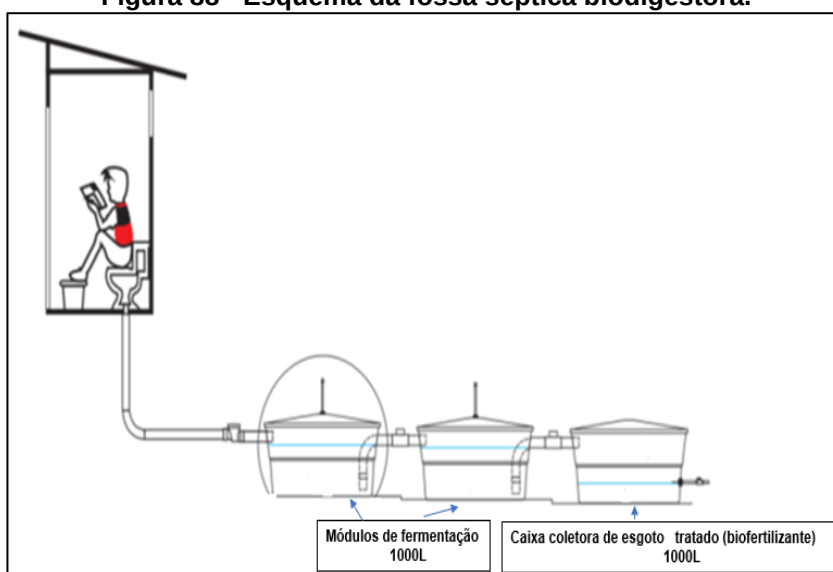
As duas primeiras caixas do sistema são denominadas módulos de fermentação, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou caixa coletora, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como visto na figura a seguir.

Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o

volume mínimo de 1000 L para cada caixa. Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de mil Litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (duas caixas para cada cinco pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema.

Residências rurais com menos de cinco habitantes também devem utilizar no mínimo três caixas de mil litros cada. Não utilizar volumes inferiores a mil litros ou adaptações no sistema. A figura abaixo mostra um exemplo de fossa séptica biodigestora.

Figura 88 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de 1000L e tubulações de 100 mm, instrumentos para a vedação e conexões. As figuras abaixo mostram um exemplo de fossa biodigestora.

Figura 89 - Exemplo de instalação da fossa biodigestor.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

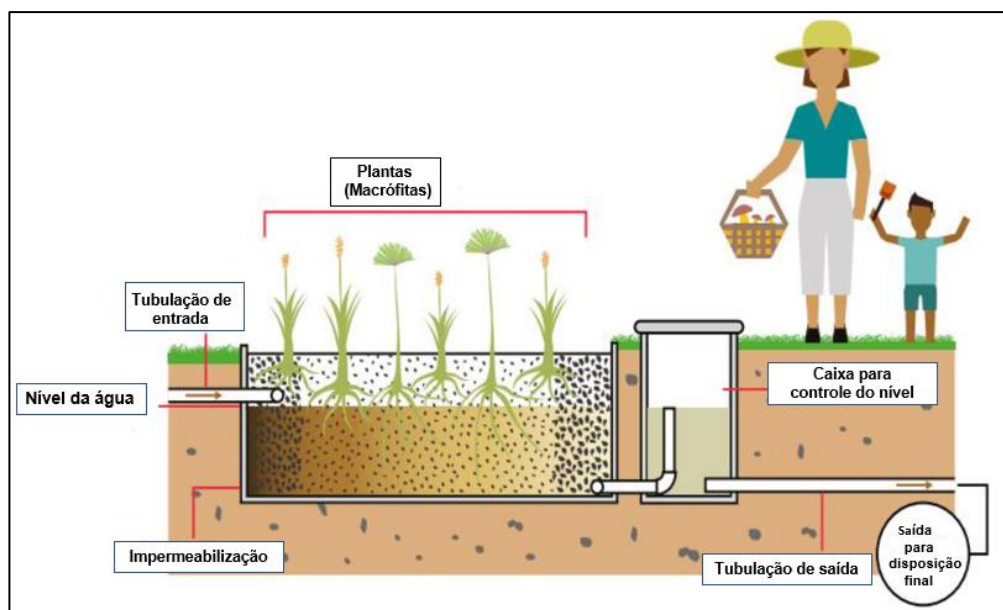
7.2.5.3. Sistema de Zona das Raízes

O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais. A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas e possibilitar o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água.

De acordo com Tonetti et. al. (2018), as unidades de tratamento podem ser usadas para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado.

São pouco profundas (< 1,0 m) e possuem plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A figura abaixo mostra um esquema de SAC.

Figura 90 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, a zona de raízes possui formato retangular, podendo ser escavado no próprio solo, manualmente ou com a ajuda de máquinas. Suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas. O dimensionamento das zonas de raízes se baseia principalmente no volume diário de esgoto a ser tratado e também na qualidade do esgoto. Ele deve ter uma área média de 2 m² por pessoa e uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo do esgoto mais comum é o subsuperficial, isto é, ocorre abaixo da superfície do material utilizado como suporte e em sentido horizontal. Nesse caso o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na superfície de entrada. Esse primeiro trecho pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4 para evitar entupimentos.

O trecho com plantas é onde acontece a maior parte da transformação do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica). Essa zona pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, mas há experiências que fazem uso de areia. Por fim, o líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada de esgoto. Para isso, deve-se utilizar tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esse trecho, pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4. As figuras abaixo exemplificam esse procedimento.

Figura 91 - Exemplos de zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC.



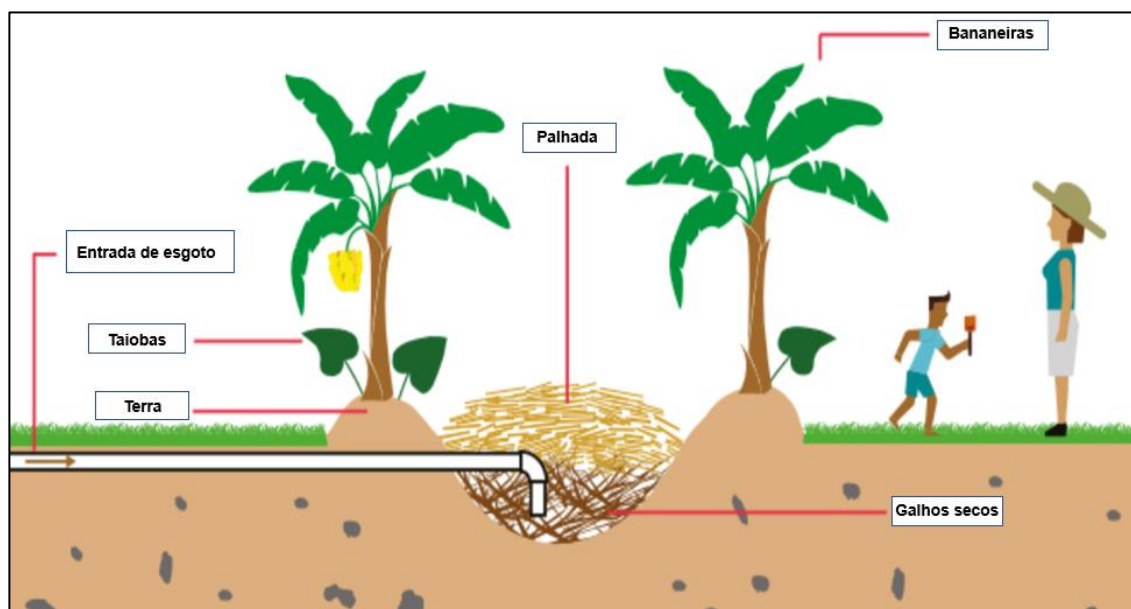
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.5.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação.

Ao redor são plantadas bananeiras ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes e que tenham grande capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera. A figura abaixo mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 92 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado. O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.

O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um Joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca,

evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, sabão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala. As figuras abaixo mostram outros exemplos de círculo de bananeira.

Figura 93 - Exemplo de círculo de bananeira.



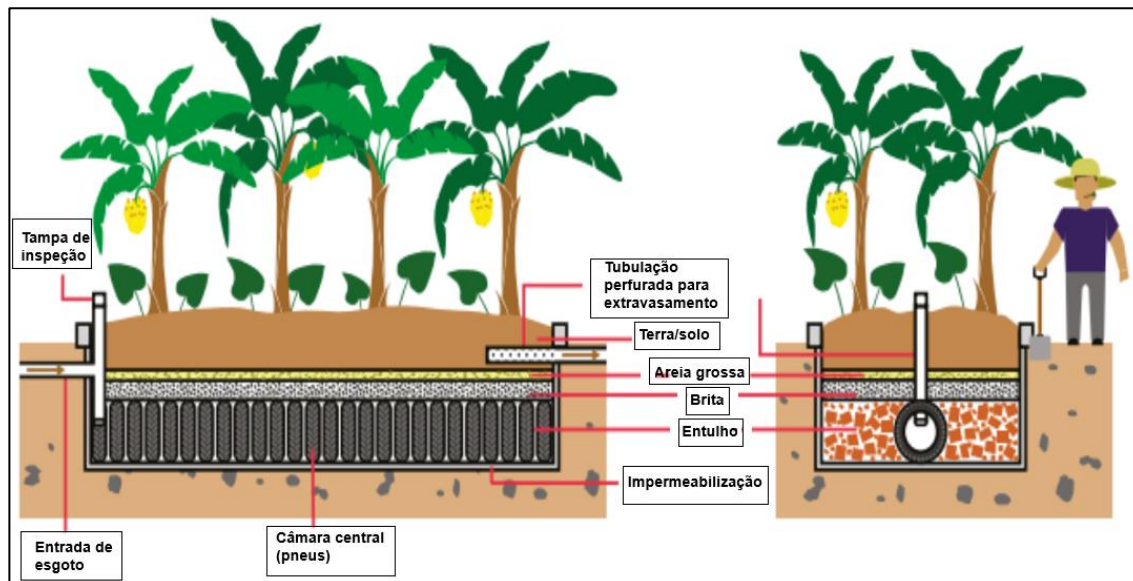
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de Evapotranspiração - BET ou Fossas Verdes é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário que faz o aproveitamento da água e dos nutrientes presentes no esgoto. A BET pode ser dividida em três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira e canteiro biosséptico. A figura abaixo mostra um exemplo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 94 - Esquema de BET.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O segundo passo é a construção de uma grande caixa ou reservatório que ficará enterrado, local onde o tratamento do esgoto acontece. A caixa precisa ser totalmente impermeabilizada e não pode haver vazamentos no sistema e nem entrada de água subterrânea.

A caixa pode ser construída com alvenaria convencional ou técnicas alternativas, como o ferro-cimento ou superadobe. Mantas de PVC ou lonas também podem ser utilizadas.

A entrada de esgoto no sistema é realizada através de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. A câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e também o início da digestão do esgoto. Ela pode ser feita com muitos materiais diferentes, mas os mais comuns são pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto sobe então pelas camadas filtrantes compostas de entulho, brita e areia. Nesses materiais crescem e se desenvolvem microrganismos que degradam o esgoto de forma anaeróbica. Acima da camada filtrante, fica uma camada de terra onde são plantadas bananeiras e outras plantas como taioba e lírio do brejo.

Os nutrientes presentes no esgoto são utilizados pelas plantas na produção de novas folhas e frutos, atuando como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora pelo solo. As figuras abaixo mostram outros exemplos de BET ou fossa verde.

Figura 95 - Exemplo de BET ou fossa verde.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.2.5.6. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto

O início de um projeto coincide com os seus estudos prévios e estes, buscam entender a dinâmica do sistema a ser projetado, incluindo a avaliação quantitativa e qualitativa dos esgotos que serão tratados na futura ETE, bem como, a análise técnico-econômica dos inúmeros tipos de sistemas de tratamento de efluentes que podem ser aplicados a um determinado município. Ressaltando, que a melhor alternativa proposta deve ser aquela que oferecer as maiores vantagens do ponto de vista técnico e econômico-financeiro.

Especificamente para a localização, antes de iniciar o projeto de implantação de uma ETE, deve-se, atentar-se para algumas vertentes que são essenciais para o bom funcionamento da mesma, além, de não causar incômodos para a população vizinha, como maus odores e ruídos excessivos. Normalmente averigua-se o custo por m² do local onde será implantada a futura ETE, assim

como, o sistema de tratamento de lodo, caso este não esteja localizado na própria ETE, além da instalação dos equipamentos.

Sendo assim, abaixo seguem alguns parâmetros técnicos que auxiliaram na escolha da melhor área para a construção de uma futura estação de tratamento de esgoto no Município de Recreio, com o mapa de localização e os coletores troncos para a implantação da mesma.

- Topografia → deve-se considerar a topografia do terreno, pois, terreno muito acidentado elevará o custo de implantação da ETE com obras de nivelamento de terreno;
- Nível do lençol freático → através de sondagens é necessário avaliar o nível do lençol freático para que, em caso de vazamentos o efluente ao infiltrar no solo, não entre em contato com a água contida no lençol freático;
- Nível de cheia → deve-se atentar para que, em períodos chuvosos não haja problemas de inundação ou alagamentos dentro da ETE;
- Distância de Interceptação e corpo hídrico receptor → a implantação de uma ETE não deverá ser distante da área urbana, pois, deve-se dar preferência para que o efluente coletado seja direcionado para o tratamento de preferência por gravidade, evitando custos com a instalação de estações elevatórias, da mesma forma, a Localização da ETE deve estar próxima ao corpo hídrico que receberá o efluente tratado;
- Acessibilidade → da mesma forma da distância de interceptação, o acesso a ETE deve ser facilitado para veículos que necessitem adentrarem no local e em situações de emergência, os operadores terão mais agilidade para conter a ocorrência;
- Proximidade de residências → estações de tratamento de esgoto, principalmente o sistema de lagoas facultativas, possuem como uma de suas características a liberação de gases que ocasionam mau odores, podendo provocar incômodos nas regiões vizinhas.

7.2.6. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário

Caso o Município de Recreio implemente um sistema de tratamento de esgoto nos próximos vinte anos, para atender a área urbana, abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema. Ressalta-se, que mesmo o município atualmente possuir uma ETE, mas trata somente 20% do esgoto sanitário coletado na área urbana, algumas das ações de emergência e contingência contidas abaixo, já podem ser utilizadas, pois, algumas destas ações são exclusivas para a rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto nas unidades do sistema e anormalidades no funcionamento das estações de tratamento de esgoto, causando prejuízos à eficiência, estes problemas colocam em risco a qualidade ambiental do município, podendo contaminar os recursos hídricos e o solo.

Para estes casos, tanto para interrupção da coleta de esgoto por motivos diversos, quanto por rompimento de coletores, medidas de emergência e contingência devem ser previstas. Sendo assim, as tabelas abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.

Tabela 53 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	1	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O EXTRAVASAMENTO DE ESGOTO
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Extravasamento de esgoto em estações elevatórias.	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento.	Comunicar companhia de energia elétrica.
		Acionar gerador alternativo de energia.
		Comunicar a prestadora.
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.

	Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturas.	Comunicar a Prefeitura sobre os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.
		Comunicar a prestadora.
		Instalar equipamentos reserva.
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia local.
		Comunicar a prestadora.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 54 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	2	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O ROMPIMENTO EM PONTOS DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO (após a implantação dos mesmos)
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais.	Executar reparo da área danificada com urgência.
		Comunicar a prestadora.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a prestadora.
		Executar reparo da área danificada com urgência.
	Rompimento de pontos para travessia de veículos.	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto.
		Comunicar as autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
		Comunicar a prestadora.



		Executar reparo da área danificada com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 55 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	3	ALTERNATIVAS PARA EVITAR RETORNO DE ESGOTO EM IMÓVEIS
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis.	Obstrução em coletores de esgoto.	Comunicar a prestadora.
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.
	Lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto.	Executar trabalhos de limpeza e desobstrução.
		Executar reparo das instalações danificadas.
		Comunicar à Vigilância Sanitária e à Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura.
		Comunicar a prestadora.
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multa e punição para reincidentes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 56 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	4	ALTERNATIVAS PARA REDUZIR RISCOS DE CONTAMINAÇÃO POR FOSSAS NA ÁREA URBANA E ZONA RURAL
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar a prestadora e a Prefeitura Municipal.
		Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com objetivo de reduzir a contaminação.
		Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto.
		Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema.
	Construção de fossas inadequadas e ineficientes.	Implantar programa de orientação da comunidade em parceria com a prestadora quanto à necessidade de adoção de fossas sépticas em substituição às fossas negras e fiscalizar se a substituição e/ou desativação está acontecendo nos padrões e prazos exigidos.
	Inexistência ou ineficiência do monitoramento.	Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos na área urbana e na zona rural, em parceria com a prestadora, principalmente das fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



7.2.7. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de tratamento de esgoto de Recreio foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Recreio.



7.2.8. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, suas metas de curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 57 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
FUNDAMENTAÇÃO		Analisando todos os dados sobre o sistema de esgotamento sanitário, concluiu-se que Recreio, por meio dos serviços prestados pela Prefeitura, não atende toda a população urbana com sistemas de tratamento de esgotos. Considerando a população urbana e rural, constata-se a necessidade de prever a implantação do sistema para atender a demanda atual e a futura. Para isso, o sistema deverá atingir aproximadamente 10.605 habitantes até o ano de 2036, ou seja, o sistema deverá ser ampliado para atender 100% da população urbana, o que representa uma necessidade significativa de investimentos. Além disto, há necessidade de manutenção da rede coletora existentes, evitando a perda de eficiência do sistema atual.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		1. Índice de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto, que corresponde ao percentual da população urbana atendida com coleta e tratamento de esgoto em relação a população urbana total. 2. Identificação da implementação da ação					
METAS							
CURTO - 1 A 5 ANOS				MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1)Implementação do Programa de Educação Ambiental; 2) Elaboração de projetos para a melhoria e ampliação do SES				4) Execução do projeto para a construção de ETE; 5) Manutenção e ampliação do sistema de coleta		6) Manutenção do SES para o atendimento de toda a população estimada, com base no estudo populacional; 7) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos .	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
			CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO		
2.1.1	Cadastramento digitalizado das redes		R\$ 40.000,00	R\$ 90.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.



2.1.2	Elaborar projeto de esgotamento sanitário para a área urbana do município, considerando a demanda atual e futura (dando condições para que novos loteamentos tenham o esgoto coletado de forma imediata)	R\$ 151.584,00			Recursos Municipais/Governo Estadual e Federal	Estimativa para elaboração de projeto = 3% do valor da execução da obra
2.1.3	Implantação de linhas de recalque e coletores tronco	R\$ 535.789,00			RP - FPU - FPR	Preço de mercado
2.1.4	Execução da obra do sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotamento sanitário		R\$ 5.052.800,00		Recursos Municipais/Governo Estadual e Federal	Estimativa para execução de projetos e obras SES
2.1.5	Planejamento municipal com o objetivo de manter a infraestrutura adequada do Sistema de Esgotamento Sanitário ao longo dos anos, propondo melhorias contínuas para que toda a população seja atendida com o serviço	R\$ 90.000,00	R\$ 270.000,00	R\$ 240.000,00	Recursos Municipais/Ação administrativa	Média do custo de execução dos serviços
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 817.373,00	R\$ 5.412.800,00	R\$ 320.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 6.550.173,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



7.2.8.1. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 58 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
OBJETIVO	2	IMPLANTAR OS SISTEMAS RURAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
FUNDAMENTAÇÃO		Ações de esgotamento sanitário executadas por meio de soluções individuais não constituem serviço público de saneamento. No entanto, como uma das diretrizes da Política de Saneamento Básico, deve-se garantir meios adequados para atendimento da população rural dispersa. Recreio, possui atualmente aproximadamente 1.252 habitantes na área rural e desta forma, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida das presentes e futuras gerações e o risco de contaminação do ambiente, devido a práticas inadequadas de destino de esgoto doméstico, o município deve criar mecanismos de assistência para maior controle dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Além disto, devem ser fiscalizados os estabelecimentos que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação do programa.					
METAS							
CURTO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS		
1)Implementar projeto de Educação Ambiental ; 2) Criar programa de assistência a população para construção adequada de sistemas individuais de esgotamento sanitário; 3)Acompanhar a implantação dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;			4) Monitorar os sistemas individuais de esgotamento sanitário quanto a sua operação e eficiência;		5) Monitorar os sistemas individuais de esgotamento sanitário quanto a sua operação e eficiência.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
			CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO		
2.2.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da aplicação de tecnologias sociais de saneamento rural		R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 15º ano.



2.2.2	Implantar programa de construção e assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotados como solução na área rural, a fim de orientar quanto a manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	AA - RP	R\$20.000,00/ano
2.2.3	Desativação de fossas negras na área rural				AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 450.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

7.2.9. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

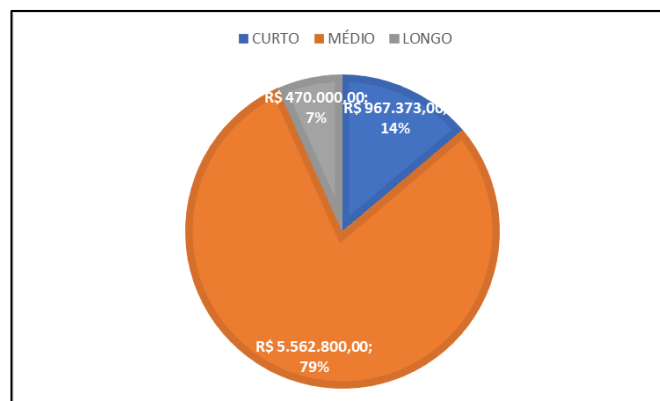
Tabela 59 - Análise de Investimento de Esgotamento Sanitário.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO				
OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
IMPLANTAR O SISTEMA COLETIVO DE COLETA E TRATAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E ATINGIR SUA UNIVERSALIZAÇÃO PARA POPULAÇÃO URBANA	R\$ 817.373,00	R\$ 5.412.800,00	R\$ 320.000,00	R\$ 6.550.173,00
CONTROLE DE SISTEMAS INDIVIDUAIS PARA ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ÁREA RURAL	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 450.000,00
TOTAL GERAL	R\$ 967.373,00	R\$ 5.562.800,00	R\$ 470.000,00	R\$ 7.000.173,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 96 - Gráfico do investimento no sistema de esgotamento sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos

A quantidade gerada de resíduos sólidos em Recreio, destinada ao aterro sanitário empresa União Recicláveis, localizado no Município de Leopoldina – MG, no ano de 2020, conta com geração *per capita* de resíduos sólidos domésticos (RDO + RPU) em relação à população urbana de 0,38 kg/hab./dia, de acordo com o Produto II – Diagnóstico. Conforme a Lei Federal nº 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos recicláveis e não recicláveis diretamente na origem, de maneira a permitir a coleta diferenciada. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes, são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como, por elaborar e apresentar os seus respectivos Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que planejam à redução dos resíduos sólidos no município. Por isso, devem-se criar mecanismos para que toda a população urbana e rural seja atendida pela coleta de materiais recicláveis, aumentando a eficiência da recuperação destes materiais e gerando emprego para a população.

Para o serviço de limpeza pública é necessário que se mantenha o cronograma para a execução destes serviços. Pois, através deste cronograma o gestor do serviço de limpeza urbana pode monitorar todo o trabalho realizado. Desta forma, é possível resolver as possíveis falhas encontradas nos trabalhos de poda, capina, roçada e limpeza de boca de lobo.

7.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que houver

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, alterou a redação do art. 54 da Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, para dispor sobre o prazo para a disposição final ambientalmente

adequada dos rejeitos, que, segundo a nova redação, deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020.

Exceto para os municípios que até esta data tenham elaborado Plano Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos ou Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira.

Para estes, foram definidos os seguintes prazos: até 2 de agosto de 2022, para Capitais de Estados e municípios integrantes de Região Metropolitana - RM ou de Região Integrada de Desenvolvimento - Ride de Capitais; até 2 de agosto de 2022, para municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no CENSO de 2010, bem como para municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no CENSO de 2010 e até 2 de agosto de 2024, para municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no CENSO 2010.

Em Recreio a disposição ambientalmente correta dos rejeitos se dá em aterro sanitário da empresa União Recicláveis, como já relatado. Entretanto, para um cenário futuro, que poderá ser construído um aterro sanitário no próprio município, deve-se atentar à identificação de áreas favoráveis para a disposição final adequada de resíduos, além de ser importante para a manutenção da qualidade ambiental é item obrigatório do Artigo 19 da Lei nº 12.305/2010.

Para esta identificação é necessário que sejam definidos critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios operacionais. Desta forma, podem ser minimizadas possíveis ações corretivas, adequação a legislação vigente e diminuir os custos com o investimento inicial. Através destes critérios pode-se realizar o mapeamento inicial das áreas restritivas para a implantação e operação de aterros sanitários.

Ressalta-se que a área selecionada deve atender a maioria das características favoráveis, de acordo com os seus aspectos naturais admitindo desta forma, o menor número de restrições possíveis.

Os critérios de seleção aplicáveis para a identificação preliminar de áreas favoráveis a destinação final adequada de resíduos sólidos, estão disponíveis na literatura, através de Leis, Normas e Procedimentos específicos. Como, a ABNT

NBR nº 15.849/2010, que trata dos resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento e a ABNT NBR nº 13.896/1997, que trata dos aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação.

Entretanto, a princípio, é o próprio município quem deve indicar as áreas disponíveis para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos, para que posteriormente, seja realizados os levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais, certificando ou não a referida área.

Abaixo seguem os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas favoráveis, a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos.

- Avaliação inicial das dimensões necessárias para a construção do aterro sanitário;
- Levantamento das áreas que não apresentam restrições de zoneamento e uso do solo e, que possuam dimensões compatíveis com cálculos preliminares, priorizando as áreas pertencentes ao município;
- Delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e Unidades de Conservação;
- Prioridade para áreas que já estão impactadas negativamente;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros dos corpos hídricos, seguindo as diretrizes da NBR ABNT nº 15.849 de 2010;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros de fraturas ou falhas geológicas;
- A NBR ABNT nº 15.849 de 2010, recomenda também que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis, a implantação de aterro sanitário, de acordo com a ABNT NBR nº 15.849/2010.

Tabela 60 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

ITEM	DESCRIÇÃO
Topografia	A escolha correta da topografia é determinante para as obras de terraplenagem, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia e tipos de solo existentes	Estas indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência no local de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais, com um coeficiente de permeabilidade inferior a $10 - 6$ cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de duzentos metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água.
Vegetação	O estudo da vegetação regional é importante devido ao fato de que a mesma poderá atuar favoravelmente na escolha de uma área, pois, o conjunto de vegetação faz reduzir os processos de erosão, formação de poeira e barreira para maus odores.
Acesso	Aspecto de muita importância em um projeto de aterro sanitário, visto que, são utilizados durante toda a sua operação.
Tamanho disponível e vida útil	Recomenda-se a construção de aterros sanitários com vida útil mínima de dez anos.
Custos	Os custos de construção de um aterro sanitário variam de acordo com o tamanho e o método de construção. É necessária uma análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distância mínima de núcleos populacionais	Recomenda-se que a construção de um aterro sanitário esteja a uma distância superior a quinhentos metros de núcleos populacionais.

Fonte: ABNT NBR nº 15849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, segundo a ABNT NBR nº 13.896/1997.

- Para a instalação e implantação do aterro sanitário deverá ocorrer o mínimo de impactos negativos ao ambiente;
- A população deverá estar de acordo com a instalação do aterro sanitário;
- A implantação do aterro sanitário deverá respeitar o zoneamento urbano ou, a legislação local de uso do solo, caso haja;
- O aterro sanitário deverá ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando de poucas obras durante a sua vida útil;
- O aterro sanitário não deverá ser executado em áreas sujeitas as inundações, em períodos de recorrência de cem anos;
- Deverá haver uma camada de solo impermeável com espessura de um metro e cinquenta centímetros, entre o lençol freático e a superfície inferior do aterro sanitário;
- O nível do lençol freático deverá ser medido durante as épocas de chuvas intensas;
- A qualidade da água do lençol freático deverá ser analisada periodicamente.

A tabela abaixo mostra os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela 61 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela	Descrição
Despesa com processos de erosão	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e recuperar as áreas erodidas.
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.

Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
Trajetos até o local	O trajeto até o aterro sanitário deverá ser por locais com baixo índice populacional evitando desta forma, incômodos aos munícipes.
Plano Estadual de Resíduos Sólidos	Buscar sempre, quando houver, as diretrizes para a implantação de aterro sanitário nos Planos Estaduais. Pois, apesar de haver Legislações e Normas federais, cada região possui as suas peculiaridades, principalmente no que tange a Unidades de Conservação e comunidades tradicionais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3.2. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios

O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, será de grande importância para programar diretrizes desse segmento amplamente no âmbito municipal e regional. Muitos dos problemas de gestão de resíduos podem ser solucionados de forma conjunta e consorciada entre os municípios.

Para que os custos atuais com a disposição dos resíduos sejam reduzidos, deve ser analisada a formação de um consórcio com municípios vizinhos para que seja encontrada e licenciada uma área técnica e ambientalmente adequada. Esta alternativa também deve ser economicamente viável para o município de Recreio. Para definir o modelo de soluções compartilhadas de aterros sanitários, são utilizados alguns critérios como:

- Definição dos municípios sede do compartilhamento como os de maior geração de RSU na região, preferencialmente integrados à principal malha viária, envolvendo o maior número de municípios e com disponibilidade de área ambientalmente adequada para implantação das instalações;

- Municípios beneficiados com o compartilhamento, necessariamente, interligados ao município sede por meio de rodovias pavimentadas, independentemente de fazerem parte da mesma região administrativa;
- Distância máxima até o município de 60 km (com tolerância de 10%). Este valor é obtido pela adoção de tempo máximo para ida, descarregamento e volta dos caminhões de três horas, tendo em vista que a velocidade média dos caminhões deverá ser cerca de 50 km/h.

Entretanto, caso não haja aterros sanitários para soluções compartilhadas nessa distância a mesma poderá ser revista.

Sendo assim, a Lei nº 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio públicos, regulamentada pelo Decreto nº 6.017/2007, define consórcio público da seguinte forma:

"Pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma de Lei Nº11.107 de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos".

Doravante, os serviços públicos de saneamento básico, quando não prestados por entidade que integre a administração do titular, dependerão da celebração de contrato de concessão, precedido de licitação, ficando vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Vale destacar aqui a alteração promovida pela Lei nº 14.026/2020 na Lei nº 11.107/2005, citada acima, incluindo no art. 13 o § 8º, cujo comando estabelece que os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão observar o art. 175 da Constituição Federal, vedada a formalização de novos contratos de programa para esse fim.

Quanto aos contratos de programa regulares vigentes, a nova ordem legal dispõe que eles permaneçam em vigor até o advento do seu termo final. A proibição de celebrar contratos de programa com sociedade de economia mista ou empresa pública também se aplica aos consórcios públicos e a subdelegação do serviço prestado pela autarquia intermunicipal (criada para prestar os serviços

de saneamento básico aos entes consorciados) depende de prévio procedimento licitatório.

Portanto, de acordo com o novo modelo, os serviços públicos de saneamento básico poderão ser prestados por uma das seguintes formas:

- diretamente pelo titular, por órgão da sua administração direta (exemplo: departamento) ou indireta (exemplos: autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista) e ainda por meio de autarquia intermunicipal, quando a titularidade for exercida por gestão associada (consórcio);
- por entidade não integrante da administração do titular, mediante contrato de concessão, nas suas três modalidades: comum, patrocinada e administrativa.

O instituto da concessão está disciplinado na esfera Federal, pelas Leis nº 8.987/95 (concessão comum), nº 11.079/04 (concessão patrocinada e administrativa, concebidas na forma de parcerias público-privadas), nº 9.074/95 que “estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências” e, ainda, por leis específicas que disciplinam a concessão de determinados serviços públicos.

Os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela Lei nº 12.305/2010, sendo que, este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União.

A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar nos segmentos de construção regional de um aterro sanitário ou na utilização de aterros já existentes, de centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes técnicas, realização de coleta intermunicipal de resíduos sólidos, centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outros.

Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuição dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos tecnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos, viabilização de obras de grande

porte e serviços de alto custo que não são acessíveis a maioria dos municípios, entre outros aspectos.

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 micro bacia);
- 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-existentes (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.

A elaboração de um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos (gestão associada) ou do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (gestão individualizada), possui vantagens e desvantagens como mostrado acima.

Porém, como vantagem principal está a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economicidade e logística na gestão regional dos resíduos sólidos.

As oportunidades mais interessantes para o município na atual conjuntura e estado de gestão, seriam a de disposição final de inertes, triagem, beneficiamento e reciclagem de RCC, gestão dos resíduos eletrônicos, embalagens de agrotóxico, destinação final de resíduos Classe I e entre outros.

Sendo assim, este Plano recomenda a continuação por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens explanadas acima como pela preferência na obtenção de crédito, mas, sempre resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política em suas ações.

7.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluída a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos

Neste capítulo serão discutidas formas de procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos do Município de Recreio. Insta salientar que o município em questão já possui ampla experiência e qualidade na prestação de alguns dos serviços abaixo abordados, executando-os com qualidade além daquela mínima necessária e proposta pelas normas e legislações.

Os tópicos seguintes tem o propósito de apresentar as condições mínimas necessárias para prestação dos serviços, não debilitando o que já é realizado, mas, servindo de base para novas operações e comparativo para as já executadas.

7.3.3.1. Contratos e Controle dos Serviços

Caso o município adote a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei nº 14.133/2022 – Lei de Licitações, e suas alterações;

- Contratos com os critérios esmiuçados dos serviços, solicitando informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. Faz-se importante dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo, e disposição final nos custos;
- Na gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, exigir por meio legal que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador e, realizar periodicamente auditorias nas empresas coletoras de RSS;
- Inserir nos contratos a responsabilidade do devido preenchimento do sistema de informações pelo prestador, podendo assim gerar indicadores de eficiência dos serviços, propiciando uma avaliação constante da qualidade do serviço prestado;
- Na gestão dos resíduos da construção civil – RCC, exigir por meio legal que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC exigir o licenciamento para a execução da atividade;
- Licitações com preço máximo, ou seja, teto máximo estabelecido para o serviço.

7.3.3.2. Resíduos Sólidos Domiciliares

Os resíduos considerados domiciliares são basicamente os resíduos orgânicos, os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis ou rejeitos. O objetivo de conscientizar a população sobre a importância de separar os resíduos adequadamente facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim, o volume de materiais que podem ser comercializados e, aumentando também a vida útil do aterro sanitário onde é encaminhado os resíduos de Recreio.

No caso dos resíduos orgânicos pode-se adotar a prática da compostagem, resultando novamente no aumento da vida útil do aterro sanitário. Para que os resíduos sólidos domiciliares possam ser valorizados e inseridos novamente na cadeia da matéria-prima, deverá haver em todas as etapas do ciclo de vida destes resíduos procedimentos que os mantenham aptos para uma nova sistematização.

Estabelecendo critérios e procedimentos para a sua coleta e armazenamento, impedindo assim, que os resíduos sejam danificados ou misturados.

Desta forma, preservando as suas características físicas e químicas os resíduos sólidos domiciliares se classificam para as próximas fases, sendo elas, o reuso, a reutilização e a reciclagem. Ressalta-se, que o ciclo de vida dos resíduos envolve desde a sua geração, passando pelo acondicionamento e coleta e encerrando com a sua destinação final.

Sendo assim, neste Plano serão recomendados medidas e procedimentos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente correta. Procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PMSB da região traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em Leis e Normas.

É necessário então que se intensifique os meios de divulgação da coleta seletiva para a população, convidando-as para participar ainda mais do programa. Além, de se reavaliar também quantidade e os locais onde foram instalados os PEVs – Pontos de Entrega Voluntária.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando a universalização dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Recreio, serão apresentadas várias diretrizes, embasadas na Lei nº 12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

7.3.3.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos, Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por Leis e Normas Federais, Estaduais e inclusive, municipais, com as responsabilidades e a sistematização dos serviços sendo 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”.

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.

Sendo assim, o Município de Recreio conta atualmente com 100% de toda a sua população urbana atendida pela coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, sendo a Prefeitura a responsável pelo manejo dos resíduos do município. A coleta convencional dos resíduos sólidos abrange os estabelecimentos residenciais, públicos e o comércio em geral.

Para as zonas rurais, deve-se apenas manter em bom estado de uso os Pontos de Entrega Voluntário – PEVs, para que esta população rural continue



sendo atendida e depositando o seu resíduo de acordo com o cronograma de coleta já existente pela Prefeitura.

Para manter a qualidade deste atendimento 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.

Desta forma, 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 ter uma abrangência de 100% da área urbana, inclusive nos distritos e área rural.

A coleta convencional de resíduos sólidos 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. 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. Porém, nos imóveis industriais e de saúde atentar-se para a quantidade e o tipo de resíduo a ser recolhido.

Ressalta-se, que o Poder Público poderá estipular valores a serem coletados pelos imóveis, podendo ser os imóveis comerciais, residenciais e industriais. 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, 2001, 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.

Pois, sacos plásticos acima de cem litros, de acordo ainda com o IBAM 2001, podem não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carrega-los até o caminhão de coleta. Ocasionalmente assim em maior

periculosidade para o colaborador devido a possibilidade de haver vidros ou outros materiais cortantes dentro dos sacos plásticos.

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. Como relatado no Produto II – Diagnóstico, a população de Recreio atendida pela coleta convencional não possui muitas reclamações sobre este serviço realizado pelo Poder Público.

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.

A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema.

Desta forma, por se localizarem em regiões tropicais os municípios brasileiros não devem acondicionar os resíduos por longos períodos de tempo. Como as regiões tropicais são caracterizadas por estações quentes e chuvosas estima-se, que todo o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos 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.

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.

O Município de Recreio deverá também dispor de planos de emergência relativos à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Este é um item muito importante sobre o procedimento da coleta convencional de resíduos sólidos, pois, para que o plano de emergência não necessite ser acionado, é importante o respeito a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e o seu estado de conservação. E caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Sendo assim, o respeito a capacidade máxima de carga é necessário para que o excesso de resíduos sólidos não seja lançado nas vias públicas, evitando desta forma, acidentes e acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados. Em locais onde a trafegabilidade é precária, impedindo que o caminhão coletor alcance determinados imóveis, os colaboradores da coleta deverão realizar o procedimento manualmente, porém, não se deslocando mais que cinquenta metros do caminhão coletor.

A coleta também deverá ocorrer quando os locais de acondicionamentos de resíduos sólidos estiverem virados ou, quando o resíduo estiver solto na via pública em decorrência do rompimento dos sacos plásticos. Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar os gestores do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbano é do condutor do veículo coletor.

Em relação sobre alguns procedimentos da coleta convencional de resíduos sólidos, ressalta-se, que o município os realiza periodicamente como forma de controle para a sua gestão, sendo: o controle da pesagem diária dos caminhões coletores ao descarregarem no aterro sanitário da empresa União Recicláveis localizado no Município de Leopoldina, o controle da quilometragem rodada dos caminhões coletores e o controle do consumo de combustível dos caminhões coletores.

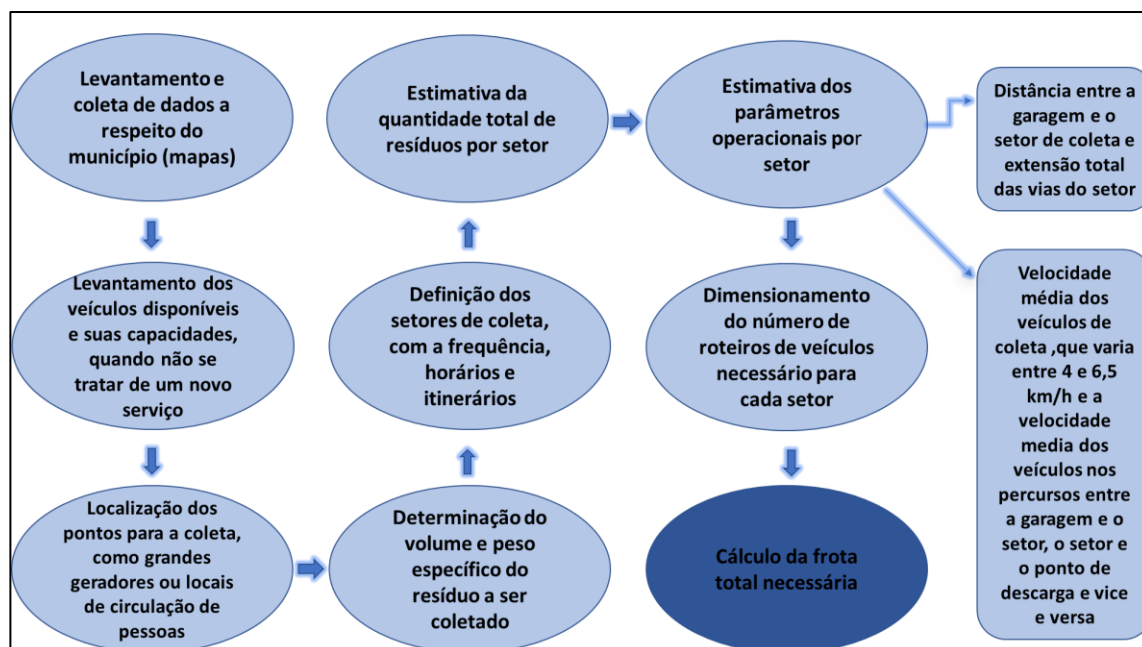
O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos – Manual de Orientação (MMA, 2012), propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- 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 condôminos e similares.

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. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, segundo CEMPRE - 2010, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 97 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: CEMPRE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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, e uma vez por semana na área rural, incluindo os distritos e assentamentos se houver.

A coleta em núcleos distantes da área rural deverá ser feita preferencialmente por meio de Pontos de Entrega Voluntária, PEVs. Caso seja constatada inviabilidade financeira da coleta com frequência semanal na área rural, está poderá ser quinzenal, desde que sejam adotados corretos procedimentos para o armazenamento dos resíduos por um maior período de tempo.

Recomenda-se que a coleta no centro 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, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Tabela 62 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferência 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: IPT: CEMPRE, 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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, como já comentado em parágrafos anteriores, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, indicados para o Município de Recreio.

Tabela 63 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área rural	Mínimo Quinzenal	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O monitoramento de todo o sistema pode ser realizado através de softwares de gestão, que auxiliam todo o manejo dos resíduos sólidos através de modelos matemáticos que interpretam toda a dinâmica existente dentro do procedimento.

7.3.3.3.1. Guarnições de Coleta

Aqui serão tratadas as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Recreio, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

Nos quesitos de segurança, saúde e higiene destes colaboradores as determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e, pela Portaria SIT nº 588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana.

Tanto a NR 24 quanto a Portaria SIT nº 588/2017, estabelecem 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.

A Portaria SIT nº 588/2017, considera em seu item 1.2 e 1.3 limpeza urbana como:

"atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino"

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 e a Portaria SIT nº 588/2017, 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.

A respectiva Norma e a respectiva Portaria determinam também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, os mesmos 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.

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.

Em se tratando especificamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos, geralmente, esta equipe é composta por um motorista e dois ou três coletores, porém, dada as idiosincrasias de cada município, podem ocorrer alterações nas guarnições nos turnos e na periodicidade das coletas e na dinamização 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.

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, a tabela abaixo 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.

Tabela 64 - 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 que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como, ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos.
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 de algumas pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	A Portaria SIT nº588/2017 – 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.



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 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, 2023.

A Portaria SIT nº 588/2017, 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, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A questão do EPI – Equipamento de Proteção Individual, deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura de Recreio e pelos próprios trabalhadores.

A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPIs em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso.

A figura abaixo 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 nº 12.980/1993.

Figura 98 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM, 2013), 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

A Prefeitura é a responsável pelo controle das vacinas destes colaboradores, exigindo de cada um deles a comprovação destas imunizações e promover a vacinação daqueles que não foram imunizados pelas doenças citadas no parágrafo anterior.

Todos os critérios apontados nos parágrafos anteriores auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

7.3.3.3.2. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. 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 o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

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 coletador 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 contêineres 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.

A figura abaixo mostra exemplos de recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, encontrados em frente aos imóveis de alguns municípios brasileiros.

Figura 99 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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 9191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos.

A ABNT NBR nº 9190/1994, 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.

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares deverão ser dimensionados para que possuam funcionalidade e higiene, de maneira a evitar que os resíduos se espalhem em vias públicas e que o ambiente ao redor esteja sempre livre de animais que possam danificá-los e, que a segurança do coletor não seja prejudicada no momento da coleta.

7.3.3.3.3. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR nº 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.

A 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 equação representada na figura abaixo.

Figura 100 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.

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

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m³ ou L;

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 = $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Já para o dimensionamento da frota em municípios de grande porte, o cálculo pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 101 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.

$$Ns = \frac{1}{J} \left\{ \left(\frac{L}{Vc} \right) + 2 \left(\frac{Dg}{Vt} \right) + 2 \left[\left(\frac{Dd}{Vt} \right) \left(\frac{Q}{C} \right) \right] \right\}$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em que:

Ns = quantidade de veículos por setor;

J = duração útil da jornada de trabalho da equipe em horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

Vc = velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletada no setor, em ton ou m³;

C = capacidade dos veículos de coleta, em ton ou m³.

Em geral, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada a cada dia. 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/2010, 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 n°12.980/93, 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.

7.3.3.4. Coleta Seletiva

A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos. Almejando, desta forma, o envio apenas dos rejeitos para os aterros sanitários, diminuindo também os impactos negativos ao ambiente na busca de novos recursos e os custos do sistema de gerenciamento de resíduos como um todo.

Sendo assim, o Artigo 9º do Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a Lei nº 12.305/2010 – PNRS diz que:

“O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos”.

Desta forma, a coleta seletiva intitulada na Lei Federal nº 12.305/2010 – PNRS, possui como definição para a mesma os resíduos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implantada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.

No Brasil, de acordo com dados fornecidos pela ABRELPE/2019, 4.070 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 73,1%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios.

Para a sociedade a adoção de políticas voltadas a coleta seletiva de materiais recicláveis, os ganhos são ainda maiores, pois a Prefeitura poderá criar programas de valorização econômica destes materiais e haverá uma maior geração de empregos com a inclusão dos catadores informais e, inclusive, com a regularização dos atravessadores informais.

Por iniciativa do Movimento Nacional do Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR, foi fundada em 04/04/2000, a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis – ANCAT, que foca sua atuação no apoio a organização social e econômica dos catadores de materiais recicláveis e suas

organizações, o que realiza por meio de ações e projetos voltados a qualificação produtiva e fortalecimento econômico da categoria.

Segundo a ABRELPE, 2019, os materiais coletados entre 2017 e 2018 pelas cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela ANCAT, estão divididos nas seguintes categorias: papéis, plásticos, alumínio, outros metais (sucata e cobre, por exemplo), vidros e outros materiais (eletroeletrônicos, óleos e gorduras residuais e outros materiais não especificados).

Essas mesmas categorias podem ser subdivididas em outras de acordo com a comercialização do material.

Assim, a ANCAT registrou no ano de 2018 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R\$ 32 milhões com a coleta e comercialização de 67.048 toneladas de resíduos recicláveis.

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas atuais e futuras instalações, podendo o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação.

A Resolução CONAMA nº 275/2001, 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. A figura abaixo mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela Resolução CONAMA em questão.

Figura 102 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.

CORES	TIPOS DE RESÍDUOS
	Papel e Papelão
	Plásticos
	Vidros
	Metais
	Madeiras
	Resíduos Perigosos
	Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
	Resíduos Radioativos
	Resíduos Orgânicos
	Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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, 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 abaixo exemplifica os recipientes abordados acima.

Figura 103 - Recipientes para a coleta seletiva.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura poderá 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 de Recreio também poderá optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. A tabela abaixo mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

Tabela 65 - 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: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Sendo assim, todos os parágrafos acima ilustram o sistema da coleta seletiva no Brasil. Percebe-se que dentro das Normas e Legislações específicas há procedimentos inclusive para a classificação de cores e maneiras de alocar os recipientes específicos para a coleta seletiva.

Apresentou-se também neste capítulo que o sistema da coleta seletiva se consolidou no Brasil, pelo menos no campo da organização e da metodologia. Ou seja, caso um município ou comunidade deseje iniciar a coleta e a comercialização de resíduos recicláveis, há vários meios para iniciar esta atividade tão nobre e importante para o ambiente e para a sociedade.

O que realmente falta para que a maioria dos resíduos recicláveis sejam melhores aproveitados e que os municípios saltem do campo metodológico e se conduzam para o campo da prática, de uma coleta forte e estruturada até a comercialização dos produtos e gerando renda é a sensibilização das pessoas através da Educação Ambiental.

Em Recreio, a coleta seletiva pode dar saltos maiores através do melhoramento de campanhas junto a sua população. O município possui legislação própria e a Prefeitura pode propor diretrizes para uma melhor gestão do resíduo reciclável. Desta forma, conclui-se que Recreio dispõe de estrutura para o sistema de coleta seletiva e o que deve ser melhorado é a forma de se conscientizar a sua população para separar corretamente os resíduos.

7.3.3.4.1. Formas de Execução da Coleta Seletiva

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

- Pontos de entrega voluntária: 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;
- 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;
- 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;

- 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 esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida;

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens de cada modelo de execução de coleta seletiva.

Tabela 66 - 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 desestímulo ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpeza e reformas, já que os mesmos se encontram expostos às 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.

ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) 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) Altos índices de colaboradores alcoolizados; 5) Presença de exploração da mão de obra infantil; 6) 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: GRIMBERG, E., & BLAUTH, P. (1998). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de PEVs, sendo eles:

- O local não poderá estar susceptível a inundações;
- Os pontos de entrega voluntária deverão estar em locais de grande movimentação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;
- O local deverá estar coberto para evitar acúmulo de água da chuva em seu interior;
- O local deverá estar sempre bem iluminado;
- O acondicionamento dos resíduos deverá ser composto por big bags de cento e vinte litros cada;
- A retirada dos resíduos recicláveis deverá ocorrer semanalmente;
- Correta identificação para cada tipo de resíduo;

- Instalação de dobradiças na parte frontal, facilitando a retirada dos big bags;
- Identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- Os resíduos recicláveis não poderão ser compactados dentro dos big bags.

A figura abaixo mostra um PEV ou Ponto de Entrega Voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 104 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos recicláveis - PEV.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis deverão ser implantados primeiramente na região central da cidade e depois expandidos para o restante do município. Sendo assim, em Recreio poderá ser desenvolvido outros métodos de recolhimento dos materiais recicláveis que melhor se adéque as condições e características locais, além dos que já são desenvolvidos na cidade.

7.3.3.4.2. Veículos utilizados para a coleta seletiva

Em Recreio não há coleta seletiva, para o início da coleta é preciso o dispor de um caminhão. Assim, a escolha do veículo coletor deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema,

considerando, principalmente, as idiossincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. Desta forma, a figura abaixo mostra um modelo de caminhão utilizado para a coleta seletiva.

Figura 105 - Exemplo de caminhão utilizado para a coleta seletiva.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3.3.4.3. Guarnição da Coleta de Reciclável

Como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho seja composta por dois ou três trabalhadores, além do motorista. Um permanece sobre a carroceria, ajeitando a carga para melhor aproveitamento da capacidade do veículo, enquanto os demais executam a coleta propriamente dita.

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, uma marca ou símbolo da coleta seletiva estampada no uniforme é sempre bem-vinda, e chamará a atenção positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

7.3.3.4.4. Triagem dos Resíduos Recicláveis

Os Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS, ou, simplesmente Unidades de Triagem, são estabelecimentos devidamente licenciados para onde todos os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para segregação e beneficiamento.

Nestes Centros os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, sendo estes os rejeitos, serão encaminhados para o aterro sanitário e os resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem, quando esta modalidade de tratamento estiver operante.

Sendo assim, a disposição incorreta de resíduos recicláveis se justifica pela falta de conhecimento das pessoas sobre a coleta seletiva, onde o habitante munido de poucas informações encaminha para a coleta seletiva, resíduos não recicláveis ou orgânicos, julgando que os mesmos são resíduos recicláveis.

Sobre a gestão dos CTRS, estes poderão ser de empresas privadas ou públicas, onde em caso de os mesmos pertencerem a empresas públicas, a administração poderá ser através de Associações ou Cooperativas de Catadores.

Ressalta-se também, que para a implantação de um CTRS é necessário um projeto de engenharia, objetivando a eficiência de segregação dos materiais, assim como, a classe de materiais a serem triados estudando a capacidade de escoamento e o mercado da atividade, garantindo desta maneira, uma sustentabilidade econômico-financeira de todo o processo.

Com todos estes procedimentos citados acima, percebe-se os altos custos que envolvem a implantação de um CTRS. O custo-benefício de todo o processo será mensurado através das entradas dos resíduos sólidos e, as saídas dos mesmos para a reciclagem ou disposição final. Desta forma, torna-se necessário o controle periódico de saídas e entradas do processo.

Entretanto, em Recreio não é necessário a implantação de um novo CTRS, pois, como mostrado no Diagnóstico Técnico, o município conta com uma Usina de Triagem que se localiza no Distrito de Conceição da Boa Vista, em local estruturado para receber os resíduos da coleta seletiva e executar a triagem dos mesmos.

O que deve ser realizado é o aprimoramento deste local preparando-o para receber um volume maior de resíduo reciclável ao longo dos próximos anos. A capacidade de recebimento da Usina de Triagem de Recreio deverá ser redimensionada para receber todos os resíduos da coleta seletiva do município. A estrutura operacional deverá comportar todo o sistema por um período de vinte anos, sendo este período representando o horizonte do PMSB da região. Sendo assim, abaixo seguem as recomendações mínimas para a instalação ou ampliação de uma CTRS:

- A unidade deverá ser implantada de preferência na área do aterro sanitário, se o município dispor do respectivo aterro;
- O local deverá possuir cobertura e solo impermeável;
- Muros e cercas impedindo a entrada de animais e pessoas não autorizadas;
- Área de descarga;
- Guarita de segurança;
- Balança industrial na entrada e saída;
- Esteiras rolantes e prensas;
- Água encanada e linha telefônica;
- Área administrativa;
- Refeitório, sanitários e área de vivência;
- Sinalizações e demais procedimentos de segurança (luz de emergência, saída de emergência, extintores, alarmes contra incêndios e etc.);
- Baias para o acondicionamento de resíduos não recicláveis.

Todas estas recomendações são necessárias para que haja o maior número de resíduos sólidos destinados a reciclagem. Evitando desta maneira, o

acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados, diminuindo os custos para a destinação correta e aumentando a vida útil do aterro sanitário de da empresa União Recicláveis.

Desta forma, as figuras abaixo mostram um exemplo de Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 106 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os materiais triados deverão ser estocados separadamente em baias de alvenaria ou madeira construídas com dimensões suficientes para o acúmulo de um volume que justifique o pagamento das despesas de transporte para venda. Materiais que apresentam grande volume e peso reduzido, como latas, plásticos, papéis e papelão devem ser prensados e enfardados para maior conveniência no armazenamento e transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cores e até por tipo, como forma de se obter maior valor comercial, já que podem ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Os recipientes quebrados devem ser triturados para redução de volume e maior economia de transporte. Para trituração podem ser usadas pequenas máquinas, acopláveis sobre latões de 200 litros, que podem ser obtidas nas próprias indústrias que processam esse material.

Os materiais estocados devem ser abrigados das intempéries para não acumular água de chuva e se transformarem em focos de proliferação de vetores. É comum que sejam entregues à coleta seletiva móveis e eletrodomésticos que quase sempre podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Esses materiais também necessitam de abrigo especial.

7.3.3.5. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – Unidades de Compostagem

A gestão dos resíduos orgânicos é outra forma importante de destinação final incentivada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, lei nº 12.305/2010. Como principal forma de tratamento dos resíduos orgânicos a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais, liberando dióxido de carbono e vapor de água.

Os resíduos orgânicos, biodegradáveis podem ser transformados em composto orgânico, fertilizante e condicionador do solo, sob controle e monitoramento sistemático, desde que atendam às leis, normas e instruções normativas pertinentes.

O Decreto nº 4.954 aprova o regulamento da Lei nº 6.894/1980, que dispõe sobre a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e, a Instrução Normativa nº 25/2009, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Os resíduos orgânicos representam um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos municipais, sendo esta classe, representando a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país. Entretanto, há de se diferenciar duas classes de resíduos orgânicos, a primeira delas refere-se aos restos de alimentos preparados, que na sua composição foi adicionado sais e outros tipos de conservantes e que não podem ser utilizados como compostos orgânicos.

Pois, estes conservantes ao entrar em contato com o solo promovem uma alta concentração de sais que impedem o desenvolvimento vegetal e afugentam ou exterminam a biota do local. Para este tipo de resíduo o recomendável ainda é a disposição em aterros sanitários.

Ressalta-se, que a composição percentual média dos resíduos domiciliares produzidos no Brasil apresenta 51,4% de resíduos orgânicos, neste caso, os alimentos cozidos, assados ou os restos de vegetais estando ou não cozidos. E em virtude do processo de decomposição, estes resíduos transformam-se em um efluente viscoso denominado chorume, com alto potencial de contaminação pela concentração de nitrogênio, diferenciando o processo de gestão destes resíduos. Deve-se deixar claro que para as ações voltadas a compostagem o melhor resíduo orgânico é listado abaixo:

- Podas de galhos;
- Restos de capina e roçagem;
- Restos de frutas e vegetais sem conservantes.

Com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos. A segregação dos resíduos orgânicos dos rejeitos, na fonte geradora, possibilita a implantação da coleta diferenciada dos orgânicos.

A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto final, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizantes.

A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos no Município de Recreio 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. Caso contrário, os riscos de se ter um mau planejamento são evidentes.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada com a coleta dos resíduos orgânicos produzidos pelos grandes geradores, como, feiras, restaurantes, supermercados, escolas e hospitais buscando a sua ampliação

posterior de forma regional até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve obter 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.

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 maus odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população. A figura abaixo mostra os tipos de bombonas que podem ser utilizadas como acondicionamento de resíduos orgânicos.

Figura 107 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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 necessidade dessa prática se torna fundamental para a gestão dos resíduos orgânicos no município, uma vez que não existe nenhum programa consolidado específico para este tipo de resíduo. Essas ações visadas para o tratamento dos resíduos orgânicos necessitam de acompanhamento técnico, processos muito bem elaborados, tratamento adequando e, o produto posterior, utilizado de forma ambientalmente adequada.

Pois, a disposição dos resíduos orgânicos no aterro controlado, ao entrar em contato com a água oriunda da chuva e, a sua sequente decomposição, produz um líquido negro, denso e altamente poluente chamado popularmente de chorume. Dentro dessa questão, faz-se necessário uma gestão mais rigorosa para os resíduos orgânicos.

Sendo assim, para Recreio, propõe-se a implantação de um CTRO, de acordo com o porte do município, para o recebimento e tratamento adequado dos resíduos orgânicos, dotado de sistema de compostagem.

Cabe ainda na proposta de implantação de unidades de tratamento, uma parceria entre o Poder Público e a iniciativa privada para a viabilização dos investimentos necessários mediante gestão compartilhada. Desta forma, a redução do volume de resíduos destinados ao aterro passa a ser iminente e diminuí os impactos negativos ao ambiente neste local.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO – Central de Tratamento de Resíduos Orgânicos. 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). As figuras abaixo mostram centros de tratamentos de resíduos orgânicos.

Figura 108 – Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras. Compostagem mecânica de dejetos suínos.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Ressalta-se, que o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos deverá também ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e, drenos de captação da água da chuva no entorno.

Especificamente sobre o processo da compostagem, sendo este, um 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 final 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:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se complete

varia de três a quatro meses e para este método o mais comum é a utilização de leiras, como mostra a figura abaixo:

Figura 109 – Leiras de compostagem natural de resíduos de feira.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

- Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de lixo, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de 4 dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses. A figura abaixo mostra um exemplo de um reator de compostagem acelerada:

Figura 110 – Reator de compostagem acelerada.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A tabela abaixo apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Tabela 67 – Vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

VANTAGENS	DESvantagens
Baixa complexidade na obtenção da licença ambiental.	Necessidade de investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo.
Facilidade de monitoramento.	
Diminuição da carga orgânica do rejeito a ser enviado ao aterro, minimizando os volumes a serem dispostos.	Requer pré-seleção da matéria orgânica na fonte.
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, 2023.

7.3.3.6. Destinação Final

Neste capítulo serão discutidas as formas corretas de destinação final para os resíduos sólidos domiciliares, comerciais e para os resíduos sólidos

provenientes da coleta seletiva. O Artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, define a destinação final ambientalmente adequada da seguinte forma:

“Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

Sendo assim, torna-se necessário o estudo e a análise para a implantação correta de processos de encaminhamento dos resíduos, desde a sua origem, até a sua destinação ou disposição final ambientalmente adequada. Contudo, existem maneiras de implantar este tipo de empreendimento de maneira consorciada, de acordo com a Lei Federal nº 11.107/2005, permitindo uma série de vantagens aos municípios e entre elas o ganho em escala nas operações, com a consequente redução de custos e contribuindo juntamente com a redução de emissão de gases de efeito estufa, uma vez que mais de um município utilize do mesmo local de disposição final.

Vale pontuar a necessidade de soluções ambientalmente adequadas para a disposição de outros tipos de rejeitos, como os da construção civil e de resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços em uma mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro que será implantado, otimiza as atividades relacionadas à disposição final dos resíduos e consequentemente, reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa. Desta forma, a tabela abaixo mostra o tipo de resíduo, a sua origem, a sua composição, o responsável e a destinação final adequada.

Tabela 68 – Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.

TIPO DE RESÍDUO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA	RESPONSÁVEL
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço	Originários de atividades comerciais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos de serviços de transporte	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passagens de fronteiras.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis, resíduos não recicláveis e resíduos perigosos.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador



Resíduos de serviços de saúde	Gerados em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos.	Resíduos perigosos.	Aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos da construção civil	Gerados em obras e reformas.	Resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos agrossilvopastoris	São aqueles gerados por todas as atividades do setor agrossilvopastoril incluindo empresas como as serrarias, madeireiras, frigoríficos, abatedouros, além de toda a indústria de alimentos agrícolas e produtores de insumos agropecuários.	Resíduos perigosos.	Logística reversa e aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos de mineração.	Resultantes dos processos de beneficiamento que são submetidas as substâncias minerais.	Resíduos perigosos e resíduos não recicláveis.	Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3.3.6.1. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Como dito em capítulos anteriores, todos os resíduos recicláveis provenientes da coleta seletiva devem ser encaminhados para os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos, para posterior comercialização.

Nota-se que, uma das dificuldades se dá principalmente pela falta de estrutura física, que impossibilita o armazenamento de grandes volumes de resíduos recicláveis para comercialização. Com este viés, todo planejamento e projeto devem ser calculados de modo que as unidades de reciclagem possam ter estrutura suficiente para atender essa necessidade.

Outra forma de viabilidade é a implantação do CTRS junto a área do aterro sanitário junto com as outras centrais de resíduos. O CTRS pertencendo a empresa pública deverá prestar contas sobre todos os produtos comercializados, como, destinatários, datas de saídas, tipos de resíduo comercializados, quantidades expedidas, valores e entre outros.

Sendo assim, a população poderá acompanhar a destinação final dos materiais recicláveis, no qual a mesma foi fundamental para o sucesso e aprimoramento deste projeto. Desta forma, a tabela abaixo mostra as etapas em que um resíduo reciclável é submetido dentro do processo de reciclagem.

Tabela 69 – Etapas do processo de reciclagem dos materiais.

AGREGAÇÃO DE VALOR	Etapas	Vidro	Papel	Plástico	Metal
	Beneficiamento Primário	Separação	Separação	Separação	Separação
			Prensagem	Prensagem	Prensagem
			Enfardamento	Enfardamento	Enfardamento
	Beneficiamento Secundário	Granulação	Trituração	Trituração	Fusão
		Prensagem	Hidratação	Lavagem	Laminação
		Homogeneização	Purificação	Aglutinação	Extrusão
		Fusão	Geração da polpa	Extrusão	

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3.3.6.2. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial

Atualmente, os resíduos classificados como rejeitos representam a menor porcentagem dos resíduos domiciliares. O processo de tecnologias que envolvem a disposição final dos rejeitos é bem abrangente e tem como fator determinante o volume gerado, geralmente destinados em aterros sanitários para o processo de aterramento, os rejeitos também possuem outras formas de disposição final onde podem ser utilizados como fonte de energia.

Para que a incineração no Brasil se torne técnica e ambientalmente viável, alguns pontos chave precisam ser observados, tais como, ser instalada em grandes centros urbanos, onde há alta demanda de resíduos sólidos a ser tratado, estar alinhado ou até mesmo interligado com outras tecnologias, ser instalada em locais em que possuem legislação a respeito do tema e desenvolver um canal de comunicação aberto com a população.

Em virtude da estimativa de volume de rejeitos gerados pelo Município de Recreio não serão apresentadas proposições de tecnologias vinculadas com o processo de incineração.

Quanto às áreas rurais, considerando o que preconiza a Lei nº 12.305/2010 e as recomendações da Lei nº 11.445/2007 – Universalização do Acesso, é prioritário o atendimento a essa população, com um serviço de qualidade e adequado à minimização dos impactos ambientais. Para isso a utilização de locais de entrega voluntária – LEVs deve ser instalada em toda a região, facilitando a coleta e possibilitando a viabilidade técnica e econômica para a gestão dos rejeitos.

Dentre os resíduos domiciliares e comerciais é necessário que os resíduos orgânicos e os recicláveis sejam tratados de forma separada e adequada.

Somente assim, a gestão dos resíduos domiciliares e comerciais atenderão as metas propostas neste Plano. Vale ressaltar que a Lei nº 12.305/2010, determina a proibição do envio de resíduos recicláveis e orgânicos para os lixões ou aterros sanitários, sem que antes se esgotem todas as possibilidades de reutilização e reciclagem destes materiais.

Sendo assim, a definição do procedimento mais adequado para a disposição final dos resíduos sólidos do Município de Recreio é indicada a partir

do Diagnóstico Técnico, considerando os aspectos como origem e quantidade e, as características do local onde estão sendo dispostos.

Desta forma, seguem abaixo as alternativas mais comuns adotadas pelos municípios brasileiros, para destinarem corretamente os seus resíduos sólidos:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. É, ambiental e socialmente, a pior situação encontrada no estado quando se fala de lixo;
- Aterro Controlado: é a instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre os seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;
- Aterro Sanitário: é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

No Município de Recreio a destinação final dos resíduos é ao aterro sanitário de empresa privada, a área utilizada para esta disposição está adequada ambientalmente e possui licença de operação.

Como alternativa ao local de deposição atual orienta-se o estabelecimento de um consórcio intermunicipal com os municípios próximos, para que os resíduos gerados no município sejam destinados a local ambientalmente adequado. Para as formas de destinação dos resíduos sólidos citadas acima é necessário seguir as diretrizes do Anexo I da Resolução CONAMA nº 237/1997, onde este, determina a elaboração de estudos para a obtenção de Licenciamento Ambiental para a instalação e operação da atividade.

Devido ao fato, de que estas atividades são potencialmente poluidoras e capaz de causar degradação ambiental. Obrigando a instalação de sistemas de

proteção ambiental para a sua operação e monitoramento, além de outros requisitos exigidos por meio das condicionantes impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A Norma responsável pela implantação de sistemas de proteção ambiental é a ABNT NBR n° 15.849/2010 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento.

Ressalta-se, que o custo operacional de um aterro sanitário não deverá ser alto e, que a tecnologia utilizada seja bem difundida no país. Para que, em caso de manutenção de algum sistema dentro da operação do aterro, a mesma possa ser viável para uma ação corretiva, porém, destaca-se, que a escolha pela implantação de aterro sanitário, deverá considerar além dos custos de implantação e operação, a responsabilidade socioambiental envolvida, a minimização de passivos ambientais e, a garantia da qualidade ambiental e sanitária da região.

Propõe-se a implantação junto a área do aterro sanitário, o Centro de Triagem de Resíduos Sólidos – CTR e o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO, conciliando as formas de tratamento dos resíduos próximas ao descarte, economizando assim os custos de transporte e facilitando o acesso dos mesmos. Abaixo segue a tabela com os critérios estipulados pela ABNT NBR n° 15.849/2010, para a instalação de aterros sanitários.

Tabela 70 – Critérios para a implantação de aterro sanitário.

CRITÉRIOS	DEFINIÇÃO
Impermeabilização	Elemento de proteção destinado a isolar resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.
Drenagem de lixiviados	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos aterros.
Tratamento de lixiviados	Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos Aterros Sanitários atendendo a legislação no que tange ao descarte de efluentes.
Drenagem de gases	Conjunto de estruturas que tem por objetivos possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos Aterros.

Tratamento de gases		Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos Aterros Sanitários.
Drenagem de águas pluviais		Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada às águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas em seu entorno.
Cobertura operacional		Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinado a minimizar a infiltração das águas das chuvas, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emissão de odores.
Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.
Isolamento físico		Dispositivos que tem por objetivo controlar o acesso as instalações dos Aterros Sanitários, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas.
Monitoramento	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais.
	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando a avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade.

Fonte: ABNT NBR nº 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR nº 15.849/2010.

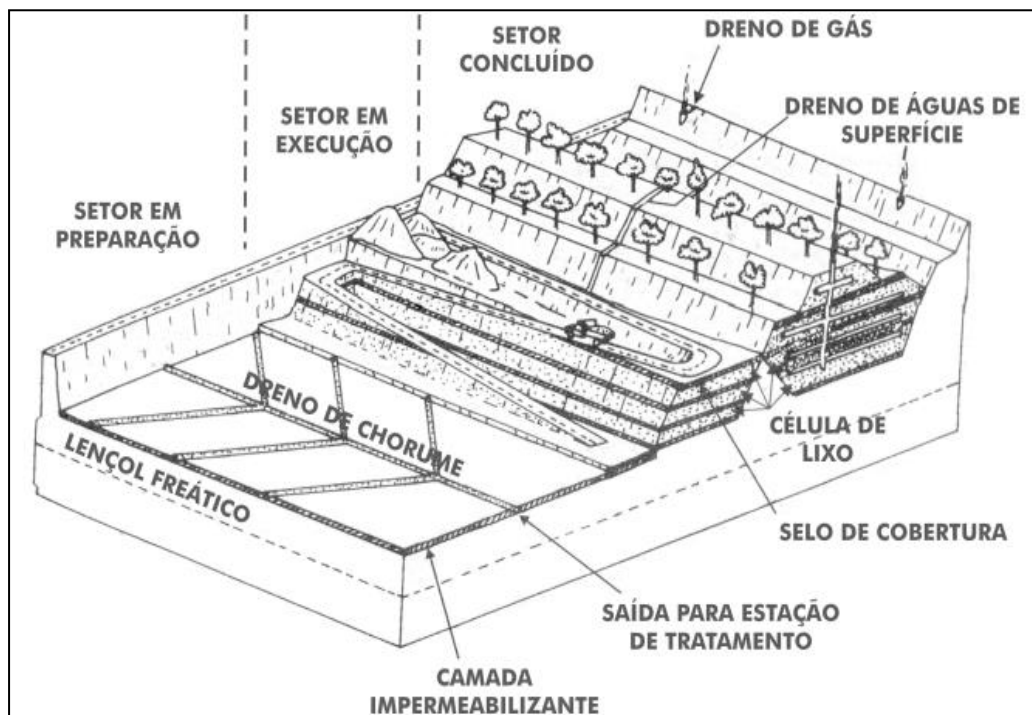
Tabela 71 – Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.

Instalações Necessárias	Definição
Guarita ou portaria	Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do Aterro Sanitário.
Balança	Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no Aterro Sanitário.
Sinalização	Placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.
Cinturão verde	Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.
Acessos	Vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Iluminação e energia	Ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.
Comunicação	Ligação a rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.
Abastecimento de água	Ligação à rede pública de abastecimento tratada ou outra forma abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
Instalações de apoio operacional	Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.
Área de disposição de resíduos	Local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Fonte: ABNT NBR nº 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra um projeto técnico de um aterro sanitário.

Figura 111 – Projeto técnico de aterro sanitário.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Destaca-se também a necessidade de sempre haver nos locais, profissionais habilitados para a recepção e identificação dos resíduos sólidos, realizando a inspeção visual e certificando que o resíduo recebido esteja dentro da Classe compatível com a que o aterro está licenciado.

7.3.4. Resíduos da Limpeza Pública

As atividades de limpeza pública definidas na Lei nº 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.

Dentre os principais problemas relacionados a esses tipos de resíduos, cita-se o fato de os mesmos serem constituídos, em sua maioria, por materiais de pequenas dimensões, tornando-os menos aparente que os demais e com poucas opções de destinação final.

Sendo assim, o volume dos resíduos da limpeza pública é de difícil mensuração quanto à questão de geração no Município de Recreio, no Estado e no país. 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 ou assoreamentos, ocasionados pelos acúmulos de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo.

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 estas diretrizes, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

7.3.4.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos

O serviço de varrição possui a sua definição pela ABNT NBR nº 12.980/1993, sendo:

“O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica”.

A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui um grande número de 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.

Ressalta-se, que para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional e, população de baixa renda. Enquanto que em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza. A figura abaixo mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 112 – Equipamento utilizado para varrição mecânica.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Prefeitura de Recreio poderá implantar 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. Sendo os passeios particulares, tendo a sua manutenção e limpeza sob responsabilidade

dos seus proprietários, onde esta determinação poderá estar inserida no Código de Obras Municipal ou, em outra legislação municipal pertinente.

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, como são caracterizados como resíduos não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final.

Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, seguem abaixo uma relação dos mais utilizados:

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

Recomenda-se, que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta, deve 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.

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.

De acordo com o Diagnóstico Técnico, o Município de Recreio realiza a limpeza urbana, com exceção da região central que tem varrição diária, conforme a demanda, a tabela abaixo apresenta proposta técnica, que poderá ser adotada pela Prefeitura, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Tabela 72 – 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, 2023.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, revezando entre eles a coleta e a varrição. Estes colaboradores deverão sempre estar munidos de EPIs fornecidos pela Prefeitura ou empresa terceirizada, caso seja este o tipo de contratação para a execução do serviço.

A fiscalização de todo o procedimento de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, deverá ser realizada por um supervisor de cada equipe, oferecendo também, todo o apoio logístico, de materiais e qualquer outro tipo situação que seja necessário para melhorar a execução do serviço. Podendo ser realizado também, uma pesquisa de opinião junto à população, para avaliar a qualidade dos serviços.

7.3.4.2. 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. A Prefeitura Recreio 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 ao sistema de compostagem a ser instalado no município.

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.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento, no qual, em dias de realização de feiras uma equipe é deslocada até o local, acompanhadas de um caminhão pipa e de um supervisor. As ferramentas necessárias para a realização da limpeza são as mesmas utilizadas nos serviços de varrição de vias públicas.

Após o recolhimento e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos de até cem litros, os mesmos deverão estar dispostos sobre o passeio, para posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada. Finalizando este procedimento o caminhão pipa realizará a lavagem do local.

7.3.4.3. Limpeza de Eventos Festivos

Como dito anteriormente, 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 de Recreio deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento festivo, para a coleta e a destinação final dos resíduos gerados. Seja através de contrato com a organização do evento festivo, seja através de leis municipais específicas.

Cabe a organização do evento festivo também, disponibilizar no local acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva e, divulgar o programa dentro do evento. Pois, este tipo de ação pode 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, para isso, algumas medidas são necessárias 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.

Todos os resíduos gerados, tanto em eventos públicos, como em eventos particulares, devem ser destinados ao aterro sanitário que atende o município. Caso os acondicionadores da coleta seletiva estejam com resíduos recicláveis em seu interior, estes devem ser destinados para a reciclagem.

7.3.4.4. Roçada, Capina e Poda

Assim como a varrição e a manutenção de vias e logradouros públicos, a roçada, capina e a poda seguem os mesmos procedimentos para as suas execuções. Vale lembrar que estas atividades, na maioria das vezes são executadas em espaços públicos, com grande circulação de pessoas e necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

No caso de praças e jardins públicos a roçada dos gramados e a poda dos galhos de árvores devem ocorrer conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas em toda área urbana ocorrem em períodos chuvosos.

Atualmente, alguns municípios do Brasil realizam a poda dos galhos das árvores quando necessário, enquanto que, outros municípios realizam esta atividade apenas uma vez ao ano. O procedimento é quase o mesmo em todos os lugares e a destinação atualmente é feita em terrenos baldios existentes nos municípios ou nos arredores. De acordo com a ABNT NBR n° 12980/1993, a definição de roçada e capina são:

- Roçada: corte de vegetação no qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo;

- Capina manual: corte e retirada total da cobertura vegetal existente em determinados locais, com a utilização de ferramentas manuais;
- Capina química: eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de produtos químicos que, além de matá-los, podem impedir o crescimento deles.

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local relacionada a utilização de produtos químicos para a mesma. Pois, há municípios no país que proíbem dentro da área urbana o uso de produtos químicos para a atividade em questão, devido ao fato, de haver a probabilidade de contaminação do solo e da água.

A Prefeitura deverá exigir que a capina em terreno e passeios particulares seja realizada pelos proprietários, cabendo a Prefeitura a fiscalização destas atividades. Enquanto que o Poder Público fica responsável pela capina, roçada e poda de vias públicas, praças e margens de canais e rios, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A frequência e periodicidade destas atividades serão mais intensificadas nos períodos chuvosos, devido ao aumento da radiação solar e da quantidade de água disponível no solo, sendo estes fatores citados contribuintes para o rápido crescimento das plantas. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade.

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 utilizadas:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;
- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis, é o fato de as mesmas possuírem um rendimento até oito vezes superior as ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta e 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 assim, que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e que possam ser queimados por vândalos.

Os serviços de poda, assim como, os serviços de capina e roçada em vias públicas, praças, margens de canais e rios também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura deverá manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade em desligar a rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores.

O processo de execução de poda de galhos das árvores no município, deve ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de distúrbios ao balanço fisiológico existentes e assegurar, o máximo de benefícios derivados destes resíduos.

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.

A Prefeitura de Recreio optando por terceirizar este tipo de serviço, deve-se assegurar que a contratada possui formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Sendo assim, abaixo seguem as ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munk;

- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas, afiadas e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de Proteção Individual e a Prefeitura ou a empresa contratada para a execução destes serviços é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

A Prefeitura de Recreio ou a empresa contratada para a execução destes serviços deverá destinar as podas dos gramados e dos galhos de árvores para o sistema de compostagem que deve ser implantado no município, ressaltando, que se pode adquirir um picador de galhos para melhorar o material que será compostado.

7.3.4.5. 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 o sistema de drenagem urbana no município. 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, 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.

Desta forma, recomenda-se para o município a realização da manutenção destes locais 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.

Os resíduos coletados devem ser ensacados, quando possível, e destinados como resíduos não recicláveis para o aterro sanitário. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pás-carregadeira.

A Prefeitura deverá implantar um 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.

7.3.5. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

Atualmente no Brasil, órgãos como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, assumem o papel de orientar, fiscalizar e definir as regras referentes ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos dos serviços de saúde.

Desta forma, consideram-se os resíduos dos serviços de saúde os provenientes dos atendimentos clínicos à saúde humana ou animal, incluindo os atendimentos as consultas domiciliares e de trabalho de campo. Abaixo seguem a relação dos estabelecimentos geradores de RSS, segundo a Resolução CONAMA nº 358/2005:

- Hospitais;
- Clínicas médicas e odontológicas;
- Farmácias e drogarias;
- Laboratórios de análises clínicas e postos de coleta de material biológico;

- Serviços de acupuntura;
- UTIs móveis;
- Instituto Médico Legal;
- Clínicas veterinárias;
- Centros de controle de zoonoses;
- Funerárias;
- Institutos educacionais e de pesquisas médicas;
- Serviços de tatuagens.

Os resíduos dos serviços de saúde constituem uma parte importante do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, não pela quantidade gerada, mas sim pelo seu potencial poluidor que pode vir a resultar em um risco para a saúde e ao meio ambiente. Estes resíduos estão inseridos em uma problemática ambiental, da qual, vêm assumindo grande importância nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como regional.

Com esta premissa referente à problemática dos resíduos resultantes dos serviços de saúde, deve-se considerar que as unidades geradoras devem possuir o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos.

Também deve ser observada na íntegra a Resolução CONAMA 358/2005 que dispõe especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde. O gerenciamento destes resíduos também pode considerar a dimensão intermunicipal e consorciada de gestão, buscando através dela melhorias na oferta do serviço, abrangência e a redução de custos, tendo como base princípios técnicos, econômicos e ambientais.

Quanto à classificação, segundo as Resoluções RDC ANVISA nº 222/2018 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D e E.

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas

(membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia;
- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

A Lei nº 12.305/2010 – PNRS determina que os geradores dos resíduos dos serviços de saúde são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento, devendo desta forma, elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA nº 222/2018, orienta os geradores quanto a elaboração do respectivo Plano. Exigindo que o Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde, incluam os critérios técnicos referentes as informações sobre as legislações pertinentes (Federal, Estadual e Municipal), geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Prefeitura e a vigilância sanitária municipal devem fiscalizar o cumprimento destas ações, referentes ao Plano de RSS, aplicando taxas para

estabelecimentos que geram este tipo de resíduo, afim de assegurar o devido tratamento e destinação correta do mesmo.

7.3.6. Resíduos da Construção Civil – RCC

De maneira geral, os RCCs são vistos como resíduos de baixa periculosidade, tendo como principal impacto o grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

De acordo com o Art. 13 da Lei nº 12.305/2010, os resíduos de construção civil são aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São definidos e classificados em quatro classes pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307/2002, em função do seu potencial para serem reciclados ou reutilizados.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCCs é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. A deposição irregular de entulho ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, há no Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab. dia. Uma das soluções para os problemas com os RCCs é a reciclagem, que no Brasil, se iniciaram estudos sistematizados na década de 1980.

A análise da possibilidade de usinas de reciclagem é fundamental para a realização de medidas mais eficazes para destinação desse tipo de resíduo, uma vez que conforme já mencionado anteriormente, sua disposição inadequada acarreta numa série de impactos, e mesmo quando dispostos adequadamente ocupam um volume considerável, prejudicando a disposição dos demais resíduos no aterro.

Assim, as soluções para a reciclagem de RCC variam em função do tipo do resíduo a ser tratado. Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração, assim as frações se encontram misturadas e os resíduos tem pouco

valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco bica corrida e outros. Em seguida, poderão ser comercializados como matéria prima secundária, e/ou utilizados para o tamponamento de vias rurais com buracos.

De acordo com o empreendimento e a quantidade de resíduos de construção civil, há duas categorias de usinas de reciclagem que poderão ser implantadas. As usinas fixas, que são construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para construir.

Já as usinas móveis tem como vantagens o fato de que o empreendimento se locomove para regiões onde seu serviço se faça necessário. Se aproveitado dessa forma, o empreendimento pode ser altamente lucrativo e extremamente versátil. As figuras abaixo ilustram os dois modelos de usinas de tratamento de resíduos de construção civil.

Figura 113 – Usina fixa de RCC.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 114 – Usina móvel de RCC.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Sendo assim, após a explanação acima sobre a legislação, a forma de como o descarte irregular de RCC pode afetar negativamente o ambiente a sua volta e as possíveis maneiras de reciclar este tipo de material, especificamente para Recreio, propõem-se a aquisição de um mini triturador de RCC e licenciar uma área para despejos do mesmo.

7.3.7. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR

O Ministério do Meio Ambiente em 2019 publicou a Portaria nº 412, definindo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR. O SINIR é um instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, com a finalidade específica de disponibilizar para a sociedade diagnósticos e dados sobre a gestão dos resíduos sólidos no Brasil.

O SINIR é todo informatizado com objetivo claro de centralizar no MMA os dados de todas as Prefeituras e Estados sobre o tema Resíduos Sólidos. A Portaria estabelece que, anualmente, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios ficam obrigados a atualizar o SINIR com dados relativos à gestão de resíduos sólidos em seus respectivos territórios.

O SINIR possibilita o monitoramento, a fiscalização, a avaliação da eficiência da gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive dos

sistemas de logística reversa, bem como avaliação dos resultados, impactos e acompanhamento das metas definidas nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

É de suma importância que os municípios adotem o quanto antes o sistema de gestão de resíduos, inclusive com a logística reversa para que os números possam ser processados, e a falta deles não dificulte o recebimento de verbas públicas.

As Prefeituras devem aprimorar os respectivos sistemas de gestão de resíduos, pois a cobrança imposta aos Estados e Municípios resultará em uma imposição de obrigações para o Poder Público. Especificamente no Município de Recreio este controle da gestão dos resíduos sólidos através do SINIR, não é realizado.

Em relação ao Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, foi instituído através da Portaria MMA nº 280/2020, que passou a ser obrigatório em 1º de janeiro de 2022. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos, agora totalmente digital vai atuar diretamente:

- Permitindo a rastreabilidade dos resíduos em todo o território nacional;
- Auxiliando os geradores de resíduos, que passam a ter uma comprovação efetiva e completa da destinação final ambientalmente adequada dos seus resíduos.

Concretizando e consolidando informações mais precisas e detalhadas para o transportador e agilizando procedimentos de fiscalização permitindo assim, o atendimento mais eficaz em caso de acidentes. As atividades geradoras, transportadoras, armazenadoras temporárias e destinadoras de resíduos transportados deverão se cadastrar no MTR.

Sendo assim, abaixo seguem as definições de gerador, transportador, armazenador temporário e destinadoras de resíduos transportados e entre outros, segundo o Artigo 3º da Portaria nº 280/2020:

I - Armazenador temporário: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pelo armazenamento temporário de resíduos sólidos do gerador, para fins de consolidação de cargas, sem que ocorra qualquer tipo de

processamento dos resíduos, para posterior encaminhamento para a destinação final ambientalmente adequada definida pelo gerador nos MTRs correspondentes;

II - Certificado de Destinação Final de Resíduos - CDF: documento emitido pelo Destinador e de sua exclusiva responsabilidade que atesta a tecnologia aplicada ao tratamento e/ou destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos recebidos em suas respectivas quantidades, contidos em um ou mais MTRs;

III - Declaração de Movimentação de Resíduos - DMR: documento que registra as quantidades de resíduos sólidos geradas, transportadas e destinadas por geradores, transportadores e unidades de destinação;

IV - Destinador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pela destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos;

V - Gerador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que gera resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

VI - Identificação de resíduos: identificação do tipo de resíduo, conforme Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama - IN nº 13, de 18 de dezembro 2012, e sucedâneas;

VII - Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

VIII - Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR: documento numerado, gerado por meio do SINIR, emitido exclusivamente pelo Gerador, que



deverá acompanhar o transporte do resíduo até a destinação final ambientalmente adequada;

IX - Manifesto de Transporte de Resíduos Complementar - MTR Complementar: MTR gerado pelo Armazenador Temporário, contendo o(s) número(s) do(s) MTR(s) que o compõe e que deve(m) estar a ele anexado(s) ou relacionados, além da indicação dos dados do veículo de transporte e do motorista. Deverá acompanhar o transporte da carga do armazenamento temporário até o local de destinação final;

X - Manifesto de Transporte de Resíduos Provisório - MTR Provisório: MTR de preenchimento manual dos dados, gerado previamente pelo sistema e utilizado somente na eventualidade de indisponibilidade temporária do MTR;

XI - Manifesto de Transporte de Resíduos - Importação - MTR Importação: emitido no caso de transporte de resíduos controlados, de acordo com Resolução CONAMA nº 452, de 02 de julho de 2012 e suas alterações, que acompanha a carga do resíduo ao sair do local de desembarque;

XII - Manifesto de Transporte de Resíduos - Exportação - MTR Exportação: emitido para o transporte de resíduos que serão exportados para outros países, acompanhando a carga ao sair do local de geração até o ponto de embarque;

XIII - PEV, Eco ponto ou Ecocentro: ponto de entrega voluntária de resíduos sólidos, incluídos os pertencentes aos sistemas de logística reversa, podendo ser fixo ou itinerante;

XIV - Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

XV - Resíduos de construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

XVI - Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos como resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes;

XVII - Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

XVIII - Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

XIX - Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama e do SNVS;

XX - Resíduos de serviços de transporte: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

XXI - Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

XXII - Resíduos equiparados: são os resíduos ou rejeitos que são caracterizados como não perigosos e que, em razão de sua natureza, composição ou volume, podem ser equiparados aos resíduos ou rejeitos domiciliares;

XXIII - Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados no conjunto de serviços de infraestruturas e instalações operacionais de



abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem, exceto os resíduos de limpeza urbana;

XXIV - Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

XXV - Resíduos não perigosos: não enquadrados como perigosos;

XXVI - Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

XXVII - Resíduos sólidos urbanos: os provenientes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana);

XXVIII - Transportador: pessoa física ou jurídica que realiza o transporte de resíduos.

O acesso e o cadastramento de novos usuários, sendo os geradores, os transportadores, os destinadores e os armazenadores temporários deverão se cadastrar no Sistema MTR do SINIR, fornecendo as correspondentes informações fiscais e ambientais através do link <http://mtr.sinir.gov.br>.

Uma vez acessado o sistema o usuário vai se declarar como gerador ou transportador, a partir desta informação será inserido os dados das pessoas física ou jurídica, o tipo de resíduos gerado, o tipo de transporte utilizado para o resíduo, o local para onde os resíduos está sendo transportado e entre outros. Salienta-se, que a Prefeitura de Recreio não realiza este procedimento dentro da gestão de seus resíduos, pois, muito dos transportes de resíduos realizados dentro do município são de empresas terceirizadas.

Sendo assim, a Prefeitura Municipal de Recreio pode exigir das empresas terceirizadas que transportam resíduos dentro do município, este controle do Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR, além do Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR. Garantindo desta forma, que a responsabilidade sobre estes transportes não seja transferida para o município.

7.3.8. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos

As regras sobre o transporte de resíduos sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos nas seguintes Normas e Resolução:

- ABNT - NBR 7500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- ABNT – NBR 7501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia;
- ABNT – NBR 7503: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Ficha de Emergência – Requisitos Mínimos;
- ABNT – NBR 12810: Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde;
- ABNT – NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduo;
- ABNT – NBR 14064: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – Diretrizes do Atendimento à Emergência;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.232/2016 – Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

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.

Desta forma, 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.

Sendo assim, para os resíduos do Sistema de Limpeza Urbana o transporte é de responsabilidade da Prefeitura, podendo a mesma, utilizar veículos próprios ou terceirizados. A Prefeitura deve utilizar veículos compactadores e atentar-se para as questões de manutenção básica do veículo, como, pneus, carroceria, freios, sinalizações, segurança e treinamento do condutor e dos trabalhadores que compõe a equipe de coleta e entre outros.

O mesmo procedimento aplica-se a coleta de resíduos recicláveis, porém, estes resíduos são direcionados até o galpão da organização de catadores. Ressalta-se, que para os veículos da coleta seletiva pode-se utilizar caminhões do tipo baú, gaiola, carrocerias ou até mesmo caminhões *Roll On Roll Off* (com carroceria basculante).

Enquanto que, os resíduos gerados pelos estabelecimentos de saúde – RSS, devem ser transportados por empresa especializada. O gerenciamento do RSS de estabelecimentos de saúde pública é dever da Prefeitura, onde, a Secretaria responsável é obrigada a acompanhar todo o processo de destinação final do RSS, através de Certificados de Destinação Correta até a realização de auditorias.

O transporte de resíduos de construção civil – RCC, é de responsabilidade do gerador, sendo ele, o encarregado em acionar uma empresa coletora. Geralmente as empresas coletoras de RCC são conhecidas como empresas de caçamba e em Recreio, conforme relatado no Diagnóstico Técnico, não há empresas particulares para o recolhimento do RCC, obrigando a Prefeitura a executar todo o serviço, que engloba a recolha, o transporte e a destinação final, sendo esta última, no bota-fora irregular localizado fora da área urbana.

Os resíduos sólidos grosseiros e areia gerados em estações de tratamento de água e esgoto (lodo de ETE), devem ser encaminhados à aterro sanitário em veículo apropriado. A torta, lodo digerido e desidratado, gerada nas estações de tratamento encaminha-se à reflorestamento ou jardinagem ambos sob responsabilidade do gerador. Porém, para tal procedimento é necessário atentar-

se para as Resoluções CONAMA nº 375 e nº 498, determinando análises laboratoriais para este tipo de destinação. Sendo assim, a figura abaixo mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

Figura 115 – Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A etapa de transporte dos resíduos sólidos deve ser pautada por procedimentos descritos em normativas específicas. Tais normativas levam em conta as características físicas e químicas do resíduo, bem como sua periculosidade. A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, é a que segue:

- Resolução ANTT nº 5.232/16 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências;
- Resolução ANTT nº 5.848/19 - Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, revogando, a partir de 23 de dezembro de 2019, a Resolução ANTT nº 3.665/11.

Já para o transporte de produtos perigosos pelo Mercosul, a regulamentação é ordenada pelas seguintes normas:

- Decreto nº 1797/1996 - Dispõe sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, de 30 de dezembro de 1994;
- Decreto nº 2.866/1998 - 1º Protocolo Adicional do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai - Regime de Infrações e Sanções.

7.3.9. Definição das Responsabilidades Quanto à sua Implementação e Operacionalização

O Art. 3º da PNRS define o termo responsabilidade compartilhada como:

XVII – Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em território nacional. Desse modo, agrega responsabilidades para os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público, durante as diferentes fases da vida dos produtos.

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

A PNRS, ao instituir essa modalidade de responsabilidade, tem como principal objetivo contribuir com seu próprio princípio de diminuição da geração de resíduos na fonte, pois faz com que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes invistam no desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos no mercado que sejam aptos, no seu pós-uso, à reutilização, reciclagem

ou outra forma de destinação final adequada, garantindo que a fabricação e uso desses produtos gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível.

A tabela abaixo mostra a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, de acordo com a PNRS.

Tabela 73 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais; • Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil, especiais, volumosos, agrícolas, etc.); • Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana; • Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água; • Resíduos da construção civil e demolição produzidos por pequenos volumes, através dos pontos de entrega voluntária ou outras formas de destinação (Prefeitura Municipal de Recreio).	• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares; • Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares); • Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários; • Industrial; • Agrícola; • Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores); • Resíduos Especiais; • Resíduos Volumosos; • Resíduos de Saneamento; • Resíduos de Mineração.

Fonte: BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.3.9.1. Resíduos Sólidos Domiciliares

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.

Cabe ainda, ao Poder Público 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, as quais possibilitarão o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos por ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos/gastos públicos relacionados.

Em Recreio a Secretaria de Desenvolvimento Urbano coordena os serviços de Resíduos Sólidos que é responsável pela fiscalização dos PGRS das empresas. Os grandes geradores de resíduos sólidos serão responsáveis pelas seguintes ações:

- Elaboração do PGRS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana e atendimento à PNRS;
- Implementação e operacionalização integral do PGRS aprovado pelo órgão ambiental competente;
- Designação de responsável técnico devidamente habilitado para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos, incluindo o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e

dos danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos;

- O manejo de resíduos gerados em seus estabelecimentos, incluindo a coleta, transporte, destinação final e disposição final ambientalmente adequada, direta ou indiretamente através de contratação de serviços;
- Manter atualizadas e disponibilizar aos órgãos competentes as informações sobre a implementação e operacionalização do PGRS.

7.3.9.2. Resíduos de Serviço de Saúde – RSS

O Poder Público Municipal será responsável diretamente ou através de delegação dos serviços pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde.

As leis de maior esfera, estaduais e federais atribui tais responsabilidades aos geradores privados e que caso o Poder Público realize qualquer etapa do manejo de responsabilidade dos geradores sujeitos à elaboração do PGRSS, os serviços deverão ser devidamente remunerados pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis.

Segundo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que fizerem uso de materiais como agulhas, lancetas (perfurador da pele) e seringas devem ser orientados a encaminhar esses materiais, corretamente acondicionados, para a unidade de saúde mais próxima, não devendo ser descartados junto aos resíduos sólidos. Uma vez recebidos em uma unidade pública de saúde, a destinação desses resíduos será de responsabilidade do Poder Público. Os geradores privados de RSS devem ser responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;
- Elaboração do PGRSS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte e outras orientações contidas na RDC ANVISA nº 306/2004 e na Resolução CONAMA nº 358/2005;

- Designação de profissional, com registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber, para exercer a função de responsável pela elaboração, implantação e operacionalização do PGRSS;
- Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou à compostagem;
- Fazer constar nos termos de contratação sobre os serviços referentes ao manejo de RSS, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos;
- Requerer às empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável para a coleta e o transporte dos resíduos;
- Prover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para os envolvidos no gerenciamento de resíduos;
- Requerer o preenchimento do Controle de Transporte de Resíduos e do MTR para todas as etapas externas que envolvam o transporte de resíduos, estando eles ainda sem tratamento ou já tratados.

7.3.9.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa

Classificam-se como resíduos sólidos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que necessitam de tratamento especial como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos e graxas e embalagens de agrotóxico.

O Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e

manejo dos resíduos sólidos, competem aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes estruturar e programar a logística reversa.

De acordo com as informações a Prefeitura de Recreio, no município não há práticas que fomentem a realização da logística reversa envolvendo políticas legislativas entre setor industrial, comercial e o consumidor. No caso das embalagens de agrotóxicos se faz necessária a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, visando a segurança da saúde humana e a proteção do ambiente.

De modo que os agricultores ao adquirirem os defensivos agrícolas, sejam orientados para que após a utilização do produto, as embalagens sejam devolvidas ao revendedor que encaminhará para uma empresa responsável, encaminhando-as para a destinação final adequada. Em geral, os municípios brasileiros não possuem um programa para recolhimento das embalagens de agrotóxicos nem outros pontos de recebimento além dos próprios revendedores.

No caso de Recreio, como já relatado, a responsabilidade da logística reversa relacionada a embalagem de agrotóxico, é do consumidor, que possui a responsabilidade da devolução da embalagem vazia no estabelecimento agropecuário onde o produto foi adquirido, enquanto que, por parte do estabelecimento comercial que comercializa este tipo de produto, cabe a responsabilidade da devolução da embalagem vazia ao fabricante, arquivando sempre que necessário o controle de recebimento e devolução destas embalagens.

No caso dos resíduos eletrônicos, estes, são definidos como partes de equipamentos eletrônicos e seus componentes. O descarte inadequado destes produtos coloca em risco a qualidade das águas, do solo e do ar que, em consequência, podem afetar a saúde humana.

A coleta dos resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes devem ser realizadas no município com campanhas durante o ano para o recolhimento dos mesmos. Desta forma, com a implantação da PNRS a preocupação entre o setor empresarial e os agentes públicos tornou-se inevitável pela busca de diretrizes técnicas e econômicas para definir a melhor forma de gerir os resíduos desta classificação.

De acordo com a PNRS toda a cadeia, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, passam a ter obrigação de criar e manter um sistema de retorno desses produtos pós-consumo, incluindo comunicação com a sociedade, coleta armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, independente do sistema público de coleta de resíduos (ou se este for usado, sendo remunerado para tal).

Deverá haver também dentro dos programas a continuação da conscientização da população, como, as instruções sobre o não descarte de resíduos perigosos em PEVS. Contudo, é também responsabilidade da Prefeitura Municipal um acompanhamento, quando não, um total engajamento sobre o que realmente ocorre com os resíduos da logística reversa dentro do município. Fiscalizar e punir caso as lâmpadas queimadas e pneus inservíveis estejam sendo direcionados para o aterro municipal de RCC ou outro local inadequado.

Adotar políticas e normas de classificação para pequenos, médios e grandes gerados, além de geradores de resíduos perigosos e exigir, que os médios e grandes geradores, sejam responsáveis pela destinação correta de seus resíduos pertencentes a logística reversa.

Para o pequeno gerador, a Prefeitura terá que buscar parcerias para o descarte correto das lâmpadas queimadas. Pois, para a maioria dos casos, quando há ações para este tipo de descarte é cobrado um valor pelo recolhimento por empresas especializadas. No caso dos pneus inservíveis, resíduos eletrônicos e embalagens de óleo lubrificante veicular, há empresas no Brasil que realizam o descarte correto destes tipos de resíduos sem custo para a Administração Pública. Apenas sendo necessário que a Administração Pública faça o recolhimento de uma certa quantidade, armazene-os em local apropriado e comunique a empresa para realizar a coleta.

7.3.10. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização

A implementação e operacionalização do Plano Municipal de Saneamento Básico demanda uma estrutura gerencial apta, em termos de quantidade e qualidade. Para o presente caso, Prefeitura do Município já conta com um quadro gerencial capacitado e especializado em resíduos sólidos para implementar, operar e monitorar o Plano.

Contudo, faz-se necessário um programa de capacitação constante, tanto para atualizar os gestores como para capacitar novos colaboradores e outros atores envolvidos na implementação e operação do plano.

A capacitação da equipe é um item de extrema importância e fundamental para a implementação do Plano. Os servidores deverão estar aptos para o exercício, recebendo o devido treinamento e capacitação, visando disciplinar e dinamizar as ações de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana contidas no Plano Municipal.

Recomenda-se a elaboração e execução de dois programas específicos de capacitação, um para equalização e atualização dos conhecimentos a respeito dos resíduos sólidos e outro sobre temáticas específicas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.

7.3.10.1. Programa de Especialização e Operacionalização

7.3.10.1.1. Objetivo

O Programa de Especialização e Operacionalização - PEO do PMSB, tem como objetivo principal especializar os diferentes atores envolvidos com o gerenciamento dos resíduos sólidos sob tutela pública, cada qual em sua função e responsabilidade, bem como capacitar o corpo operacional envolvido diretamente no manejo dos resíduos sólidos, deixando a execução dos serviços mais segura e eficiente.

Tem como objetivos específicos:

- Elaborar e aplicar cursos de especialização para os gestores, encarregados e supervisores, cada qual com sua especificidade, de todos os serviços de manejo dos resíduos sólidos sob tutela pública;
- Elaborar e aplicar treinamentos específicos para o corpo operacional (garis, motoristas, bueiristas, podadores, varredores, etc) diretamente envolvido no manejo dos resíduos sólidos, tanto quanto à realização da função como a segurança no trabalho realizado.

7.3.10.2. Conteúdo Mínimo

Os cursos de especialização devem abranger os diferentes serviços da gestão e manejo dos resíduos sólidos sob responsabilidade pública. São exemplos de temas para especialização:

- O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Planejamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana;
- Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos à plano de gerenciamento específico;
- Identificação dos resíduos sólidos sujeitos ao sistema de logística reversa;
- Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- Responsabilidades quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos a cargo do poder público;
- Controle e a fiscalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos especiais e dos sistemas de logística reversa;
- Condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência;
- Planejamento das ações;
- Ações para emergências e contingências;
- Mecanismos e procedimentos para a avaliação da eficiência e eficácia das ações programadas.

Ainda, podem ser desenvolvidos cursos de especialização em diferentes tipologias de resíduos, temos como exemplo:

- Resíduos da construção civil;
- Resíduos de saneamento;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos com logística reversa obrigatória;
- Resíduos de serviço de saúde;
- Disposição final;
- Coleta convencional de RDO;
- Coleta seletiva;
- Gestão dos resíduos orgânicos.

Já para os treinamentos direcionados ao corpo operacional envolvido diretamente com o manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, temos como exemplos:

- Limpeza pública;
- Varrição e manutenção de vias e logradouros;
- Roçada, capina e poda;
- Limpeza de valas, córregos e rios;
- Uso de EPIs;
- Bebida alcoólica e consumo de drogas;
- Conceitos básicos sobre resíduos;
- Vacina e salubridade no trabalho.

7.3.11. Educação Ambiental

Diferentemente dos outros eixos do saneamento, em que bons projetos executados da maneira correta por si só tendem a produzir bons resultados, a gestão dos resíduos sólidos urbanos depende intrinsecamente da participação da população para ter sucesso.

Para tanto, faz-se necessária a sensibilização dos geradores das diferentes tipologias de resíduos dentro do território municipal para seu papel na cadeia de gerenciamento dos mesmos e os impactos de suas ações e escolhas para o meio ambiente, o saneamento e a sociedade.

A Educação Ambiental para os Resíduos Sólidos deve sempre ter como objetivo a fixação, conceituação e sensibilização para a hierarquia preconizada pela PNRS, Lei nº 12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme o Art. 5º da Lei nº12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, PNEA, regulada pela Lei nº 9.795/99.

A educação ambiental é um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser amplamente difundida no município através de programas e ações que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação. A Política Nacional de Educação Ambiental supracitada, traz em seu Art. 4º os princípios básicos da educação ambiental no país:

- “I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;*
- II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;*
- III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;*
- IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;*
- V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;*
- VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;*
- VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;”*

E traça seus objetivos fundamentais no Art. 5º:

- I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;*
- II - a garantia de democratização das informações ambientais;*
- III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;*
- IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;*
- V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;*
- VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;*
- VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.*

7.3.11.1. Espaços Formais de Ensino

Entende-se por educação ambiental no ensino formal aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. A educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

A PNEA deixa explícito em sua redação que a Educação Ambiental não deve ser oferecida como uma disciplina isolada na grade curricular, mas sim permear todas as outras disciplinas, fazendo-se da visão holística do funcionamento do meio ambiente.

Para a implementação da educação ambiental aos moldes da Política Nacional, faz-se necessária a capacitação dos servidores e colaboradores dos estabelecimentos formais de ensino, de forma a estarem aptos a inserir a dimensão ambiental em seu cotidiano didático.

Mesmo a temática ambiental sendo obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, recomenda-se que cursos de equalização e atualização dos conhecimentos, como os propostos acima, sejam elaborados e realizados para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações para os espaços de ensino formais, além de serem preconizados na PNEA, devem estar alinhados com as instituições de ensino e serem construídos de forma participativa junto a seus gestores e docentes.

Contudo, como já é exigida a componente ambiental no ensino formal, dentro da forma da lei, a municipalidade deve se ater à fiscalização de sua aplicação, bem como no fomento indireto por meio de avaliações da componente, concursos e mostras culturais nas escolas.

7.3.11.2. Espaços Não Formais de Ensino

Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização e conscientização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, fora dos espaços formais de ensino supracitados. Segundo a PNEA, o Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, deve incentivar:

- I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;*
- II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;*
- III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;*
- IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;*
- V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;*
- VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;*
- VII - o ecoturismo.*

Faz-se necessária a criação de uma Política Municipal de Educação Ambiental, de forma a reger e incentivar as ações de educação ambiental na cidade, em conformidade com as políticas federal e estadual sobre essa temática.

Além disso, deve-se aproveitar os espaços culturais da cidade, bem como os naturais, para iniciativas que aumentem o senso de pertencimento e corresponsabilidade da população sobre a natureza e o meio em que vivem. De maneira geral, a educação ambiental não-formal deve ser construída de forma participativa e horizontal, com a devida atenção para os anseios e necessidades das populações alvo das ações.

Este plano detalha diversos projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipologia e/ou de



resíduo e fase de manejo, de forma a propiciar à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua importância para a manutenção da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que desempenham.

As demais componentes da educação ambiental não-formal, ou seja, aquelas que não envolvem os resíduos sólidos, devem ser implementadas pelo setor responsável pela educação no município, não sendo objeto desse Plano.

7.3.12. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis

Há anos, a reciclagem é sustentada no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, pela catação informal de papéis e outros materiais achados nas ruas e nos lixões. Estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais (CEMPRE, 2018).

Ao contrário do que se imagina, os catadores têm remuneração acima da média brasileira e não são mendigos. Estudos em várias cidades do Brasil já comprovam que a renda de catadores de rua, na maioria dos casos, supera o salário mínimo. Muitos destes trabalhadores já tiveram outras funções em empresas, mas, por algum motivo, ficaram desempregados e aderiram à função de catador (CEMPRE, 2018)

Diferentes atores das mais variadas esferas e setores estão interligados no sistema de gestão dos resíduos sólidos. Cada ente envolvido tem papel único e fundamental para o sucesso do fluxo e do ciclo do gerenciamento, ou seja, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” – Art. 25 da Lei nº12.305/2010.

Sendo assim, vale ressaltar, que os grupos interessados podem ser Cooperativas e Associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas de baixa renda, priorizando-as no gerenciamento dos resíduos sólidos, propiciando a inclusão social desta parcela da sociedade.

Entretanto, destaca-se ações que incentivem, proporcionem e ampliem a eficiência na produtividade dessas formas de organização já existentes ou que venham a ser concebidas no município, evitando os baixos rendimentos ligados à falta de equipamentos (infraestrutura operacional) e de estrutura organizacional.

Desta forma, em Recreio há uma Cooperativa de Catadores constituída para participar da gestão e manejo dos resíduos recicláveis, sendo necessário apenas o fomento às ações que devem ser desenvolvidas. Este Plano prevê, o cadastro de novos catadores informais e o seu ingresso na Cooperativa, a manutenção e a instrumentação da mesma, de forma a potencializar e otimizar o trabalho da organização, melhorando seus resultados.

O benefício que os catadores de rua trazem para a limpeza urbana é grande, mas geralmente passa despercebido. Eles coletam recicláveis antes do caminhão da Prefeitura passar e, portanto, reduzem os gastos com a limpeza pública. Os materiais que são encaminhados para a indústria geram empregos e poupam recursos naturais.

A administração pública, em conjunto com uma entidade de assistência às populações carentes, pode incentivar a formação de associações de catadores, formalizando uma atividade de longa data marginal, auxiliando com a dotação de uma infraestrutura mínima e ajudando a resgatar a cidadania desse segmento excluído.

Neste sentido, o CEMPRE, a Organização de Auxílio Fraternal – OAF, a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis – COOPAMARE e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC criaram um kit educativo para formação de cooperativas: “Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando”.

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 deve incentivar a formação de cooperativas de catadores.

Os objetivos, programas e ações, bem como o investimento previsto para o aprimoramento da COOPCAT são detalhados no Capítulo de Objetivos deste documento. A criação do citado kit educativo tem por objetivo ajudar os catadores na formação de cooperativas e, conseqüentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade, fornecendo as ferramentas para que uma entidade religiosa, comunitária ou assistencial possa dar um curso de aproximadamente quinze aulas a um grupo determinado de catadores.

O curso permite alcançar vários objetivos: capacitar mais os que atuam no setor, para transferir sua experiência a outras comunidades, firmar o conceito de que os catadores de papel formam uma categoria profissional, evidenciar o caráter de utilidade pública dos serviços prestados por esta categoria.

A estrutura do curso está baseada em onze módulos: relações humanas, limpeza pública, saúde do catador, trabalhando no trânsito, reciclagem, princípios do cooperativismo, cooperativa funcionando, ações de melhoria, análise de processos, gestão do dia a dia e aspectos financeiros.

É recomendável que na falta de um curso específico para essa população, seja adotada a cartilha acima supracitada. A Prefeitura conta com três formas para alavancar a reciclagem no seu município, podendo optar por uma ou qualquer combinação das três. Assim, pode ser o agente:

- incentivador de ações para a reciclagem;
- implementador de ações para a reciclagem (por coleta seletiva ou usina de triagem);
- consumidor de produtos reciclados.

A atuação da Prefeitura como agente incentivador reforça sua posição enquanto gerente do desenvolvimento municipal. Poderá otimizar seu efetivo de mão-de-obra e equipamento, optando pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a administração mais ágil e eficiente.

No incentivo às atividades de reciclagem de resíduos sólidos, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- cadastramento de sucateiros e ferros-velhos;
- desenvolvimento de programas específicos afim de disciplinar a ação dos catadores de rua;
- permissão de uso de terrenos públicos municipais ociosos, como áreas para a triagem de materiais recicláveis, coletados por iniciativa de grupos organizados da sociedade;
- organização de campanhas de doação de roupas e objetos a serem reutilizados por pessoas necessitadas;
- criação de espaços (galpões) propícios à troca de objetos e móveis que as pessoas não queiram mais. Os interessados poderão deixar as peças em consignação, ficando a Prefeitura somente com a incumbência da administração do “mercado” ou terceirização dessa atividade.

Como agentes implementadores de medidas diretas e concretas para o desenvolvimento da reciclagem de lixo, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- implementação de coleta seletiva;
- construção e gerenciamento de usinas de triagem e compostagem;
- treinamento e capacitação dos funcionários municipais envolvidos com os serviços de limpeza urbana e coleta seletiva;
- instituição de uma coordenação municipal de reciclagem;
- instituição de consórcios intermunicipais.

Já como agentes consumidores a Prefeitura poderá usar em sua rotina materiais reciclados, tais como:

- papel reciclado, para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias, etc.;
- entulho de obras, servindo de agregado na confecção de peças de mobiliário urbano e habitação;
- lixo orgânico transformado 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.

Há de se destacar também, que este capítulo não se refere apenas para as Cooperativas ou outras formas de Associação de catadores de materiais recicláveis. O título também se refere a participação dos grupos interessados,

devendo o Poder Público local buscar parcerias para a gestão de seus resíduos recicláveis, em especial, grandes empresas.

7.3.13. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos

A finalidade de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional do município, no que tange a gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos, é garantir a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

Visando prover mecanismos para a criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, é necessário que o município adote um modelo tecnológico de gestão que seja incentivado pelo MMA, que ajude na diminuição da geração e no manejo diferenciado dos resíduos sólidos.

Por meio da triagem e da recuperação dos resíduos os mesmos são vistos como um bem econômico e capaz de gerar valor social, ocorrendo assim a disposição final exclusivamente dos rejeitos.

Os mecanismos mais utilizados são a isenção ou amortecimento de taxas e impostos ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios e empreendimento relacionados com os resíduos. Essas políticas devem ser elaboradas e implementadas de forma a incentivar a abertura e operação de novos negócios, principalmente em uma cidade do porte e importância regional como Recreio.

Existem muitas oportunidades para a exploração de resíduos e um exemplo claro é o aproveitamento dos refugos industriais de certa atividade como insumos ou matéria prima para outra, situação que deve ser melhor investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que tem como objetivo o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e a reciclagem são redução de impostos para a implantação de indústrias recicladoras não-poluentes no município e o apoio à organização de uma bolsa de resíduos.

Embora a destinação de resíduos industriais não seja competência direta da administração pública local, é mais uma maneira de incentivar o setor privado

a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem e também reduzir o volume final de lixo disposto no município.

As bolsas de resíduos funcionam como canais diretos entre uma fonte geradora que deseja se desfazer de seus resíduos e uma empresa ou indústria para a qual aquele resíduo venha a se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, algumas no estado do Rio de Janeiro, como mostram os exemplos abaixo, o que não exclui a possibilidade de Recreio criar uma bolsa própria. A lista abaixo traz alguns exemplos de bolsas de resíduos:

- **Bolsa de resíduos do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN** - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
- **Tresi Ambiental - Bolsa de Resíduos:** A TRESI AMBIENTAL é uma empresa de assessoria técnica às indústrias na área de meio ambiente.
- **Bolsa de Recicláveis de São Paulo**
- **Bolsa de Resíduos de Goiás:** a Bolsa de Resíduos é um ambiente virtual gratuito, composta de um banco de dados com informações sobre oferta e demandas de resíduos, com a intenção de promover a livre negociação entre as indústrias, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais.
- **B2Blue.com:** Valorizando o seu resíduo: A B2Blue.com é uma iniciativa inovadora da *Maynis Company*, empresa que visa o desenvolvimento de negócios e projetos que ofereçam as ferramentas necessárias para a orientação das organizações em direção às práticas ambientalmente adequadas.
- **Bolsa de Resíduos Industriais gerida pela AEP-Associação Empresarial de Portugal:** A Bolsa de Resíduos permite procurar compradores e vendedores de resíduos e subprodutos dos

diferentes tipos conforme uma classificação de materiais simplificada.

- **Bolsa de Resíduos da FIESP - Federação das Indústrias de São Paulo**
- **Bolsa de Resíduos:** Como "na natureza nada se cria, tudo se transforma", esta página tem como objetivo ser a interface entre empresas que disponibilizam seus resíduos e as que procuram matérias-primas para seus processos.
- **SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos:** Converter resíduos em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria. Este é o foco do Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos que reúne serviços desenvolvidos em seis estados, para que indústrias possam oferecer.
- **Bolsa de Resíduos e Subprodutos da FIEB:** Esta é a Bolsa de Resíduos. Uma iniciativa da FIEB - Federação das Indústrias do Estado da Bahia através da Área de Meio Ambiente (AMA) do SENAI - Unidade CETIND.
- **Bolsa de Resíduos do Amazonas:** Federação das Indústrias do Estado do Amazonas - FIEAM Bolsa de resíduos do Estado do Amazonas.
- **Bolsa de Reciclagem-Sistema FIEP-Federação da Indústrias do Estado do Paraná:** na Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP você encontra oportunidades de reaproveitar e destinar adequadamente os resíduos da sua empresa, encontrar matéria-prima alternativa para o processo produtivo.

- **Setor Reciclagem:** o portal Setor Reciclagem é um veículo de comunicação especializado em reciclagem para empresários, empreendedores e pesquisadores do ramo.
- **Bolsa de Resíduos & Negócios do Estado do Ceará:** o programa se caracteriza por ser um serviço de informações que objetiva identificar mercados potenciais para os resíduos sólidos gerados nas operações industriais.
- **Bolsa de Resíduos do Sindicato dos Profissionais da Química do Estado de São Paulo:** um mecanismo facilitador para converter resíduos em matérias-primas. Oportunidades de negócios, empregos e serviços.

7.3.14. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços

A gestão dos resíduos sólidos de Recreio, seguindo a tendência de a maioria dos outros municípios brasileiros, ocorre de forma deficitária. Conforme apresentado no Diagnóstico Técnico, a gestão dos resíduos sólidos do município apresentou um déficit entre a receita e as despesas de aproximadamente R\$660.720,00 para o ano de 2020.

Considerando os investimentos previstos para o sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a gestão municipal deverá prever uma readequação da taxa para todo o sistema. Considerando o valor apresentado no parágrafo anterior, a taxa de coleta de resíduos deverá apresentar um aumento para tornar-se sustentável economicamente. A busca pela sustentabilidade financeira dos serviços é uma exigência da própria Política Nacional do Saneamento Básico e deve ser atendida.

Quanto aos investimentos previstos, deve-se ressaltar que Recreio não possui capacidade financeira para atender as suas necessidades de gestão de resíduos através de recursos próprios. Contudo, a expectativa municipal é pautada pela busca de recursos estaduais, federais e, principalmente, por repassar a concessão dos serviços para empresa terceirizada.

Desta forma, será apresentado nos próximos parágrafos os procedimentos técnicos e legais referentes as diversas formas para que o município encontre a melhor maneira de implementação de cobrança para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

A cobrança pelos serviços públicos relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos nem sempre é realizada de forma explícita e direta ao contribuinte, sendo custeada pelo tesouro municipal, cujos recursos provêm dos impostos, tarifas e taxas ordinariamente cobrados, como: o IPTU, o ISS e ainda do Fundo de Participação dos Municípios.

Segundo o Sistema Tributário Nacional, Lei nº 5.172/66 a taxa é um tributo, sendo que tributo é toda prestação pecuniária compulsória instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. O Art. 77 da Lei

nº. 5.172/66 especifica que as taxas cobradas pelos diferentes entes da federação têm como fato gerador:

“à utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição”.

O serviço deve ser quantificável e compete a pessoas de direito público a criação de taxas, não tendo o objetivo de obtenção de lucro. A Constituição Federal, em seu Art. 175, estabelece que a tarifa é cobrada nos casos de delegação de serviços públicos. Nesta, existe a possibilidade de não adesão por parte do munícipe ao serviço, diferentemente da taxa, ou seja, a cobrança é facultativa. As tarifas admitem a presença do lucro.

O Supremo Tribunal Federal decidiu em 2012 que é legítima a cobrança através de taxa para cobrir custos de coleta de resíduos sólidos, declarando a mesma constitucional, através da qual o serviço pode ser cobrado na forma de taxa para a coleta domiciliar ou específica, mas não pode ser cobrado pela limpeza das ruas, pois faz parte do uso comum sem diferenciação do usuário.

A corte afirmou que a limpeza pública é serviço de caráter universal e indivisível, ao contrário da coleta domiciliar de lixo, este sim, serviço individualizável e, portanto, passível de custeio mediante taxa. Portanto, o serviço de limpeza urbana não pode ser cobrado através de taxa, por não poder ser individualizável. Já para a coleta, remoção, tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, a cobrança através de taxa é constitucional.

Considerando o exposto, propõe-se que a cobrança pelo serviço de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, seja realizado através de taxa vinculada ao carnê anual de IPTU do município. Sendo pago um valor fixo para a maioria dos domicílios, com exceção daqueles em que as famílias se enquadrarem em critérios de baixa renda pela Secretaria de Assistência Social, aos quais deverá ser cobrado um valor inferior subsidiado pelos demais munícipes. Entretanto, no Município de Recreio a cobrança da taxa de lixo ainda não é realizada.

Os serviços de limpeza urbana, baseando-se no documento do Ministério do Meio Ambiente - Orientações para Elaboração de Plano Simplificado de Gestão

Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS 2016, para municípios com população inferior a vinte mil habitantes recomenda-se adotar a cobrança da seguinte forma:

- Taxa – coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- Tarifa – para grandes geradores com economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 Kg de resíduos por mês, ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

Ademais, segundo a Lei nº 14.026/2020, são condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico, entre outras, a existência de normas reguladoras prevendo meios para o cumprimento das diretrizes da Lei, incluindo a designação das entidades responsáveis pela regulação e fiscalização. Para os serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, as referidas normas deverão prever:

IV - as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:

- a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;
- b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;

O Art. 29 do mesmo normativo delibera que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, entre outros:

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

§ 1º Observado o disposto nos incisos I a III do caput do artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:

I - prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;

II - ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;

III - geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;

- IV - inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;*
 - V - recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;*
 - VI - remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;*
 - VII - estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;*
 - VIII - incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.*
- § 2º Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços.*

Os reajustes de tarifas de serviços públicos de saneamento básico serão realizados observando-se o intervalo mínimo de doze meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais. A Política Federal de Saneamento Básico infere que as revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

- I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;*
- II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro.*

As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelas respectivas entidades reguladoras, ouvidos os titulares, os usuários e os prestadores dos serviços. Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços. Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

A entidade de regulação poderá autorizar o prestador de serviços a repassar aos usuários custos e encargos tributários não previstos originalmente e por ele não administrados, nos termos da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. As tarifas devem ser fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões serem tornados públicos com antecedência mínima de trinta dias com relação à sua aplicação.

O Art. 42 da Lei nº 12.305/2010 determina que o Poder Público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

- I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;*

- II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
- III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
- IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do art. 11, regional;
- V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
- VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
- VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
- VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Já o Art. 8º da mesma Lei mostra que um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são os incentivos fiscais, financeiros e creditícios. Segundo o Art. 14 do Decreto nº 7.217/2010, a remuneração pela prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos deve levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, podendo considerar também:

- I - nível de renda da população da área atendida;
- II - características dos lotes urbanos e áreas neles edificadas;
- III - peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio; ou
- IV - mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e à recuperação dos resíduos gerados.

Para o cálculo da taxa parte-se do princípio de que a mesma deve remunerar o capital investido e ainda cobrir todos os custos relativos à prestação do serviço. Para elaboração de metodologia de cálculo dos custos do sistema de manejo dos resíduos domiciliares, pode ser utilizado a metodologia de cálculo de Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Presente Líquido – VPL.

Para a elaboração deste modelo de cálculo, deverão ser utilizados os seguintes parâmetros:

- Despesas – custo operacional e impostos;
- Investimentos em obras e serviços;
- Receitas – Faturamento, Inadimplência e Arrecadação.

As receitas obtidas são referentes às taxas específicas, como por exemplo, a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada juntamente com o Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana – IPTU. Deverão ser consideradas as despesas operacionais relativas à coleta domiciliar (convencional e seletiva), destinação final (reciclagem dos resíduos secos e orgânicos) e disposição final (aterro sanitário).

O VPL – Valor Presente Líquido é uma função financeira utilizada na análise da viabilidade de um projeto de investimento. É definido como o somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação, calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração.

Os fluxos estimados podem ser positivos ou negativos, de acordo com as entradas ou saídas de caixa. A taxa fornecida à função representa o rendimento esperado. Caso o VPL encontrado no cálculo seja negativo, o retorno do projeto será menor que o investimento inicial, o que sugere que ele seja reprovado. Caso ele seja positivo o valor obtido no projeto pagará o investimento inicial, o que o torna viável.

A TIR – Taxa Interna de Retorno é um método utilizado na análise de projetos de investimento. É definida como a taxa de desconto de um investimento que torna seu valor presente líquido nulo, ou seja, que faz com que o projeto pague o investimento inicial quando considerado o valor do dinheiro no tempo.

Com os valores dos projetos, programas, ações e receitas anuais pode-se calcular a taxa per capita (R\$/habitantes/mês), conforme o valor que for cobrado pela administração, sendo neste caso recomendada a cobrança juntamente no carnê de IPTU no início do ano para se ter em caixa o valor de investimento neste setor.

A tabela a seguir, especifica as principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e que devem ser computados no cálculo da taxa. Também existem os custos da operacionalização do serviço e de programas como o de Educação Ambiental e Comunicação Social.

Tabela 74 - Principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Componentes do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos suscetíveis a implementação de taxa de cobrança	
Estruturas e Equipamentos	Indicador sobre a inserção da Taxa
Refeitório e vestiário para os colaboradores da limpeza pública	Deve haver no cálculo da taxa um componente destinado a criação em manutenção de pontos de apoio.
Veículos	A taxa deve também contemplar a questão da manutenção e aquisição de veículos para a coleta.
Pátio de compostagem	Construção ou manutenção.
Aterro Sanitário	Taxa de disposição final em aterro sanitário.
Trituradores para RCC e podas de galhos	Aquisição e manutenção.
Resíduos Recicláveis	A taxa deverá conter os custos inerentes ao sistema de coleta de resíduos recicláveis, como: aquisição e manutenção do veículo de coleta, local para armazenamento, triagem, esteira, prensa e balança.
Imóvel residencial	Pode-se aplicar uma taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Terreno	Taxa base.
Comercio e serviços Supermercados, shoppings, hospitais e indústrias	Taxa base com a coleta convencional e de recicláveis. Taxa diferenciada devido a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Governo Federal, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM e da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo – TCL –, pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Todavia, esse valor unitário pode ser adequado às peculiaridades dos diferentes bairros da cidade, levando em consideração alguns fatores, tais como os sociais (buscando uma tarifação socialmente justa) e os operacionais. O fator

social é função do poder aquisitivo médio dos moradores das diferentes áreas da cidade.

Já o fator operacional reflete o maior ou menor esforço, em pessoal e em equipamentos, empregado na coleta, seja em função do uso a que se destina o imóvel (comercial, residencial etc.), seja por efeito de sua localização ou da necessidade de se realizar maiores investimentos (densidade demográfica, condições topográficas, tipo de pavimentação etc.).

Segundo o manual não se deve negligenciar, no orçamento, parcelas dos custos de transferência, transporte, tratamento e destino final, assim como administração, gerenciamento, sistemas de controle, despesas de capital e desenvolvimento tecnológico vinculados à coleta. Os custos para a coleta de resíduos devem levar em consideração despesas de custeio e capital, incluindo pessoal e encargos sociais, uniformes, auxílio de alimentação e transporte, seguros e impostos.

Os custos dos veículos e equipamentos englobam preço de aquisição, depreciação, reposição, consumo de combustíveis e lubrificantes, pneus, baterias, manutenção e peças de reposição.

O manual infere que, em geral, o custo da coleta, incluindo todos os segmentos operacionais até a disposição final, representa cerca de 50% do custo do sistema de limpeza urbana da cidade. Na coleta, o emprego da mão-de-obra é pouco intensivo, e a incidência dos custos de veículos e equipamentos é muito grande. Na limpeza de logradouros acontece o inverso, com aplicação de mão-de-obra intensiva, abrangendo os garis varredores e menos equipamentos.

O Ministério do Meio Ambiente apresenta também um sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos em cinco etapas, Sendo elas:

- Levantamento de dados básicos do município, como número de habitantes, domicílios e estabelecimentos e a geração de resíduos per capita;
- Definição do valor presente dos investimentos necessários no horizonte do Plano, como veículos, garagem, PEV, projetos, licenças e obras do aterro sanitário e repasses não onerosos da União ou Estado;

- Definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão), como combustíveis, mão de obra, EPIs, materiais, energia elétrica, etc;
- Parâmetros para financiamento, sendo: porcentagem de resíduos na coleta convencional; porcentagem de resíduos na coleta seletiva; prazo de pagamento e taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação);
- Cálculo da taxa: calculado através do custo operacional total por tonelada mais o valor do financiamento dividido pelo número de economias.

Contudo, cabe aos gestores do Município de Recreio identificar a melhor forma para aplicar a taxa inerente aos serviços do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Sempre considerando os anseios da população urbana e rural na melhoria do serviço e, que haja um balanço positivo entre a receita e o custo, propiciando desta forma que outros setores da cidade possam receber mais investimentos.

Alcançar esta sustentabilidade financeira no gerenciamento de resíduos sólidos municipal requer muito esforço técnico, político e principalmente a participação popular. Sendo neste último, o fator preponderante, pois, população bem-educada é sinônimo de ambiente limpo e saudável.

7.3.14.1. Modelo de Tarifa

Existem inúmeros sistemas tarifários aplicados por prestadoras de serviço, públicas e privadas, de saneamento no Brasil. A diferença entre eles costuma ser em virtude das condições e abrangência dos sistemas, do poder aquisitivo local, das legislações estaduais e municipais diferentes e das idiossincrasias municipais e regionais.

Contudo, todas elas devem obedecer tanto ao preconizado na Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento Básico, como à Lei nº 8.078/1990, Código do Consumidor, e o Decreto nº 82.587/1978, que dispõe sobre as tarifas dos serviços públicos de saneamento e dá outras providências.

Para o sistema de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, a taxa pode ser cobrada segundo o emanado pela Lei nº 14.026/2020, atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico, que em seu Art. 35 diz que as taxas ou as tarifas decorrentes da prestação de serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos poderão considerar, entre outros:

- A destinação ambientalmente adequada dos resíduos coletados;
- O nível de renda da população atendida;
- As características dos lotes e as áreas que podem ser neles edificadas;
- O consumo de água;
- A frequência de coleta.

A seguir, demonstra-se um **modelo básico hipotético** para estabelecer uma taxa que garanta a sustentabilidade financeira dos serviços e ao mesmo tempo seja justa quanto à responsabilidade de pagamento na mesma proporção de uso do sistema, de acordo com o preconizado no Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei Federal nº 14.026/2020.

A taxa consiste na aplicação de uma fórmula com um Valor Fixo - VF (determinado pelo custo) e outra Variável, levando-se em consideração parâmetros como: Tipo de Economia, Quantidade de Economias, Consumo de Água e Frequência de Coleta de Resíduos. O Custo Total - CT e o Número de Economias - NEC foram retirados dos dados mais atualizados do SNIS, referentes

a 2020. O custo total foi obtido dividindo-se o gasto total anual com o sistema, R\$660.720,00 por 12, obtendo-se assim o custo mensal de R\$55.060,00.

$$VF = \frac{CT}{NEC}$$
$$VF = \frac{55.060,00}{3.330}$$
$$VF = R\$ 16,53$$

$$TARIFA = VF.FC.CI.CA$$

FATORES:

Quanto a frequência da coleta (FC)

- Diária = 2,0
- Alternada (3x semana) = 1,0

Quanto à classificação do imóvel (CI)

- Social = 0,25
- Residencial = 0,7
- Comercial = 1,2
- Industrial = 5,0
- Público = 0,5
- Ambulantes = 0,5
- Feira Livre = 0,8

Quanto ao Consumo de Água (CA) – RESIDENCIAL, PÚBLICA E SOCIAL

- 1ª Faixa - 0 a 10 m³ = 0,5
- 2ª Faixa - 11 a 15 m³ = 0,60
- 3ª Faixa - 16 a 30 m³ = 1,10
- 4ª Faixa - 31 a 45 m³ = 1,80
- 5ª Faixa - 46 a 60 m³ = 2,50
- 6ª Faixa - 61 a 999 m³ = 4,00

Quanto ao Consumo de Água (CA) – COMERCIAL E INDUSTRIAL

- 1ª Faixa - 0 a 10 m³ = 0,7
- 2ª Faixa - 11 a 20 m³ = 1,6

- 3ª Faixa - 21 a 30 m³ = 3,0
- 4ª Faixa - 31 a 999 m³ = 3,5

Exemplo prático para uma economia de imóvel residencial que recebe coleta de lixo alternada e está na 1ª Faixa de Consumo de Água:

$$\text{TARIFA} = \text{VF.FC.CI.CA}$$

$$\text{TARIFA} = 16,53 \times 1,0 \times 0,7 \times 0,5$$

$$\text{TARIFA} = \text{R\$}5,78$$

Usando o mesmo exemplo para um imóvel com coleta diária, fator x2, o valor da tarifa seria de R\$11,57.

Para um imóvel comercial, com coleta diária, 1ª faixa de consumo, o cálculo resulta em:

$$\text{TARIFA} = \text{VF.FC.CI.CA}$$

$$\text{TARIFA} = 16,53 \times 2,0 \times 1,2 \times 0,7$$

$$\text{TARIFA} = \text{R\$}27,77$$

Agora um exemplo para um exemplo industrial, com coleta diária, na 2ª faixa de consumo, a conta seria:

$$\text{TARIFA} = \text{VF.FC.CI.CA}$$

$$\text{TARIFA} = 16,53 \times 2,0 \times 5,0 \times 1,6$$

$$\text{TARIFA} = \text{R\$}264,48$$

Caso a coleta fosse alternada, esse valor cairia para R\$132,24.

O modelo acima é apenas um exemplo e deve ser discutido com a sociedade para aprimoramento. Ainda, a tarifa pode ser implementada progressivamente, ao longo de cinco ou seis anos, para não impactar diretamente a estabilidade financeira dos usuários. Também devem ser previstas tarifas sociais para aqueles usuários que não tenham condições financeiras ou encontrem-se em

situação de vulnerabilidade que os impeçam de pagar o valor total da tarifa, montante a ser suprido pelos fatores de conversão supracitados de forma que o sistema de cobrança seja ao mesmo tempo justo e economicamente viável.

7.3.15. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada

Para iniciar um projeto que estruture a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Leopoldina, é necessário uma série de procedimentos específicos à gestão, para propiciar uma política sustentável e que possa fornecer a população local uma série de benefícios contemplando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Desta forma, seguem os capítulos abaixo com as etapas essenciais para atingir a meta de redução de envio de rejeitos para o aterro sanitário municipal, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos aumentara a vida útil do aterro sanitário do município.

7.3.15.1. Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário:

- Diagnóstico da Situação Atual: nesta fase do projeto são levantadas todas questões referentes a reciclagem de resíduos sólidos no município, como, programas de educação ambiental voltadas a reciclagem, elaboração de pesquisa junto a comunidade local sobre a aceitação ou não do programa de reciclagem, presença de comércio de recicláveis no município ou na região (compradores

de sucata ferrosa, madeiras, papel e papelão, plásticos, vidros e entre outros), existência de aterros sanitários, aterros controlados ou lixões, catadores informais, atravessadores informais, fontes de financiamentos e tecnologias disponíveis;

- Fase de Planejamento: a fase do planejamento envolve a adesão da população no projeto, os custos envolvidos, o cadastramento de catadores e atravessadores informais, data de início, locais onde a coleta será realizada, dimensionamento de recursos físicos e humanos, possibilidade de parcerias com municípios vizinhos e possíveis compradores de materiais recicláveis;
- Fase de Implantação: para a implantação do projeto é necessário uma ampla divulgação no município, determinação dos dias e horários da coleta, implantação de recipientes coletores próprios de materiais recicláveis, treinamento dos colaboradores envolvidos, implantação de centros de triagem com todos os equipamentos e normas necessárias (local coberto, piso impermeável, sinalizações, balanças, prensas e etc.), estruturação humana e física da gestão e acompanhamento de assistência social;
- Operação e Monitoramento: a operação e o monitoramento consistem no acompanhamento das entradas e saídas dos materiais, evolução dos preços e custos, acompanhamentos sociais e econômicos dos colaboradores envolvidos e avaliação dos ganhos ambientais.

Através dos procedimentos citados acima é possível garantir através de uma coleta seletiva eficiente o bom funcionamento do projeto em questão. Ressalta-se, que etapas complementares poderão ser adicionadas e outras formas de gestão também poderão ser acrescentadas.

7.3.15.2. Resíduos Orgânicos

Novamente este tipo de resíduo ganha destaque neste Plano, pois, uma gestão eficiente sobre o mesmo ocasiona em economia para o município, relacionado ao aumento da vida útil do aterro sanitário em Leopoldina. Através de programas que incentivam a agricultura familiar e a criação de hortas domésticas, com os produtos da compostagem podendo ser utilizados em jardins e hortas.

Ressaltando que os principais benefícios advindos da compostagem são a redução da quantidade de resíduos aterrados, a redução do potencial de geração de gases e da carga orgânica dos líquidos lixiviados nos aterros, a eliminação dos patógenos e das sementes de ervas daninhas e a produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo, diminuindo assim, os processos erosivos e aumentando a eficiência de absorção dos fertilizantes minerais.

Mas, toda esta gestão voltada aos resíduos orgânicos, com metas para diminuir os rejeitos encaminhados para o aterro sanitário, não se aplica apenas aos restos de alimentos, produzidos ou pelas residências ou pelos grandes geradores. Esta gestão deve também focar os resíduos oriundos da poda e da capina.

Pois, a poda e a capina geram grandes quantidades de massa verde, que sobrecarregam também o aterro sanitário. Sendo assim, abaixo seguem as metas relacionadas aos resíduos orgânicos com vistas a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário:

- Educação Ambiental mostrando a população o que é o resíduo orgânico e a sua importância em não o encaminhar para o aterro sanitário;
- Mapear os grandes geradores;
- Construir Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO;



-
- Distribuir sacos plásticos especiais para a população acondicionar este resíduo;
 - Criar mecanismos de controle.

7.3.16. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos

O Artigo 7º da Lei nº11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, relata que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

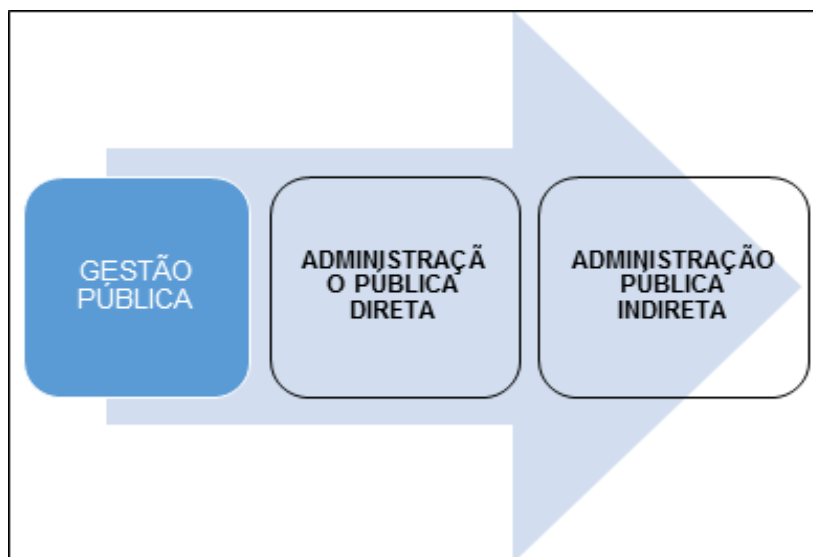
III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município é o responsável pela organização e prestação destes serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituição Federal de 1988. Sendo, de acordo com o respectivo Artigo, compete aos municípios:

V - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

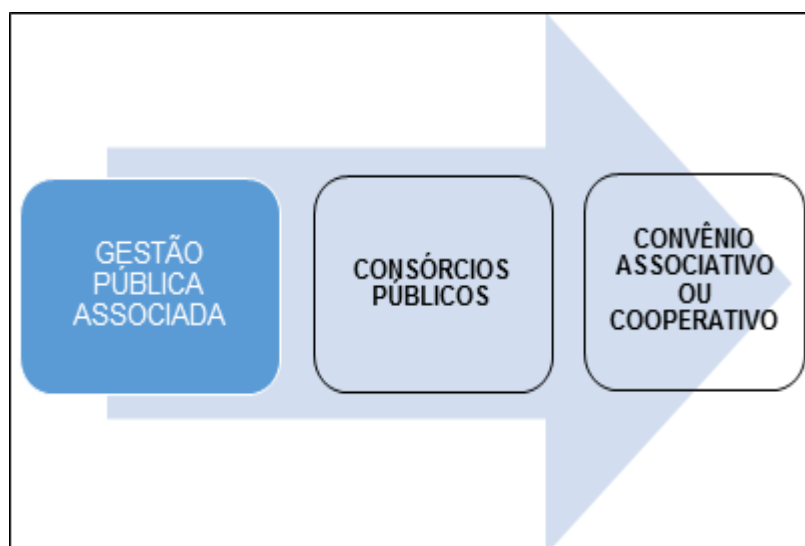
As figuras abaixo mostram algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 116 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.



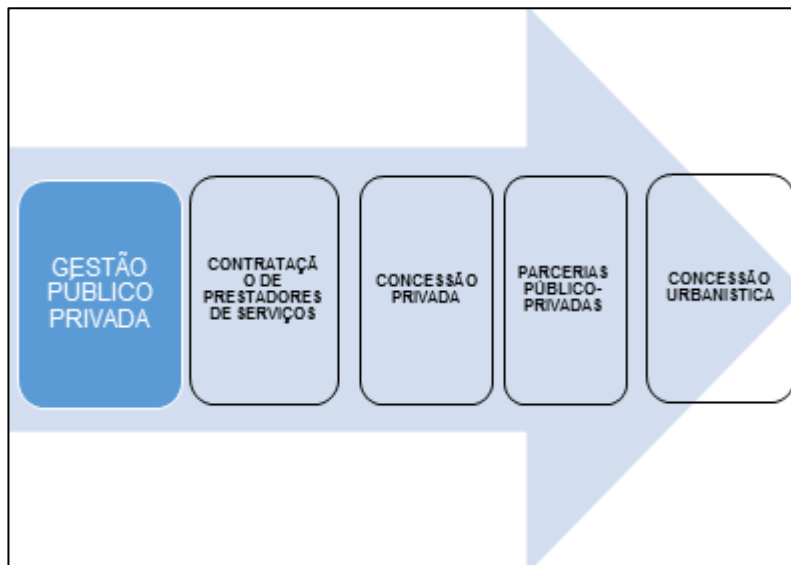
Fonte: Lei nº 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 117 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Lei nº 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 118- Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Lei nº 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O município poderá optar por um destes modelos de gestão de manejo de resíduos sólidos ou, associar a duas ou mais formas, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Visto que, a gestão dos resíduos sólidos urbanos envolvem muitas atividades diferentes, porém, correlacionadas.

Desta forma, pode ser vantajoso ao município terceirizar parte do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos, e fiscalizar todo o sistema de gestão.

Entretanto, seja qual for a opção de gestão adotada pelo município, recomenda-se análises técnicas, financeiras, políticas e sociais, para que todo o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, venha a ter qualidade no atendimento e execução, e que atenda os anseios da população.

Para definir melhor as modalidades de gestão de manejo dos resíduos sólidos urbanos, atendendo desta forma as expectativas do município, são necessários estudos mais aprofundados, principalmente nos segmentos citados no parágrafo anterior.

Destaca-se, que além da gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos urbanos, já tratada no item acima, outra modalidade de gestão integrada de resíduos sólidos para o município, são as parcerias público-privadas – PPP.

A implantação de PPP requer uma série de procedimentos estipulados pela Lei nº11.079/2004, onde esta, institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da Administração Pública.

Em resumo, a PPP são contratos de concessão em que o parceiro privado realiza os investimentos em infraestrutura para a prestação de um serviço, cuja amortização e remuneração é viabilizada pela cobrança de tarifas dos usuários e de subsídio público, ou é integralmente paga pela Administração Pública.

Este tipo de parceria possibilita que a gestão eficiente da iniciativa privada, assim como, os capitais pertencentes a ela, sejam destinados para os serviços públicos, estruturando uma gestão capaz de proporcionar o uso dos recursos públicos de maneira otimizada. Dentre os instrumentos da Lei nº11.079/2004, descam-se os Artigos 5º, 11, 12 e 13:

- Flexibilidade no processo licitatório, ao permitir a abertura das propostas técnicas antes da habilitação;
- Emprego de mecanismo privado de resolução de disputa durante a execução contratual;
- Possibilidade de os agentes financeiros assumirem o controle da Sociedade de Propósito Específico - SPE, em caso de inadimplência dos contratos de financiamentos;
- Repartição dos riscos entre as partes (pública e privada), inclusive os referentes a caso fortuito, força maior e álea econômica extraordinária;
- Fornecimento de garantias de execução pelo parceiro público;
- Compartilhamento com a Administração Pública dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado, decorrentes da redução dos riscos de créditos de financiamentos.

Os instrumentos da Lei nº 11.079/2004 citados acima, demonstram que a modalidade de PPP é bastante favorável para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos para o Município de Recreio.

Além disso, a PPP apresenta para a sociedade uma forma de execução dos serviços públicos com mais eficiência e agilidade. Pois, com a elaboração de bons



contratos de execução de serviços, os mesmos tendem a ser melhor administrados. Para que as PPPs possuam maior transparência em suas aplicações, a Lei nº 11.079/2004, determina:

- Valor do contrato inferior a vinte milhões de reais;
- Período de prestação do serviço seja inferior a cinco anos ou superior a trinta e cinco anos;
- Contratos que tenham como objeto único o fornecimento de mão-de-obra, o fornecimento e instalação de equipamentos ou a execução de obra pública.

Sendo assim, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, deve-se atentar para todo o trâmite legal exigido. Atendendo principalmente os objetivos como a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, com sustentabilidade operacional e financeira.

7.3.17. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa

Esta determinação é referente ao Artigo 20 da Lei nº 12.305/2010, de acordo com o respectivo Artigo, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:

I - Geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Artigo 13, sendo eles:

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em Normas estabelecidas pelos Órgãos do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente e do SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA;

IV - Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” (as instalações referidas na alínea “j” são: os resíduos de serviços de

transportes, originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira), do inciso I do Artigo 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo Órgão competente do SISNAMA, do SNVS ou do SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

A Prefeitura poderá também, realizar inventários anuais sobre os maiores geradores de resíduos sólidos do município, a fim de conhecer melhor os tipos de resíduos gerados e as suas quantidades.

Estes inventários pode ser uma exigência da própria Prefeitura, obrigando o empreendimento a fornecer anualmente ou mensalmente, estas informações. O Artigo 21 da Lei nº12.305/2010, determina o conteúdo mínimo para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo eles:

I - Descrição do empreendimento ou atividade;

II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA e, se houver, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:

a) Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

VII - Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do Artigo 31;

VIII - Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

As informações contidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos poderão ser complementadas caso o Órgão responsável, entenda como necessário. O Órgão responsável poderá exigir também que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, seja um critério utilizado nos processos de Licenciamento Ambiental. Com relatórios de acompanhamentos e monitoramentos da implementação das ações e metas pré-estabelecidas.

No caso de atividades que já se encontram em funcionamento, estes, deverão apresentar o Plano ao Órgão competente, no momento da renovação do Alvará de Funcionamento, da Licença Ambiental de Operação ou, do Atestado de Funcionamento.

Entretanto, o Órgão responsável pela fiscalização da elaboração e aplicação do Plano, deverá também orientar sobre os procedimentos necessários para a elaboração e implantação do mesmo e, da aplicação das penalidades incluídas na Lei nº 12.305/2010 – PNRS.

7.3.18. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

A paralisação da coleta de resíduos e limpeza pública, bem como ineficiência da coleta seletiva e inexistência de sistema de compostagem poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental.

A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre. A paralisação dos serviços de destinação de resíduos ao aterro interfere no manejo destes resíduos, provocando mau cheiro, formação excessiva de chorume, aparecimento de vetores transmissores de doenças, comprometendo a saúde pública e a qualidade ambiental.

Diante disso, objetivou-se a adoção de medidas de contingência para casos de eventos emergenciais de paralisação dos serviços relacionados à limpeza pública, coleta e destinação de resíduos, conforme as tabelas a seguir.

Tabela 75 - Ações de emergências e contingências - Resíduos Sólidos.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	3	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Paralisação dos serviços de varrição	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de varrição ou outro fato administrativo (rescisão ou rompimento de contrato, processo licitatório, etc.)	Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da varrição pública
		Contratar empresa especializada em caráter de emergência para varrição e coleta destes resíduos
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
Paralisação dos serviços de coleta de resíduos domiciliares	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de coleta de resíduos domiciliares e da	Acionar funcionários e veículos da Prefeitura, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, para efetuarem a coleta de resíduos em locais críticos, bem como do entorno de escolas,



	Prefeitura Municipal ou outro fato administrativo	hospitais, terminais urbanos de ônibus, lixeiras públicas, etc.
		Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta de resíduos
		Contratar empresas especializadas em caráter de emergência para coleta de resíduos
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
Paralisação dos serviços de segregação de resíduos recicláveis e/ou coleta seletiva	Greve ou problemas operacionais das associações/ ONGs/ Cooperativas responsáveis pela coleta e triagem dos resíduos recicláveis	Acionar funcionários da Prefeitura, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente para efetuarem estes serviços temporariamente
		Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de coleta seletiva
		Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta seletiva
		Celebrar contratação emergencial de empresa especializada para a coleta e comercialização dos resíduos recicláveis
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
Paralisação dos serviços de coleta e destinação dos resíduos de saúde/ hospitalares	Greve ou problemas operacionais da empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos de saúde/hospitalares	Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
		Acionar funcionários da Prefeitura, da Secretaria de Meio Ambiente para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras para execução dos serviços de coleta dos resíduos de saúde/ hospitalares, bem como o transporte dos resíduos de tratamento.
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores



		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
Paralisação total dos serviços realizados no aterro	Greve ou problemas operacionais do órgão ou setor responsável pelo manejo do aterro e/ou área encerrada de disposição dos resíduos	Encaminhar os resíduos orgânicos para aterro alternativo (aterro particular ou de cidade vizinha), negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
	Explosão, incêndio, vazamentos tóxicos no aterro	Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de transporte dos resíduos até o local alternativo
		Ações de remediação do problema e contenção da poluição ambiental. Reparo mediato
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias
Paralisação parcial dos serviços realizados no aterro	Ruptura de taludes/células	Evacuar a área do aterro sanitário cumprindo os procedimentos internos de segurança; acionar o órgão ou setor responsável pela administração do equipamento, bem como os bombeiros
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias
Vazamento de Chorume	Excesso de chuvas, vazamento de chorume ou problemas operacionais	Promover a contenção e remoção dos resíduos através de caminhão limpa fossa e encaminhar estes para a estação de tratamento de efluentes mais próxima do aterro
		Procedimentos de remediação emergenciais da área
		Monitoramento constante/cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



7.3.19. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos de Recreio foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o Município de Recreio.

7.3.19.1. Objetivo 1 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional

Recreio, já conta com a universalização da coleta convencional, contudo, existem ainda diversas oportunidades de melhoria para a realização da mesma, visando deixá-la mais eficaz e eficiente, atendendo melhor a população e otimizando os recursos a ela empregados.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população. O primeiro projeto relacionado na lista para atingir o Objetivo 1 é implementar projeto com objetivo de melhorar a segregação e o acondicionamento temporário dos RDO apresentados à coleta convencional.

Ainda, quanto as regras para apresentação e segregação dos resíduos para coleta e disponibilizar dispositivos coletivos para seu acondicionamento em locais de difícil acesso, deve-se intensificar a fiscalização quanto a este tema, orientando os munícipes que descumprirem as leis e recomendações e até aplicando as penalidades previstas para tal. A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 76 - Síntese do objetivo 1.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	1	MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E MANUTENÇÃO DA UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL						
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Recreio atualmente realiza a coleta convencional de 100% de toda a população do município, incluindo a área rural realizada por empresa terceirizada sob a responsabilidade da Secretaria do Meio Ambiente. A Prefeitura dispõe de planejamento para a execução do serviço através de um cronograma semanal e veículos apropriados para a coleta. Desta forma, atendendo aos princípios contidos da Lei nº 12.305/2010 e na Lei nº 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, se faz necessário alguns aprimoramentos dos serviços de gestão de resíduos sólidos.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Custo unitário da coleta convencional por tonelada.						
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Manter em 100% a coleta convencional de RDO na área urbana e rural. 2) Substituição de PEVS antigos por PEVS novos na área rural.		3) Manter a coleta convencional de RDO em 100% da área urbana e rural.		4) Reduzir em 50% a geração per capita de RDO. 5) Manter a coleta convencional de RDO.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.1.1	Substituição de PEVS antigos por PEVS novos nas comunidades rurais.			R\$ 24.000,00			RP – FPU – FPR	R\$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros, sendo três PEVs no total para a área rural até o 4º ano.
3.1.2	Manter a coleta convencional de RDO.			R\$ 2.502.891,69	R\$ 2.831.209,68	R\$ 3.162.807,57	FPU – FPR	Geração anual x o custo da coleta



TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	R\$ 2.526.891,69	R\$ 2.831.209,68	R\$ 3.162.807,57	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 8.520.908,94

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado;
AA – Ação Administrativa.

7.3.19.2. Objetivo 2 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população.

A primeira ação proposta para atingir o Objetivo 2 é relacionada ao cadastramento e capacitação dos catadores informais, a fim de melhorar a qualidade de vida e de trabalho desses cidadãos. Com a ampliação da coleta seletiva, tanto no distrito sede como para os outros distritos e área rural, o volume de recicláveis aumentará o que demanda um aumento também nos profissionais envolvidos com seu beneficiamento e triagem.

A quarta ação consiste na aquisição de um caminhão de forma a atender grandes geradores do município propensos a participar da coleta seletiva. Este caminhão também poderá ajudar na remoção e transporte de resíduos volumosos, além de outras especificidades demandadas pelos processos realizados pela Associação.

Para aumentar o alcance da coleta seletiva em um curto espaço de tempo, foi idealizada uma rede de PEVs (ecopontos de 2500L) de forma a atender toda a área urbana do município, num primeiro momento. A quantidade de PEVs foi definida a partir do estudo de projeção populacional e seguindo a proporção de 1 PEV para cada 5 mil habitantes (CEMPRE, 2018) e com raio de abrangência de 1,5km por dispositivo (SANTO ANDRÉ, 2018).

Serão dois dispositivos por localidade de entrega, e mais dois para serem repostos quando da coleta dos resíduos, que deve ser realizada semanalmente. A figura abaixo lustra o modelo de dispositivo idealizado para os PEVs ou Ecopontos.

Figura 119 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Tabela 77 - Síntese do objetivo 2.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	2	MANTER A COLETA SELETIVA					
FUNDAMENTAÇÃO	A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos gerados no município. Sendo assim, Recreio há um programa voltado para a coleta seletiva, resultando desta forma em um grande volume de resíduos que não são destinados para o aterro sanitário localizado no Município de Leopoldina, auxiliando na diminuição dos custos operacionais para o serviço de coleta convencional de RDO e cumprindo a função social e ambiental do município.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de recicláveis coletada, massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário e massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.						
METAS							
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS	LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Aumentar o número de Pontos de Entrega Voluntária - PEVs na área urbana e na área rural. 2) Aquisição de um caminhão para a coleta seletiva. 3) Aprimorar a Cooperativa de Catadores. 4) Manter a coleta seletiva.		5) Manter a coleta seletiva.	6) Manter a coleta seletiva.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO		CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.2.1	Intensificar a cooperação entre o poder público local e a cooperativa de catadores		-			AA	



3.2.2	Aquisição de veículo apropriado para a coleta dos recicláveis na área urbana	R\$ 350.000,00			AA	Preço médio de mercado
3.2.3	Implementação da coleta seletiva na área urbana.	R\$ 1.617.330,00	R\$ 1.859.929,50	R\$ 2.138.918,92	RP- FPU - FPR	Perímetro da área x consumo caminhão x preço do combustível
3.2.4	Ampliação do número de PEVs para o recebimento de recicláveis na área rural	R\$ 16.000,00			RP- FPU - FPR	R\$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros, sendo um PEV cada cinco mil pessoas.
3.2.5	Divulgação de campanhas nas escolas sobre a importância da coleta seletiva	-	-	-	AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 1.983.330,00	R\$ 1.859.929,50	R\$ 2.138.918,92	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 5.982.178,42

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.3. Objetivo 3 – Adequar os Serviços de Limpeza Pública

A limpeza pública tem como fim maior proteger a saúde ambiental, prevenindo as doenças resultantes da proliferação de vetores e a ocorrência de enchentes ou assoreamento provocados pelo acúmulo de resíduos em sistemas de drenagem e cursos d'água.

Em Recreio os serviços de varrição são concentrados no centro da cidade e os serviços de limpeza de córregos, poda, limpeza de bocas-de-lobo e capina ocorrem conforme a demanda. Este Objetivo foi dividido nos diferentes serviços executados no âmbito da limpeza pública.



Tabela 78 - Síntese do objetivo 3.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	3	ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA						
FUNDAMENTAÇÃO		Em Recreio há um cronograma definido para o serviço de varrição, entretanto, para o serviço da limpeza de boca-de-lobo, o cronograma ocorre conforme a demanda. A varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade. Os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são um problema para o município. Ressalta-se, que as informações disponíveis sobre a limpeza pública no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, são insuficientes para uma análise mais aprofundada sobre a geração e os custos envolvidos no gerenciamento desta tipologia de resíduos.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Taxa de empregados no manejo de RDO em relação à população, extensão de vias atendidas com varrição, poda, capina e roçagem, produção de composto e equipe de fiscalização de terrenos baldios.						
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Adequar o planejamento e execução dos serviços. 2) Fiscalização ostensiva. 3) Adquirir um triturador de galhos. 4) Manter o serviço de limpeza pública.		5) Destinar os resíduos verdes para a compostagem. 6) Manter o serviço de limpeza pública.		7) Manter o serviço de limpeza pública.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.3.1	Estabelecer cronograma de limpeza de boca-de-lobo.			-	-	-	AA	
3.3.2	Adquirir um triturador de galho			R\$ 18.500,00			RP - FPU	Valor médio de compra de trituradores de galho.



3.3.3	Varrição apenas na área central da cidade	-			AA	
3.3.4	Criar/Aplicar a Lei de limpeza para terrenos baldios	-			AA	
3.3.5	Manter o serviço de limpeza pública	-	-	-	RP	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 18.500,00	-	-	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 18.500,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.4. Objetivo 4 – Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 79 - Síntese do objetivo 4.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	4	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC						
FUNDAMENTAÇÃO		Recreio não possui legislação específica para o resíduo da construção civil – RCC, gerado no município. Também não há empresas privadas que façam a coleta de RCC.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RCC destinada em local inapropriado, massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto e autuações administrativas.						
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Elaborar o PGIRCC - Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; 2) Implantar taxa para recolha de RCC; 3) Trazer empresas privadas para o serviço de recolha de RCC; 4) Adquirir um triturador de entulho		5) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RCC.		6) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RCC.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.4.1	Elaborar um PGIRCC - Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.			R\$ 45.000,00			RP - FPU	
3.4.2	Implementar taxa de recolha pela Prefeitura Municipal			-			AA	



3.4.3	Buscar terceirização do serviço de recolha e destinação final do RCC	-	-	-	AA	
3.4.4	Adquirir triturador de entulho	R\$ 25.000,00			RP - FPU	Preço médio de mercado
3.4.5	Buscar parcerias com outros municípios para destinação correta de RCC	-	-	-	AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 70.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 70.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.5. Objetivo 5 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 5, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 80 - Síntese do objetivo 5.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	5	FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA						
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Recreio não possui legislações e programas para os resíduos da logística reversa obrigatória.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados e massa ou volume coletados e destinados.						
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Coletar e destinar corretamente 30% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória; 2) Fortalecer a fiscalização.		3) Coletar e destinar corretamente 50% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.		4) Coletar e destinar corretamente 100% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.5.1	Criar Lei proibindo o descarte irregular de resíduos da logística reversa.			-			AA	
3.5.2	Criar Leis ou promover a obrigatoriedade de PEVs em estabelecimentos que comercializam produtos da logística reversa			-			AA	



3.5.3	Promover campanhas de conscientização para a devolução correta das embalagens de agrotóxicos	-	-	-	AA	
3.5.4	Buscar parceria entre o poder público e iniciativa privada para coleta e destinação final adequada de pilhas, baterias e resíduos eletrônicos, lâmpadas e óleos lubrificantes	-	-	-	AA	
3.5.5	Adequação do armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis e fiscalizar os geradores.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 0,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.6. Objetivo 6 – Aprimorar a Gestão dos RSS

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 81 - Síntese do objetivo 6.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	6	APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS					
FUNDAMENTAÇÃO		Os RSS gerado no município possui a sua gestão estabelecida por Normas e Legislações Estadual e Federal, realizando a coleta e o descarte correto deste tipo de resíduo. Pautado então nas questões legais, o município realiza para as unidades públicas de saúde, a correta gestão do RSS gerados nestes locais, apesar, de as unidades públicas de saúde do município serem desprovidas de um PGRSS. A gestão eficiente de RSS evita que este resíduo seja descartado de forma irregular e evita também, que pessoas tenham contato com o mesmo.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada e fração reciclável dos RSS coletados.					
METAS							
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS	LONGO PRAZO -11 A 15 ANOS				
1) Aprimorar os procedimentos internos de gerenciamento. 2) Adequar os locais de armazenamento.		3) Manter a destinação correta de RSS no município	4) Manter a destinação correta de RSS no município.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO		CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.6.1	Obrigatoriedade do PGRSS para os geradores públicos e privados		-			AA	
3.6.2	Adequar os locais de acondicionamento de RSS nos estabelecimentos públicos de saúde		R\$ 235.000,00			RP	Valor de mercado para



						reparos de reforma
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 235.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 235.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.7. Objetivo 7 – Destinação Final

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 7, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 82 - Síntese do objetivo 7.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	7	DESTINAÇÃO FINAL						
FUNDAMENTAÇÃO		Conforme mostrado no Produto Diagnóstico, Recreio não conta com um aterro sanitário municipal para a destinação final dos seus resíduos sólidos, o município realiza a sua destinação final adequada no aterro sanitário da empresa União Recicláveis, localizado no Município de Leopoldina – MG, distante 15 Km. Sendo assim, propõem-se neste trabalho a continuação do envio do rejeito para o respectivo aterro sanitário.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)								
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Manter a destinação correta dos rejeitos em aterro sanitário.		2) Manter a destinação correta dos rejeitos em aterro sanitário.		3) Manter a destinação correta dos rejeitos em aterro sanitário.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.7.1	Manter a destinação correta dos rejeitos em aterro sanitário.			-	-	-	RP - FPU - FPR - PPP	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES				R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 0,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.19.8. Objetivo 8 – Reestruturar o Sistema Tarifário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 8, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 83 - Síntese do sistema tarifário.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	8	REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO						
FUNDAMENTAÇÃO		Recreio possui déficit orçamentário em seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as novas diretrizes da PNRS. É necessário que haja receita para que este segmento do Poder Público local possa ser mais independente financeiramente, propiciando desta forma, autonomia em suas tomadas de decisões. Alocando os seus recursos financeiros em melhorias para este setor. A criação de um sistema tarifário justo e eficiente para o município poderá melhorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública do município.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.						
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano.		2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano até o montante total. 3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.		4) Atingir a auto suficiência financeira				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.8.1	Elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.			-			AA	
3.8.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.				-		AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES				-	-	-	TOTAL DO OBJETIVO	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.3.20. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.



Tabela 84 - Totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE RECREIO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS		PRAZOS			TOTAL GERAL
		CURTO	MÉDIO	LONGO	
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL		R\$ 2.526.891,69	R\$ 2.831.209,68	R\$ 3.162.807,57	R\$ 8.520.908,94
IMPLEMENTAR A COLETA SELETIVA		R\$ 1.983.330,00	R\$ 1.859.929,50	R\$ 2.138.918,92	R\$ 5.982.178,42
GESTÃO DOS RESIDUOS ORGÂNICOS		R\$ 41.782,12	R\$ 112.782,12	R\$ 147.574,58	R\$ 302.138,82
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA		R\$ 18.500,00	-	-	R\$ 18.500,00
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL		R\$ 70.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 70.000,00
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS		R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA		R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS		R\$ 235.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 235.000,00
DESTINAÇÃO FINAL		R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO		-	-	-	

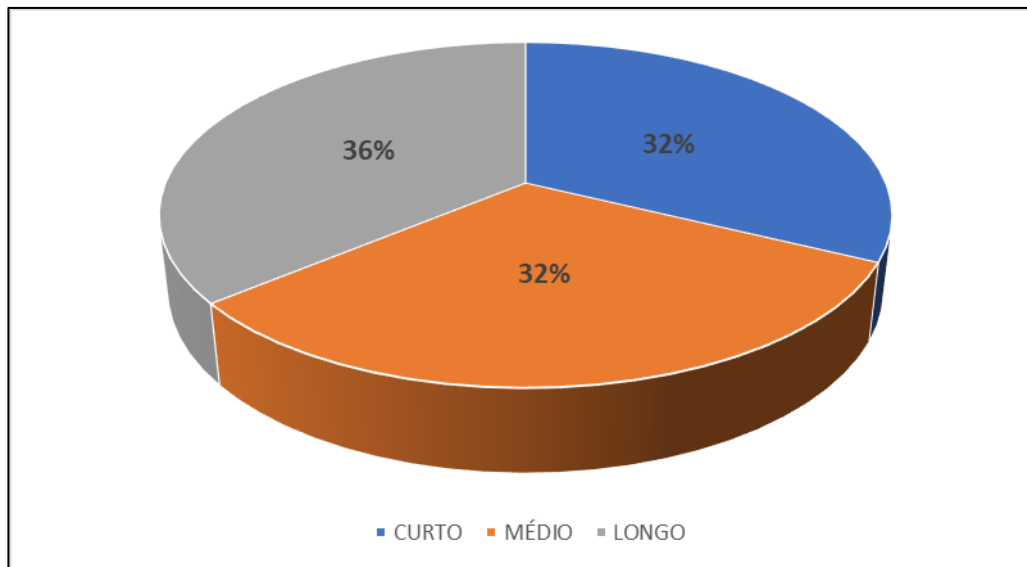


TOTAL GERAL	R\$ 4.875.503,81	R\$ 4.803.921,30	R\$ 5.449.301,07	R\$ 15.128.726,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 120- Gráfico de Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

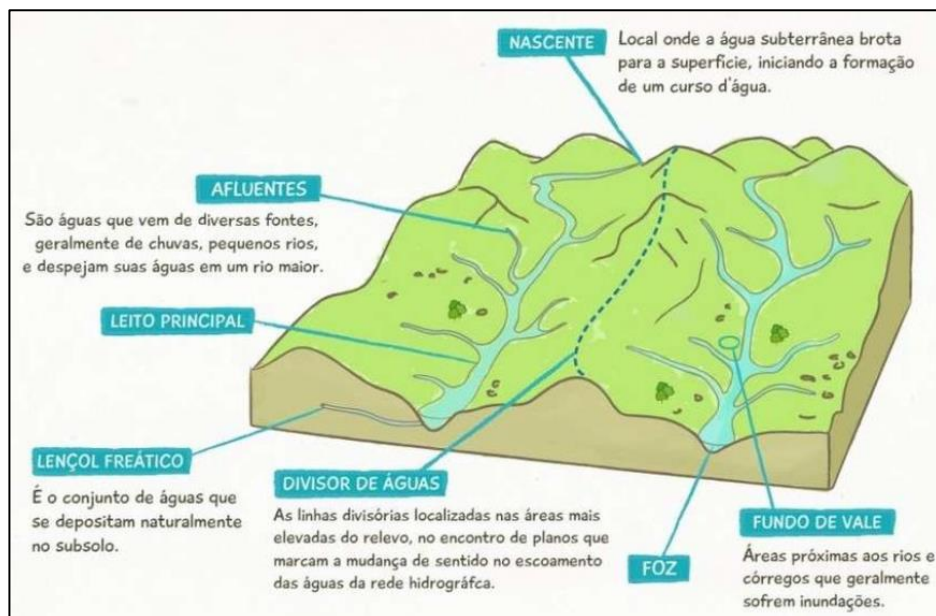
As medidas de correção e prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

Os fundos de vale correspondem a áreas situadas nas porções mais baixas das bacias hidrográficas, como o ponto com a cota mais baixa em uma área de relevo, próximas aos cursos d'água e consequentemente suscetíveis a alagamentos.

A área denominada como fundo de vale recebe as águas de trechos de drenagem do entorno em função da declividade e localização do mesmo, que por ventura escoam e formam os rios. Geralmente, fundos de vale são constituídas por APP - Áreas de Preservação Permanente, visto a importância da mesma para a proteção dos corpos hídricos. A figura abaixo exemplifica sobre as partes que compõem as bacias hidrográficas, sendo o fundo de vale um dos componentes.

Figura 121 - Partes componentes de uma bacia hidrográfica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os fundos de vale são resguardados pela Lei nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal, que estabelece as normas e vigências em relação as APP. Outras legislações que resguardam tais áreas diretamente, são a Lei Federal nº 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, as Resoluções do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente e de forma indireta, a Lei nº 6.766/79 que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá Outras Providencias.

Porém, considerando a ocupação e expansão urbana de bacias hidrográficas e associadas com atividades antrópicas com potenciais impactos ambientais negativos, nota-se que os fundos de vale estão em estado de degradação e fragilidade ambiental, principalmente em função de ocupações irregulares e ocupação e uso do solo indevidas.

A degradação das áreas de fundo de vale ocorre principalmente em função da falta de ordenamento territorial e pelo uso e ocupação do solo de forma irregular nas bacias hidrográficas. A ocupação destas áreas de forma irregular é responsável por trazerem problemáticas de grandes proporções como a degradação ambiental em áreas naturais. Quando ocorre em área urbana pode causar grandes enchentes, principalmente em épocas de altos índices pluviométricos, considerando o aumento da contribuição das águas das chuvas associada com a falta de permeabilidade do solo. Evidencia-se sobre a

importância de estudos e prudência nas construções em áreas de várzea, buscando evitar transtornos futuros em relação a drenagem.

Em se tratando de incentivo a pesquisa para a recuperação de áreas de fundo de vale, o Brasil possui pesquisas em andamento. Contudo, devido à complexidade exigida na condução destes estudos relacionados com o reestabelecimento de áreas naturais e das margens dos corpos hídricos, as pesquisas caminham a passos lentos. Nesse sentido, torna-se de grande interesse para governantes e população civil a priorização das recuperações dessas áreas, visando a diminuição das problemáticas em decorrência dos impactos ambientais negativos nas áreas de fundo de vale.

A recuperação e tratamento das áreas de fundo de vale deve partir de um estudo estruturado em relação aos âmbitos sociais, físicos e de variáveis ambientais. Abaixo segue propostas de instrumentos que visam o estabelecimento de métodos para a recuperação e manejo de áreas de fundo de vale.

7.4.1. Medidas Estruturais

7.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial.

Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA, 2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA, 2022).

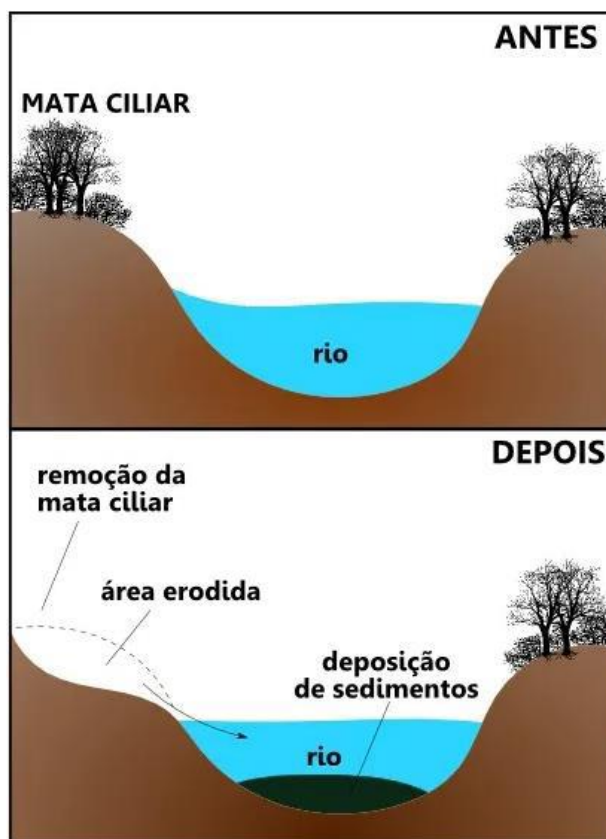
A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias (BARBOSA, 2006).

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos (PENA, 2022).

Figura 122 - Esquema de Assoreamento.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No caso do Município de Recreio, este, possui problemas isolados como foi descrito no Diagnóstico com a erosão do solo, e que deve ser elaborados estudos e monitoramentos para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas. Com isso ao longo dos anos, há a possibilidade de acontecer eventos isolados, onde os maiores potenciais erosivos são registrados em locais de elevada precipitação e declividade, como também problemas com assoreamento em canais superficiais ao longo das rodovias onde não há um sistema de microdrenagem e pavimentação.

O problema de erosão acontece com maior frequência em áreas com vias não pavimentadas, como a zona rural, principalmente nas comunidades, desta forma, uma das maneiras para mitigar estes acontecimentos é a realização de pavimentação porosa associada à instalação de sistema de drenagem (bueiros, boca de lobo, galerias, sarjetas, etc.).

7.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção

A utilização de reservatórios ou bacias de retenção e retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talwegues e consequentemente acarretando inundações indesejadas.

No Município de Recreio, não há a necessidade de implantação destes dispositivos, por não sofrerem com casos de alagamento na zona urbana. Entretanto em cenários futuros de expansão da população, deve-se estar preparado para a ocorrência desses eventos nas macrodrenagens.

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de retenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas.

Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

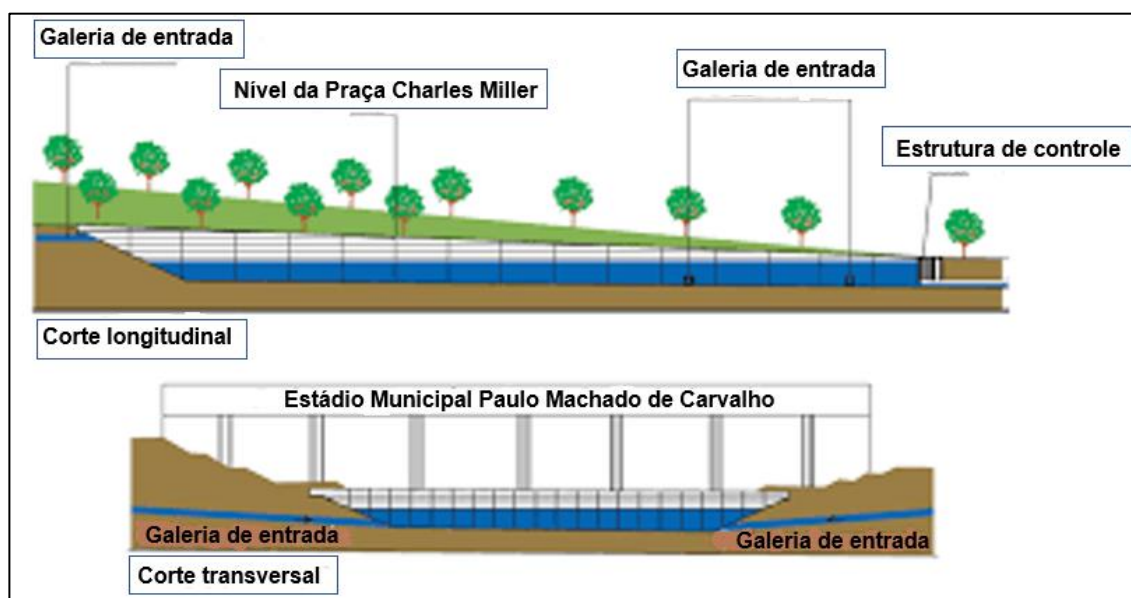
As bacias de retenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas, reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água, minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários, aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante.

De acordo com alguns autores citados em CANHOLI (1995), tais como, Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de retenção e retenção. As bacias de retenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

Portanto, uma das soluções para o problema de alagamento é a construção de praças, parques com reservatórios de detenção possuindo o bombeamento dessa água para o afluente mais próximo. A imagem abaixo mostra essa representação de recreações com reservatórios de detenção.

Figura 123 - Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.4.1.3. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação

de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

O município de Recreio possui o terreno acidentado e o lençol freático profundo, portanto a capacidade de infiltração do solo é satisfatória. Segue abaixo um trecho de conscientização e um conjunto de maneiras para mitigar os alagamentos em centros urbanos.

“O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. É um organismo dinâmico tão complexo quanto à própria sociedade e suficientemente ágil para reagir com rapidez às suas mudanças que, num cenário ideal, deveria operar em ciclo de vida contínuo, sem desperdícios [...]. A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, seja nos insumos de entrada (terra urbana e recursos naturais, água, energia, alimento, etc.), seja nas fontes de saída (resíduos, esgoto, poluição, etc.)” (BENINI, 2012 apud LEITE; AWAD, 2012, p. 135).

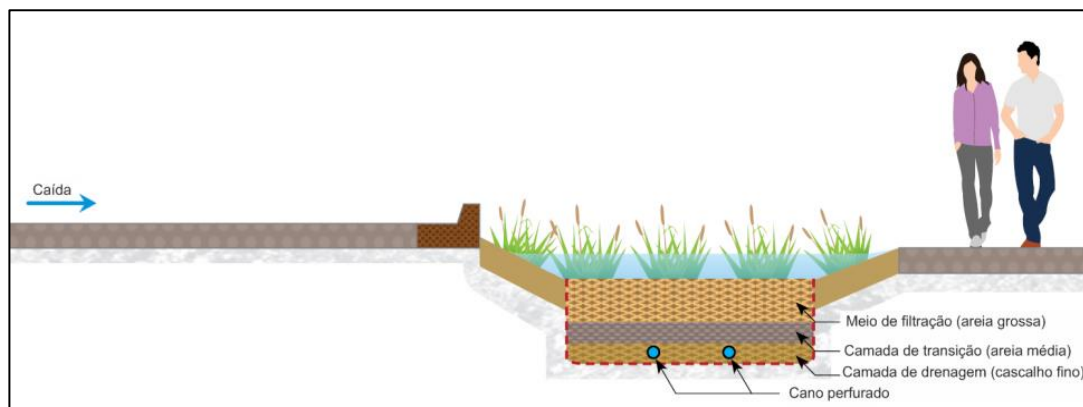
- Biovaleta

Para Cormier e Pellegrino (2008, p. 32) apud Benini (2012), as biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

“Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos.” (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).

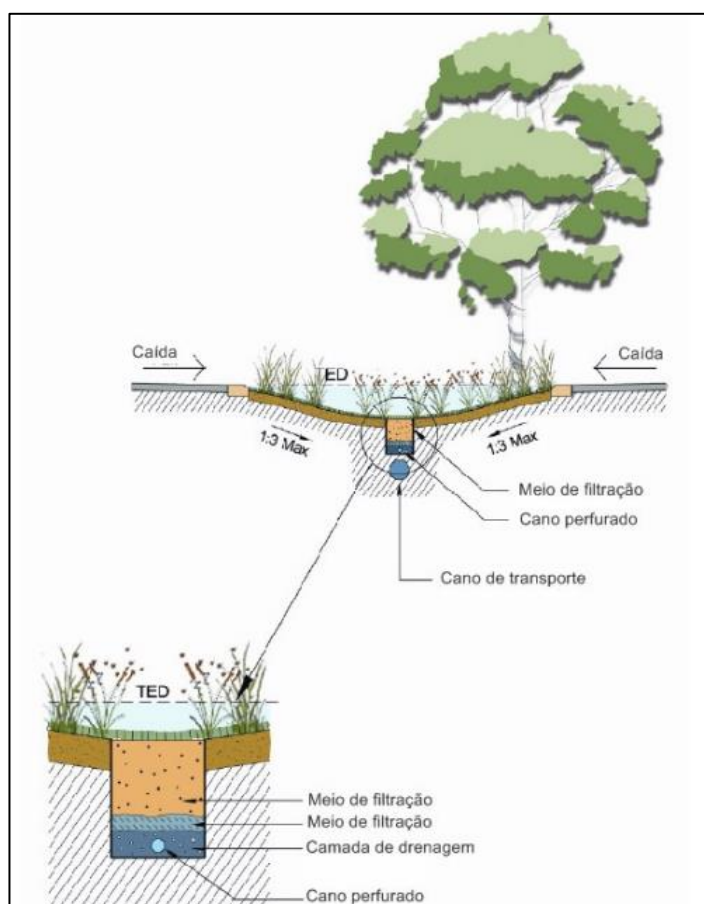
As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 124 - Seção Típica de Valas Biorretenção.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 125 - Exemplos de Biovaletas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Portanto, essa tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

7.4.1.4. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Segundo Nakamura (1988), dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatção ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada.
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;
- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;
- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de detenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de detenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera;
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são

dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;

- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento.
- Poços de Infiltração: medida de retenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

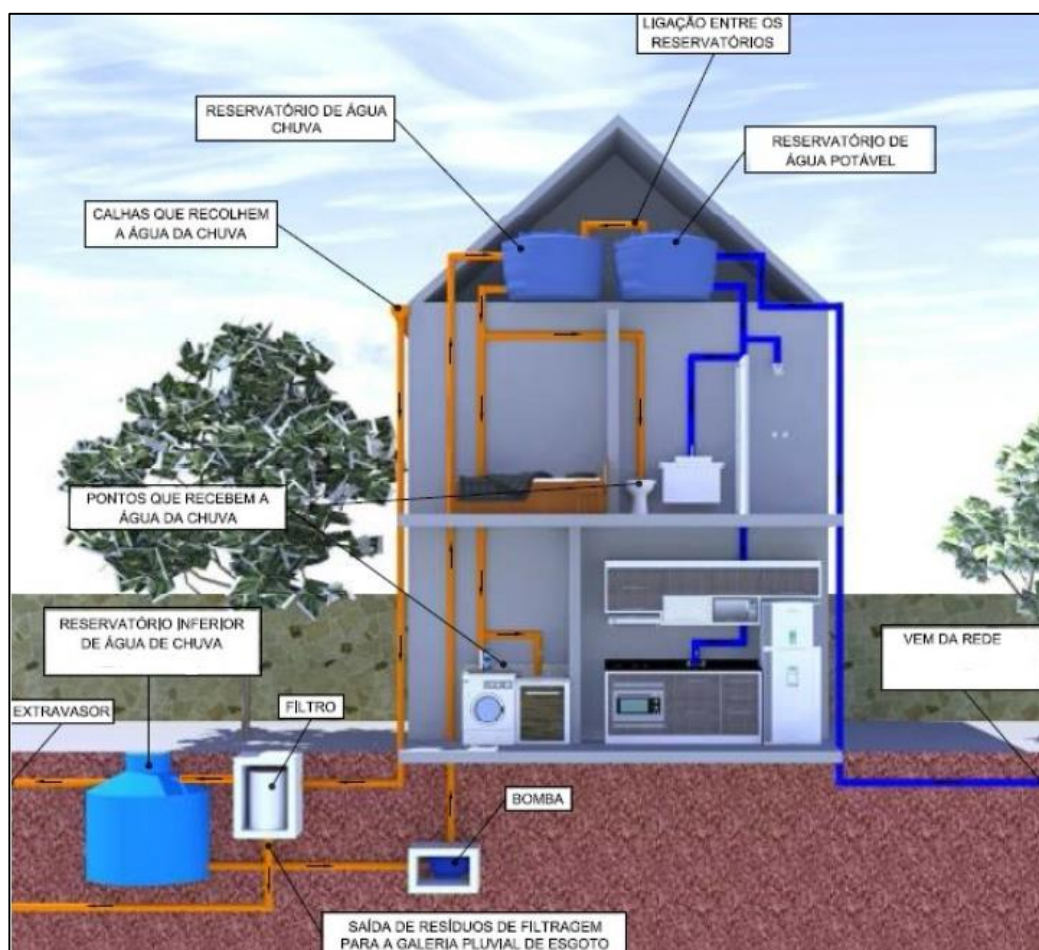
Figura 126 - Exemplos de controles na fonte.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em função da relevância dos reservatórios de retenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no Município de Recreio, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas, para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

Figura 127 - Exemplo de reservatório para água da chuva em imóvel residencial.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.4.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas.

As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.

7.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de Resíduos nos Corpos d'água.

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos pela população e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há 10 mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição (BANDEIRA,2018).

De acordo com Bandeira (2018), como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

- Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;
- Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc.
- Programa de descarte correto de óleos de cozinha.
- Programa de detecção de ligações clandestinas de esgotos;
- Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

7.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Recreio, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

7.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo.

O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos

aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.

No caso de Recreio, o caminho mais correto neste sentido é o de restringir construções nas áreas aluviais que não foram urbanizadas, recomendando-se, a recuperação das áreas de APP onde houver a ausência desta e a possibilidade, de criação dos Parques Lineares nos locais onde se pretende evitar a ocupação das planícies sujeitas à inundação.

7.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de retenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m² (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável. A água contida nos reservatórios deverá:

- Infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Recreio, baseado nas experiências de Asce (1992), apud Porto (1995), convencionou-se a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m², reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção em cenários futuros, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m³ para cada 1.000 m² de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m², seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m³.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias de retenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m² onde o proprietário impermeabilize 450 m², ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times A_{\text{lote}} \times 0,010) + (0,25 \times A_{\text{lote}} \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times 500 \times 0,010) + (0,25 \times 500 \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (3,25) + (10,875)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} = 14,13 \text{ m}^3$$

7.4.2.5. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, diversibilidade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará segurado. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel segurado, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para

eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

- Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;
- Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;
- Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;
- Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;
- Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;
- Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando consequente de riscos cobertos;
- Danos já existentes antes da contratação do seguro;
- Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);
- Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;
- Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;
- Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;
- Móveis, utensílios e eletrodomésticos;
- Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);
- Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;

- Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;
- Riscos aparentes;
- Roubo ou furto;
- Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobertura do seguro apresentada pela rede bancária.

Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

7.4.2.6. Sistemas de alerta e Previsão de inundações

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão hidrometeorológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;

2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;

3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há 3 níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento a Defesa Civil é alertada sobre a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;
- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com

antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Segundo o mapeamento das áreas passíveis de enchentes no município, não há região crítica em Recreio, portanto não se faz necessário o monitoramento dos corpos hídricos próximos a área urbana. No entanto, tal possibilidade pode ser reavaliada em cenários futuros.

7.4.2.7. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carregadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e dispositivos e uma equipe constituída de bueiristas, capinadores, pedreiros e demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

7.4.3. Ações de Emergência e Contingência

Áreas com sistema de drenagem ineficiente, emissários e dissipadores de energia insuficientes, causam problemas como erosões, assoreamentos e alagamentos, comprometendo a qualidade deste serviço. Cabe a adoção de medidas de emergência e contingência para ocorrências atípicas.

Tabela 85 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
OBJETIVO	1	ALTERNATIVAS PARA EVITAR ALAGAMENTOS LOCALIZADOS POR INEFICIÊNCIA DO SISTEMA
METAS	Criar e implantar sistema de correção e manutenção das redes e ramais para resolução dos problemas críticos de alagamentos.	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Alagamentos localizados.	Boca de lobo e ramal assoreado/entupido ou subdimensionado da rede existente.	Comunicar à Defesa Civil, Corpo de Bombeiros ou a Prefeitura sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais.
		Comunicar o alagamento à Prefeitura, responsável pela limpeza das áreas afetadas, para desobstrução das redes e ramais.
		Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem.
	Deficiência no “engolimento” das bocas de lobo.	Promover estudo e verificação do sistema de drenagem existente para identificar e resolver problemas na rede e ramais de drenagem urbana (entupimento, estrangulamento, ligações clandestinas, etc.) (Prefeitura).
	Deficiência ou de inexistência emissário.	Promover reestruturação/reforma/adaptação ou construção de emissários e dissipadores adequados nos pontos finais do sistema de drenagem urbana (Prefeitura).
Inundações e enchentes	Transbordamento de rios, córregos ou canais de drenagem, devido à ineficiência do sistema de drenagem urbana.	Identificar a intensidade do fenômeno e comunicar a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais. Comunicar o setor de assistência social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 86 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
OBJETIVO	2	ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS COM PROCESSOS EROSIVOS PROVENIENTES DA INEFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA
METAS	Criar e implantar sistema de controle e recuperação de processos erosivos.	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Processos erosivos.	Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana.	Elaborar e implantar projetos de drenagem urbana, iniciando pelas áreas, bairros e loteamentos mais afetados por processos erosivos (Prefeitura).
	Inexistência ou ineficiência de emissário e dissipadores de energia.	Recuperar e readequar os emissários e dissipadores de energia existentes (Prefeitura).
		Recompor APP dos principais cursos hídricos, principalmente dos que recebem água do sistema de drenagem urbana (Prefeitura).
	Inexistência de APP/áreas desprotegidas.	Ampliar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP (Prefeitura).
		Executar obras de contenção de taludes (Prefeitura).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Tabela 87 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
OBJETIVO	3	ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS de LIMPEZA E MAU CHEIRO PROVENIENTE DOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA
METAS	Ampliar o sistema de fiscalização, manutenção e limpeza do sistema de drenagem urbana (boca de lobo, ramais, redes).	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Limpeza e mau cheiro dos sistemas de drenagem do município	Interligação clandestina de esgoto nas galerias pluviais.	Comunicar à Prefeitura sobre a possibilidade da existência de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem urbana (para sistemas separadores) para posterior detecção do ponto de lançamento, regularização da ocorrência e aplicação de penalidades.
	Resíduos lançados nas bocas de lobo.	



	Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.	Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem (Prefeitura).
		Ampliar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo, ramais e redes de drenagem urbana (Prefeitura).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

7.4.4. Objetivos, Programas Projetos e Ações

O dimensionamento incorreto associados a falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. A eficiência destes projetos depende principalmente dos dados utilizados nos cálculos, portanto, é preciso atualizar com precisão estes valores utilizados nos projetos.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.



7.4.4.1. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 88 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	1	MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO				
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Recreio possui projetos e mapeamentos do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário o mapeamento das áreas onde não foram realizadas a coleta dessas informações, a digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. Em relação aos projetos e mapeamentos já realizados, se torna necessário a atualização e ampliação dos dados coletados, tornando possível adequar os serviços de drenagem para atender as demandas de forma satisfatória.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de área atendida por sistema de drenagem e com projeto digitalizado e georreferenciado, o qual corresponde ao percentual da área atendida, pelo sistema e com projeto digitalizado e georreferenciado, em relação à área total atendida pelo sistema de drenagem urbana.				
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1)Aumentar o mapeamento e o cadastramento para 100% do sistema de drenagem urbana;			2)Alimentação do banco de dados;		3)Alimentação do banco de dados.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R\$ 108.333,00			RP- FPU- FPR	Preço de mercado
4.1.2	Atualização e Manutenção BD.		R\$ 79.541,00	R\$ 74.845,00	RP	Preço de mercado
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 108.333,00	R\$ 79.541,00	R\$ 74.845,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 262.719,00

Fonte: Líder Engenharia, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.4.4.2. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, com suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 89 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA				
FUNDAMENTAÇÃO		As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.				
METAS						
CURTO PRAZO – 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1)Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas; 2) Programa de manutenção e limpeza de microdrenagem; 3) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.			4)Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana;5) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários;		6)Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana; 7)Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários; 8)Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 9)Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.2.1	Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano, regulamento o uso das zonas de inundação,	R\$ 65.000,00			AA-RP	Média do Custo



	permitindo um desenvolvimento racional destas áreas.					
4.2.2	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	R\$ 42.000,00			AA-RP	Média do Custo
4.2.3	Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto, com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem, além da qualidade dos corpos hídricos	-	-	-	AA	
4.2.4	Criação de normas para restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. Tais práticas devem ser incorporadas à legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.	R\$ 50.000,00			AA-RP	Média do Custo
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 107.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 107.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.4.4.3. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3, com suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 90 - Tabela Síntese do Objetivo 3.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	3	IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA				
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Recreio foram levantadas áreas críticas com prováveis problemas de subdimensionamento e/ou assoreamento das galerias, ocupação de áreas de inundação natural, muitas áreas com cotas baixa favorecendo o acúmulo de água e, por fim, uma grande extensão de áreas urbanas com a falta e deficiência no sistema de microdrenagem.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.				
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1)Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 2)Promover a implementação e a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 40% das deficiências; 3) Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem.			4)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 70% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem;		6)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências; 7) Monitoramento dos dispositivos de controle de drenagem.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.2.1	Projeto executivo para rede pluvial na área urbana do Município.	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	RP-FPU-FPR	Média de Custo



4.2.2	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	RP-FPU-FPR	R\$ 30.000 por ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 240.000,00	R\$ 250.000,00	R\$ 250.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 740.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.4.4.4. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4, com suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 91 - Tabela Síntese do Objetivo 4.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	4	CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)				
FUNDAMENTAÇÃO		Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação ao número total de empreendimentos públicos.				
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios Públicos e novos empreendimentos (loteamentos). Deverá também realizar campanhas para orientar e estimular o armazenamento da água da chuva.			2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 40% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.		3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 100% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	R\$ 50.000,00			AA-RP	10.000 ano



4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo. Realizar juntamente com a atualização da Planta Genérica de Valores - a cada 4 anos.	-	-	-	AA-RP	R\$40.512 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00	-	-	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 50.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.4.4.5. Objetivo 5 – Controle de Erosão

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 5, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 92 - Tabela Síntese do Objetivo 5.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	5	CONTROLE DE EROSÃO				
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Recreio não possui grandes problemas de erosão e voçorocas. Entretanto elas podem ser causadas principalmente pela fragilidade do seu solo e por ações antrópicas. As erosões e voçorocas podem trazer problemas irreversíveis através do escoamento do solo causando grandes depressões, rompimento de vias de acessos, degradação dos corpos hídricos entre outros. Faz-se necessário o monitoramento das áreas, buscando sempre sua preservação e ações remediativas.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.				
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1) Realizar um estudo para a identificação de áreas de risco.			2) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.		3) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.5.1	Elabora e executar um projeto para a identificação de áreas de risco de erosão	R\$ 30.000,00			AA-RP	Média do custo do Serviço



4.5.2	Manter ações de remediação das áreas com ocorrências de erosão no meio rural, através da Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Obras	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
4.5.3	Criar cronograma de manutenção das estradas rurais, ampliando sua divulgação e atendendo localidades com prioridades em virtude do escoamento da produção agrícola municipal.	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 30.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 30.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



7.4.4.6. Objetivo 6 – implantação da Taxa de Drenagem

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, com suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 93 - Tabela Síntese do Objetivo 6.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	6	IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM				
FUNDAMENTAÇÃO		Os serviços de drenagem possuem características de bens públicos, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação				
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS			MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município. 2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana			3) Implantar a taxa de drenagem.		4) Fiscalizar	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.6.1	Elaboração do projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R\$ 50.000,00			AA-RP	10.000 ano



4.6.2	Implantar a taxa de drenagem.	-	-	-	AA-RP	AA
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 50.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

7.4.5. Análise Econômica

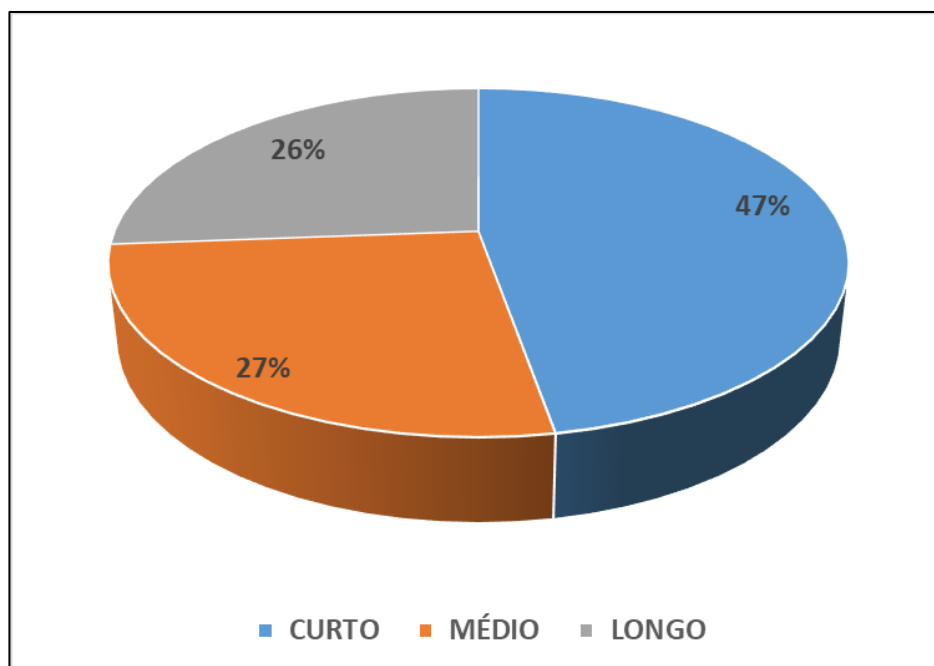
A tabela e o gráfico abaixo mostram os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 94 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM				
SETOR	4	DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)				
OBJETIVOS				TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	108.333,00	79.541,00	74.845,00	262.719,00
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	107.000,00	-	-	107.000,00
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	240.000,00	250.000,00	250.000,00	740.000,00
CONTROLE DE EROSÃO	30.000,00	-	-	30.000,00
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	50.000,00	-	-	50.000,00
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM	50.000,00	-	-	50.000,00
TOTAL GERAL	585.333,00	329.541,00	324.845,00	1.239.719,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 128 – Gráfico de Análise de Investimentos Previstos para o Sistema de Drenagem Urbana.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

8. FONTES DE FINANCIAMENTO

Para fixação dos valores estimados para cada ação foram realizadas diversas consultas junto a fornecedores, prefeituras que estão implementando projetos e executando obras semelhantes, e, no caso dos produtos, máquinas, veículos, equipamentos, softwares, etc., em publicações especializadas. Entretanto, estes valores serão utilizados considerando realidade econômica e de mercado atual (2020), o que exigirá da administração municipal atualização e adaptação dos custos conforme detalhamentos em projetos específicos elaborados e implantados no devido tempo.

A identificação de algumas das possíveis fontes de financiamento por si só não garante a obtenção dos recursos, devendo vir acompanhada de projetos específicos, gestão administrativa e política para a concretização de financiamentos.

Algumas das metas e ações, muitas vezes, independem de recursos adicionais, sendo desenvolvidas com a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos. Sendo assim, foram traçadas também, algumas ações de caráter institucional que buscam a mobilização do Poder Público e sociedade em torno de causas importantes para a promoção universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem recursos públicos e privados. Os públicos são oriundos de órgãos governamentais, são os fundos municipais, estaduais, federais e de governos internacionais. O acesso a esse tipo de recurso ocorre por meio de concorrências ou editais públicos, apresentando projetos em épocas específicas para serem avaliados e potencialmente selecionados, e também por meio do contato direto com os órgãos e as instâncias responsáveis por cada tipo de recurso.

Em todos esses níveis os financiamentos podem ser classificados como voluntários, quando fazem parte do orçamento público, ou compulsórios, quando são recursos captados e destinados obrigatoriamente a determinados fins.

Podemos citar alguns exemplos de negociações possíveis para se realizar como linhas de crédito: empréstimos oferecidos por agentes financeiros, com juros menores que os de mercado; Incentivos fiscais: oferecidos à iniciativa privada pelo governo sob a forma de dedução de impostos, apresentam-se como benefício fiscal; Recursos a fundo perdido, cuja oferta possui critérios preestabelecidos e

são despendidos sem necessidade de reembolso à instituição financiadora, alocados nos fundos nacionais, estaduais e municipais.

Os recursos privados são originários de diversas instituições, como associações, empresas, fundações e bancos. Normalmente, estas instituições possuem modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas como diversas empresas que dispõem de linhas de financiamento para projetos, diversas associações que fazem doações ou financiamentos para o desenvolvimento de projetos em sua área de atuação, sendo fortes fontes de parcerias, as fundações que são instituições, nacionais ou estrangeiras, que têm como propósito executar ou financiar projetos sociais, ambientais e culturais, alguns bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamento a fundo perdido para o desenvolvimento de projetos socioambientais e socioculturais.

Diante das limitações dos recursos por parte dos municípios e considerando que são altos os investimentos necessários para a implantação do Plano, neste item são apresentadas algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

8.1. Recursos Ordinários

Os municípios dispõem de recursos ordinários decorrentes de impostos descritos a seguir:

- IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano;
- ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza;
- ITBI – Imposto sobre a Transmissão Onerosa de Bens Imóveis;
- ICMS – Repasse do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação;
- FPM – Fundo de Participação do Municípios;
- ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural.

Esses recursos são empregados para financiar projetos de infraestrutura, que poderiam incluir obras de melhoria na área de saneamento e gestão de

resíduos. No entanto, esses recursos são de caráter obrigatório, e os municípios terão acesso a eles mesmo se não corresponder as condições estabelecidas pela PNRS.

8.2. Recursos Extraordinários

A construção e aprovação deste Plano pelo município, nos termos previstos pela PNRS, autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados aos resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Sendo assim, é importante saber os meios que se tem disponíveis para financiamento da gestão dos resíduos sólidos. Em seguida os subitens apresentam algumas alternativas de recursos extraordinários existentes.

8.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis

8.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES)

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias estabelecidas com governos estaduais e prefeituras, viabilizando e implementando os investimentos necessários.

As instâncias de governo podem solicitar financiamentos a projetos de investimentos, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável.

Quando requerido pelo município, é necessário que na lei orçamentária esteja contida a previsão do pagamento do valor do empréstimo, bem como haja a permissão para a assunção da dívida em nome do município.

8.3.2. Banco do Brasil (BB)

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil proporciona financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos.

Tais financiamentos só podem ser requeridos por sociedades empresárias (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

8.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA)

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuem com reciclagem.

8.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

O BID propicia o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe mediante suas operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisa e atividades, institutos e programas que promovem a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empréstima a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

8.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*)

O *The World Bank* é considerado o banco superior, pois é a fonte mundial de assistência para o desenvolvimento, proporcionando cerca de US\$30 bilhões anuais em empréstimos para seus países clientes. Usa os recursos financeiros, o pessoal altamente treinado e a ampla base de conhecimentos para ajudar cada país em desenvolvimento numa trilha de crescimento estável, sustentável e equilibrado.

O objetivo principal é ajudar as pessoas mais pobres e os países mais pobres. O Banco também ajuda os países a atrair e reter investimento privado. Com o apoio, tanto em empréstimos quanto em assessoria, os governos estão reformando as suas economias, fortalecendo sistemas bancários e investindo em recursos humanos, infraestrutura e proteção do meio ambiente, o que realça a atração e produtividade dos investimentos privados.

8.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

O PAC é um projeto do governo federal que incentiva o crescimento da economia brasileira mediante o investimento em obras de infraestrutura.

É uma das prioridades de investimentos em infraestrutura estão eixos como o saneamento básico (PAC Cidade Melhor), a habitação (PAC Habitação), o transporte (PAC Transporte), a energia (PAC Energia) e os recursos hídricos (PAC Água e Luz Para Todos).

Visando no desenvolvimento social e econômico, o Programa de Aceleração do Crescimento é uma maneira de acessar aos recursos federais, já que o capital utilizado pode ser de recursos da União (orçamento do governo federal), capitais de investimentos de empresas estatais e de investimentos privados com estímulos de investimentos públicos e parcerias.

Sendo assim, cabe ao gestor público analisar as opções para, em parceria, poder atender à PNRS com base nos recursos disponibilizados pelo governo federal.

8.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

8.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)

A Lei Federal nº 7.797/1989, criou o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, que pertence ao Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivo disponibilizar recursos para a capacitação de gestores nas áreas que desenvolvam ações de temática ambiental como, a água, as florestas, a fauna, e projetos sustentáveis e de planejamento e gestão territorial, ou qualquer outra área que tenha como objetivo a proteção da biodiversidade e da natureza.

As propostas podem ser apresentadas de acordo com temas definidos anualmente pelo Conselho Deliberativo do FNMA. A apresentação dos programas deverá seguir as orientações publicadas na página eletrônica do FNMA.

8.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)

FunBEA é fruto de um processo de diálogo e articulação que reflete a experiência cotidiana de gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais, diante dos desafios jurídicos, operacionais, pedagógicos e de inovação social para o fomento da EA no Brasil.

Surgiu em 2010, com o objetivo de viabilizar e potencializar ações, projetos e programas de EA que historicamente enfrentam dificuldades em obter e acessar as formas tradicionais de financiamento. A iniciativa partiu de educadores e gestores ambientais, oriundos da academia, sociedade civil organizada, setor empresarial e governo, contando com a presença e apoio do Ministério do Meio Ambiente.

8.4.3. Ministério da Saúde

A FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, autoriza que os municípios que pretendem receber recursos para fomentar a gestão de resíduos sólidos exponham seus projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

A finalidade é aprimorar as ações para a saúde pública com a criação de sistemas que ampliem a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final de resíduos sólidos para o controle de doenças decorrentes da ineficiência do sistema de limpeza urbana.

Os projetos podem ser apresentados por municípios que tenham população total de até 50 mil habitantes e/ou que estejam incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, devendo a temática atender ao manual de orientações técnicas para a Elaboração de Projetos de Resíduos Sólidos, que está disponível no sítio eletrônico da FUNASA.

8.4.4. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)

A finalidade do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é consertar os danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

As soluções para obter estes recursos, são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, das multas aplicadas por descumprimento a Termos de Ajustamento de Conduta e das condenações judiciais em ações civis públicas.

Assim esses meios são destinados apenas às entidades que atuam diretamente na defesa dos direitos difusos, como preservação e recuperação do meio ambiente, proteção e defesa do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Podem ser apoiados projetos que incentivem a gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras formas de programas que incluam os objetivos da própria PNRS, que são a redução, a reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem do lixo.

Com intuito de receber as verbas do FDD é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo é divulgado no site do Ministério da Justiça. Conseguem solicitar os recursos do FDD as instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal e as organizações não governamentais, desde que brasileiras e que estejam relacionadas à atuação em projetos de meio ambiente, defesa do consumidor, de valor artístico ou histórico.

8.4.5. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)

Em 2005, para garantir a aplicação adequada dos recursos da compensação ambiental dos processos de licenciamento federal, o MMA e o Ibama criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental – FNCA, em cooperação com a CAIXA. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, a partir da adesão do empreendedor, e executado pelo Ibama.

O FNCA evitava a entrada dos recursos no caixa único do Tesouro federal e os tornava mais disponíveis para a aplicação direta nas unidades de conservação federais. O FNCA foi criado para investir quantias originárias de compensações ambientais, pagas por empreendimentos de infraestrutura ou outros igualmente impactantes.

8.4.6. Fundo Vale

Criado em 2009 pela Cia. Vale do Rio Doce, como contribuição da empresa para a busca de soluções globais de sustentabilidade, o fundo iniciou suas ações pelo Bioma Amazônia, apoiando iniciativas que unem a conservação dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida e ao fortalecimento dos territórios amazônicos e suas comunidades.

Os recursos são oriundos da Vale, mas alguns projetos são desenvolvidos a partir de parcerias com o poder público e outras organizações. Parceiros institucionais: Fundação Avina, Forest Trends, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Articulação Regional Amazônica (ARA) e Iniciativa Amapá.

As ações desenvolvidas pelo Fundo Vale estão agrupadas em três programas de trabalho, sendo que os projetos podem abranger mais de um programa em suas atividades:

- Programa Municípios Verdes, que apoia uma agenda de desenvolvimento sustentável nos municípios, com engajamento dos atores locais, conciliando gestão ambiental e economia local de base sustentável;
- Programa Áreas Protegidas e Biodiversidade: visa promover a gestão integrada das áreas protegidas, em conexão com as estratégias de desenvolvimento local, regional e nacional, de forma a demonstrar a sua contribuição para os territórios e garantir a sustentabilidade destas áreas e de seus povos; e
- Programa Monitoramento Estratégico: busca potencializar iniciativas de monitoramento e políticas de intervenção, com base na geração e uso de informação estratégica para a conservação dos recursos naturais, a redução da sua degradação e o desenvolvimento sustentável das populações locais.



9. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico no município, bem como sua execução e manutenção, para os próximos vinte anos.



Tabela 95 - Análise Global.

EIXO	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	R\$ 1.506.550,00	R\$ 1.655.675,00	R\$ 1.661.525,00	R\$ 4.823.750,00
Sistema de Esgotamento Sanitário	R\$ 967.373	R\$ 5.562.800	R\$ 470.000	R\$ 7.000.173
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R\$ 4.875.503,81	R\$ 4.803.921,30	R\$ 5.449.301,07	R\$ 15.128.726,18
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R\$ 585.333,00	R\$ 329.541,00	R\$ 324.845,00	R\$ 1.239.719,00
TOTAL GERAL	R\$ 7.934.759,81	R\$ 12.351.937,30	R\$ 7.905.671,07	R\$ 28.192.368,18

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

10. RELATÓRIO DE AUDIÊNCIA PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DO PMSB

LOCAL: Centro Cultural de Recreio.

DATA: 03 de abril de 2023.

HORÁRIO: 14:00 horas.

PARTICIPANTES: Líder Engenharia e Gestão de Cidades e Serviço Autônomo de Água e Esgoto.

PAUTA:

- Apresentação do Conteúdo do Prognóstico;
- Apresentação dos Objetivos, Metas e Investimentos;
- Discussão de Complementações e Oportunidades de Melhoria.

RELATÓRIO:

Em 03 de abril de 2023, teve início às 14:00 horas, no Centro Cultural de Recreio, a Audiência Pública de Apresentação do Prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do município. O evento foi aberto a toda comunidade e amplamente divulgado para maior participação popular.

A Figura 129 apresenta a arte usada para divulgação da realização do evento, a mesma foi compartilhada no portal de notícias da Prefeitura.

Figura 129 – Flyer de divulgação da primeira Oficina de elaboração do PMSB.

AUDIÊNCIA PÚBLICA PARA APRESENTAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

RESÍDUOS
SÓLIDOS

DRENAGEM URBANA

ÁGUA

ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO VEM CONVIDAR TODA A POPULAÇÃO PARA PARTICIPAR DA AUDIÊNCIA PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E FINALIZAÇÃO REFERENTE AO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO.

EXERÇA SUA CIDADANIA E AJUDE NO DESENVOLVIMENTO DO SEU MUNICÍPIO.
PARTICIPE!

AUDIÊNCIA PÚBLICA



DATA	HORÁRIO	LOCAL
03/04/2023	14 horas	Centro Cultural Aristides Dorigo



PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO- MG



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

Fonte: Prefeitura Municipal de Recreio, MG, 2023.

Após a abertura da sessão pelo técnico da empresa Líder Engenharia e Gestão de Cidades, foi aguardado um período de 30 minutos além do horário marcado esperando uma participação da população, mas não houve.

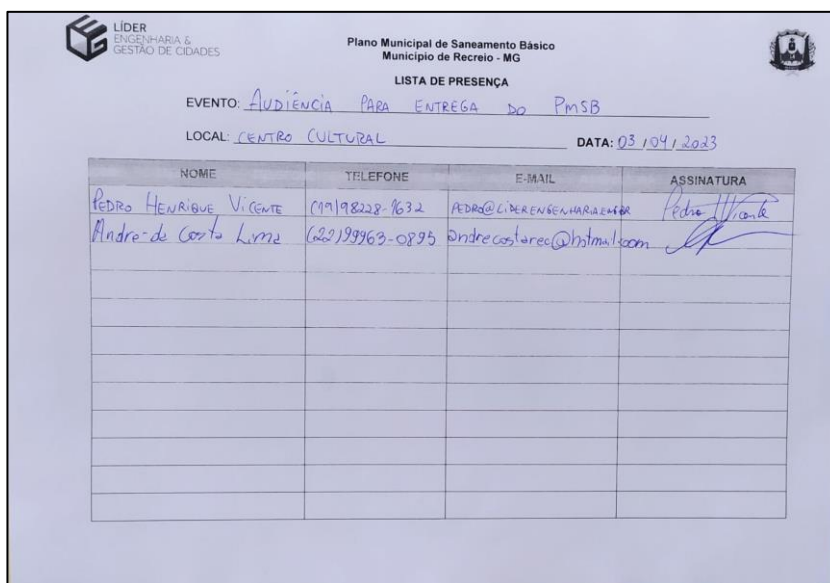
O Engenheiro Civil Pedro Henrique Vicente se identificou ao técnico do Serviço Autônomo de Água e Esgoto presente e fez um breve resumo do histórico dos trabalhos referentes à elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.

A apresentação do Plano Municipal de Saneamento Básico iniciou-se pela definição de Saneamento Básico pela Lei 14.026 – Novo Marco Legal do Saneamento, seguido pela apresentação das responsabilidades do PMSB e sua composição, enfatizando o prognóstico, logo após foi apresentada a projeção de demanda e cargas e listados os pontos fracos de cada eixo do saneamento. Para concluir foram exibidas as planilhas contendo os Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações dos quatro eixos do saneamento para o horizonte de projeto de 20 anos.

Finalizada a abordagem, o Engenheiro discorreu sobre as propostas, explicando didaticamente a importância dos investimentos e gastos previstos para que o município atinja a universalização do saneamento básico dentro do prazo legal.

A lista de presença foi feita de acordo com a entrada em planilha disponível para esta finalidade.

Figura 130 – Lista de Presença do dia da Audiência.



Logo: LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Logo: Município de Recreio - MG

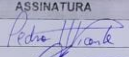
Plano Municipal de Saneamento Básico
Município de Recreio - MG

LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: AUDIÊNCIA PARA ENTREGA DO PMSB

LOCAL: CENTRO CULTURAL

DATA: 03/04/2023

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Pedro Henrique Vicente	(19) 98228-1632	PEDRO@CIERENGENHARIAEGER.COM	
André de Costa Lima	(22) 99969-0895	AndreCostaLima@hotmail.com	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



As páginas a seguir mostram os slides usados para apresentação da Audiência Pública do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Recreio, MG.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB

AUDIÊNCIA PÚBLICA
MUNICÍPIO DE RECREIO

www.liderengenharia.org.br
contato@liderengenharia.org.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES
CNPJ: 23.146.943/0001-22
www.liderengenharia.org.br

Sede Ribeirão Preto/SP
Avenida Antônio Dienerichsen, nº 400 – Sala 210
CEP: 14.020-250 Ribeirão Preto/SP

liderengenharia.org.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

Equipe Técnica da Líder Engenharia e Gestão de Cidades

Robson Ricardo Resende Engenheiro Sanitarista e Ambiental CREA/MG 96638-2	Paula Elisavete dos Reis de Barros Advogada CADAMG 107.855
Osmani Vicente Jr. Arquiteto e Urbanista Especialista em Gestão Ambiental para Municípios CAU 423196-7	Carolina Silva Ferruzza Bandolim Assistente Social CRESSA/PR 10.952
Juliano Maurício da Silva Engenheiro Civil CREA/PR 117185-0	Juliano Yamada Rovigatti Geólogo CREA/PR 106.1370
Carren Cecília Marques Minardi Economista CORECON SP 36677	Guilherme Ribeiro Nogueira Engenheiro Ambiental CREASP 0070830877
Daniel Ferreira de Castro Furtado Engenheiro Sanitarista e Ambiental CREA/MG 118987-6	Leonardo Margal Caffé Soares Engenheiro de Segurança e Meio Ambiente MSc. Ciências e Tecnologia do Ambiente CREASP 5069102116
Paulo Guilherme Fuchs Administrador CRASC 21705	Pedro Henrique Vicente Engenheiro Civil
	Rafael Renato Macenas Engenheiro Ambiental

liderengenharia.org.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

Equipe Técnica Municipal

André da Costa Lima
Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE/Autorquia

Fernando Amarante Barcellos Filho
Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico e Sustentável

liderengenharia.org.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

OBJETIVOS DA AUDIÊNCIA PÚBLICA FINAL

- Apresentação do Conteúdo do Prognóstico
- Apresentação dos Objetivos, Metas e Investimentos
- Discussão de Complementações e Oportunidades de Melhoria

liderengenharia.org.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

O QUE É SANEAMENTO BÁSICO?

```

graph TD
    A[Saneamento Básico] --> B[Abastecimento de água]
    A --> C[Esgotamento sanitário]
    A --> D[Limpeza urbana e resíduos sólidos]
    A --> E[Drenagem Urbana e as Águas da Chuva]
    B --> F[PMSB]
    C --> F
    D --> F
    E --> F
  
```

liderengenharia.org.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

O QUE FAZ O PMSB?

- Regulamenta a Política Municipal de Saneamento Básico;
- Estabelece um planejamento adequado para normatizar os investimentos e as ações necessárias para garantir a universalização dos serviços;
- Define investimentos e ações prioritárias;
- Dimensiona as metas a serem buscadas;
- Estabelece o sistema de gestão democrática através da avaliação contínua dos serviços e o Controle Social permanente da implementação do PMSB.

QUEM FAZ O PMSB?
TODOS!!!

liderengenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

O PMSB É COMPOSTO PELOS PRODUTOS:

- Legislação preliminar
- Caracterização municipal
- Diagnóstico municipal participativo
- Prognóstico
- Versão preliminar
- Versão final.

liderengenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

PROGNÓSTICO

- Sistema de Abastecimento de Água;
- Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos;
- Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais;
- Compatibilização com Planos Setoriais;
- Análise Global dos Investimentos para a Universalização do Saneamento Básico;
- Fontes de Financiamento.

liderengenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações

- Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Recreio foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.
- Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

liderengenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ÁREA URBANA

Item	Proj. urbano	Área urbana (km²)	População urbana	População total	População rural	População indígena	População total	População total	População total
10.001	10.001	10.001	10.001	10.001	10.001	10.001	10.001	10.001	10.001
10.002	10.002	10.002	10.002	10.002	10.002	10.002	10.002	10.002	10.002
10.003	10.003	10.003	10.003	10.003	10.003	10.003	10.003	10.003	10.003
10.004	10.004	10.004	10.004	10.004	10.004	10.004	10.004	10.004	10.004
10.005	10.005	10.005	10.005	10.005	10.005	10.005	10.005	10.005	10.005
10.006	10.006	10.006	10.006	10.006	10.006	10.006	10.006	10.006	10.006
10.007	10.007	10.007	10.007	10.007	10.007	10.007	10.007	10.007	10.007
10.008	10.008	10.008	10.008	10.008	10.008	10.008	10.008	10.008	10.008
10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009	10.009
10.010	10.010	10.010	10.010	10.010	10.010	10.010	10.010	10.010	10.010
10.011	10.011	10.011	10.011	10.011	10.011	10.011	10.011	10.011	10.011
10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012
10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013
10.014	10.014	10.014	10.014	10.014	10.014	10.014	10.014	10.014	10.014
10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015
10.016	10.016	10.016	10.016	10.016	10.016	10.016	10.016	10.016	10.016
10.017	10.017	10.017	10.017	10.017	10.017	10.017	10.017	10.017	10.017
10.018	10.018	10.018	10.018	10.018	10.018	10.018	10.018	10.018	10.018
10.019	10.019	10.019	10.019	10.019	10.019	10.019	10.019	10.019	10.019
10.020	10.020	10.020	10.020	10.020	10.020	10.020	10.020	10.020	10.020

liderengenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ÁREA URBANA

Pontos fracos

- Cadastramento de rede deficitário;
- Falta de manutenção na captação e reservação dos distritos de Barreiros e Angaturama.

liderengenharia.eng.br

[illegible]

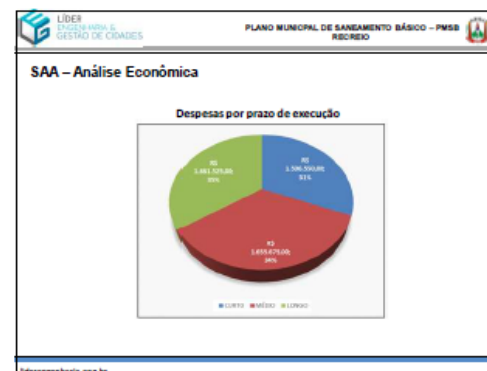
**EXERCÍCIO DE
GESTÃO DE CIDADES**

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO**

SAA – Análise Econômica

MUNICÍPIO DE MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR: 1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO				
OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
AMPLIAR E APRIMORAR O SAA	R\$ 1.506.650,00	R\$ 1.955.675,00	R\$ 1.981.525,00	R\$ 4.823.750,00
TOTAL GERAL	1.506.650,00	1.955.675,00	1.981.525,00	4.823.750,00

governamental.org.br



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – Projeção de Geração de Esgoto

Ano	Projeção absoluta em relação ao fluxo de água	Volume de água sanitária (l/s)	Volume de esgoto sanitário (l/s)
2020	12.474	1.081	1.180,04
2025	12.615	1.082	1.180,09
2030	12.656	1.084	1.180,04
2035	12.688	1.086	1.180,00
2038	12.678	1.087	1.180,06
2039	12.680	1.088	1.180,00
2040	12.682	1.090	1.180,04
2045	12.613	1.090	1.180,01
2050	12.626	1.093	1.180,07
2055	12.596	1.096	1.180,02
2060	12.647	1.097	1.180,07
2065	12.610	1.098	1.180,00
2070	12.626	1.100	1.180,06
2075	12.663	1.102	1.180,04
2078	12.699	1.103	1.180,09

 LIDER ENGENHARIA & GESTÃO DE OBRAS PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO 			
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – Projeto de Cargas			
Ano	Pop. Urbana	QMDU	Pop/MD
2002	10.430	1.935,54	
2003	10.440	1.944,09	
2004	10.450	1.946,62	
2005	10.460	1.949,17	
2006	10.470	1.951,87	
2007	10.480	1.954,46	
2008	10.502	1.957,13	
2009	10.514	1.957,70	
2010	10.526	1.958,30	
2011	10.538	1.958,94	
2012	10.547	1.959,54	
2013	10.569	1.961,19	
2014	10.570	1.961,79	
2015	10.582	1.961,48	
2016	10.595	1.962,02	



LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE OBRAS

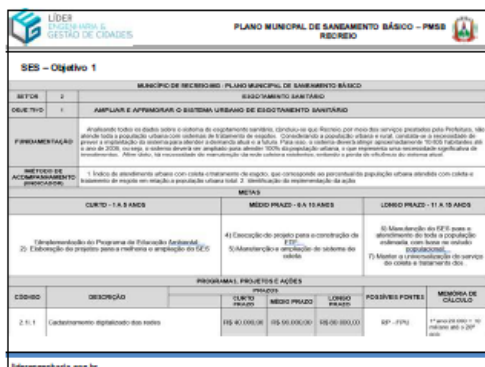
**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO**



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Pontos fracos

- Esgoto *in natura* lançado diretamente no corpo hídrico urbano;
- Maior fiscalização de ligações pluviais irregulares à rede de esgoto.



LIDER EXECUTIVA E GESTÃO DE OBRAS		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO			
SES – Objetivo 1					
2.1.2	Elaborar projeto de esgotamento sanitário para a área urbana do município, considerando o cenário atual e futuro (sendo condições para que novos loteamentos tenham o efluente coletado de forma adequada)	R\$ 151.500,00		Recursos Municipais/Operante Fundação de Política	Estimativa para elaboração do projeto – 30% da obra de saneamento
2.1.3	Implementação de linhas de coleta e coletores tronco	R\$ 631.700,00		ISP – FPU – FTR	Preço de mercado
2.1.4	Execução de obra de coleta coletiva de efluente e tratamento de esgoto sanitário	R\$ 5.022.800,00		Recursos Municipais/Operante Fundação de Política	Estimativa para execução de obra de saneamento – 70% da obra de saneamento (SES)
2.1.5	Planejamento municipal com o objetivo de manter a sustentabilidade adequada dos coletores de Esgotamento Sanitário, longo prazo, permitindo melhorias contínuas para que seja a população seja atendida com o tempo	R\$ 105.000,00	R\$ 275.000,00	RS 240.000,00	Recursos Municipais/Operante
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 811.970,00	R\$ 5.412.800,00	RS 308.000,00	TOTAL SES 6.030.770,00

[illegible]



UBER
EXECUTIVA DE
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RIO PRETO



SES – Objetivo 2

		R\$	R\$	R\$	
2.2.2	Implantar programa de construção e manutenção aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotando como solução na área rural, a fim de garantir qualidade e sustentabilidade dos recursos mantendo o risco de contaminação ambiental	R\$ 100.000,00	R\$ 130.000,00	R\$ 100.000,00	AN - 1º
					R\$0.000.000,00
2.2.3	Ossativação de fossos negros na área rural				AA
					R\$ 400.000,00
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 100.000,00	R\$ 130.000,00	R\$ 100.000,00	TOTAL DO OBJETIVO

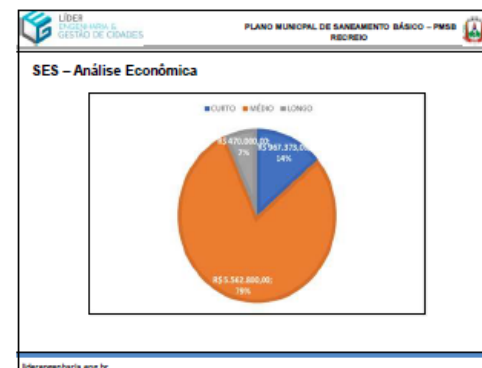
LÍDER
GESTÃO & GESTÃO DE OBRAS

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO

SES – Análise Econômica

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR 7		ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO				
OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
IMPLANTAR O SISTEMA COLETIVO DE COLETA E TRATAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E INTEGRAR SUA UNIVERSALIZAÇÃO PARA POPULAÇÃO URBANA.	R\$ 817.373,00	R\$ 5.412.800,00	R\$ 320.000,00	R\$ 6.550.173,00
CONTROLE DE SISTEMAS	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 450.000,00
INSTAURAR O SANEAMENTO SANITÁRIO NA ÁREA RURAL.	R\$ 937.373,00	R\$ 5.042.800,00	R\$ 470.000,00	R\$ 7.000.173,00
TOTAL GERAL	R\$ 937.373,00	R\$ 5.042.800,00	R\$ 470.000,00	R\$ 7.000.173,00

lidersaneamento@recreio.mg.br





PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Versão Final

Recreio - MG





LIDER
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO



SLU E RDO – Objetivo 4

MUNICÍPIO DE RECREIO-RRG- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO											
SECTOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA									
OBJETIVO	4	DESTAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONTRIBUIÇÃO CIL - RDC									
FUNDAMENTAÇÃO	Recreio não possui legislação específica para o resíduo de construção civil – RDC, gerado no município. Também não há empresas privadas que faturem a coleta do RDC.										
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Matriz de RDC destinada em local apropriado, massa de RDC coletada em pontos de descarte no município e atualizações administrativas.										
METAS											
CURTO PRAZO – 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO – 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO – 11 A 15 ANOS							
1) Criar uma FURDC - Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil; 2) Implementar taxa para coleta do RDC; 3) Tratar e destinar resíduos para o aterro de resíduo de RDC; 4) Atuar em conjunto com o setor de saneamento.		4) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RDC.		4) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RDC.							
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES											
CÓDIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MINIMIZ. DE CUSTOS			
3.4.1	Elaborar um PMRDC - Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil			R\$ 45.000,00			RP - RPU				
3.4.2	Implementar taxa de coleta para Prefeitura Municipal			-			AA				

Informações adicionais não foram inseridas

lidenegenharia.eng.br



LIDER
ENGENHARIA E
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO



SLU E RDO – Objetivo 4

3.4.3	Realizar treinamento do corpo de resíduo e destinação final do RDC	-	-	-	AA	
3.4.4	Atuar em conjunto com o setor de saneamento	R\$ 25.000,00			RP - RPU	Preço médio do mercado
3.4.5	Elaborar parâmetros com outras prefeituras para destinação correta do RDC	-	-	-	AA	
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 70.000,00	R\$ 9,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 70.000,00

Informação pública - acesso livre

lidenegenharia.eng.br

LIDER
GESTÃO DE CIDADES

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO**

SLU E RDO - Objetivo 5

MUNICÍPIO DE RECREIO-BA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SECTOR	3	RESEUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA									
OBJETIVO	5	FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMUNITÁRIA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA									
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Recreio não possui legislação e programas para os resíduos da logística reversa obrigatória.										
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Registrar volume coletado e massa de resíduo coletado e destinados										
METAS											
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS							
1) Criar e destinar corretamente 30% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória; 2) Fomentar a fiscalização		3) Criar e destinar corretamente 50% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.		4) Criar e destinar corretamente 100% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.							
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES											
CÓDIGO	DESCRIÇÃO		CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES					
3.5.1	Clair legislação de destinação de resíduos da logística reversa.		-			AA					
3.5.2	Clair a Lei ou proposta de legislação de EDO em estabelecimentos que comercializam produtos da logística reversa.		-			AA					

Midiamarketing@lidergestao.com.br

lidenegenharia.eng.br

LIDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO

SLU E RDO - Objetivo 6

3.5.3	Planejar campanhas de conscientização para a devolução correta dos embalagens de agrotóxicos	-	-	-	AA	
3.5.4	Buscar parceria entre o poder público e iniciativa privada para coleta e destinação final adequada de pilhas, baterias e outros eletrônicos, ôdometros e outros similares	-	-	-	AA	
3.5.5	Adequação do armazenamento temporário de granéis e contêineres e focalizar as prioridades	-	-	-	AA	
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 9,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 9,00

www.engenhariadecidades.com.br

lidenegenharia.eng.br



LIDER
ENGENHARIA E
GESTÃO DE CIDADES

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO**

SLU E RDO – Objetivo 6

MUNICÍPIO DE RECREIO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO											
SECTOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA									
OBJETIVO	6	AFRONTAR A GESTÃO DOS RRS									
FUNDAMENTAÇÃO	Recreio possui legislação específica para o resíduo de construção civil - RDC, gerado no município. Também não há empresas privadas que faturem a coleta do RDC. Conforme a Lei nº 023/2006, o município não possui legislação específica para o resíduo de construção civil - RDC, gerado no município. Também não há empresas privadas que faturem a coleta do RDC.										
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Matriz de RDC destinada em local apropriado, massa de RDC coletada em pontos de descarte no município e atualizações administrativas.										
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS	LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS								
1) Criar uma FURDC - Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil; 2) Implementar taxa para coleta do RDC; 3) Tratar e destinar resíduos para o aterro de resíduo de RDC; 4) Atuar em conjunto com o setor de saneamento.		4) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RDC.	4) Manter a fiscalização para o combate do descarte irregular de RDC.								
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES											
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MINIMIZ. DE CUSTOS					
3.5.1	Obrigatoriedade de PMRDC para os gerentes públicos e privados	-			AA						
3.5.2	Adaptar os locais de armazenamento de RDC nos estabelecimentos comerciais de coleta	R\$ 250.000,00			RP	Valor de mercado requisito de referência					
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 250.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 250.000,00					

www.lidereng.com.br

lidenegenharia.eng.br

		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO				
SLU E RDO – Objetivo 7						
MUNICÍPIO DE RECREIO-RO, PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SECTOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA				
OBJETIVO	7	DESTINAÇÃO FINAL				
FUNDAMENTAÇÃO	Conforme mencionado no Preâmbulo Explicativo, Recreio não conta com um aterro sanitário municipal para a destinação final dos seus resíduos sólidos, e isso precisa mudar a sua destinação final adequando no aterro sanitário do município (Cidade Itaperiçaba, localizada no Município de Londrina – PR, dista 19 Km). Sendo assim, problema-se trata inicialmente a construção do aterro do próprio para receber este tipo de resíduos.					
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)						
METAS						
CURTO PRAZO: 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO: 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO: 11 A 15 ANOS		
1) Manter a destinação correta dos resíduos em aterro sanitário.		2) Manter a destinação correta dos resíduos em aterro sanitário.		3) Manter a destinação correta dos resíduos em aterro sanitário.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MINIMIZ. DE CUSTOS
3.7.1	Manter a destinação correta dos resíduos em aterro sanitário.				RP - RPU	
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 0,00

www.recreio.pr.gov.br

lidenegenharia.eng.br

 LIDERANÇA & GESTÃO DE CIDADES		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO						
SLU E RDO – Objetivo 8								
MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO								
SECTOR	1	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA						
OBJETIVO	8	REDE DE PLUVIAIS E SISTEMA SANITÁRIO						
FUNDAMENTAÇÃO	Recursos para a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as normas técnicas do PMSB. É necessário que haja investimentos para que o saneamento básico seja realizado de forma adequada, garantindo a saúde pública, a sustentabilidade e a qualidade de vida. Além disso, é necessário que haja investimentos em infraestrutura para a coleta, a destinação e o tratamento dos resíduos sólidos e a limpeza pública do município.							
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de insatisfação.							
METAS								
CURTO PRAZO - 1 A 3 ANOS		MÉDIO PRAZO - 3 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS				
1) Implementar 10% da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano.		2) Implementar 15% da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano até o terceiro ano.		3) Alargar a rede subestação transmissora de energia elétrica.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CODIGO	DESCRIÇÃO			CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	RECURSOS (R\$)
3.0.1	Elaborar a subestação técnica para os diversos usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos (limpeza pública).			-	-	-	MA	-
3.0.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.			-	-	-	MA	-
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES				-	-	-	TOTAL DO OBJETIVO	-

lidenegencia.org.br



LIDER
 LIDERANÇA &
 GESTÃO DE CIDADES



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB
RECREIO



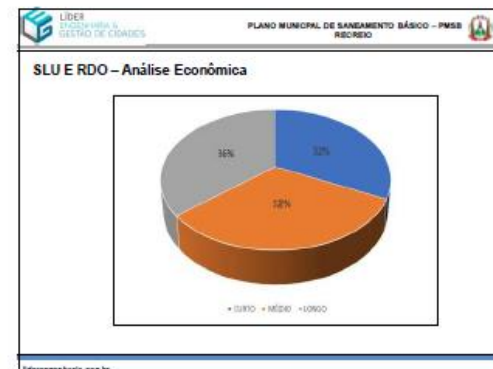
SLU E RDO – Análise Econômica

MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO										
SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA										
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES E TENDÊNCIAS (R\$)										
SECTOR	1	RESIDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA								
OBJETIVO	8	REDE DE PLUVIAIS E SISTEMA SANITÁRIO								
FUNDAMENTAÇÃO	Recursos para a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as normas técnicas do PMSB. É necessário que haja investimentos para que o saneamento básico seja realizado de forma adequada, garantindo a saúde pública, a sustentabilidade e a qualidade de vida. Além disso, é necessário que haja investimentos em infraestrutura para a coleta, a destinação e o tratamento dos resíduos sólidos e a limpeza pública do município.									
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de insatisfação.									
METAS										
		CURTO PRAZO - 1 A 3 ANOS	MÉDIO PRAZO - 3 A 10 ANOS	LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS						
1) Implementar 10% da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano.		R\$ 7.000.000,00	R\$ 8.000.000,00	R\$ 10.000.000,00						
2) Implementar 15% da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano até o terceiro ano.		R\$ 7.000.000,00	R\$ 8.000.000,00	R\$ 10.000.000,00						
3) Alargar a rede subestação transmissora de energia elétrica.		R\$ 7.000.000,00	R\$ 8.000.000,00	R\$ 10.000.000,00						
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 7.000.000,00	R\$ 8.000.000,00	R\$ 10.000.000,00	TOTAL DO OBJETIVO					



LIDER
 LIDERANÇA &
 GESTÃO DE CIDADES

lidenegencia.org.br



lidenegencia.org.br

 LIDER LIDERANÇA E GESTÃO DE CIDADES	PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO	
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais		
Pontos fracos		
▪ Ineficiência no programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem.		

sistemaambiental.gov.br

lidenegencia.org.br

| | |

 | | | | |
|--|---
--
--
--
--
--
--|--|--|--|---|
|  LIDERANÇA & GESTÃO DE CIDADES | | PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO

 | | | |

 |
| SOU – Objetivo 1 | |

 | | | | |
| MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO | |

 | | | | |
| DRENAÇÃO E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS | |

 | | | | |
| SECTOR | 4 | DRENAÇÃO E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

 | | | | |
| OBJETIVO | 1 | MANEJO, DIGITALIZAÇÃO E DESEMPENHAMENTO DO SISTEMA DE DRENAÇÃO DO MUNICÍPIO

O Sistema de Drenagem Urbana é um dos principais componentes do sistema de saneamento básico, sendo responsável pela coleta, transporte e destinação adequada das águas pluviais. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da
qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e
para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem,
visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de
drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é
essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.

Este projeto tem como finalidade a digitalização do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço. A digitalização do sistema de drenagem é essencial para a gestão eficiente dos | | | | |

lidenegencia.org.br

 LIDER LIDERANÇA & GESTÃO DE CIDADES		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO				
S\$DU – Objetivo 2						
MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SECTOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÃO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
As medidas são para se alcançar a implementação das ações previstas nas diretrizes com o intuito de melhorar a qualidade do serviço e a eficiência do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.						
FUNDAMENTAÇÃO	A implementação de ações de manejo de águas pluviais é essencial para a gestão eficiente dos recursos e para a melhoria da qualidade do serviço. O objetivo deste projeto é a implementação de ações de manejo de águas pluviais, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Índice de satisfação dos usuários do sistema de drenagem. Índice de eficiência do sistema de drenagem.					
Implementação da implementação da ação:						
METAS						
CURTO PRAZO – 1 A 3 ANOS		MÉDIO PRAZO – 3 A 10 ANOS		LONGO PRAZO – 11 A 15 ANOS		
1) Implementação de Políticas de Proteção de Áreas Urbanas e Rurais, visando a melhoria da qualidade do serviço e a eficiência do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.		2) Implementação de Políticas de Proteção de Áreas Urbanas e Rurais, visando a melhoria da qualidade do serviço e a eficiência do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.		3) Implementação de Políticas de Proteção de Áreas Urbanas e Rurais, visando a melhoria da qualidade do serviço e a eficiência do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CODIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	RECURSOS (R\$)
4.2.1	Implementação de Políticas de Proteção de Áreas Urbanas e Rurais, visando a melhoria da qualidade do serviço e a eficiência do sistema de drenagem, visando a melhoria da gestão e da qualidade do serviço.	R\$ 100.000,00			MA, RPT	Módulo do Cadeia
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 100.000,00				

informacao@lideranca.org.br

lidenegencia.org.br



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Versão Final

Recreio - MG



LIDER LÍDER MIRA & GESTÃO DE CIDADES					
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB RECREIO					
SDU - Objetivo 2					
4.2.2	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das coletores de microcistídeos, permitindo a eliminação de resíduos sólidos.	R\$ 42.000,00		JUL/17	Módulo Cade
4.2.3	Programa de localização de depósitos irregulares de lixo, com a finalidade de promover a coleta de lixo e a microcistídeos, além da qualidade dos resíduos.	-	-	AA	
4.2.4	Gratificação de normas para instalação de áreas verdes em áreas públicas, com a finalidade de promover a melhoria da qualidade ambiental e a preservação dos recursos hídricos.	R\$ 50.000,00		JUL/17	Módulo Cade
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 117.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO R\$ 117.000,00
Ideregentaria.org.br					

					
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB RECREIO					
SDU - Objetivo 3					
MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SECTOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS			
OBJETIVO	3	IMPLEMENTAR AÇÕES E ESTRUTURAS QUE MINIMIZEM O PROBLEMA NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.			
FUNDAMENTAÇÃO	No Município de Recreio há uma grande área crítica com problemas persistentes de superintensores de drenagem, gerando alagamentos e danos materiais. A solução para isso é a construção de uma rede de drenagem, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.				
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.				
		METAS			
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS	
1) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.		2) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.		3) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES					
CODIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEL FONTE
4.2.1	Projeto executivo para rede pluvial na área urbana do Município.	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	BN-PFL-PTF
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	TOTAL DO OBJETIVO R\$ 250.000,00
Ideregentaria.org.br					

LIDER LÍDER MIRA & GESTÃO DE CIDADES					
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB RECREIO					
SDU - Objetivo 3					
4.2.2	Projetar e executar a rede de drenagem de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	BN-PFL-PTF
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	TOTAL DO OBJETIVO R\$ 300.000,00
Ideregentaria.org.br					

		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB RECREIO				
SDU – Objetivo 4						
MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SECTOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	4	CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM PONTES E LUGARES DE ALAGAMENTOS.				
FUNDAMENTAÇÃO	Uma forma de controlar o excesso de água pluvial é a construção de pontes e lugares de alagamentos, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas. A construção e a manutenção das pontes e lugares de alagamentos são atividades que envolvem a construção de obras de infraestrutura, como a construção de pontes e lugares de alagamentos, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas. Essas obras são realizadas por meio de licitação e envolvem a contratação de empresas especializadas para a construção e a manutenção das pontes e lugares de alagamentos.					
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS		
1) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.		2) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.		3) Construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CODIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEL FONTE	
4.4.1	Estudo preliminar de projeto para a construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.	R\$ 50.000,00			AA-PP	
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00			TOTAL DO OBJETIVO R\$ 50.000,00	
Ideregentaria.org.br						

LIDER LÍDER MIRA & GESTÃO DE CIDADES					
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB RECREIO					
SDU - Objetivo 4					
4.4.2	Focalização dos bens urbanos beneficiados para a construção de uma rede de drenagem de coleta de águas pluviais, com a finalidade de coletar e escoar a água da chuva, evitando assim o alagamento das áreas críticas.				AA-PP
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00			TOTAL DO OBJETIVO R\$ 50.000,00
Ideregentaria.org.br					

		PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB RECREIO				
SDU – Objetivo 5						
MUNICÍPIO DE RECREIO-MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SECTOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	5	CONTROLE DE ENXARGAS				
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Recreio enfrenta grandes problemas de enchentes e enxargas. Estes fatos podem ser causados principalmente pela falta de rede de coleta e por águas entorpidas. As enchentes e enxargas podem gerar grandes prejuízos materiais através do inundamento das ruas causando grandes despesas, rompimento de ruas e estruturas, degradação dos corpos hídricos entre outros. Para minimizar e combater estas áreas, buscando sempre uma perspectiva a longo prazo.					
METODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.					
		METAS				
CURTO PRAZO - 1 A 5 ANOS		MÉDIO PRAZO - 6 A 10 ANOS		LONGO PRAZO - 11 A 15 ANOS		
Elaborar um estudo para a identificação de áreas de risco		2) Realizar o levantamento das áreas de risco, implementação ações de manutenção, prevenção e monitoramento das áreas de risco e de enchentes		3) Realizar levantamento das áreas de risco, implementação ações de manutenção, prevenção e monitoramento das áreas de risco e de enchentes		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CODIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEL FONTE	RECURSO DE ORIGEM
4.5.1	Estudo e execução de projeto para a identificação de áreas de risco de enchentes	R\$ 30.000,00			AA-PP	Orçamento de capital do município
Ideregentaria.org.br						




LIDER
ESPORTE, ARTE E
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANITAMENTO BÁSICO – PMSB
RECREIO



SDU – Objetivo 6

1.5.2	Implementar a linha de drenagem	-	-	-		AA-RP	AA
TOTAL DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 30.800,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO ORÇAMENTO	R\$ 30.800,00

plano.municreio.pa.gov.br

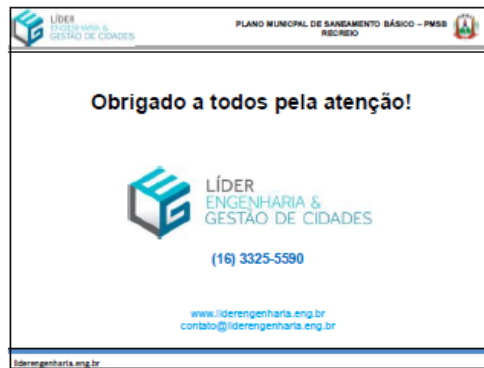
LÍDER
EXCELÊNCIA EM
GESTÃO DE CIDADES

MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DEL-REI
RECIBIDO

Análise Global de Investimentos

EXO	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	R\$ 1.896.830,00	R\$ 1.608.078,00	R\$ 1.901.828,00	R\$ 4.406.736,00
Sistema de Esgotamento Sanitário	R\$ 967.372	R\$ 5.362.800	R\$ 470.000	R\$ 6.800.172
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R\$ 4.976.091,61	R\$ 4.083.925,38	R\$ 6.440.393,37	R\$ 15.500.410,36
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R\$ 168.332,16	R\$ 328.541,30	R\$ 224.848,90	R\$ 719.722,36
TOTAL GERAL	R\$ 7.034.788,91	R\$ 12.391.957,30	R\$ 7.908.971,37	R\$ 26.195.398,00

lider@saopaulo.sp.gov.br



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Regiões hidrográficas. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas>. Acesso em: setembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR_15.112 a 15.116: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR_10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13.968: Embalagem Rígida Vazia de Agrotóxico – Procedimentos de Lavagem. Rio de Janeiro, 1997.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 29-49, 2002.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. – São Paulo: Ícone. – 6ª edição p.17-173. 2005.

BARROS, RT de V. et al. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, v. 2, p. 221, 1995.



BRASIL. Lei de Saneamento Básico: Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, 2020.

BRASIL. Decreto Nº 7.217, de 21 de Junho De 2010.

CANÇADO, V. L. et al. Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 2, n. 1, p. 5-21, 2005.

CANHOLI, A. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 006, de 19 de setembro de 1991. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2008.

DATASUS - Tecnologia da Informação do Serviço Único de Saúde. Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?ibge/cnv/popmg.def> >

GAMBI, T.F.R. O processo de urbanização no sul de Minas em transição, Diamantina. CEDEPLAR/UFMG, 28 de agosto de 2012.

IBGE. Bdia – Banco de dados de informações ambientais. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#!/consulta/geologia>>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/recreio/historico>>. Acesso em 10 maio 2022.

IGAM. Atualização dos Usos das Águas e Identificação de Conflitos. Plano Diretor De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica. Consórcio Ecoplan–2009.

FREITAS, MIRLAINE ROTOLY DE. Metodologias em educação ambiental formal e não formal para a conservação do sistema socioecológico. 2014. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4628/1/TESE_Metodologias em educação ambiental formal e não formal para a conservação do sistema sócio-ecológico.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4628/1/TESE_Metodologias%20em%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20formal%20e%20n%C3%A3o%20formal%20para%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20sistema%20s%C3%B3cio-ecol%C3%B3gico.pdf). Acesso em: maio de 2022.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos,



regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

MOURÃO, Renata Fernandes; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. Interfacehs, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2022.

NIMER, Edmon; BRANDÃO, Ana Maria. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

PIRH-PS. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Disponível em: http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_002-2018_PFO5_R2R.pdf. Acesso em setembro 2022.

PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PMGIRS DE RECREIO-MG. Disponível em: <https://www.recreio.mg.gov.br/plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos.html>. Acesso em: setembro de 2022.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PLANSAB. Brasília: Brasil, 2008.

POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Lei 9.433/1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.html. Acesso em: 10 de junho de 2022.

PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010.



PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO. Decreto nº 083/2017. Dispõe Sobre a Instituição do Preço de Serviço Público Pela Coleta, Transporte e Destinação Final de Entulhos e dá Outras Providencias. Recreio, 24 de novembro de 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO. Lei nº 1.270/2009. Institui o Código de Posturas do Município de Recreio, incluindo Disposições Gerais Sobre Vigilância Sanitária e dá Outras Providencias. Recreio, 22 de junho de 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RECREIO. Lei nº 1.717/2020. Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Do Município de Recreio e dá outras providências. Recreio, 03 de dezembro de 2020.

SANCHES, E. S. S. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

SANTO ANDRÉ. Lei Municipal n.º 7.606, de 23 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a drenagem de águas pluviais. Diário Oficial do Grande ABC, São Paulo, p.12, 25 dez. 1997.

SIDRA IBGE – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202>> Acesso em: 09 de maio de 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>> Acesso em: setembro de 2022.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. 1st Edition, Edgard Blucher, Sao Paulo, 400 p. 2003.

TASCA, F. A. Simulação de uma taxa para manutenção e operação de drenagem urbana para municípios de pequeno porte. 2016.



TUCCI, C. E. M. Impacto da Urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, relatório de pesquisa FAPERGS, p. 120, 1995.

VILLELA, S.M. e MATTOS, A. Hidrologia aplicada. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 p. 1975.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

WILKEN, P. S. Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo: CETESB p, 477, 1978.

ZAVARIS, C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio.

Disponível

em:

http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf