Prefeitura do Município de São Pedro

Lei nº 4.877 de 13 de maio de 2026.

Aprova a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, revoga o Decreto nº 5.668, de 7 de fevereiro de 2014 e dá outras providências.

THIAGO SILVÉRIO DA SILVA, Prefeito do Município de São Pedro, Estado de São Paulo, no uso das atribuições que lhe são conferidas por Lei,

Faz saber que os cidadãos do Município de São Pedro, pelos seus representantes da Câmara Municipal, aprovam e ele sanciona e promulga a presente lei.

Art. 1º Fica aprovada a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) constante do anexo único, parte integrante e indissociável desta lei, que abrange o conjunto de serviços e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública, em conformidade com a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2017) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

Art. 2º Compete à Secretaria Municipal de Obras, Meio Ambiente e Serviços Públicos o acompanhamento e a operacionalização do PMSB.

Art. 3º Revogam-se as disposições em contrário, em especial o Decreto nº 5.668, de 7 de fevereiro de 2014, que *"Aprova o Plano de Saneamento Básico do Município de São Pedro"*.

Art. 4º Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação.

THIAGO SILVÉRIO DA SILVA
Prefeito

Publicado, e registrado na Secretaria Municipal de Governo, Planejamento e Finanças aos treze dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e seis.

CASSIO HELLMEISTER CAPELLARI
Secretário Interino

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – SP

2025

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
administrativo@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO - SP

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - SP

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

THIAGO SILVÉRIO DA SILVA

PREFEITO MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

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/SP 5069666179

Mike Martins Rodrigues
Engenheiro Ambiental

Marcelo Monte Carlo Silva Fonseca
Engenheiro Civil e Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 092114-9

Pedro Henrique Vicente
Engenheiro Civil
CREA/SP 5070395829

Juliano Maurício da Silva
Engenheiro Civil
CREA/SP 5070401265

Willian de Melo Machado
Digitador
RG: 9.493.916.0

Solange Passos Genaro
Serviço Social
CRESS/PR 6676

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SP 5070433080

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista Pós Graduada
CAU A172020-1

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

Paula Gonçalves da Fonseca e Souza

Engenheira Ambiental – Prefeitura de São Pedro

Rogério Bosqueiro Júnior

Secretário Especial de Meio Ambiente e Agricultura

Luís Carlos Piedade

Secretário de Obras, meio Ambiente e Serviços Públicos

Daniel Vieira de Campos

Engenheiro Civil SAAESP

Carlos Eduardo de Souza Mendes

Diretor Presidente do SAAESP

SUMÁRIO

SUMÁRIO **6**

LISTA DE FIGURAS **14**

LISTA DE TABELAS **18**

LISTA DE QUADROS **22**

APRESENTAÇÃO **23**

INTRODUÇÃO **24**

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO **25**

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso 25

1.2. Histórico 27

1.3. Aspectos Ambientais 27

1.3.1. Clima *28*

1.3.2. Temperatura *32*

1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar *32*

1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município *34*

1.3.5. Geologia *37*

1.3.6. Geomorfologia *40*

1.3.7. Declividade *42*

1.3.8. Solo *45*

1.3.9. Vegetação *48*

1.4. Aspectos Socioeconômicos 51

1.4.1. Densidade Demográfica *51*

1.4.2. Taxa de Urbanização *51*

1.4.3. Distribuição Etária por Gênero *53*

1.4.4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM *53*

1.4.5. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS *56*

1.4.6. Educação *58*

1.4.7. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida *59*

1.4.8. Economia *60*

1.4.9. Produto Interno Bruto (PIB) *61*

1.4.10. Renda *62*

1.4.11. Saúde *64*

1.4.12. Vulnerabilidade Social *66*

1.4.13. Consumo Energético *67*

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO **69**

2.1. Sistema de Abastecimento de Água 70
2.1.1. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Águas Atuais 71
I. Captação 72
a. Mananciais Subterrâneos 73
b. Mananciais Superficiais 78
II. Tratamento 81
III. Análise da Ocorrência de Doenças de veiculação Hídrica 88
IV. Reservação 90
V. Distribuição 91
2.1.2. Indicadores Operacionais 96
2.1.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica 98
2.1.4. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos 100
I. Segurança Hídrica 104
2.1.5. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento 105
2.1.6. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais 106
2.1.7. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro 109
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário 110
2.2.1. Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário 113
I. Estações de Tratamento de Esgoto - ETE 113
II. Estações Elevatórias de Esgoto - EEE 119
2.2.2. Corpo Hídrico Receptor 120
2.2.3. Sistemas Individuais 121
2.2.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário 128
2.3. Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos 129
2.3.1. Arcabouço Legal 132
I. Âmbito Federal 132
II. Âmbito Estadual 142
III. Âmbito Municipal 144
2.3.2. Limpeza Pública 145
2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO 152
2.3.4. Resíduos Recicláveis 155
2.3.5. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória 157
2.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde 164
2.3.7. Resíduos de Saneamento 168
2.3.8. Resíduos da Construção Civil e Volumosos 170
2.3.9. Resíduos de Mineração 173
2.3.10. Resíduos Industriais 175
2.3.11. Resíduos Agrossilvopastoris 175

2.3.12. Resíduos dos Serviços de Transporte ... 176
2.3.13. Destinação Final ... 178
2.3.14. Análise Financeira ... 182
2.3.15. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos ... 182
2.4. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais ... 185
2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas ... 185
2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas ... 187
Análise Morfométrica ... 189
Análise Linear ... 190
Análise Areal ... 191
Análise Hipsométrica ... 193
2.4.3. Estudos Hidrológicos ... 194
Índices Físicos ... 195
Permeabilidade dos Solos ... 196
Uso e Ocupação do Solo Urbano ... 196
Chuvas Intensas ... 199
Métodos para Cálculos da Vazão ... 201
Método I-PAI-WU ... 203
2.4.4. Erosão ... 207
2.4.5. Indicadores de Drenagem ... 217
2.4.6. Sistemas de Macrodrenagem ... 218
2.4.7. Sistemas de Microdrenagem ... 219
2.4.8. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais . 224

3. CENÁRIOS DE EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO ... 225

3.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA ... 233
3.1.1. Projeção de Demanda ... 234
3.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada 237
3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário – SES ... 239
3.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto ... 239
3.2.2. Cargas de Concentração ... 241
I. Matéria Orgânica – Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ... 242
II. Coliformes Termotolerantes ... 243
3.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos ... 245
3.2.4. Definições de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada ... 247
3.2.5. Sistemas Individuais ... 247
I. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico ... 254
3.2.5.I.1. Fossa Séptica Biodigestora - FSB ... 255
3.2.5.I.2. Sistema de Zonas de Raízes ... 258
3.2.5.I.3. Círculo de Bananeiras ... 260

3.2.5.I.4. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes 262
II. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto 264
3.3. Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos 266
3.3.1. Estimativa da Produção de Resíduos Sólidos com Base nos Resultados dos Estudos Demográficos 266
3.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com Outros Municípios 269
3.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluindo a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos 273
I. Contratos e Controle dos Serviços 273
II. Resíduos Sólidos Domiciliares 274
III. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos 275
IV. Guarnições de Coleta 278
V. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta 283
VI. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta 286
VII. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares 287
VIII. Coleta Seletiva 290
IX. Formas de execução da coleta seletiva 294
X. Veículos Utilizados para a Coleta Seletiva 298
XI. Guarnições da Coleta Seletiva 298
3.3.4. Destinação Final 299
I. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva 303
II. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial 304
3.3.5. Resíduos da Limpeza Pública 309
I. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos 310
II. Limpeza de Feiras 313
III. Limpeza de Eventos Festivos 313
IV. Limpeza de Praças e Jardins 314
V. Roçada, Capina e Poda 315
VI. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem 318
3.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS 320
3.3.7. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR 323
3.3.8. Regras Para o Transporte de Resíduos Sólidos 329
3.3.9. Definição das Responsabilidades Quanto à Sua Implementação e Operacionalização 332
I. Resíduos Sólidos Domiciliares 333
II. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS 335
III. Resíduos da Logística Reversa 336

IV. Programa de Especialização e Operacionalização 338
3.3.9.IV.1. Objetivo 338
V. Conteúdo Mínimo 338
3.3.10. Educação Ambiental 340
I. Espaços Formais de Ensino 341
II. Espaços Não Formais de Ensino 342
3.3.11. 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 343
3.3.12. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos 346
3.3.13. 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 349
I. Modelo de Tarifa 357
3.3.14. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada 361
I. Resíduos Recicláveis 361
II. Resíduos Orgânicos 363
3.3.15. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos 364
3.3.16. 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 368
3.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 371
3.4.1. Medidas Estruturais 373
I. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento 373
II. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção 375
III. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais 377
IV. Recuperação de Matas Ciliares e APP's 378
V. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico 379
VI. Caixas de Expansão 383
VII. Diques 384
VIII. Diretrizes para o Controle de Escoamento na Fonte 385
3.4.2. Medidas Não Estruturais 389
I. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de Resíduos nos Corpos D'água 389
II. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto 390
III. Regulamento do Uso da Terra 390
IV. Normatização para Contenção de Enchentes e Destinação de Águas Pluviais 391

V. Educação Ambiental 393
VI. Estratégias para Captação e Armazenamento de Água de Chuva 394
VII. Seguro Enchente 399
VIII. Sistema de Alerta e Previsão de Inundações 402
IX. Programa de Manutenção e Limpeza das Estruturas de Microdrenagem 405

4. OBJETIVOS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO 406

4.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA 406
4.1.1. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA 408
I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental 409
II. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana 411
4.1.2. Análise Econômica – SAA 414
4.2. Sistema de Esgotamento Sanitário – SES 417
4.2.1. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES 418
I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental 419
II. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Urbanos de Esgotamento Sanitário ... 421
4.2.2. Análise Econômica – SES 425
4.3. Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos 427
4.3.1. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos 427
I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental 428
II. Objetivo 2 – Manutenção da Coleta Convencional e Destinação Final 431
III. Objetivo 3 – Implantação e Manutenção da Coleta Seletiva de Recicláveis 433
IV. Objetivo 4 – Implantar a Gestão dos Resíduos Orgânicos 436
V. Objetivo 5 – Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris 439
VI. Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa 441
VII. Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS 443
VIII. Objetivo 8 – Reestruturar o Sistema Tarifário 445
IX. Análise Econômica 448
4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 451
4.4.1. Objetivos, Programas, Projetos e Ações 453
I. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município 454
II. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana 456
III. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana 459
IV. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte 462

V. Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem 465
4.4.2. Análise Econômica 468

5. FONTES DE FINANCIAMENTO 471

5.1. Recursos Ordinários 472
5.2. Recursos Extraordinários 473
5.3. Programas de Financiamento Reembolsáveis 473
5.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES 473
5.3.2. Banco do Brasil - BB 473
5.3.3. Caixa Econômica Federal - CAIXA 474
5.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID 474
5.3.5. Banco Mundial – The World Bank 474
5.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis 475
5.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA 475
5.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental - FunBEA 475
5.4.3. Ministério da Saúde 476
5.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental 476
5.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso - FDD 476
5.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental - FNCA 477
5.4.7. Fundo Vale 478

6. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO 479

7. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água 481

8. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário - SES 486

9. Ações de Emergência e Contingência Para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos 490

10. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas 493

11. BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA O MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÃO 496

11.1. Informações a Constarem na Base de Dados 497

12. INDICADORES E INFORMAÇÕES PARA REVISÃO DO PMSB 504

12.1. Indicadores para Acompanhamento e Monitoramento dos Programas, Projetos e Ações do PMSB 508
12.1.1. Sistema de Abastecimento de Água 509
12.1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário 511

12.1.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 512

12.1.4. Sistema de Drenagem Urbana 515

12.2. Indicadores para Avaliar os Resultados do PMSB 516

12.2.1. Sistema de Abastecimento de Água 517

12.2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário 523

12.2.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 526

12.2.4. Indicadores de Avaliação dos Recursos Financeiros 534

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 536

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e acesso do município de São Pedro. 26
Figura 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger. 30
Figura 3 - Classificação climática do Município de Köppen-Geiger. 31
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil. 34
Figura 5 - UGRHI 05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí. 35
Figura 6 - Hidrografia do município de São Pedro. 36
Figura 7 - Geologia do município de São Pedro. 39
Figura 8 - Geomorfologia do município de São Pedro. 41
Figura 9 - Declividade do município de São Pedro. 43
Figura 10 - Altitude do município de São Pedro. 44
Figura 11 - Pedologia do município de São Pedro. 47
Figura 12 – Mapa de Vegetação de São Pedro (2009). 49
Figura 13 - Fragmentos florestais do município de São Pedro. 50
Figura 14 – Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015). 52
Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização. 52
Figura 16 - Posição do IDHM de São Pedro no Estado de São Paulo. 54
Figura 17 – Indicadores do IPRS. 56
Figura 18 – Nomes dos Grupos do IPRS. 57
Figura 19 – Grupo IPRS de São Pedro 2018. 57
Figura 20 - Gráfico de porcentagem referente ao ano de 2000 e 2010. 58
Figura 21 - Reservatório de 100 mil litros (Jardim Botânico) e Imagem de divulgação das obras para instalação de poços artesianos pela Prefeitura de São Pedro. 71
Figura 22 – Poço Alpes das Águas 74
Figura 23 – Poço Santana 74
Figura 24 – Poço Santa Mônica 74
Figura 25 – Poço Recanto 74
Figura 26 – Poço Horto Florestal 75
Figura 27 - Poço Botânico 75
Figura 28 – Poço Nova Estância 75
Figura 29 – Poço Vila Rica 75
Figura 30 – Poço Dorotéia 75
Figura 31 – Poço Jardim Itália 75
Figura 32 – Poço Novo Horizonte 76
Figura 33 – Poço Jardim das Cachoeiras 76
Figura 34 – Sistema aquífero correspondente a área do Município de São Pedro. 77
Figura 35 - Localização das Estações de Tratamento de Água de São Pedro 80
Figura 36 – Reservatório com capacidade de 300 mil litros. 91
Figura 37 - Localização da UGRHI 05 e da UGRHI 13 no município de São Pedro. 102

Figura 38 – Vazões outorgadas na Bacia Hidrográfica PCJ - UGRHI-05. 103
Figura 39 – Vazões outorgadas por finalidades na Bacia Hidrográfica PCJ - UGRHI-05. 103
Figura 40 - Atendimento aos usuários. 106
Figura 41 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário. 110
Figura 42 – Interior da ETE Horto Florestal. 114
Figura 43 - Lagoa de aeração - ETE Horto Florestal. 115
Figura 44 – Leito de secagem do lodo gerado - ETE Horto Florestal. 115
Figura 45 - Entrada da ETE Samambaia. 116
Figura 46 - Tanque de contato - ETE Samambaia. 116
Figura 47 - Medidor de vazão - ETE Samambaia. 117
Figura 48 - Tanque de aeração - ETE Samambaia. 117
Figura 49 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto de São Pedro. 118
Figura 50 - Exemplo esquemático de um Sistema de Esgotamento Sanitário. 119
Figura 51 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas. 124
Figura 52 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração. 125
Figura 53 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro. 126
Figura 54 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários. 127
Figura 55 – Bocas coletoras. 147
Figura 56 – Limpeza pública em São Pedro. 149
Figura 57 – Materiais para limpeza pública. 150
Figura 58 – Maquinário da limpeza pública. 151
Figura 59 - Montante de resíduos verdes (galhos, capina, poda, etc.). 151
Figura 60 – Descarte irregular. 152
Figura 61 – Dispositivo de armazenamento de resíduo domiciliar. 153
Figura 62 – Infraestrutura para realização do transbordo. 154
Figura 63 – Separação de recicláveis e vidros nos ecopontos. 156
Figura 64 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa. 158
Figura 65 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes. 159
Figura 66 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis. 160
Figura 67 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis. 161
Figura 68 - Abrigo de pneus inservíveis, gerenciados por logística reversa. 162
Figura 69 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico. 164
Figura 70 - Dados quantitativos de RSS provenientes dos relatórios de coleta da empresa Biotrans. 167
Figura 71 – Local de disposição de RCC e resíduos volumosos em área pública. 173
Figura 72 – Caçamba de uso privado destinada exclusivamente ao acondicionamento de RCC por grandes geradores, sendo proibido o descarte de lixo doméstico. 173
Figura 73 – Terminal rodoviário de São Pedro. 177
Figura 74 - Exemplo de lixão. 178
Figura 75 - Exemplo de aterro controlado. 179

Figura 76 - Exemplo de aterro sanitário. 179
Figura 77 – Antigo Aterro Sanitário presente em São Pedro. 181
Figura 78 - Mapa das microbacias de influência na área urbana de São Pedro. 188
Figura 79 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo nas Microbacias urbanas. 198
Figura 80 - Determinação da largura média da bacia. 205
Figura 81 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K). 206
Figura 82 - Exemplo de ravinas. 209
Figura 83 - Exemplo de voçoroca. 209
Figura 84 - Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil. 210
Figura 85 - Erodibilidade dos solos no Brasil. 211
Figura 86 - Erodibilidade dos solos no Estado de São Paulo. 212
Figura 87 - Processo erosivo controlado no bairro São Dimas. 215
Figura 88 – Voçoroca em estágio avançado no bairro Alpes das Águas. 216
Figura 89 - Dispositivos de microdrenagem em São Pedro. 221
Figura 90 - Galeria de águas pluviais presentes na Avenida dos Imigrantes. 222
Figura 91 - Caixa de drenagem na Avenida dos Imigrantes. 223
Figura 92 - Projeção populacional de São Pedro elaborada pelo SEADE. 233
Figura 93 - Exemplo de sistema convencional. 245
Figura 94 - Exemplo de sistema descentralizado. 246
Figura 95 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado. 246
Figura 96 - Sistema individual de tratamento - Fossas Sépticas. 249
Figura 97 - Sistema individual de tratamento - Valas de Infiltração. 250
Figura 98 - Sistema individual de tratamento – Sumidouros. 251
Figura 99 - Estação compacta de tratamento de esgoto sanitário. 252
Figura 100 - Esquema de fossa séptica biodigestora. 257
Figura 101 - Exemplo de Fossa Séptica Biodigestora. 257
Figura 102 - Esquema de Zona de Raízes ou SAC. 259
Figura 103 - Exemplo de zona de raízes e mecanismos de controle de PVC. 260
Figura 104 - Esquema de círculo de bananeiras. 261
Figura 105 - Exemplo de círculo de bananeira. 262
Figura 106 - Esquema de bacia de evapotranspiração - BET. 263
Figura 107 - Exemplo de BET ou Fossa Verde. 264
Figura 108 - Estimativa da Composição Gravimétrica Média dos RSU em São Pedro destinados ao Aterro Sanitário. 267
Figura 109 - EPI's necessários para os colaboradores dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos. 282
Figura 110 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional. 284
Figura 111 - Equação do dimensionamento da frota de veículos em cidades de pequeno e médio porte. 288
Figura 112 - Recipientes para a coleta seletiva. 292

Figura 113 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos sólidos. 297
Figura 114 - Exemplo de veículo para coleta seletiva. 298
Figura 115 - Dinâmica estrutural de aterro sanitário. 307
Figura 116 - Localização e acesso do Aterro Sanitário em Rio das Pedras. 308
Figura 117 - Equipamento utilizado para varrição mecânica. 311
Figura 118 - Proposta de frequência para os serviços de varrição pública. 312
Figura 119 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETA / ETE. 331
Figura 120 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbanos. 365
Figura 121 - Gestão pública associada para o manejo de resíduos sólidos urbanos. 365
Figura 122 - Gestão público-privada para o manejo de resíduos sólidos urbanos. 366
Figura 123 - Esquema do processo de assoreamento. 375
Figura 124 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior. 377
Figura 125 - Exemplo de alargamento e desassoreamento. 378
Figura 126 - Demonstração das faixas de APP's de acordo com o Código Florestal. 379
Figura 127 - Exemplo de Corredores Verdes. 381
Figura 128 - Seção típica de valas de biorretenção. 382
Figura 129 - Exemplo de Biovaletas. 382
Figura 130 - Exemplo de Biótopos. 383
Figura 131 - Exemplo de Caixa de Expansão. 384
Figura 132 - Exemplos de Diques. 385
Figura 133 - Exemplos de Controle nas Fontes. 388
Figura 134 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais. 388
Figura 135 - Cisterna para armazenamento de água da chuva. 396
Figura 136 - Tanque de detenção de água de chuva. 397
Figura 137 - Sistemas modulares de armazenamento pluvial. 397
Figura 138 - Pavimentos permeáveis. 398
Figura 139 - Vala de infiltração drenante. 398
Figura 140 - Jardins de chuva. 399
Figura 141 - Bacia e poço de infiltração. 399
Figura 142 - Exemplo de estação Fluviométrica Automática. 405

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios limítrofes de São Pedro. 25
Tabela 2 - Temperaturas 1991 a 2021 (ºC). 32
Tabela 3 – Precipitação de 1991 a 2021. 33
Tabela 4 – Umidade relativa do ar (1991 a 2021). 34
Tabela 5 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. 42
Tabela 6 – Tipos de Vegetação de São Pedro (2009). 48
Tabela 7 – Taxa de urbanização de São Pedro. 52
Tabela 8 - Série Histórica do IDH. 54
Tabela 9 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes. 55
Tabela 10 - Estrutura Etária da População de São Pedro. 59
Tabela 11 – Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município. 60
Tabela 12 - Distribuição do VA por Setor (2020). 60
Tabela 13 - Evolução do PIB de 2010 a 2020. 61
Tabela 14 - Classificação pela renda domiciliar *per capita* em São Pedro. 62
Tabela 15 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no Município. 63
Tabela 16 – Rendas Médias Macrorregião e Microrregião de São Pedro. 63
Tabela 17 - UBS Município de São Pedro. 64
Tabela 18 - Estabelecimentos de saúde no Município de São Pedro. 64
Tabela 19 – Quantitativo de leitos em São Pedro. 65
Tabela 20 - Vulnerabilidade Social do Município. 66
Tabela 21 – Participação dos Energéticos no Consumo Total (Estado de São Paulo). 67
Tabela 22 – Consumo Energético de São Pedro (2023). 68
Tabela 23 - Vazão estimada com base nas outorgas dos pontos de captação de São Pedro .. 78
Tabela 24 - Operacional de Água (1.000 m³/ano). 81
Tabela 25 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 – Ministério da Saúde. 82
Tabela 26 - Padrão microbiológico de potabilidade da água. 83
Tabela 27 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano. 85
Tabela 28 - Laboratório para análise de qualidade da água. 87
Tabela 29 - Doenças de veiculação hídrica. 89
Tabela 30 - Internações hospitalares relacionadas ao saneamento inadequado. 89
Tabela 31 - Informações referentes aos reservatórios de abastecimento. 90
Tabela 32 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional. 93
Tabela 33 - Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAAESP. 96
Tabela 34 – Volume, faturado e produzido no município de São Pedro. 105

Tabela 35 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAAESP.. **Erro! Indicador não definido.**
Tabela 36 - Comparativo de valores praticados. ..... **Erro! Indicador não definido.**
Tabela 37 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos a nível Regional. 111
Tabela 38 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de São Pedro. 111
Tabela 39 – Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2022. 131
Tabela 40 – Frota, equipamentos e estrutura de limpeza pública de São Pedro (2023). 148
Tabela 41 - Composição gravimétrica dos recicláveis coletados (2022). 156
Tabela 42 - Atividades mineradoras identificadas no município de São Pedro. 174
Tabela 43 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de São Pedro. 182
Tabela 44 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado. 190
Tabela 45 – Dados extraídos das microbacias. 194
Tabela 46 - Tempo de Concentração, extensão do canal principal e variação de altitude do canal para as diferentes microbacias analisadas. 196
Tabela 47 - Classes de uso e ocupação do solo utilizadas por microbacia. 197
Tabela 48 - Coeficientes da equação da chuva. 200
Tabela 49 - Valores da Equação de intensidade da chuva. 201
Tabela 50 - Valores para determinação de C2. 205
Tabela 51 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU. 206
Tabela 52 - Indicadores de manejo e drenagem das águas pluviais de São Pedro (2023). 218
Tabela 53 - Evolução populacional de São Pedro nos anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022. 226
Tabela 2 – Projeção da população de São Pedro até o ano de 2045. 231
Tabela 55 - Demandas para o SAA de São Pedro. 236
Tabela 56 - Projeção da geração de esgoto doméstico em São Pedro. 240
Tabela 57 - Valores de cargas orgânicas de DBO. 243
Tabela 58 - Valores de coliformes termotolerantes. 244
Tabela 59 - Estimativa da geração total, resíduos reciclados, compostados e rejeitos no município de São Pedro. 268
Tabela 60 - Treinamento para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos. 280
Tabela 61 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos. 285
Tabela 62 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos. 285
Tabela 63 - Cores de identificação de resíduos sólidos. 292
Tabela 64 - Formas de segregação dos resíduos sólidos. 293
Tabela 65 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva. 295
Tabela 66 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade. 301
Tabela 67 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais. 304
Tabela 68 - Critérios para implantação de aterro sanitário. 304
Tabela 69 - Infraestrutura básica para instalação de aterro sanitário. 306

Tabela 70 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos..... 333
Tabela 71 - Principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos..... 355
Tabela 72 - soluções em captação e armazenamento de água de chuva. 395
Tabela 73 - Síntese do Objetivo 1..... 410
Tabela 74 - Tabela Síntese do Objetivo 2..... 412
Tabela 75 - Síntese dos totais dos valores estimados. 415
Tabela 76 - Tabela Síntese do Objetivo 1..... 420
Tabela 77 - Tabela Síntese do Objetivo 2..... 422
Tabela 78 - Análise de investimento de esgotamento sanitário. 425
Tabela 79 - Tabela Síntese do Objetivo 1..... 429
Tabela 80 - Tabela Síntese do Objetivo 2..... 432
Tabela 81 - Tabela Síntese do Objetivo 3..... 434
Tabela 82 - Tabela Síntese do Objetivo 4..... 437
Tabela 83 - Tabela Síntese do Objetivo 6..... 440
Tabela 84 - Tabela Síntese do Objetivo 6..... 442
Tabela 85 - Tabela Síntese do Objetivo 7..... 444
Tabela 86 - Tabela Síntese do Objetivo 9..... 446
Tabela 87 - Totais dos valores estimados. 449
Tabela 88 - Tabela síntese do Objetivo 1. 455
Tabela 89 - Tabela síntese do Objetivo 2. 457
Tabela 90 - Tabela Síntese do Objetivo 3..... 460
Tabela 91 - Tabela Síntese do Objetivo 4..... 463
Tabela 92 - Tabela Síntese do Objetivo 5..... 466
Tabela 93 - Totais dos Valores Estimados. 469
Tabela 94 - Análise Global. 480
Tabela 95 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água..... 482
Tabela 96 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água..... 484
Tabela 97 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água..... 485
Tabela 98 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias – EEE. 486
Tabela 99 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários..... 487
Tabela 100 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis. 488

Tabela 101 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas. 489
Tabela 102 - Ações de emergência e contingência - Resíduos sólidos. 490
Tabela 103 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes. 493
Tabela 104 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos. 494
Tabela 105 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas. 495
Tabela 106 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Abastecimento de Água. 497
Tabela 107 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Esgotamento Sanitário. 498
Tabela 108- Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais. 500
Tabela 109 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. 501
Tabela 110 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Dados Gerais do Município. 503
Tabela 111 - Indicadores de avaliação do nível de execução do PMSB. 505
Tabela 112 - Indicadores para avaliação dos recursos financeiros do PMSB. 506
Tabela 113 - Indicadores para avaliar a capacidade de transformação da realidade local em relação ao atendimento dos objetivos do PMSB. 507
Tabela 114 - Indicadores Específicos para o Sistema de Abastecimento de Água. 509
Tabela 115 - Indicadores Específicos para o Sistema de Abastecimento de Água. 511
Tabela 116 - Indicadores Específicos para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. 512
Tabela 117 - Indicadores Específicos para o Sistema de Drenagem Urbana. 515
Tabela 118 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de abastecimento de água no Município de São Pedro. 517
Tabela 119 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de esgotamento sanitário. 523
Tabela 120 - Indicadores para o monitoramento dos serviços manejo dos resíduos sólidos. . 526
Tabela 121 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais. 532
Tabela 122 - Indicadores para avaliar o uso dos recursos financeiros. 534

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Unidade Geológica de São Pedro. 37
Quadro 2 – Características dos Tipos de Solos de São Pedro. 46
Quadro 3 – Doenças de veiculação hídrica. 99
Quadro 4 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal direta e/ou indiretamente relacionados com a gestão de resíduos sólidos. 133
Quadro 5 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos. 138
Quadro 6 - Breve descritivo das principais Normas da ABNT que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos. 140
Quadro 7 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa. 141
Quadro 8 - Legislações e normas estaduais de resíduos sólidos (Estado de São Paulo). 143
Quadro 9 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos. 145
Quadro 10 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública. 146
Quadro 11 – Serviços de Limpeza Pública prestados em São Pedro. 147

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à revisão do Plano de Saneamento Básico do Município de São Pedro – SP, conforme contrato nº 46/2024.

O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, abrange o conjunto de serviços de infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico do Município de São Pedro visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico - Lei n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

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 11.445 de 2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei n° 14.026 de 2020.

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 de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto a cada dez anos, de acordo com as diretrizes da Lei n° 14.026/2020.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se à revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de São Pedro – SP.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um painel resumo sobre a área de estudo, com um breve histórico do Município de São Pedro, a localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais, a situação socioeconômica em que são apresentados os aspectos demográficos e o índice de desenvolvimento humano municipal.

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

São Pedro é um município brasileiro que faz parte do Estado de São Paulo, localizado na mesorregião de Piracicaba (Região Administrativa de Campinas) e microrregião de Piracicaba (Região de Governo de Piracicaba). Faz divisa com os municípios: Piracicaba, Itirapina, Torrinha, Charqueada e Santa Maria da Serra. Em relação às suas coordenadas geográficas, localiza-se na latitude 22º32’55” sul e longitude 47º54’50” oeste, a uma altitude de 580 metros (PMSB/SÃOPEDRO, 2014).

Tabela 1 - Municípios limítrofes de São Pedro.

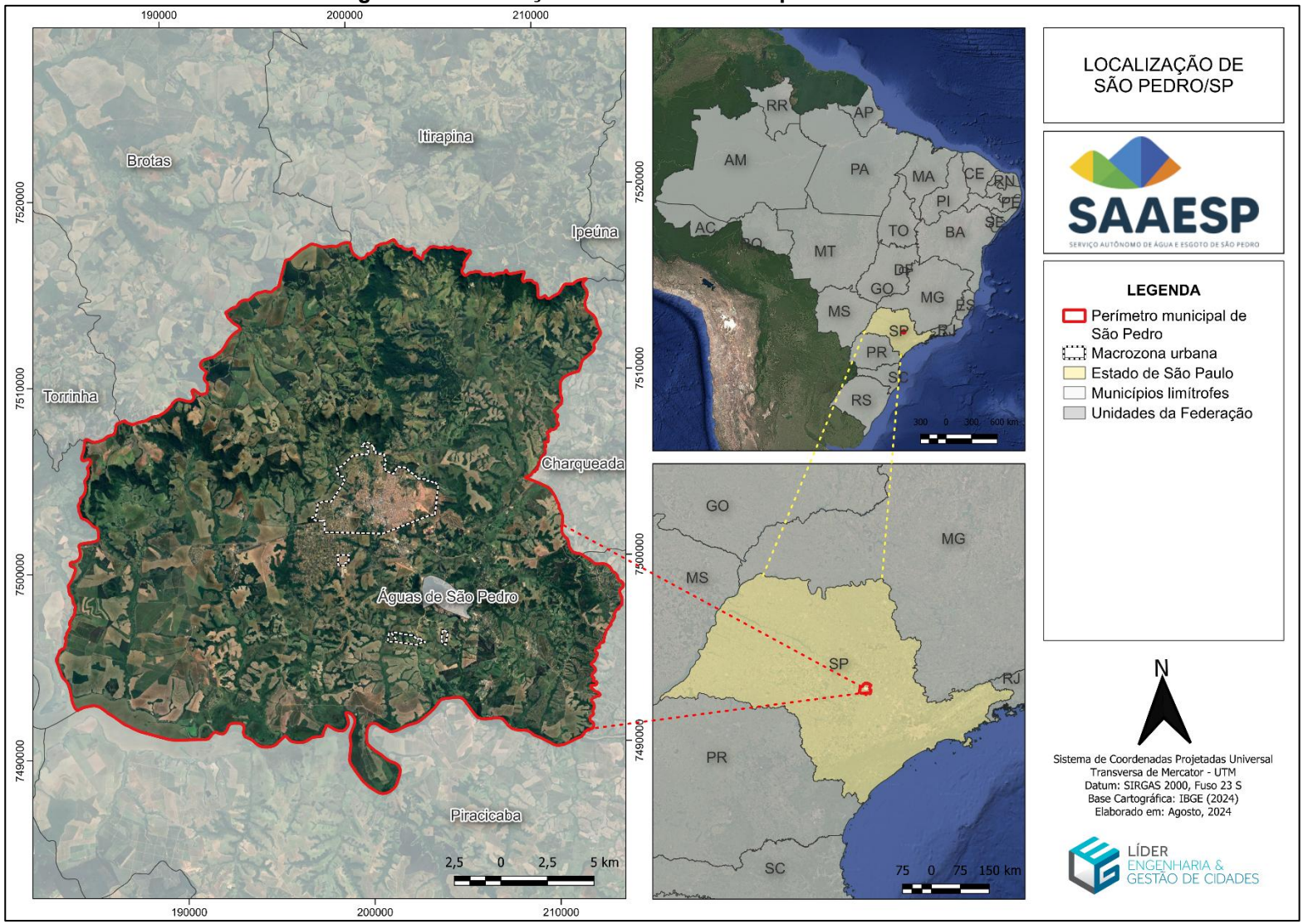
Município	Distância (km)
Piracicaba	38,8
Itirapina	49,8
Torrinha	54,7
Charqueada	19,7
Santa Maria da Serra	29,6

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

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área da unidade territorial era de 611,278 km² em 2022. E conforme o último censo demográfico realizado em 2022, apresentava um total de 38.256 habitantes, chamados pelo gentílico são-pedrense (IBGE, 2024).

A figura a seguir expõe os municípios limítrofes e as principais rodovias de acesso ao Município.

Figura 1 - Localização e acesso do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

1.2. Histórico

A fundação de São Pedro remonta ao início do século XVIII, quando Luiz Pedroso de Barros abriu uma rota que ligava São Paulo ao Rio Paraná, passando pelos campos de Araraquara e seguindo em direção às minas de Cuiabá. Para apoiar os tropeiros, o Vice-presidente da Província determinou, em 1829, a construção de ranchos ao longo dessa rota para oferecer um ponto de descanso. Um desses ranchos foi construído onde hoje está a Matriz de São Pedro, e Floriano da Costa Pereira, conhecido como Florianão, estabeleceu-se no local. A área, situada em uma elevação entre os ribeirões Samambaia e Pinheirinho, era considerada vantajosa e passou a ser chamada de Pouso do Picadão.

Em 1844, Joaquim Teixeira de Barros, o mais velho dos irmãos que migraram de Itu e que foi apelidado de Povoador de São Pedro, construiu uma Capela no ponto mais alto da área, em um terreno cedido por Florianão. Esse terreno incluía as duas praças centrais e se estendia até o antigo cemitério, onde hoje se localiza a Casa da Agricultura. O aglomerado de casas e fazendas foi inicialmente conhecido como Capela do Picadão e, mais tarde, recebeu o nome de Capela de São Pedro. Em 1860, a Capela de São Pedro foi promovida à condição de Povoação. Em 22 de fevereiro de 1881, a Vila foi elevada a Município, e a primeira Câmara Municipal foi instalada em 11 de fevereiro de 1883.

Em 1929, Dona Joana de Barros Furlani trouxe o bordado para São Pedro, e as peças produzidas em ponto cruz na cidade passaram a ser reconhecidas tanto no Brasil quanto no exterior. Na década de 1930, durante a busca por petróleo na região, foram encontradas águas medicinais com propriedades bicabornatadas, sulfatadas e sulfurosas, sendo as últimas com o segundo maior teor de enxofre do mundo. Em resposta a essa descoberta, foi construído um balneário na nova Estância, que posteriormente foi desmembrada e chamada Águas de São Pedro. Hoje, São Pedro é uma estância turística que atrai visitantes interessados em seus bordados, águas medicinais e paisagens naturais.

1.3. Aspectos Ambientais

No quesito dos aspectos ambientais de São Pedro, sendo eles o clima, a temperatura, a precipitação, a umidade relativa do ar, geologia, geomorfologia e vegetação, os capítulos subsequentes descreverão estas vertentes do município,

apresentando suas peculiaridades que determinam as características ambientais do seu território.

1.3.1. 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 utilizado na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, devido sua simplicidade, facilidade e por conter base científica (PASSOS, 2009).

Foi lançado pela primeira vez no ano de 1900, relacionando clima e vegetação a partir de critérios numéricos que definem os tipos climáticos, porém, em algumas ocasiões, o referido sistema classificatório não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos, pois se trata de uma classificação genérica (PASSOS, 2009).

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 18ºC. 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 -3ºC e 18ºC no mês mais frio;

D – Com temperatura média abaixo de -3ºC o mês mais frio e temperatura média maior do que 10ºC para o mês mais quente;

E – Temperatura média menor do que 10ºC 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 pode-se 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);

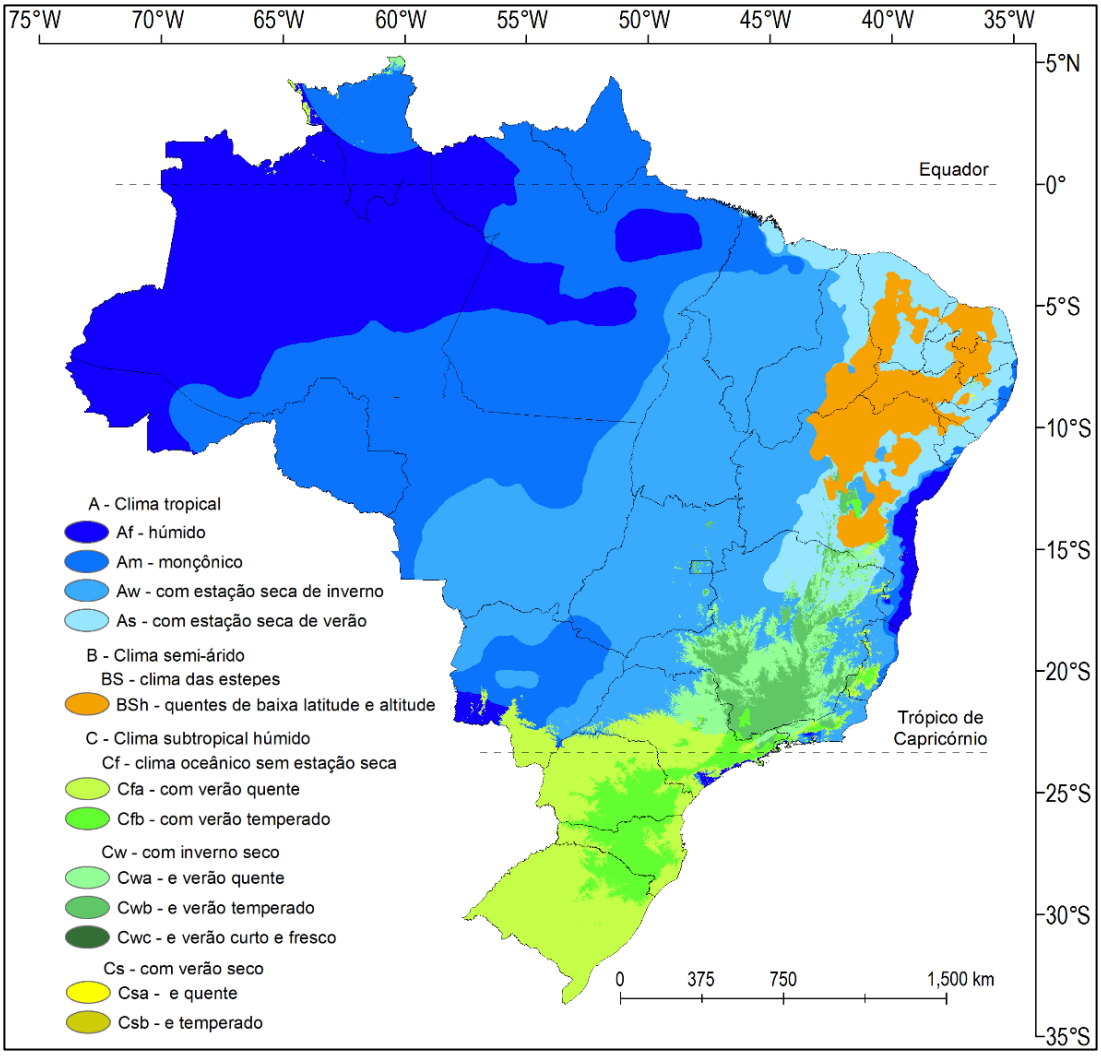
w – Chuva de verão (A, C, D);

S – Estação seca de verão (B);

W – Estação seca de inverno (B);

A figura abaixo mostra o Brasil de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Figura 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger.

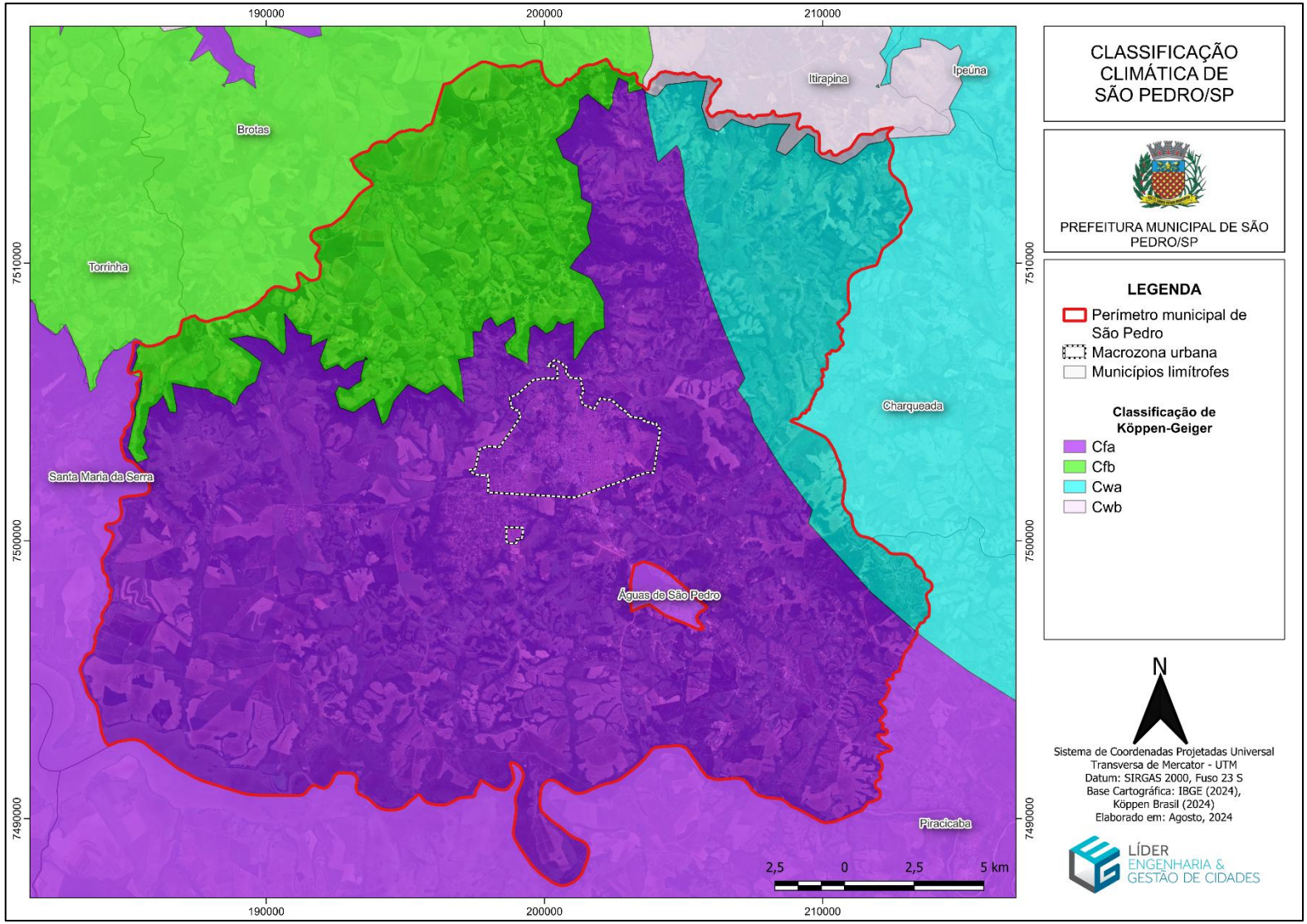


Fonte: ALVARES *et al.*, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Após esse entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante dos municípios brasileiros. Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, assim como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo.

Especificamente para o município de São Pedro, localizado a uma altitude de 580 metros, com pluviosidade anual de 1.574 mm, a temperatura média estimada de 21,9ºC, seguindo a classificação climática de Köppen, o clima de São Pedro é abrangido por quatro classificações em sua extensão territorial, sendo estes: Cfa – Clima subtropical, com verão quente; Cfb - Clima temperado, com verão ameno; Cwa - Clima subtropical de inverno seco; Cwb - Clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno. Neste sentido, a figura a seguir mostra a classificação climática do Município de acordo com Köppen-Geiger.

Figura 3 - Classificação climática do Município de Köppen-Geiger.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.2. Temperatura

Em relação ao Município de São Pedro, a temperatura média anual é 21,9°C. Fevereiro é o mês com a média mais quente, com sua maior temperatura em 29,1°C, enquanto no mês mais frio (julho), atinge mínima de 12,8°C (CLIMATE DATA, 2024).

Através da Tabela 2 é possível observar as variações de temperatura apresentadas durante o período de 1991 a 2021.

Tabela 2 - Temperaturas 1991 a 2021 (ºC).

Mês	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Média
JAN	20.6	28,7	24,2
FEV	20.6	29,1	24,5
MAR	19.9	28,3	23,7
ABR	18,0	27,4	22,3
MAI	14.8	24,8	19,4
JUN	13.4	24,4	18,4
JUL	12.8	24,7	18,2
AGO	13.6	26,8	19,8
SET	16,0	28,7	21,9
OUT	18.1	29,4	23,3
NOV	18.8	28,4	23,2
DEZ	20,1	28,9	24,1
Temperatura média			21,9

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

1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho entre outros fenômenos relacionados à queda de água do céu. A medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m².

Conforme análise de banco de dados entre os anos de 1991 a 2021, tem-se uma mínima mensal de 35 mm e máxima mensal de 291 mm de chuva. A precipitação anual foi de 1.574 mm (CLIMATE DATA, 2024).

Tabela 3 – Precipitação de 1991 a 2021.

Mês	Chuva (mm)
JAN	291
FEV	233
MAR	193
ABR	76
MAI	61
JUN	41
JUL	35
AGO	35
SET	75
OUT	134
NOV	182
DEZ	218
TOTAL	1.574

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

A umidade relativa do ar 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 diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

Para o Município, em relação a sensação de umidade, janeiro era o mês com maior porcentagem de umidade relativa do ar, com 78%. Agosto e setembro foram os meses com menor valor (59%) (CLIMATE DATA, 2024).

A Tabela 4 ilustra as médias mensais de umidade relativa do ar durante o período de 1991 a 2021 em São Pedro.

Tabela 4 – Umidade relativa do ar (1991 a 2021).

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Umidade (%)	78	77	78	74	71	72	67	59	59	65	71	75

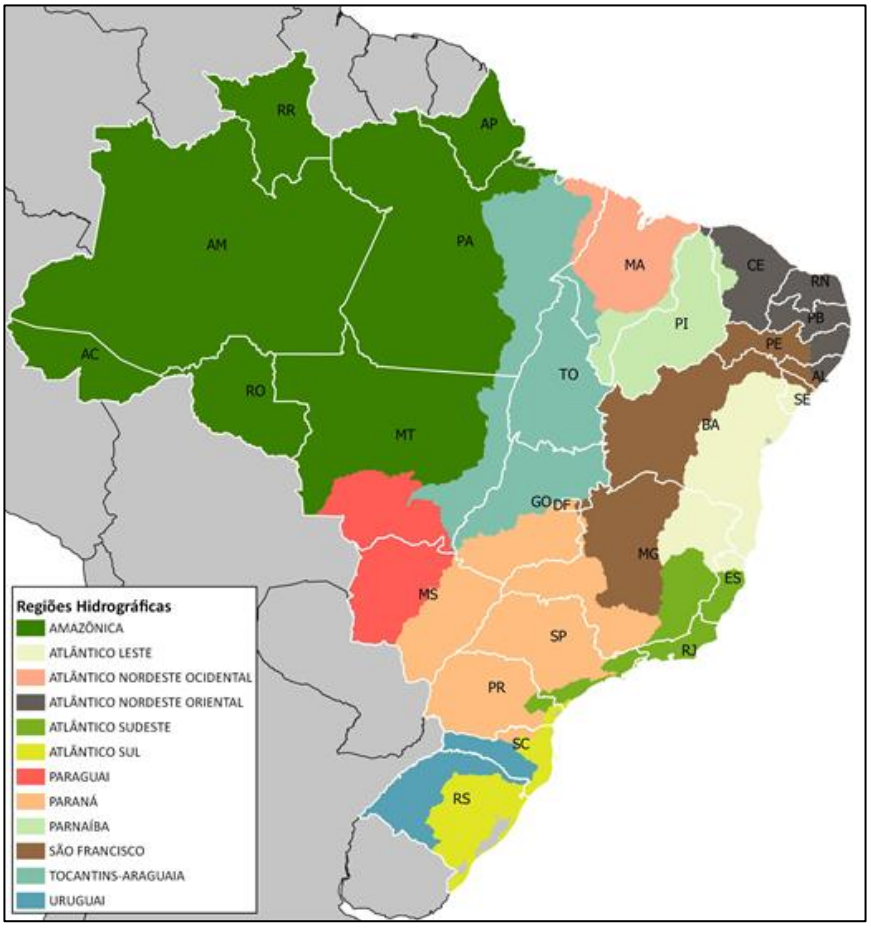
Fonte: CLIMATE DATA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

A rede hidrográfica de um município é definida como bacia hidrográfica, sendo 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.

Segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o Brasil é dividido em 12 bacias hidrográficas nacionais, ilustradas pela Figura 4.

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.

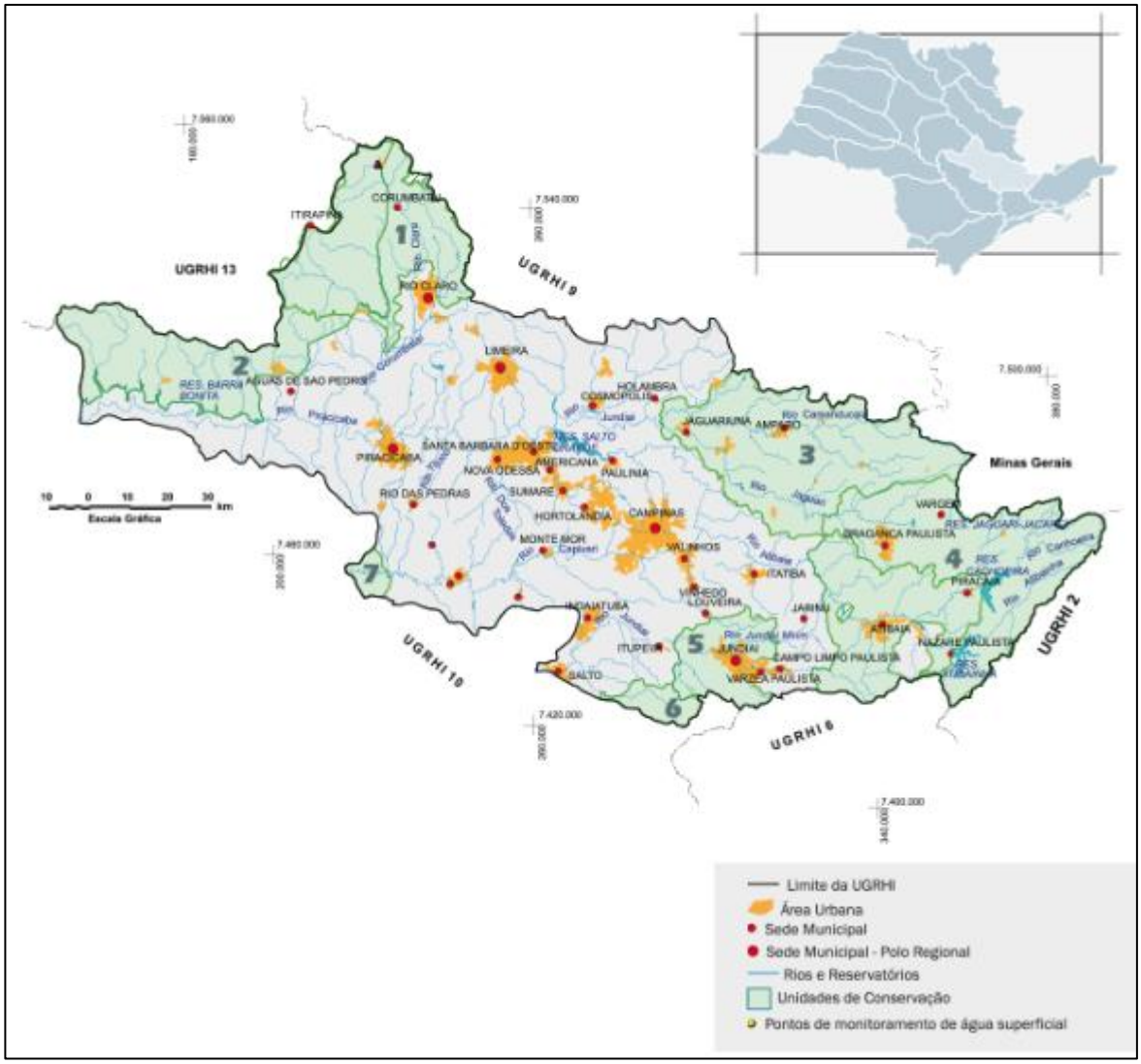


Fonte: SIGRH, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Estado de São Paulo é contemplado por três delas, sendo a Bacia do Paraná, Bacia do Atlântico Sudeste e Bacia do Atlântico Sul, que abrangem, respectivamente, 85%, 14% e 1% do território paulista.

Em adição às regiões hidrográficas nacionais, o Estado de São Paulo também tem sua divisão em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). O Município de São Pedro tem 90,58% do seu município localizado sobre a UGRHI 05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí e 9,42% sobre a UGRHI 13 – Tietê-Jacaré.

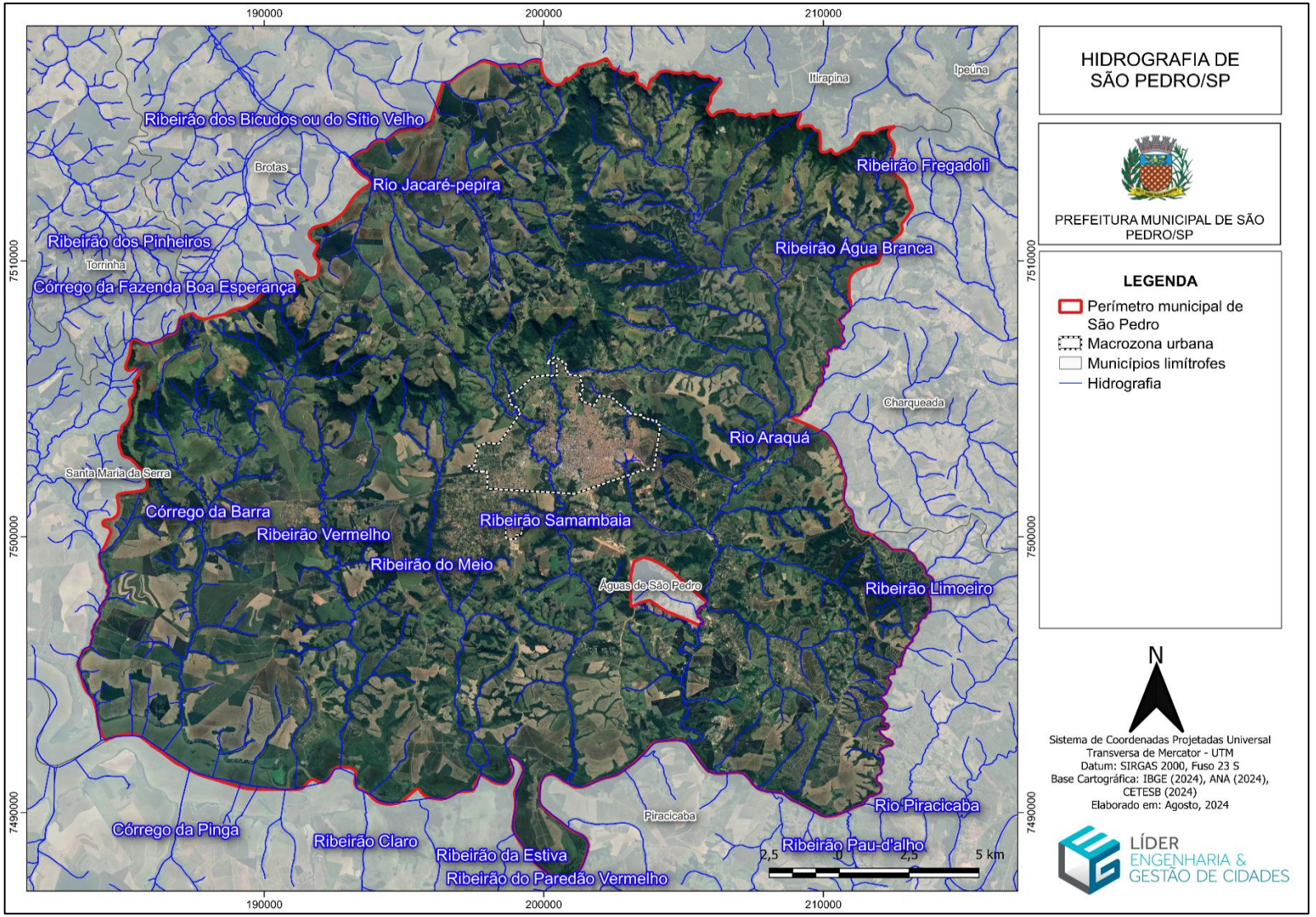
Figura 5 - UGRHI 05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí.



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

A figura abaixo mostra o mapa de localização da hidrografia do Município.

Figura 6 - Hidrografia do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.5. Geologia

Como conceito, a geologia busca o conhecimento da origem da terra, além de sua estrutura, composição, processos de dinâmica interna e externa e de sua evolução. Esses tópicos auxiliam a entender o funcionamento de nosso planeta.

Em específico para o Município de São Pedro, suas características geológicas são a Formação Paraná, que predomina no município, abrangendo 71,25% da área e é caracterizada por rochas sedimentares. A Formação Bauru-Caiuá, por sua vez, cobre 12,84% do território. A área ocupada pela Cobertura Cenozoica Indiscriminada é de 7,86%, composta por depósitos mais recentes que influenciam a geologia da superfície. A Formação Serra Geral, que cobre 7,03% da área, é notável por suas rochas basálticas, importantes para a configuração das paisagens regionais. O restante da área é constituído por corpos d'água continental.

No município, a Formação Paraná, formada por rochas sedimentares como arenito, siltito e argilito, predomina e resulta em solos bem drenados e férteis, ideais para a agricultura. A Formação Bauru-Caiuá, com arenitos e conglomerados, cria solos arenosos e bem drenados, mas menos férteis.

A Cobertura Cenozoica Indiscriminada, composta por depósitos recentes como areias e cascalhos, oferece boa drenagem, embora a fertilidade varie. A Formação Serra Geral, composta por basalto, contribui para solos profundos e ricos em minerais. Os corpos d'água continental também influenciam a umidade e a fertilidade do solo, resultando em áreas mais úmidas e produtivas.

O Quadro 1 mostra de forma didática as especificidades das unidades geológicas do território do Município.

Quadro 1 – Unidade Geológica de São Pedro.

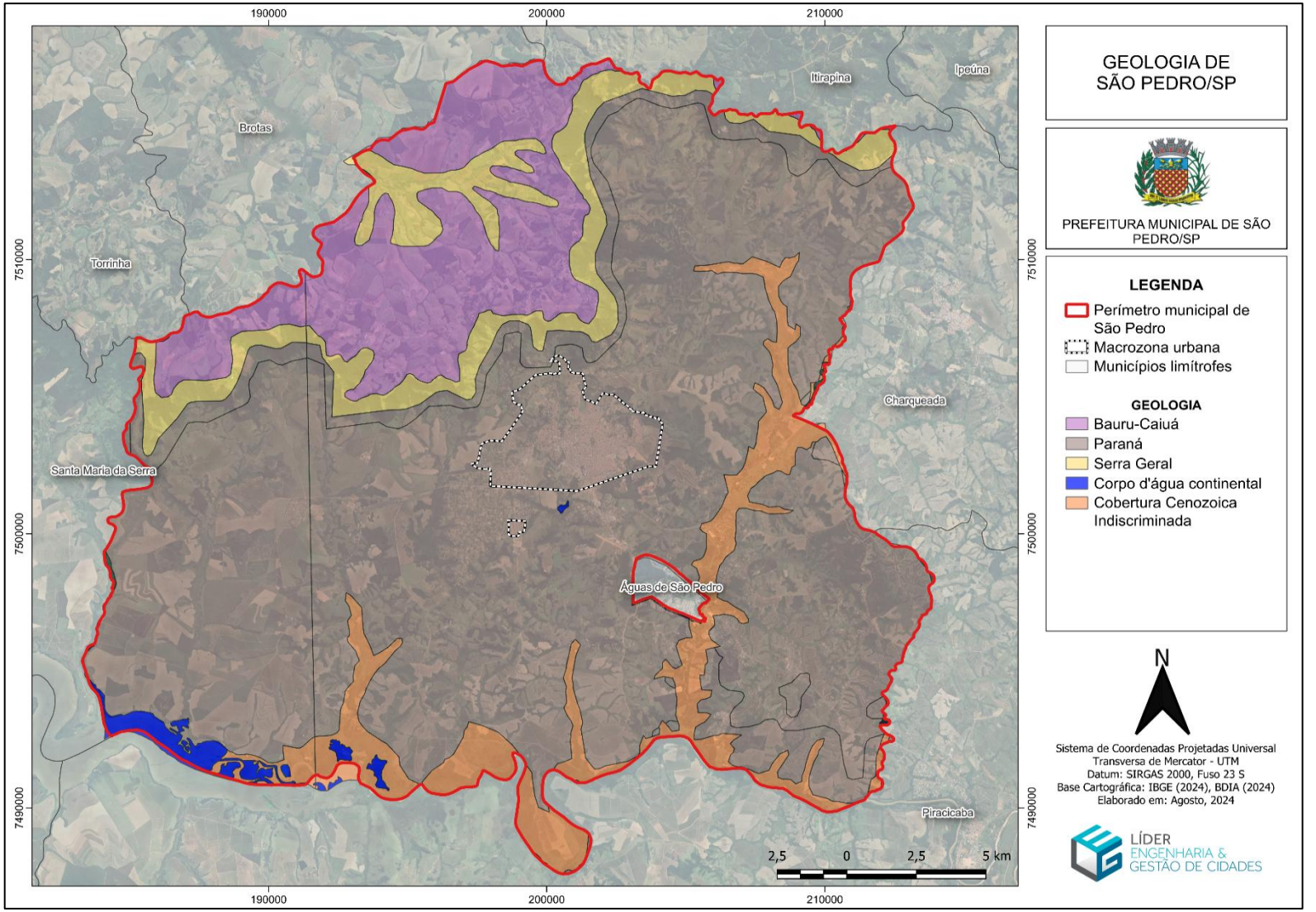
Período	Grupo	Formação Geológica	Litologias
Mesozoico	Grupo Paraná	Formação Paraná	São solos argilosos, com silte e areia, boa retenção de água e fertilidade. Rico em minerais de rochas ígneas, camada superficial com matéria orgânica. pH levemente ácido a neutro.

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

Neste sentido, 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 em seu território. Desta forma, identificou-se que 71,25% do território é formado pela subprovíncia Paraná, 12,84% de Bauru-Caiuá, 7,86% de Cobertura Cenozoica Indiscriminada, 7,03% Serra Geral e 1,03% de Corpo D'água Continental (BDiA, 2024).

A figura abaixo apresenta o mapa geológico do Município, segundo essas informações.

Figura 7 - Geologia do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.6. Geomorfologia

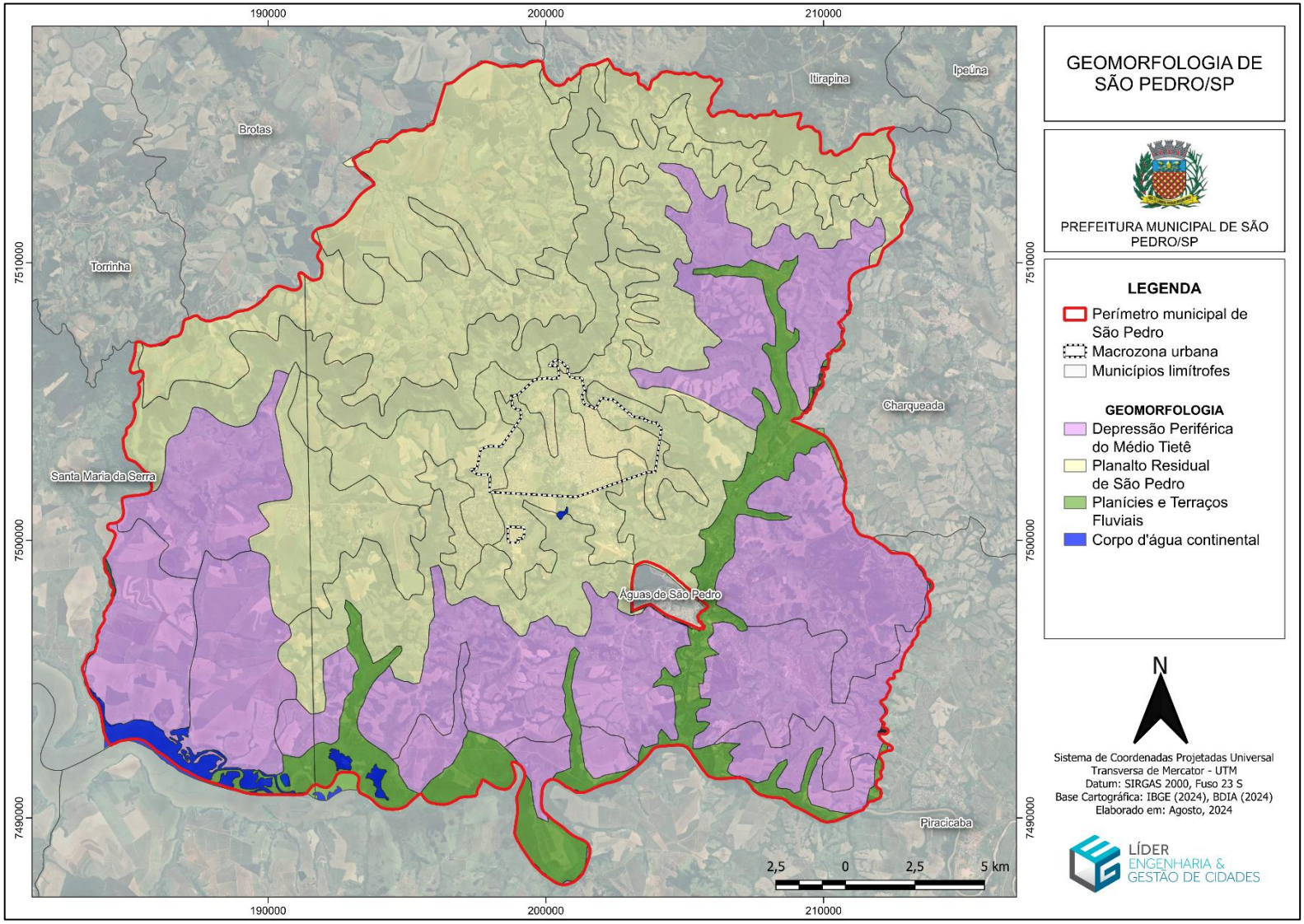
A geomorfologia é a ciência dedicada ao estudo das formas do relevo terrestre, entendidas como a expressão espacial da superfície da Terra. Ela investiga as variadas paisagens geomorfológicas, que resultam de processos naturais e dinâmicos que moldam o terreno ao longo do tempo (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Analisando os dados obtidos pelo BDiA, as unidades geomorfológicas de São Pedro foram detalhadamente examinadas. O Planalto Residual de São Pedro emerge como a unidade dominante, ocupando 53,33% da região. Esta área é caracterizada por seu relevo elevado e levemente desgastado, resultante de processos erosivos prolongados. A seguir, a Depressão Periférica do Médio Tietê cobre 37,86% da região, apresentando uma topografia mais baixa e mais plana, que se formou devido ao acúmulo de sedimentos ao longo do tempo.

As Planícies e Terraços Fluviais, representando 7,81%, são áreas formadas por deposição de sedimentos ao longo dos cursos d’água, caracterizadas por seu terreno relativamente plano e suas variações de altitude moderadas. O restante da área é classificado como corpo d’água continental, que inclui rios, lagos e represas, conforme detalhado no mapa. Essas unidades geomorfológicas desempenham um papel crucial na definição das características paisagísticas e na influência dos processos hidrológicos e ecológicos da região.

A figura a seguir apresenta o mapa geomorfológico de São Pedro.

Figura 8 - Geomorfologia do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.7. Declividade

No que tange ao declive do Município de São Pedro, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 5 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

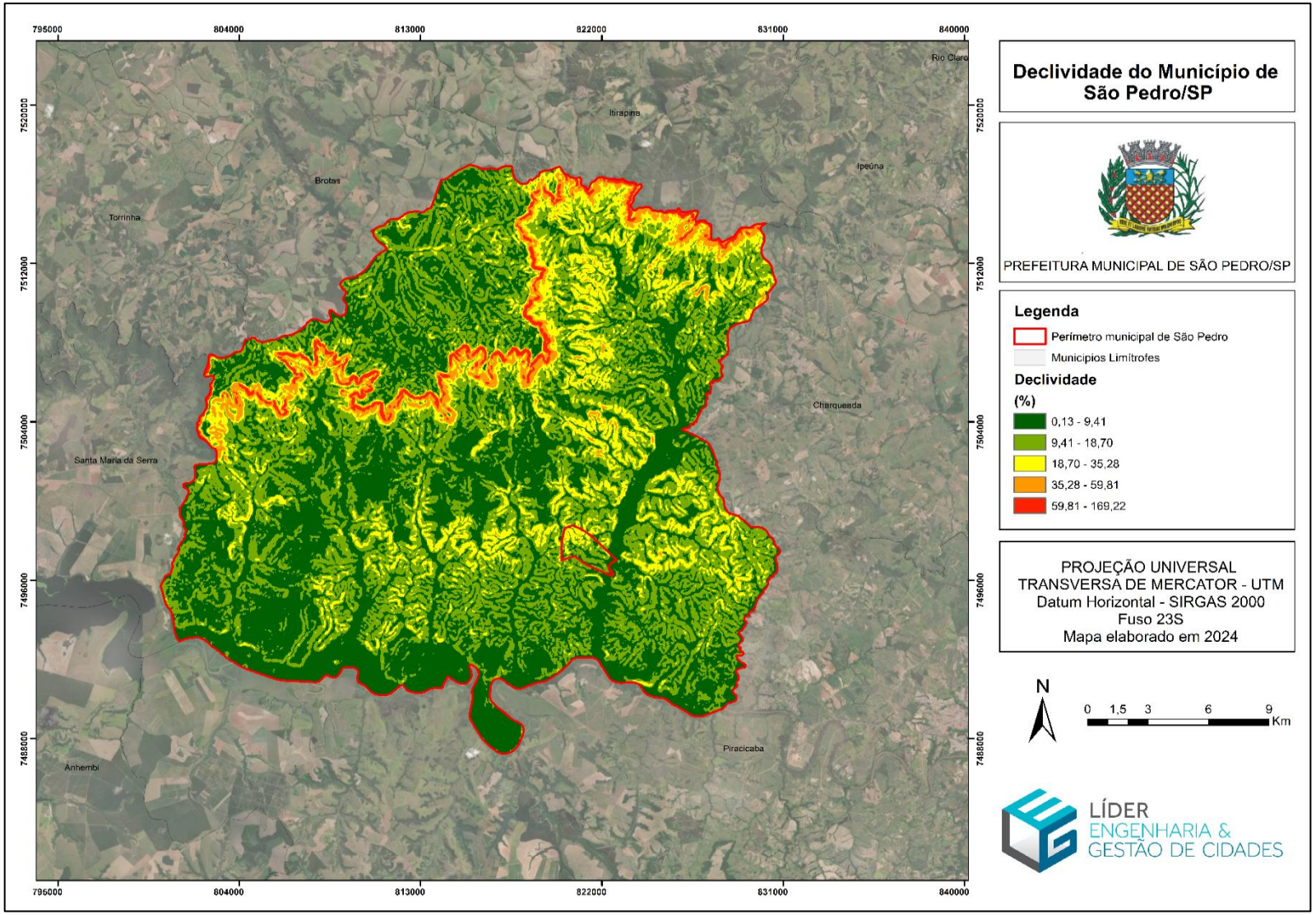
Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51’	**Áreas com muito baixa declividade**. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
5 – 10%	2°51’ – 5°42’	**Áreas com baixa declividade**. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea 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, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Examinando a tabela e os mapas de declividade e hipsometria fornecidos, observa-se que o Município de São Pedro apresenta as maiores inclinações nas regiões sul, leste e oeste. A declividade também se torna mais acentuada na região norte, como indicado no mapa de elevação.

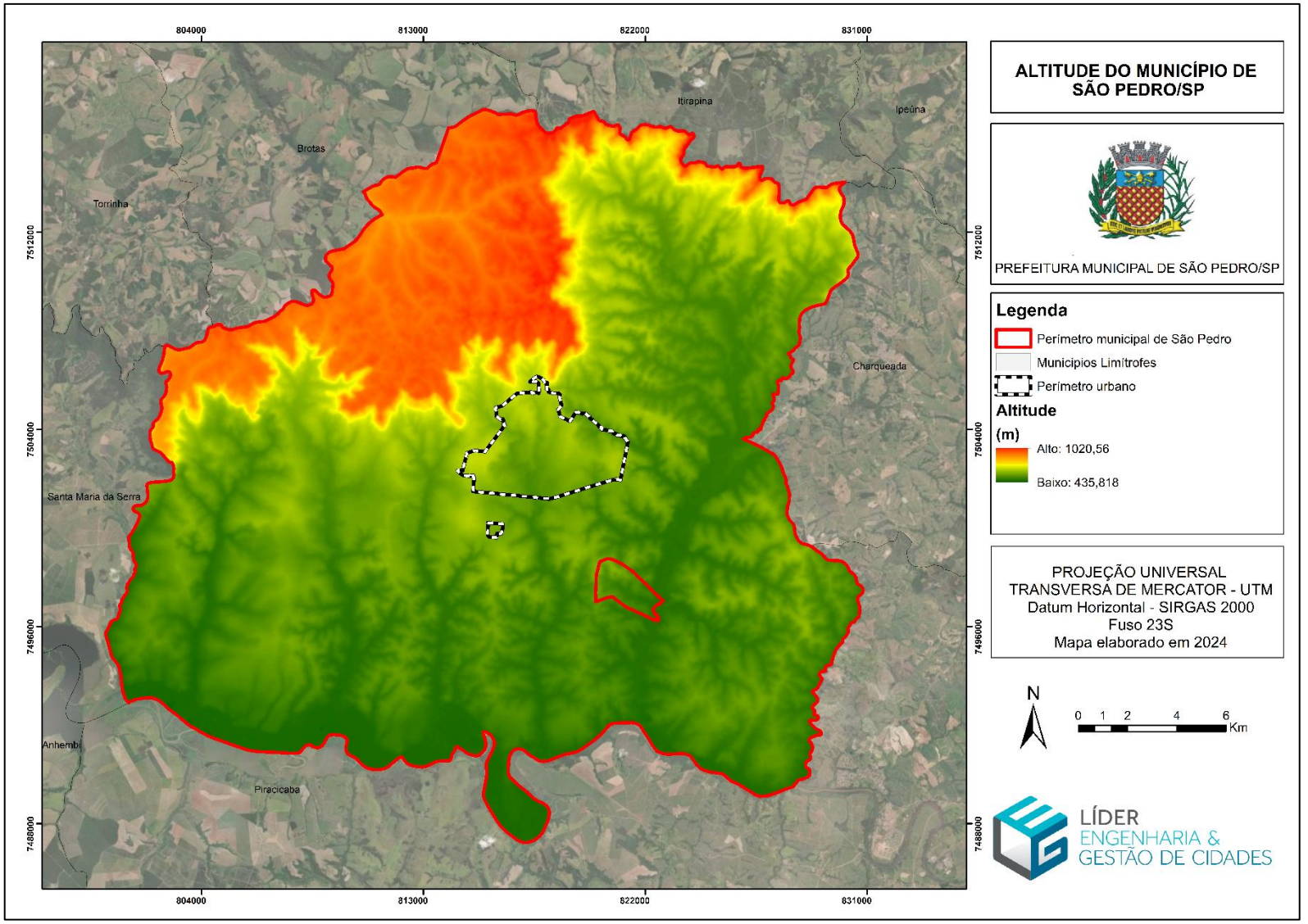
No que diz respeito à hipsometria, o município tem uma variação de cerca de 584 metros entre a altitude máxima de 1020 m e a mínima de 435 m. As áreas de maior altitude são as regiões Norte e Noroeste, enquanto o Centro, Leste, Sudeste, Sul e Sudoeste possuem altitudes mais baixas. Portanto, as figuras a seguir mostram a variação de declividade e elevação no município.

Figura 9 - Declividade do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 10 - Altitude do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A topografia, a hipsometria e a pressão são fatores que impactam diretamente os sistemas de drenagem. A topografia refere-se à configuração da superfície terrestre, enquanto a hipsometria é a forma como essa topografia é representada em um mapa. A pressão é a força exercida sobre uma superfície. No município, a topografia apresenta altitudes que variam de 435 metros a 1020 metros, com a maior variação observada no lado noroeste, conforme mostrado no mapa.

A relação entre esses fatores pode ser analisada da seguinte maneira:

• A topografia predominantemente baixa de São Pedro aumenta o risco de alagamentos durante eventos meteorológicos extremos.

• Em áreas com declividade acentuada, como a região sul do município, a água escoa mais rapidamente devido à inclinação do terreno.

• A topografia montanhosa no noroeste do município facilita o escoamento rápido da água e, consequentemente, contribui para a formação de erosão.

• A baixa altimetria pode afetar a agricultura e o uso do solo, influenciando a adequação para diferentes tipos de cultivo.

Entender a interação entre esses fatores é essencial para o planejamento dos sistemas de drenagem na área urbana de São Pedro, ajudando a prevenir problemas como erosão, degradação e inundações.

1.3.8. Solo

No Estado de São Paulo, de acordo com os dados obtidos com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais – BDiA, há 22 tipos de solos, excluindo-se a área urbana e corpo d’água continental. Aqueles com maior predominância são: Latossolo Vermelho (31,10%), Argissolo Vermelho (21,97%) e Argissolo Vermelho-Amarelo (19,51%).

Para o Município de São Pedro, 3 tipos de solos. O Argissolo Vermelho - Amarelo, é predominante na região, ocupando 76,96% do território do município,

seguido de Latossolo Vermelho-Amarelo com 18,06% e uma pequena área Neossolo Litólico com 1,01% e o restante é caracterizado como área urbana, 2,97% e corpo d'água continental, 0,99%, (BDiA, 2024).

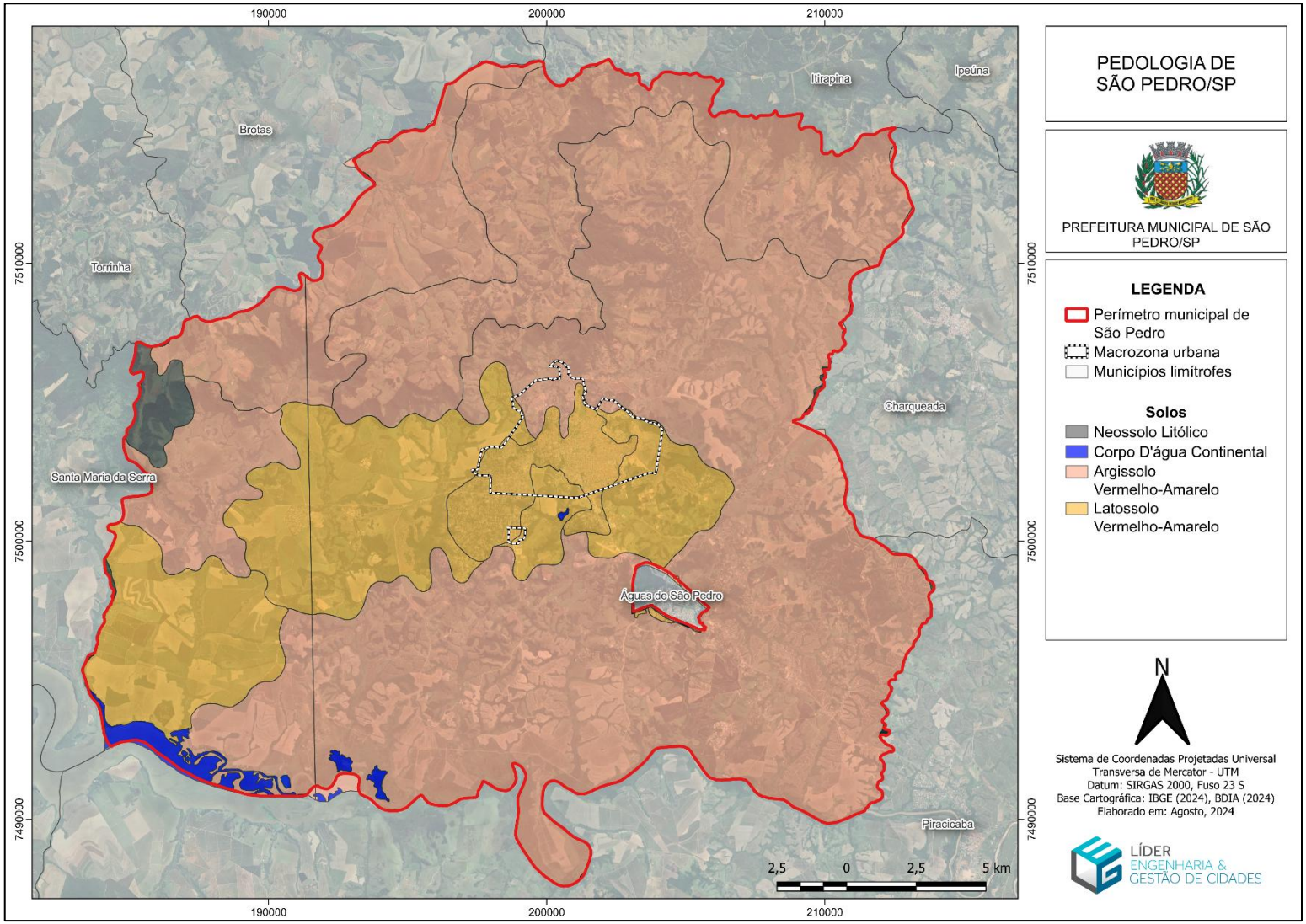
Quadro 2 – Características dos Tipos de Solos de São Pedro.

Solo	Características
Argissolo Vermelho-Amarelo	É um solo comum em regiões tropicais e subtropicais, caracterizado por sua cor avermelhada ou amarelada devido a óxidos de ferro e alumínio. Sua textura argilosa resulta em uma estrutura densa e compacta, que pode afetar a drenagem e aeração do solo. Este solo é composto principalmente por minerais secundários como caulinita e gibbsita. O pH geralmente é ácido, o que pode limitar a disponibilidade de nutrientes. O solo argiloso vermelho-amarelo frequentemente requer correção com adubação e calagem. É comum em áreas como o cerrado brasileiro e necessita de práticas de manejo adequadas para evitar a degradação e manter a qualidade.
Neossolo Litólico	É um solo encontrado em áreas com rochas expostas ou pouco profundas. É caracterizado por sua textura variada, geralmente arenosa ou argilosa, com uma presença significativa de fragmentos rochosos. Ocorre sobre rochas ou substratos pouco alterados, resultando em um solo com baixa profundidade e limitada capacidade de retenção de água e nutrientes. O pH pode variar, mas frequentemente é ácido. São comuns em regiões com relevo acidentado e, devido à sua baixa profundidade e fertilidade, é menos adequado para a agricultura intensiva, exigindo práticas específicas de manejo e conservação para ser utilizado de forma produtiva
Latossolo Vermelho-Amarelo	O Latossolo Vermelho-Amarelo é um solo típico das regiões tropicais e subtropicais, caracterizado por sua cor variando entre vermelho e amarelo, devido a óxidos de ferro e alumínio. Possui uma textura argilosa a arenosa, resultando em uma estrutura densa e compacta. Este solo é formado por minerais secundários como caulinita e gibbsita e geralmente apresenta um pH ácido, abaixo de 5,5. Naturalmente, o Latossolo Vermelho-Amarelo tem baixa fertilidade e exige correção com adubação e calagem para ser produtivo na agricultura. Encontrado com frequência no cerrado brasileiro, o manejo adequado é crucial para prevenir a degradação e otimizar a utilização agrícola.

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

A figura a seguir mostra o mapa pedológico do território de São Pedro.

Figura 11 - Pedologia do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.9. Vegetação

A vegetação é um dos atributos de maior significância da biota, por isso, sua conservação é essencial para manutenção de serviços ambientais, existência de hábitats para as espécies e garantia de bens necessários à sobrevivência humana. Sendo assim, é um tópico indispensável de análises para estabelecimento de políticas públicas que visem sua preservação e uso sustentável (MMA, 2023).

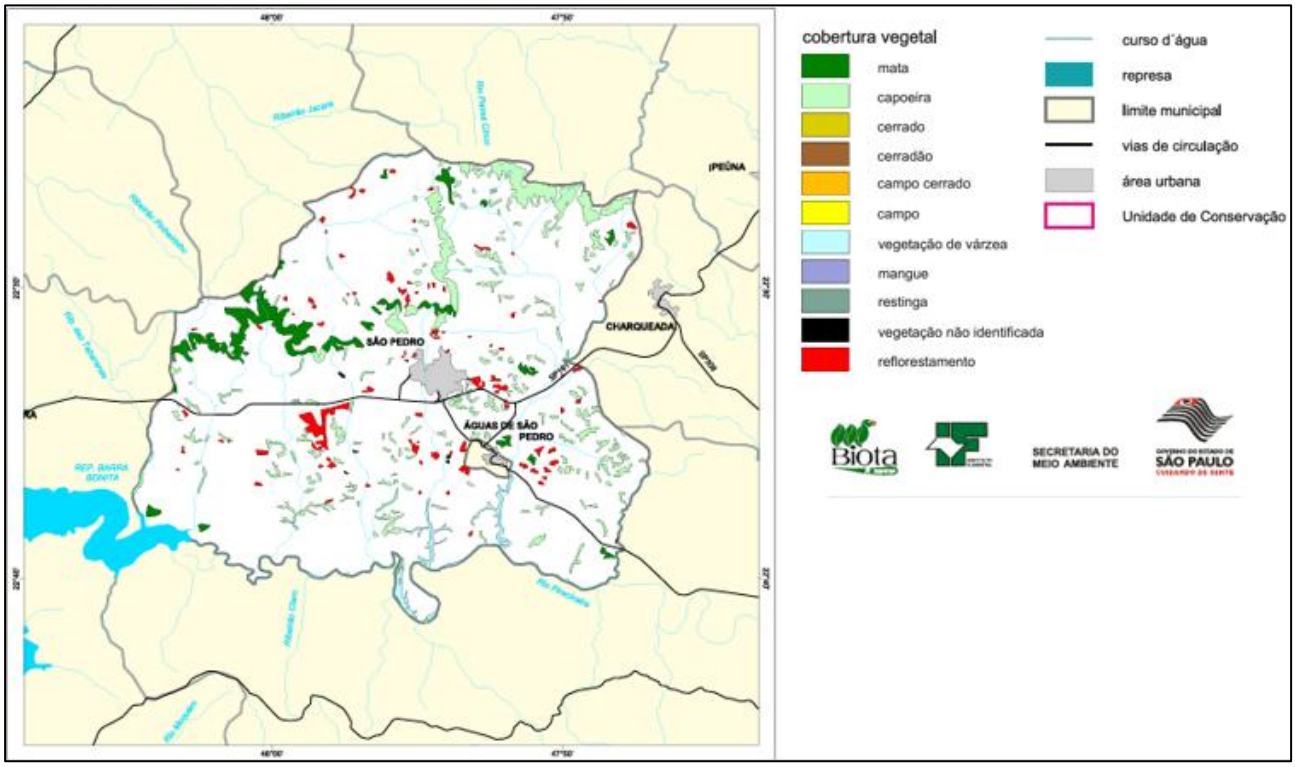
Conforme indicado pelo último PMSB de São Pedro, segundo o levantamento de dados realizado pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo (2009), os tipos de vegetação e suas respectivas áreas evidenciadas no Município são ilustradas pela Figura 12 e apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Tipos de Vegetação de São Pedro (2009).

Cobertura Vegetal	Área (ha)
Mata	1.577,22
Capoeira	3.343,90
Vegetação de várzeas	418,58
Vegetação não classificada	16,64
Reflorestamento	722,34
Total	**5.356,34**

Fonte: Instituto Florestal, 2009. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 12 – Mapa de Vegetação de São Pedro (2009).

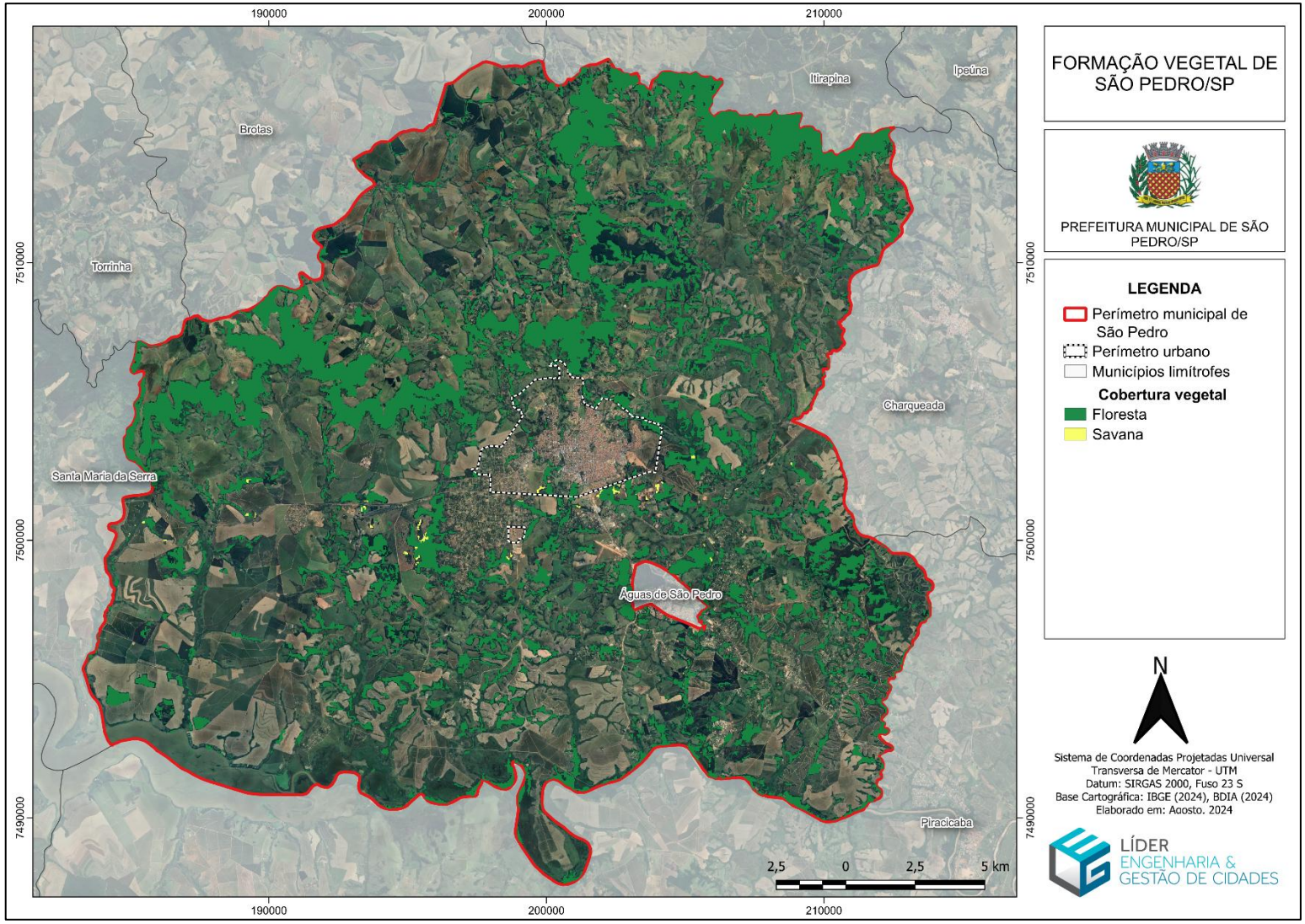


Fonte: INSTITUTO FLORESTAL, 2009. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ademais, conforme banco de dados atualizado em 2022, para São Pedro, tem-se que 77,70% do seu território é composto por área de Agropecuária, 16,75% por Floresta, 3,24% de Área Não Vegetada, 0,93% de Corpo D'água e 1,38% de Formação Natural não Florestal (MAPBIOMAS, 2024).

Neste contexto, segue a representação dos fragmentos florestais remanescentes no município de São Pedro.

Figura 13 - Fragmentos florestais do município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do Município, 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.

1.4.1. 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 expressada em hab./km² (habitantes por quilômetro quadrado).

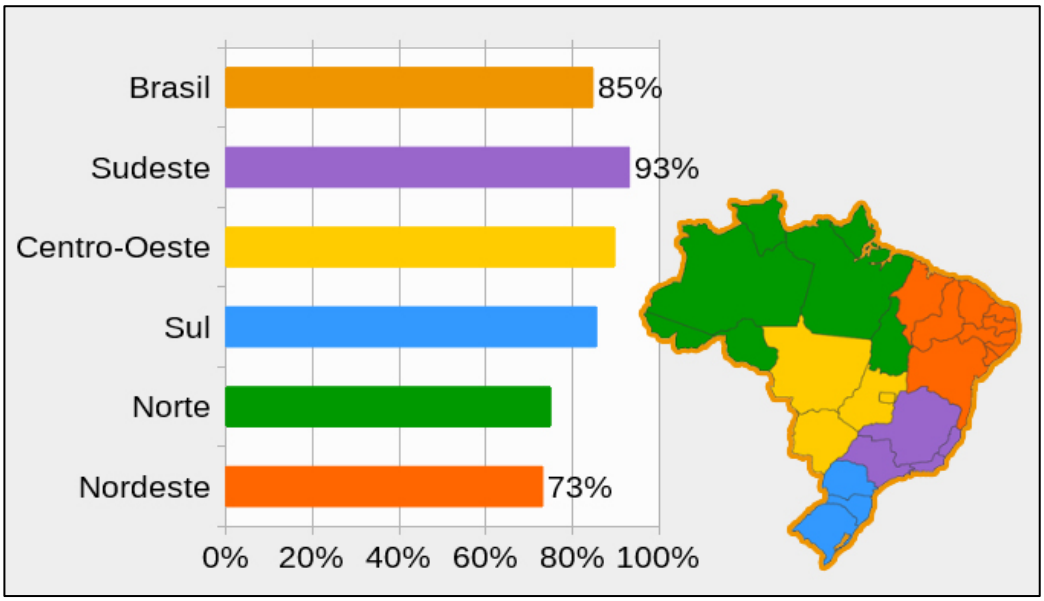
Considerando o último Censo Demográfico feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, realizado no ano de 2022, mostrou uma densidade demográfica calculada em 62,58 hab./km², com o total de 38.256 habitantes (IBGE, 2024).

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 (IBGE, 2024).

1.4.2. Taxa de Urbanização

A taxa de urbanização, como conceito, é definida como o percentual da população residente em determinadas áreas urbanas, durante o ano considerado. Conforme dados elaborados pela PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) realizado em 2015, 84,72% da população brasileira vive em áreas urbanas (IBGE, 2015).

Figura 14 – Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015).



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

Por definição, a taxa de urbanização é encontrada pela divisão quantitativa da população urbana pela população total, multiplicada por 100 (IBGE, 2015).

Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização.

$$\frac{\text{População urbana}}{\text{População total}} \times 100 = \text{Taxa de urbanização}$$

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

De acordo com as projeções populacionais elaboradas pela Fundação SEAD, a SEAD População apresentou valores da evolução da população urbana e rural, conseguindo então encontrar projeções das taxas de urbanização para o Município de São Pedro.

Tabela 7 – Taxa de urbanização de São Pedro.

Município	Ano	População urbana	População rural	População total	Taxa de Urbanização (%)
São Pedro	2010	26.579	5.050	31.629	84,0%
	2015	28.261	4.752	33.013	85,6%
	2020	29.769	4.439	34.208	87,0%

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

1.4.3. Distribuição Etária por Gênero

A composição por sexo da população de São Pedro, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de mulheres em relação aos homens no ano de 2023, ainda que haja pouca diferença entre eles, sendo respectivamente, 51,05% e 48,05%. Dos 38.684 habitantes do Município (2023), 19.748 eram mulheres e 18.936 eram homens (SEADE, 2024).

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 (ATLAS BRASIL, 2024).

1.4.4. 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 – PNUD, 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.

Foram avaliados aspectos relacionados à educação, longevidade, emprego e renda, acesso ao trabalho, condições habitacionais e outras variáveis que integram alguns dos indicadores de desenvolvimento humano mencionados. A variação metodológica, bem como o distanciamento do período de publicação destes indicadores aponta diferenças, sobretudo na classificação do município, especialmente quando se estabelece comparativos entre os indicadores.

Vale ressaltar que, os dados mais atuais de valores de IDHM individuais disponíveis são apenas para o ano de 2010. Porém, temos o valor de 0,783, para o IDHM coletivo para o Estado de São Paulo.

Em 2010, o IDHM do Município ocupava a 195ª posição entre os municípios do Estado de São Paulo. E em relação ao nível nacional, ocupava a 453ª posição, sendo 0,755 seu IDHM, valor considerado na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (de 0,700 a 0,799) (IBGE, 2024). Desta forma, a

Figura 16 ilustra o IDHM de São Pedro em relação ao Estado.

Figura 16 - Posição do IDHM de São Pedro no Estado de São Paulo.



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

A Tabela 8 apresenta a série histórica do IDH de São Pedro, comparando com a série histórica do Estado de São Paulo e da cidade de São Caetano do Sul.

Tabela 8 - Série Histórica do IDH.

ANO	IDH São Paulo	IDH São Caetano do Sul	IDH São Pedro
1990	0,578	0,697	0,524
2000	0,702	0,820	0,677
2010	0,783	0,862	0,755

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

A tabela acima mostra um aumento de 11,52% no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Município de São Pedro entre 2000 e 2010. No mesmo período, o IDH do Estado de São Paulo subiu de 0,702 para 0,783, representando um crescimento de 11,54%. Em 2010, o IDH de São Pedro ocupava a 453ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 195ª posição entre os municípios do Estado de São Paulo. Abaixo, a figura ilustra o ranking do IDH do município de São Pedro.

A Tabela 9 mostra a evolução do IDHM do Município durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, sendo possível notar a qualidade registrada devido ao aumento de 0,677 para 0,755. Mostra-se também a significância em cada setor, Educação, Longevidade e Renda.

Tabela 9 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.

IDHM e componentes	2000	2010
IDHM	0,677	0,755
IDHM Educação	0,532	0,674
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	25,57	36,62
% de 5 a 6 anos na escola	81,47	95,91
% de 11 a 13 anos nos anos finais do ensino fundamental ou com ensino fundamental completo	77,65	89,79
% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	54,85	65,18
% de 18 a 20 anos com ensino médio completo	30,18	50,30
IDHM Longevidade	0,812	0,863
Esperança de vida ao nascer	73,70	76,78
IDHM Renda	0,717	0,741
Renda *per capita*	693,75	803,02

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

Em 2010, a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do Município foi a Longevidade, com índice de 0,863, seguida de Renda, com índice de 0,741 e de Educação com 0,674. Entre 2000 e 2010, verificou-se que os IDHM Longevidade, Renda e Educação apresentaram alterações de, respectivamente, de 6,30%, 3,4% e 26,7% (ATLAS BRASIL, 2024).

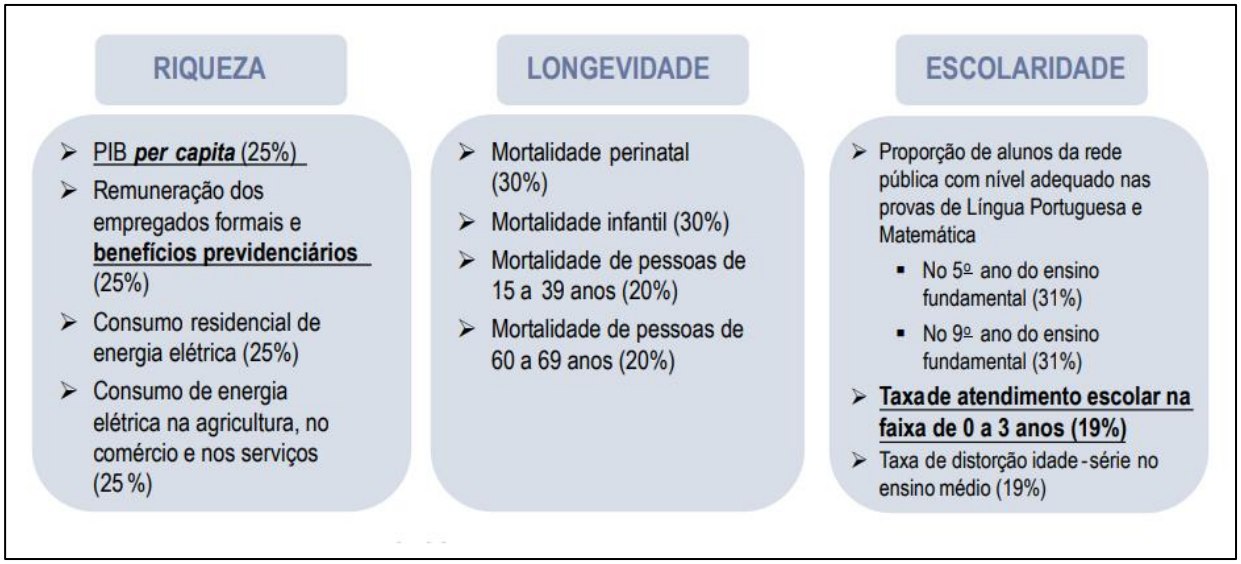
1.4.5. Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS

O IPRS é um indicador que serve como parâmetro para mensurar o grau de desenvolvimento humano dos municípios do Estado de São Paulo. E assim como o IDH, utiliza-se das dimensões renda, escolaridade e longevidade, visando fornecer subsídios à sociedade, permitindo reflexão sobre os elementos sociais e econômicos desempenhados nos municípios (SEADE, 2019).

Na edição décima elaborada em 2019, a Fundação Seade divulgou resultados para os anos de 2014 e 2016, assim como estimativas para 2018, com inovações nos aspectos que auxiliam a gestão local a melhorar a situação da população (SEADE, 2019). São 4 as inovações propostas nesta nova edição do IPRS:

- Dados definitivos para 2014 e 2016, e estimativas para 2018;
- Inclusão de novos indicadores nas dimensões riqueza e escolaridade;
- Identificação dos grupos de IPRS;
- Apresentação dos resultados por meio do *software Microsoft Power BI* (SEADE, 2019).

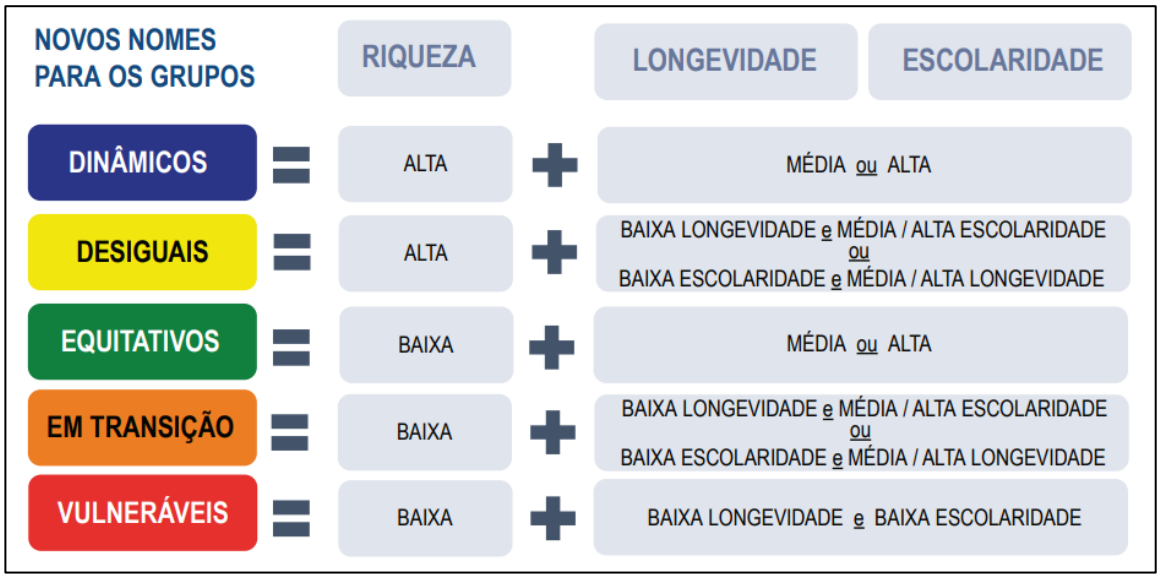
Figura 17 – Indicadores do IPRS.



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

A Figura 18 apresenta a formação dos novos grupos de classificação do Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS.

Figura 18 – Nomes dos Grupos do IPRS.

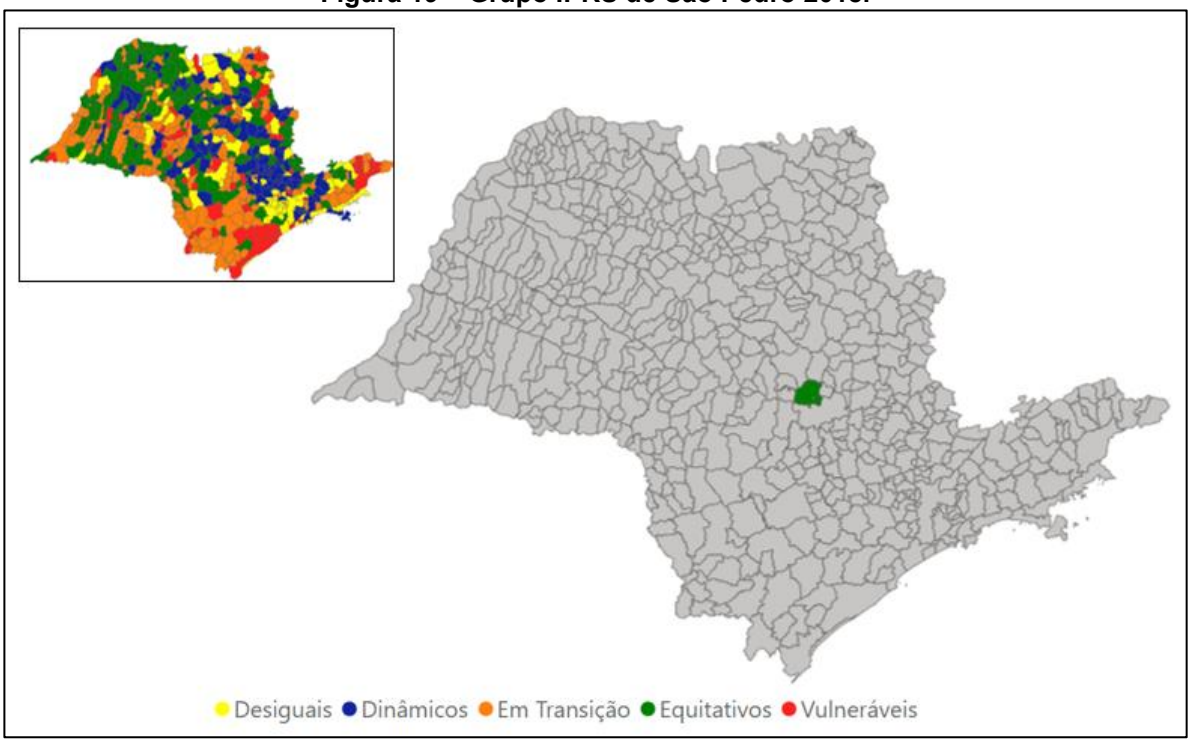


Fonte: SEADE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Neste sentido, a

Figura 19 mostra o Município de São Pedro conforme classificação indicada no *software Power BI*, apontando São Pedro para o grupo Equitativo, com referência ao ano de 2018.

Figura 19 – Grupo IPRS de São Pedro 2018.



Fonte: SEADE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Por meio de análise dos anos de 2014 e 2016, constatou-se que São Pedro também manteve sua posição no grupo dos Equitativos ao longo destes anos, perdurando até 2018 (SEADE, 2018).

1.4.6. Educação

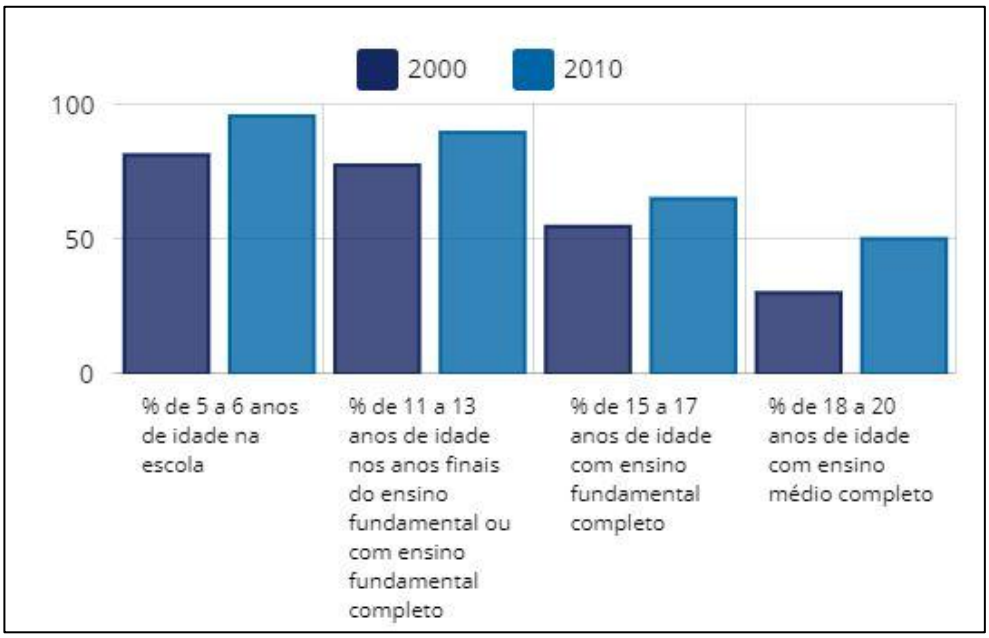
Para este índice, são considerados cinco indicadores, sendo que em quatro referem-se ao fluxo escolar de crianças e jovens com o intuito de medir até que ponto estão frequentando a escola na série adequada à sua idade. Como quinto indicador, está a escolaridade da população.

Para o Município de São Pedro, em 2010, a proporção de crianças com 5 a 6 anos na escola era de 95,91%. No mesmo ano, a proporção de crianças com 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 89,79% (ATLAS BRASIL, 2024).

A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 65,18%. E a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 50,30% (ATLAS BRASIL, 2024).

O gráfico a seguir ilustra as porcentagens correspondentes ao ano de 2000 em comparação com 2010, destacando as principais variações e tendências

Figura 20 - Gráfico de porcentagem referente ao ano de 2000 e 2010.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.4.7. 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 a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. Sendo assim, tem-se que a razão de dependência total de São Pedro passou de 52,80% (2000) para 46,85% (2010) e a proporção de idosos de 8,55% para 10,96% (ATLAS BRASIL, 2024).

A Tabela 10 menciona a estrutura etária entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 10 - Estrutura Etária da População de São Pedro.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	7.256	18,90	6.630	17,30
15 a 64 anos	18.257	47,70	21.561	56,30
65 anos ou mais	2.384	6,23	3.471	9,06
Razão de dependência	52,80	-	46,85	-
Taxa de envelhecimento	8,55	-	10,96	-

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

A taxa de mortalidade infantil é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos. No Município essa taxa passou de 16,70 (2000) para 11,20 em 2010. No mesmo período, no Brasil, mudou de 30,57 para 16,70.

Como conceito, 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 de São Pedro era de 73,70 anos em 2000, e de 76,78 anos em 2010. No Brasil a esperança de vida ao nascer era de 68,61 anos no ano de 2000, passando para 73,94 anos em 2010 (ATLAS BRASIL, 2024).

Tabela 11 – Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	16,70	11,20
Esperança de vida ao nascer	73,70	76,78

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

1.4.8. Economia

Economia é considerada uma ciência social, pois engloba o comportamento que resulta nas necessidades individuais das pessoas, abordando a produção, distribuição e consumo de bens e serviços que promovem a qualidade de vida e sobrevivência humana (FEAUSP, 2021).

Em relação ao crescimento econômico e desenvolvimento social dos municípios, o Valor Adicionado (VA) detém influência direta nos principais setores econômicos responsáveis pela economia local de cada região, que são: Serviços, Indústria e Agricultura (BARTH *et al*., 2018).

O VA compreende-se como uma maneira de medir o valor criado por algum agente econômico, após retirados os custos com matéria-prima, serviços e bens intermediários, obtendo-se o valor dos bens produzidos por uma economia (BARTH *et al*., 2018).

Tabela 12 - Distribuição do VA por Setor (2020).

Setor	Atividade	Valores em 2020 (R$)	(%)
Serviços	Serviços (não inclui administração pública)	165.476,393	63,62
	Serviços de administração pública	514.870,525	20,45
Indústria	Diversas	64.260,756	7,94
Agropecuária	Produção agropecuária	64.623,833	7,99

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

Destaca-se que, dentro do setor industrial, para o ano de 2021, os principais produtos referentes ao valor da transformação industrial por setor de atividade foram os produtos químicos (40,5%), Minerais não–metálicos (27,7%), produtos têxteis (17,3%), produtos alimentícios (7,8%), móveis (5,0%) e vestuários (1,6%).

Em relação à produção agropecuária em 2021, a cana-de-açúcar e a laranja foram os de maior destaque percentual da produção total, sendo respectivamente, 52,8% e 28,6%. Para o rebanho, também no ano de 2021, destaca-se os galináceos, sendo praticamente dominante no Município, com um total de 1.995,000 cabeças, representando 98,2% (SEADE, 2024).

1.4.9. Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto – PIB, representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, sendo países, estados ou municípios, durante um período determinado. O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região.

Entretanto, o PIB é apenas um indicador síntese de uma economia. Ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde.

Um país tanto pode ter um PIB pequeno e ostentar um altíssimo padrão de vida, como registrar um PIB alto e apresentar um padrão de vida relativamente baixo.

De acordo com o IBGE, em 2010, o PIB per capita do Município de São Pedro era de R$ 407.763,00 aumentando para R$ 824.684,60 no ano de 2020. A Tabela 13 apresenta a evolução do PIB do Município entre os anos de 2010 e 2020.

Tabela 13 - Evolução do PIB de 2010 a 2020.

Ano	Valor (R$ x1000)
2010	407.763,00
2011	450.944,00
2012	471.890,00
2013	535.546,00
2014	579.359,65
2015	605.305,60
2016	679.406,56
2017	739.208,87

Ano	Valor (R$ x1000)
2018	751.606,57
2019	799.278,06
2020	824.684,60

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

1.4.10. Renda

Os valores de renda *per capita* mensal registrados em 2000 e 2010 apresentaram crescimento em São Pedro. No ano de 2000, a renda *per capita* era de R$ 693,75, aumentando para R$ 803,02 em 2010. Preços com referência ao mês de agosto de 2010 (ATLAS BRASIL, 2024).

Com isso, o Atlas do Desenvolvimento Humano classifica a população do Município em três categorias, sendo a primeira dos extremamente pobres, com renda domiciliar per capita mensal inferior a R$70,00, dos pobres, com a mesma renda inferior a R$ 140,00 e dos vulneráveis à pobreza, abaixo de R$ 255,00 considerando preços de 01 de agosto de 2010.

Tabela 14 - Classificação pela renda domiciliar *per capita* em São Pedro.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda *per capita*	< R$ 70,00	< R$ 140,00	< R$ 255,00
Proporção em 2000	1,55%	9,00%	28,14%
Proporção em 2010	0,49%	4,08%	16,24%

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

Com base nas informações de pessoas que estão inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a Tabela 15 apresenta a proporção de cada classificação mencionada anteriormente, após o recebimento do Bolsa Família.

Tabela 15 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no Município.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda *per capita*	< R$ 70,00	< R$ 140,00	< R$ 255,00
Proporção em 2014	23,10%	60,96%	65,92%
Proporção em 2017	27,17%	62,95%	84,29%

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

Porém, de acordo com informações mais recentes, conforme consta no Mapa da Riqueza do Brasil, pesquisa realizada pela FGV Social (Fundação Getulio Vargas), baseada em dados do ano de 2020, indicou-se que o Município de São Pedro possuí a média de renda mais baixa entre os municípios de médio porte de sua macrorregião, com valor de R$ 1.169,78, ficando abaixo dos 4 grandes centros urbanos macrorregionais, liderados por Piracicaba, com renda média de R$ 2.202,19 (FGV, 2024).

A Tabela 16 mostra os valores de renda média dos municípios de médio porte da macrorregião de São Pedro e cidades da microrregião, de acordo com dados da pesquisa de 2020.

Tabela 16 – Rendas Médias Macrorregião e Microrregião de São Pedro.

Abrangência	Município	Renda Média (R$)
Macrorregião	Piracicaba	2.202,19
	Limeira	1.661,09
	Rio Claro	1.809,43
	Araras	1.720,60
Microrregião	Itaporanga	682,59
	Riversul	467,29
	Coronel Macedo	606,72
	Itaberá	618,05

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

Quanto ao índice que representa a desigualdade de renda, chamado de Índice de Gini é uma das medidas de desigualdade de renda constantes do Atlas do

Desenvolvimento Humano no país. Seu valor pode variar entre 0 e 1, sendo que quanto maior o índice, maior a desigualdade de renda existente.

Deste modo, o Índice de Gini para o Município de São Pedro em 2000 era de 0,52, passando para 0,46 em 2010, indicando redução na desigualdade de renda (ATLAS BRASIL, 2024).

1.4.11. Saúde

De acordo com DataSUS (2024), São Pedro possui 07 Unidades Básicas de Saúde (UBS) e 2 hospitais, que são: Hospital São Pedro e Santa Casa de São Pedro. Abaixo segue relação das UBS.

Tabela 17 - UBS Município de São Pedro.

Unidade Básica de Saúde
UBS BELA SÃO PEDRO
UBS CENTRO
UBS JARDIM DOROTHEA
UBS JARDIM PRIMAVERA
UBS NOVA SÃO PEDRO 2
UBS SANTO ANTÔNIO
UBS SÃO FRANCISCO

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

A Tabela 18 mostra os tipos de estabelecimentos e as quantidades que o município possui, com base em dados até agosto de 2024.

Tabela 18 - Estabelecimentos de saúde no Município de São Pedro.

Descrição	Total
POSTO DE SAÚDE	1
CENTRO DE SAÚDE/UNIDADE BÁSICA	1
HOSPITAL GERAL	2
CLÍNICA/CENTRO DE ESPECIALIDADE	10
UNIDADE MISTA	2

FARMÁCIA	1
CENTRO DE FISIOTERAPIA	2
CENTRO DE ATENÇÃO PSICOSSOCIAL	2

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

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES possui informações dos leitos disponíveis nos estabelecimentos de saúde em todo território nacional. Essas informações são captadas pelas gestões municipais e estaduais por meio das variáveis de Tipo de Leito (Clínicos, cirúrgicos, complementares etc.), Detalhamento do Leito (Especialidades) e a quantidade dividida entre Leitos Existentes e Leitos SUS (CNE – DATASUS, 2020). Abaixo são descritos os conceitos de cada tipo de leito:

- Leitos Existentes: são utilizados para internação, mesmo que alguns deles, eventualmente, não possam ser utilizados por alguma razão, no espaço de tempo de até 01 competência.
- Leitos SUS: são utilizados no âmbito do SUS, pelo qual conceitua-se por leitos de internação hospitalar ativos, disponíveis para internação do paciente do SUS. O gestor é responsável por informar o quantitativo, exceto no caso dos leitos complementares, que é resultado do processo de habilitação (vide Leitos não SUS);
- Leitos não SUS: é a diferença entre os Leitos Existentes e Leitos SUS (CNES, 2020).

Neste sentido, a Tabela 19 apresenta o quantitativo de leitos existentes e leitos SUS por categoria.

Tabela 19 – Quantitativo de leitos em São Pedro.

Descrição	Existente	SUS
Cirúrgico	26	24
Clínico	21	17
Obstétrico	12	8
Pediátrico	4	2
Outras especialidades	12	10

Total geral menos complementar	**75**	**61**
Complementar	**Existente**	**Habilitado**
	12	10
Total complementar	**63**	**51**

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

1.4.12. 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.

Faz menção à suscetibilidade à pobreza e é expressa por variáveis relacionadas à renda, educação, trabalho e moradia das pessoas e famílias em situações vulneráveis (ATLAS BRASIL, 2024).

Para estas quatro dimensões de indicadores, destacam-se para o Município os resultados apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Vulnerabilidade Social do Município.

Indicadores	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	74,07	46,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	10,66	7,33
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	2,78	0,53
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	44,45	33,62
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	11,85	11,58
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	1,65	1,08

% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,19
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	97,44	99,32

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

Com base na dinâmica de alguns indicadores da tabela acima, pode-se destacar que, entre 2000 e 2010, houve redução no percentual de crianças extremamente pobres de 2,78% para 0,53%. O percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, passou de 11,85% para 11,58%.

Durante este mesmo período analisado, houve redução no percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e são vulneráveis à pobreza, mudando de 10,66% para 7,33%. E a população em domicílios com banheiro e água encanada no Município aumentou de 97,44% para 99,32%.

1.4.13. Consumo Energético

Em 2024, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) elaborou o “Anuário Energético por Município no Estado de São Paulo”, publicado pelo Governo do Estado de São Paulo. Esse documento traz dados sobre os principais energéticos consumidos pelos municípios paulistas, tomando como base o ano de 2023.

Tabela 21 – Participação dos Energéticos no Consumo Total (Estado de São Paulo).

Energético	Participação (%)
Derivados de Petróleo	54
Eletricidade	27
Gás Natural	10
Etanol	9

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

O anuário é considerado uma importante ferramenta para os gestores municipais, em vista da possibilidade do fomento de parcerias com o Governo e da elaboração de políticas públicas voltadas ao planejamento energético da região, atreladas a conceitos de preservação ambiental, sustentabilidade e economia de bem-

estar social (SIMA, 2022). Diante disso, a Tabela 22 mostra os valores de consumo energético do Município de São Pedro.

Tabela 22 – Consumo Energético de São Pedro (2023).

Município	Tipo	Consumo (toe)*	Emissões de CO2 (10^3 t/ano)
São Pedro	Derivados de Petróleo	12.765	36,09
	Eletricidade	7.042	
	Etanol	3.834	
	Total	**23.641**	

Fonte: SIMA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445/ 2007, atualizada pela Lei Federal n° 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 residuais, 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 as 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 São Paulo a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Agência Reguladora dos Serviços Públicos do Estado de São Paulo – ARSESP. A ARSESP, foi criada através da Lei Complementar nº 1.025/2007 e regulamentada pelo Decreto nº 52.455/2007, com o objetivo de regular,

controlar e fiscalizar, no âmbito do Estado, os serviços de gás canalizado e, preservadas as competências e prerrogativas municipais, de saneamento básico de titularidade estadual.

A ARSESP, também está em consonância com a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei Federal n °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 ARSESP, 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 São Pedro. Para que posteriormente sejam propostas ações que visam a boa funcionalidade dos serviços de saneamento básico, garantindo a excelência da qualidade de vida da população.

2.1. 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.

O município de São Pedro tem como responsável para o fornecimento de água tratada o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), autarquia da Prefeitura Municipal, criada e implantada em junho de 2002. O sistema de abastecimento é composto pelas etapas de captação e adução de água bruta, estação de tratamento de água, reservação e distribuição de água potável e conta com 15.358 ligações ativas (SAAESP, 2024). Sua receita é arrecadada através do consumo de água, utilização da rede de esgoto, tarifa das ligações e religações de água e esgoto, disponibilidade das redes, contribuição de melhoria e outros decorrentes dos serviços prestados à população.

2.1.1. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Águas Atuais

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS referente ao ano de 2022, a população total abastecida no município é de 38.256 habitantes, desses apenas 90,77% (34.585 pessoas) possuem acesso ao abastecimento de água por meio da rede geral de distribuição. Além disso, 1.886 pessoas utilizavam poços profundos (4,95%) e 1.024 habitantes se abasteciam por poços rasos ou outras fontes alternativas, como cisternas (SNIS, 2022). A cobertura por hidrômetros é praticamente universalizada, com 99,57% das ligações residenciais devidamente medidas, o que contribui para o controle e monitoramento do consumo individual.

A infraestrutura de reservação é composta por 31 reservatórios distribuídos pelo município. Recentemente, em 2023, foram instalados dois novos reservatórios metálicos com capacidade individual de 100 mil litros (100 m³) nos bairros Jardim Botânico e Alto da Serra, no âmbito do programa estadual “Água é Vida”, coordenado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (Prefeitura São Pedro, 2023). Ainda como parte deste programa, foram perfurados dois novos poços artesianos com profundidade aproximada de 140 metros nos bairros Jamil e Santa Rosa, ampliando a capacidade de captação do sistema e oferecendo maior segurança hídrica em regiões de crescimento populacional (Prefeitura São Pedro, 2023).

Figura 21 - Reservatório de 100 mil litros (Jardim Botânico) e Imagem de divulgação das obras para instalação de poços artesianos pela Prefeitura de São Pedro.



Fonte: Prefeitura de São Pedro, 2023.

De forma geral, o município não enfrenta problemas contínuos de desabastecimento. As interrupções no fornecimento ocorrem, majoritariamente, por manutenções programadas ou emergenciais, com retorno gradativo do serviço após a conclusão dos reparos (Prefeitura de São Pedro, 2023). O consumo médio per capita residencial registrado em 2022 foi de 169,07 l/hab./dia, valor ligeiramente inferior à média estadual (178,09), mas ainda acima da média nacional (148,19) (SNIS, 2022).

Por outro lado, o índice de perdas na distribuição de água permanece elevado, com 49,37% do volume total produzido sendo perdido em vazamentos, fraudes ou imprecisões de medição (SNIS, 2022). Este valor está acima da média do estado de São Paulo (34,09) e representa um dos principais desafios operacionais do sistema.

No município de São Pedro o sistema de abastecimento de água é administrado através do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São (SAAESP). A tarifa média praticada pelo SAAESP em 2022 foi de R$ 2,76 por metro cúbico de água, cerca de 31,7% inferior à média estadual de R$ 4,04/m³ (SNIS, 2022), o que demonstra uma política tarifária acessível, mas que pode influenciar a capacidade de investimento em infraestrutura, caso não haja equilíbrio entre receita e custo de operação. O sistema de abastecimento de água em São Pedro, apesar de tecnicamente consolidado, requer atenção quanto à modernização da rede de distribuição e à redução das perdas físicas e comerciais, a fim de garantir a sustentabilidade do serviço a médio e longo prazo.

I. Captação

O sistema de captação de água do município de São Pedro é híbrido, sendo predominante a exploração de águas subterrâneas, por meio de poços tubulares profundos. Essa configuração de captação majoritariamente subterrânea se mostra adequada ao contexto hidrogeológico da região, inserida na Bacia do Rio Piracicaba e apoiada em formações aquíferas do Sistema Aquífero Guarani.

Existem projetos em andamento para ampliação de captação superficial, uma estratégia voltada à diversificação das fontes e ao fortalecimento da segurança hídrica local. Esse processo de adaptação de seu sistema de captação para contemplar fontes superficiais, traz segurança diante do crescimento populacional e das variações sazonais que podem afetar a recarga do aquífero.

a. 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.

Na UGRHI-5, a qual São Pedro está inserido, são identificados quatro aquíferos distintos: Guarani, Itaqueri, Passa Dois e Serra Geral. Esses sistemas aquíferos exibem uma notável diferenciação litológica e estratigráfica, caracterizada pelas condições de armazenamento e circulação das águas em suas estruturas.

A captação subterrânea representa, historicamente e até o presente momento, o maior volume de fornecimento de água potável no município. O sistema operado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP) é constituído por uma rede de poços tubulares profundos, majoritariamente perfurados no Aquífero Guarani (Formação Botucatu). Esses poços operam com bombas submersas dimensionadas para vazões médias individuais estimadas entre 10 e 20 L/s, garantindo um volume compatível com as demandas atuais da população.

Segundo informações do SAAESP, o município conta, ao todo, com 15 poços profundos ativos, distribuídos em diferentes bairros, de modo a modular a pressão no sistema e reduzir perdas por recalque excessivo. Em 2023, foram perfurados dois novos poços artesianos no âmbito do programa estadual “Água é Vida”, localizados nos bairros Jamil e Santa Rosa. Tais ampliações visaram atender à expansão habitacional nessas localidades, reforçando o fornecimento em áreas que vinham apresentando baixa pressão em horários de pico.

Parte dessa água, dependendo das características físico-químicas identificadas nos boletins de monitoramento, segue para tratamento complementar nas três Estações de Tratamento de Água (ETAs) do município, que realizam processos de ajuste de pH, desinfecção, adição de flúor, cloração e controle de cor aparente e turbidez.

O modelo de captação subterrânea confere vantagens significativas, como menor vulnerabilidade imediata à contaminação superficial e estabilidade de qualidade físico-química, mas exige monitoramento rigoroso dos níveis estáticos e dinâmicos dos poços, visando evitar a sobre-exploração do aquífero. Nesse contexto, a implantação do sistema superficial do Ribeirão Araquá desponta como solução estratégica, mitigando riscos futuros e assegurando a sustentabilidade do abastecimento frente ao adensamento populacional e à maior frequência de eventos climáticos extremos.

Abaixo seguem registros fotográficos de 12 dos 15 poços ativos, disponibilizados no site do SAAESP, com exceção do Poço Residencial São Pedro e os dois poços instalados no ano de 2023 pelo programa “Água é Vida”.

Figura 22 – Poço Alpes das Águas



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 23 – Poço Santana



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 24 – Poço Santa Mônica



Figura 25 – Poço Recanto



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 26 – Poço Horto Florestal



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 27 - Poço Botânico



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 28 – Poço Nova Estância



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 29 – Poço Vila Rica



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 30 – Poço Dorotéia



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 31 – Poço Jardim Itália



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 32 – Poço Novo Horizonte



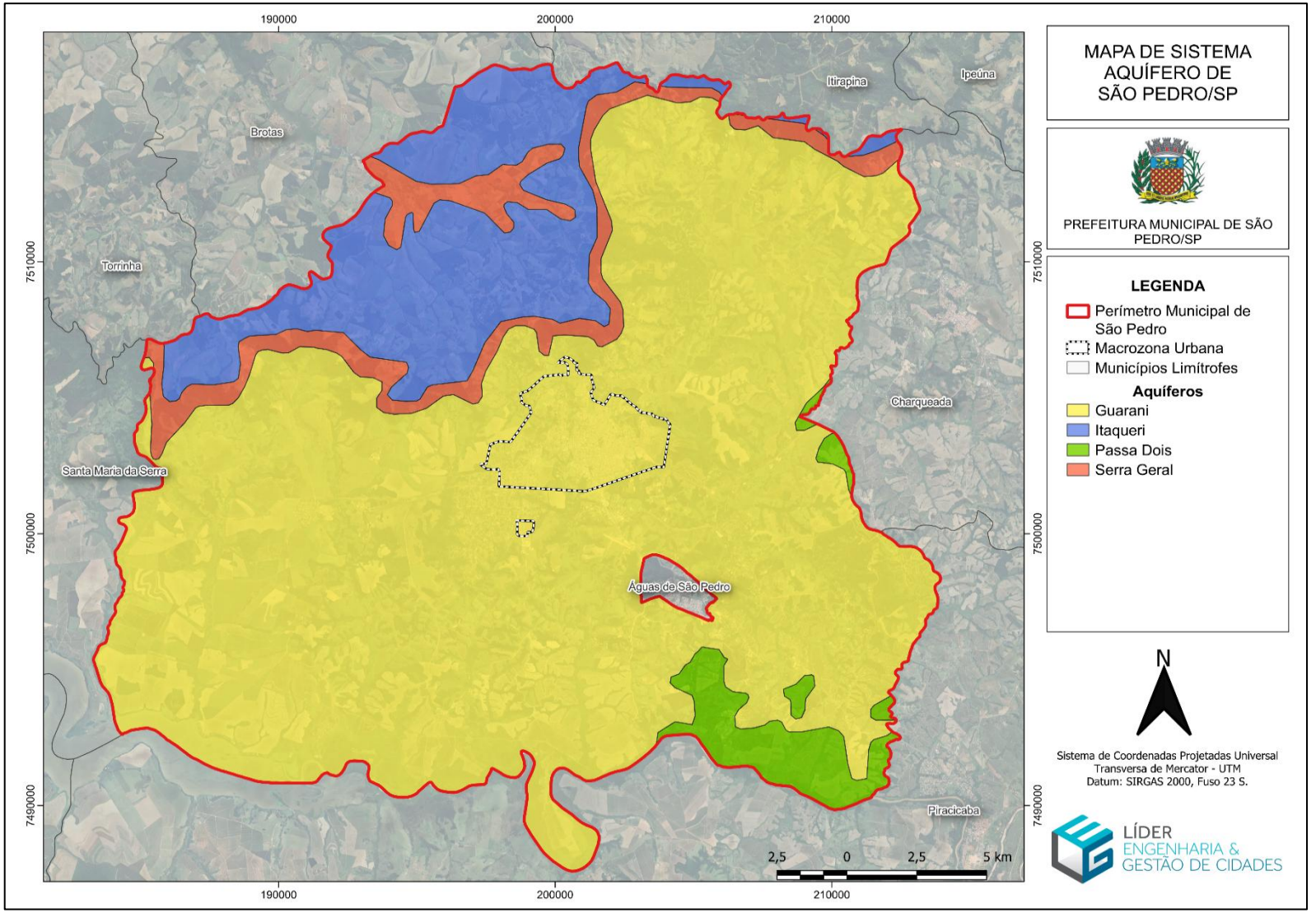
Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 33 – Poço Jardim das Cachoeiras



Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), 2024.

Figura 34 – Sistema aquífero correspondente a área do Município de São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

b. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para sua gestão. Desta forma, faz-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais. O município de São Pedro está inserido predominantemente na rede hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), exceto o afluente do Córrego dos Coqueiros que pertence a Bacia do Tietê-Jacaré. O território municipal é contemplado por diversos cursos d'água, destacando-se os ribeirões Samambaia, Ribeirão do Meio, Araquá, Vermelho, Limoeiro, Tabaranas, entre outros ribeirões e córregos distribuídos no município.

A captação superficial de água em São Pedro ocorre justamente nesses afluentes que compõem a sub-bacia do Rio Piracicaba, utilizando-se de tomadas diretas em pequenos cursos hídricos e represas. Todos esses corpos d'água são enquadrados como classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e as normas estaduais vigentes, o que significa que suas águas são destinadas ao abastecimento público, desde que submetidas a tratamento convencional.

O sistema conta, atualmente, com cinco pontos outorgados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), que autorizam a retirada controlada de volumes de mananciais superficiais para fins de abastecimento público. Esses pontos de captação superficial são operados de forma segmentada, com bombeamentos diretos a pequenos reservatórios ou caixas d'água comunitárias, e o controle de qualidade é realizado conforme exigências da Portaria GM/MS nº 888/2021, assegurando o padrão potável da água distribuída mesmo em sistemas isolados.

Tabela 23 - Vazão estimada com base nas outorgas dos pontos de captação de São Pedro

Local / Corpo Hídrico	Vazão Média Aproximada
Ribeirão Pinheiros (ETA 1)	20 L/s (72 m³/h)
Ribeirão Samambaia (ETA 1)	30 L/s (108 m³/h)
Ribeirão do Meio (ETA 2)	40 L/s (144 m³/h)
Jamil (Alpes)	12 L/s (43 m³/h)
Coqueiros (Serra / ETA 3)	10 L/s (36 m³/h)

Fonte: DAEE, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A água captada no Ribeirão Pinheiro e no Ribeirão Samambaia é conduzida até a Estação de Tratamento de Água – ETA 1 (Sede do SAAESP). A estação contempla 80 l/s, atendendo a maior parte da área urbana de São Pedro.

A Estação de Tratamento de Água – ETA 2, com capacidade de 40 l/s, recebe a água captada no Ribeirão do Meio e nos Alpes. O volume tratado na ETA 2 é destinado ao abastecimento dos bairros Colina de São Pedro, Alpes das Águas e Chácaras ABC.

Para o abastecimento dos Imóveis da Serra e o bairro Santo Antônio, tem-se a Estação de Tratamento de Água – ETA 3, uma unidade compacta com capacidade de 1,67 l/s, que recebe a água captada no Ribeirão Coqueiros

Os bairros Santana, Jardim das Cachoeiras, Rachione, Jardim Itália e Novo Horizonte são abastecidos por captações subterrâneas. Os demais bairros do Município de São Pedro, que possuem rede de abastecimento de água, são abastecidos pelas captações superficiais mencionadas acima e em determinados pontos do Sistema de Distribuição recebem complementação de captações subterrâneas.

Fora o sistema atual de captação, há um projeto para ampliação da captação superficial no município de São Pedro, com o objetivo de aproveitamento hídrico do Ribeirão Araquá, afluente importante inserido na sub-bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, o qual faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5 PCJ).

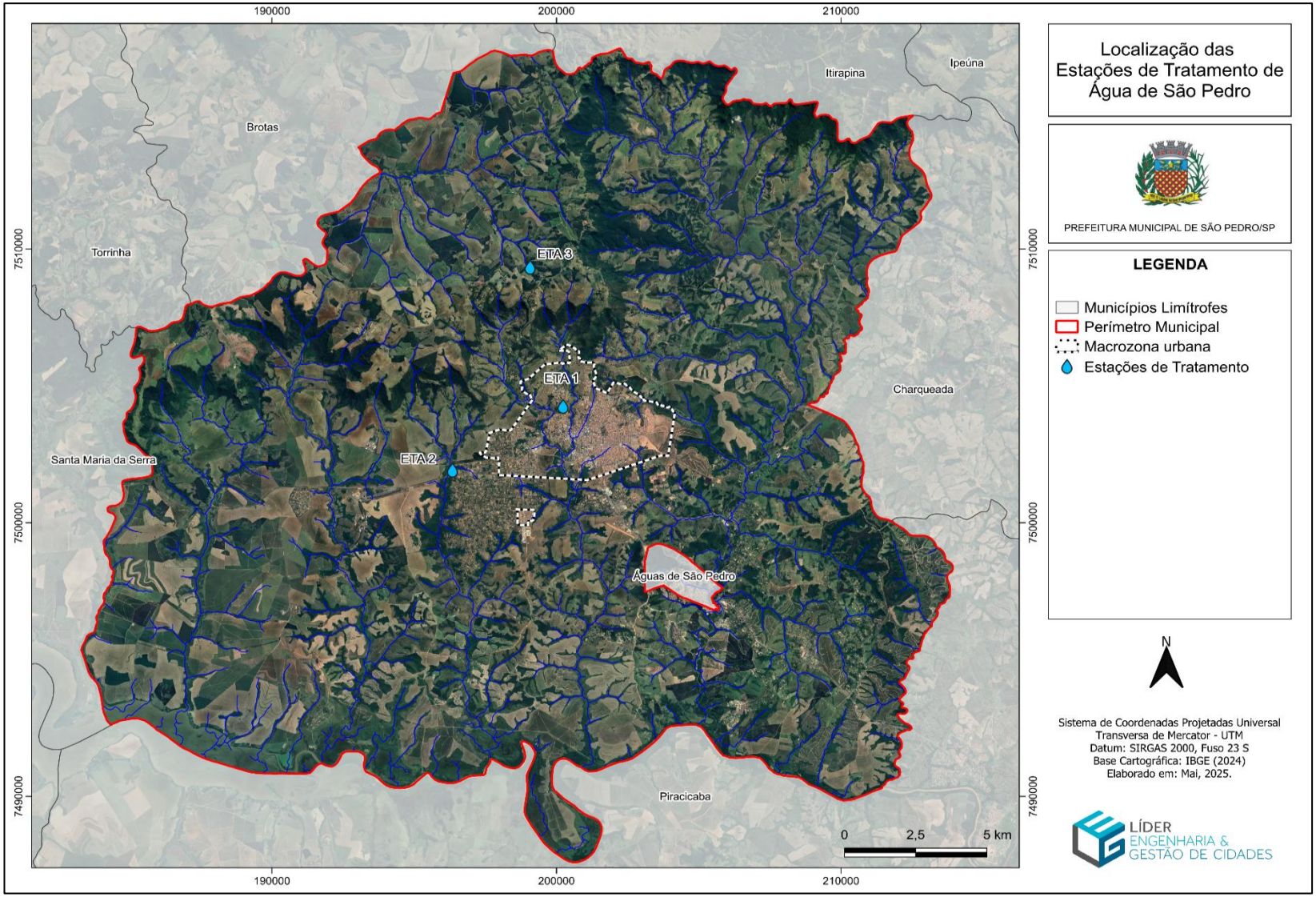
O sistema foi projetado para operar com vazão nominal estimada em cerca de 70 L/s, de modo a complementar o volume atualmente disponibilizado pelos poços artesianos. A estrutura será composta por grelha de proteção, conjunto de bombas submersíveis de alta eficiência, estação elevatória primária, casa de força e quadro de comando automatizado, permitindo o acionamento remoto e o ajuste da operação conforme as variações do nível do manancial.

O projeto obteve outorga do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), respeitando a disponibilidade hídrica do corpo receptor. Com isso, o município passa a dispor de uma alternativa robusta para redução da pressão sobre os aquíferos, ampliando a confiabilidade do sistema mesmo em períodos de estiagem prolongada.

A figura a seguir apresenta o mapa de localização das ETAs do município de São Pedro.

.

Figura 35 - Localização das Estações de Tratamento de Água de São Pedro



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. Tratamento

As etapas de tratamento de água nas três ETAs são do tipo convencional composto por coagulação, floculação, decantação, filtração rápida, desinfecção final e fluoretação, em atendimento à Portaria GM/MS nº 888/2021.

Essas etapas são capazes de promoverem o tratamento necessário para potabilização da água. Os produtos químicos utilizados no tratamento são: Policloreto de Alumínio: produto utilizado para remover as impurezas da água (agente coagulante); Hipoclorito de Sódio: produto utilizado para desinfecção, Carbonato de Sódio: para correção de pH e Ácido Fluossilícico: utilizado como fontes de íons fluoretos para prevenção da cárie dentária em crianças. Não há relatos de problemas de saúde relacionado a água tratada do município.

Tabela 24 - Operacional de Água (1.000 m³/ano)

Volume de água produzido	Volume de água tratada em ETAs	Volume de água tratada por simples desinfecção	Volume de água fluoretada
4.338,57	3.672,25	666,32	3.939,77

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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.

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 captação. 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 25 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 – Ministério da Saúde.

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, CRL[1], 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 Parâmetros[2]	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 n° 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 26 - Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	**Valor máximo permitido (vmp)**
Água para consumo humano:	
Escherichia coli 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):	
Escherichia coli 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 n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 27 - 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
Fluor	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 n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 ± 0,5ºC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. 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 ± 0,2ºC em 24 horas, tendo como principal representante da *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, ± 0,5ºC 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 São Pedro realiza o monitoramento da qualidade da água diariamente através de técnicos da SAAESP.

Tabela 28 - Laboratório para análise de qualidade da água.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

III. 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 explicitam as principais formas de transmissão.

Tabela 29 - 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 disenterias, 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.	Fornece 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, 2025.

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 São Pedro.

Tabela 30 - Internações hospitalares relacionadas ao saneamento inadequado.

Ano	Internações
2014	176
2015	47
2016	15
2017	4
2018	2
2019	8
2020	8
2021	2

Fonte: DATASUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

IV. Reservação

A água captada é conduzida diretamente a 31 reservatórios elevados, com capacidade total superior a 9.000 m³, distribuídos de forma setorizada para equalizar vazões e garantir pressões mínimas na extremidade da rede. A água armazenada nos reservatórios é distribuída pela rede de água da cidade. Eles também são equipados com sistemas de bombeamento e de controle de nível de água. Os reservatórios são inspecionados regularmente e são mantidos em boas condições de operação.

Tabela 31 - Informações referentes aos reservatórios de abastecimento.

Local	Qtde. Total	Tipo/Material	Volume Total (m³)
Sistema – ETA 01	5	Retangular/Alvenaria	2160
Sistema – ETA 02	1	Alvenaria	100
Sistema – ETA 03	1	Cilíndrico/Metálico	100
Alpes das Águas	2	Cilíndrico/Alvenaria	500
Bela São Pedro	2	Cilíndrico/Metálico	250
Botânico	1	Cilíndrico/Metálico	50
Clube de Campo	1	Cilíndrico/Metálico	200
Colinas de São Pedro	1	Cilíndrico/Alvenaria	500
Colinas de São Pedro	1	Cilíndrico/Metálico	1700
Horto Florestal	1	Cilíndrico/Metálico	200
Itália	1	Cilíndrico/Metálico	50
Jd. das Cachoeiras	1	Cilíndrico/Metálico	50
Jamil	1	Retangular/Alvenaria	400
Nova Estância	4	Cilíndrico/Metálico	2900
Novo Horizonte	1	Cilíndrico/Metálico	100
Recanto	1	Cilíndrico/Metálico	100
Santa Rosa	1	Cilíndrico/Metálico	500
Santa Mônica	2	Fibra	100
Vila Rica	1	Retangular/Alvenaria	400
Santana	2	Cilíndrico/Metálico	100
Residencial São Pedro	1	Cilíndrico/Metálico	250

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 36 – Reservatório com capacidade de 300 mil litros.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025

V. Distribuição

Após a etapa de captação, tratamento e reservação, a água passa pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha de água tratada. No município, de acordo com o SAAESP, há um alto índice de atendimento, servindo 34.585 habitantes, abrangendo desta forma 90,77% da população urbana. De acordo ainda com informações dados fornecidos a SINISA, São Pedro possui 202 quilômetros de rede, com 15.179 ligações ativas, sendo que 100% destas ligações possuem micromedição.

Ressalta-se que 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 SAA do município de São Pedro, apresentando um comparativo também com valores do Estado de São Paulo e do Brasil. Ressalta-se 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.

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

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

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

Tabela 32 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.

Índice	Objetivo	São Pedro	São Paulo	Brasil
IN013 Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	39,71	17,33	38,45
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 (%).	49,37	32,18	44,71
IN051 Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	379,34	251,03	503,62

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Observando os dados expostos na tabela acima, nota-se que o índice IN013 no Município de São Pedro é maior 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 o SAAESP 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 acima do índice brasileiro e 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 acima do valor médio entre o apresentado pelo Estado de São Paulo e abaixo do valor apresentado pelo Brasil.

Desta forma, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, incluindo a elaboração ou até mesmo, a manutenção 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 macro medidores e do gerenciamento das pressões na rede. Ressalta-se, que o procedimento citado neste parágrafo é realizado pelo SAAESP.

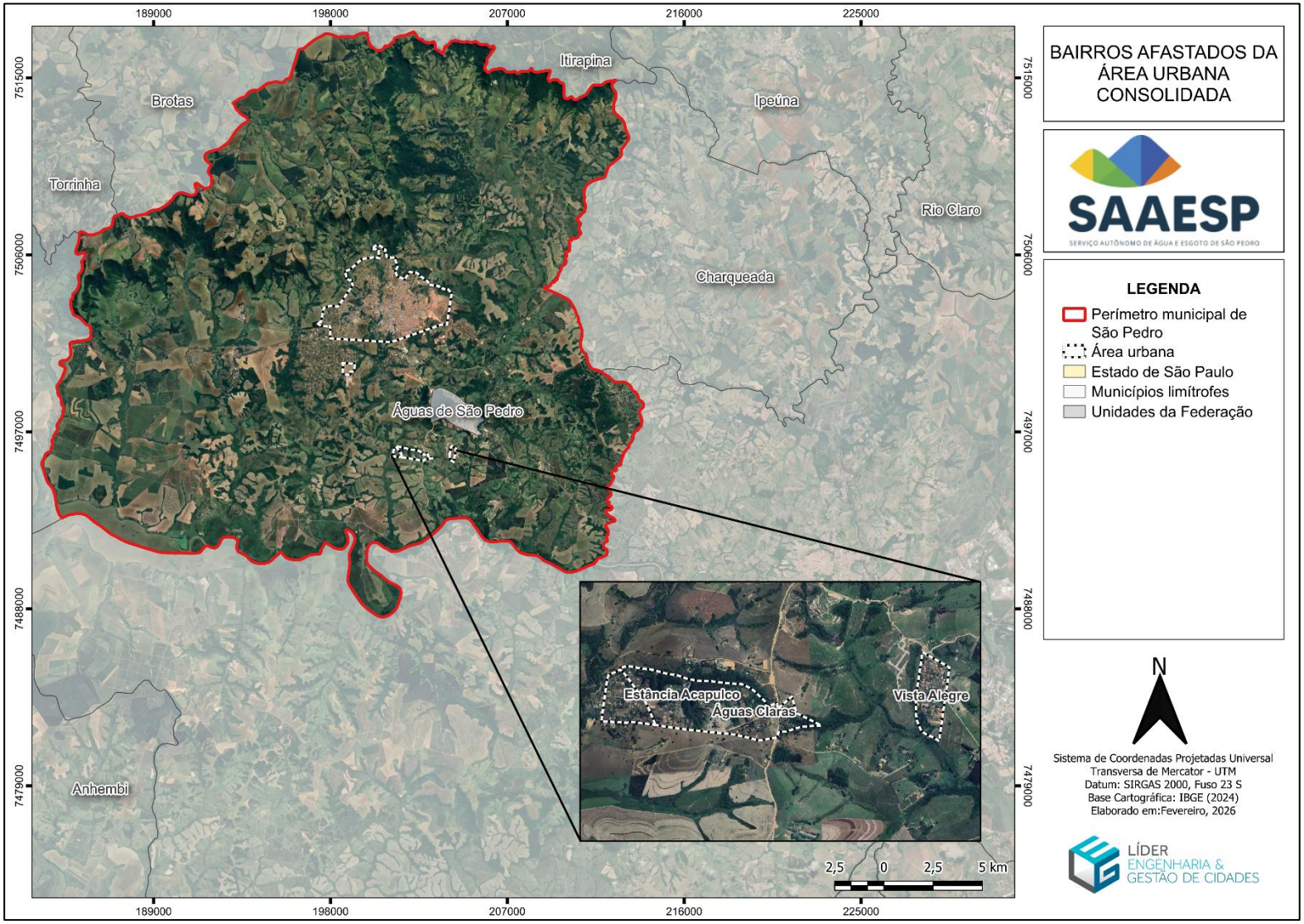
A incorporação deste conjunto de boas práticas, colabora para a melhoria dos índices apresentados no município com relação a gestão do sistema de abastecimento de água.

De acordo com o estabelecido no Plano Diretor Municipal, alguns núcleos habitacionais encontram-se oficialmente inseridos no perímetro urbano do município. Entretanto, apesar dessa classificação urbanística, determinadas áreas apresentam localização espacial afastada da sede urbana municipal, o que resulta em limitações quanto à extensão da infraestrutura pública de saneamento, especialmente no que se refere ao sistema de abastecimento de água.

Nesse contexto, destacam-se os bairros Estância Acapulco, Águas Claras e Vista Alegre, que, embora formalmente integrantes do perímetro urbano, encontram-se situados em porções territorialmente distantes da malha urbana consolidada. Em função dessa configuração territorial e da ausência de rede pública de distribuição de água nessas localidades, o abastecimento hídrico da população residente ocorre predominantemente por meio de poços subterrâneos individuais ou sistemas coletivos de captação, que atendem de forma descentralizada as demandas dessas comunidades.

Dessa forma, o atendimento por soluções alternativas de abastecimento nessas áreas evidencia uma situação particular de ocupação urbana dispersa, na qual a infraestrutura convencional de saneamento ainda não foi expandida para acompanhar a delimitação administrativa do perímetro urbano. A localização desses bairros e sua relação com a sede municipal podem ser observadas no mapa apresentado a seguir, no qual são identificadas as áreas urbanas afastadas que integram oficialmente o perímetro urbano do município.

Figura 37 - Bairros afastados da zona urbana consolidada.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.1.2. 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 SAAESP do Município de São Pedro, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, e preenchidos pelos responsáveis técnicos do SAAESP.

Tabela 33 - Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAAESP.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
AG001	População total atendida com abastecimento de água.	32.809	Habitante
AG002	Quantidade de ligações ativas de água.	14.907	Ligação
AG003	Quantidade de economias ativas de água.	14.972	Economia
AG005	Extensão da rede de água	201,68	Km
AG006	Volume de água produzido	4.191,87	1.000m³/ano
AG007	Volume de água tratado em ETA	3.614,75	l/s
AG008	Volume de água micromedido	2.122,45	1.000m³/ano
AG010	Volume de água consumido	2.122,55	1.000m³/ano
AG011	Volume de água faturado	2.527,23	1.000m³/ano
AG021	Quantidade de ligações totais de água	15.905	Ligação
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	-	1.000kWh/ano
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	3,11	R$/m³
IN004	Tarifa média praticada	2,77	R$/m³
IN005	Tarifa média de água	2,76	R$/m³
IN006	Tarifa média de esgoto	2,77	R$/m³
IN009	Índice de hidrometração	99,57	Percentual

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
IN012	Indicador de desempenho financeiro	89,03	Percentual
IN013	Índice de Perdas Faturamento	39,71	Percentual
IN015	Índice de coleta de esgoto	95	Percentual
IN016	Índice de tratamento de esgoto	65,62	Percentual
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	9,89	m/lig
IN022	Consumo médio per capita de água	169,07	l/hab./dia
IN023	Índice de atendimento urbano de água	-	Percentual
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendimento com água	-	Percentual
IN044	Índice de micromedição relativo ao consumo	100	Percentual
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	62,34	Percentual
IN049	Índice de perdas na distribuição	49,37	Percentual
IN050	Índice bruto de perdas lineares	28,16	m³/dia/Km
IN051	Índice de perdas por ligação	379,34	l/dia/lig.
IN053	Consumo médio de água por economia	11,83	m³/mês/econ.
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	0	kWh/m³

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração o município de São Pedro apresenta 99,57% 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 n° 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei n° 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;
- Estímulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;

- Incentivo à 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 n° 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 SAAESP 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.

2.1.3. 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, o quadro abaixo explicita as principais formas de transmissão.

Quadro 3 – Doenças de veiculação hídrica.

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 desinterias, 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.	Fornece 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;
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;

Fonte: BARROS, R.T. de V. *et. al.,* 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A vigilância contínua sobre a ocorrência dessas enfermidades é essencial, especialmente em áreas periféricas e vulneráveis, onde podem persistir condições de risco. Dentre as principais enfermidades relacionadas à veiculação hídrica, destacam-se:

- **Leptospirose**: Doença bacteriana transmitida por meio da urina de animais, especialmente roedores, em águas contaminadas. Sua incidência pode estar associada a enchentes e alagamentos urbanos, frequentemente relacionados à drenagem urbana deficiente.
- **Giardíase**: Infecção causada pelo protozoário *Giardia lamblia*, cuja transmissão se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados. Frequentemente assintomática, pode causar diarreia persistente e má absorção de nutrientes.
- **Esquistossomose**: Provocada pelo parasita *Schistosoma mansoni*, a doença é endêmica em algumas regiões do país. Seu ciclo de vida depende de ambientes aquáticos com presença de caramujos do gênero *Biomphalaria*.

A inexistência de registro de óbitos no município de São Pedro não deve ser interpretada como ausência de riscos, a manutenção da qualidade da água distribuída à população e a ampliação das ações de educação sanitária são fundamentais para evitar surtos e garantir a saúde pública, principalmente frente a eventos climáticos extremos que têm se intensificado nos últimos anos.

2.1.4. 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.

No estado de São Paulo, a lei Estadual nº 7.663/1991 atribui ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) a responsabilidade de conceder a outorga para o uso dos recursos hídricos. Através da Portaria nº 1.630/2017, o DAEE estabelece as condições para obtenção dessa outorga, conforme descrito no Artigo 12º.

De acordo com o Artigo 12º da referida portaria, a obtenção da outorga é necessária nos seguintes casos:

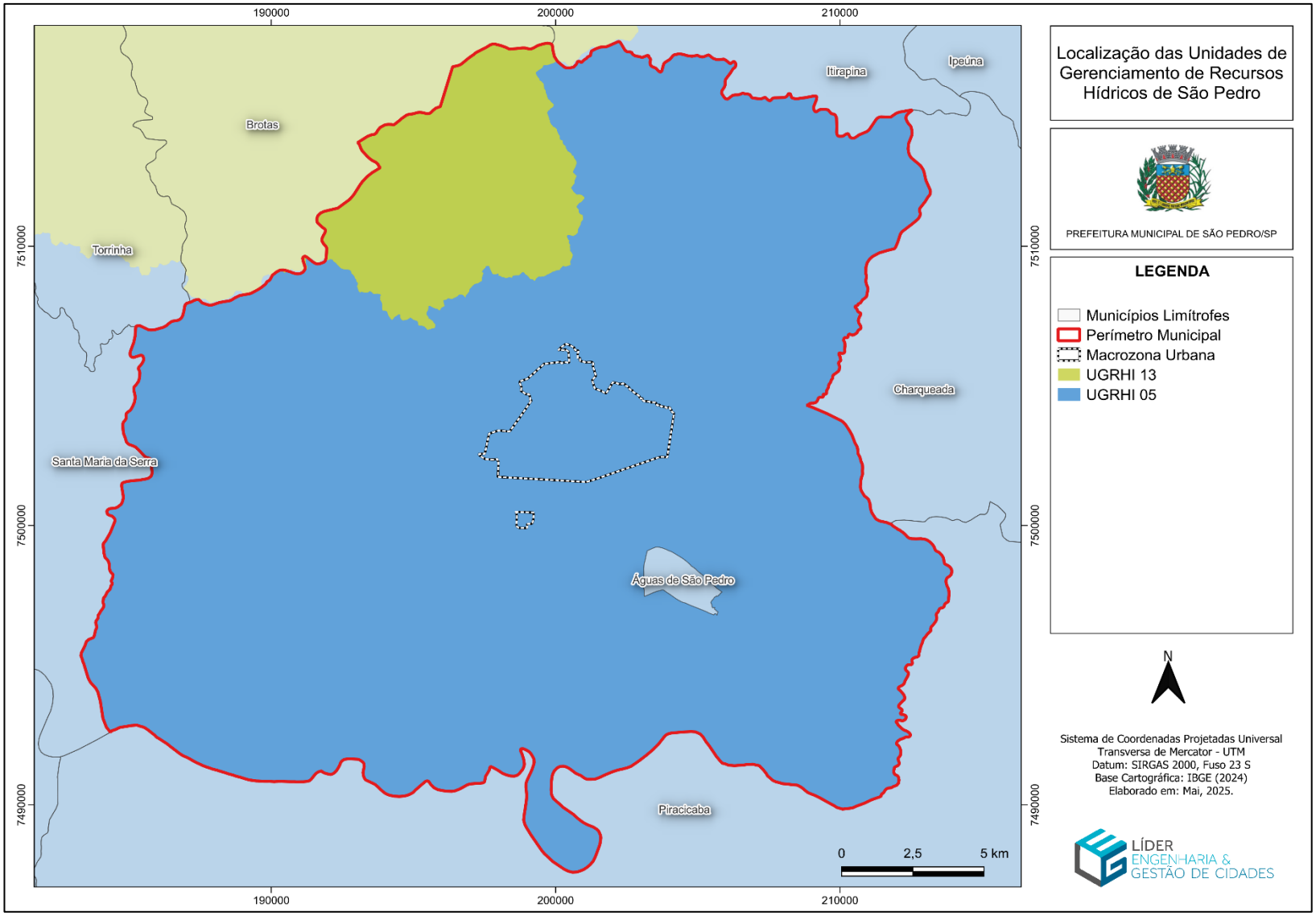
> *I. A execução de obras ou serviços que possam alterar o regime, a quantidade e a qualidade de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos;*
> *II. A execução de obras para extração de águas subterrâneas;*
> *III. A derivação de água do seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo, para fins de abastecimento urbano, industrial, agrícola e outros;*
> *IV. O lançamento de efluentes nos corpos d'água, como esgotos e demais resíduos líquidos tratados, nos termos da legislação pertinente, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.*

No artigo 6º da portaria, é estabelecido que os usos e interferências que são dispensados de outorgas estão sujeitos a um cadastro correspondente, exceto para os casos previstos na portaria e em outras normas e portarias do DAEE.

Os processos técnicos e administrativos para obtenção de manifestação e outorga no Estado de São Paulo são regulamentados pela Portaria nº 1.630/2017 do DAEE, juntamente com as instruções técnicas nº 08 a nº 13, elaboradas pela Diretoria de Procedimentos de Outorga (DPO). Essas normas estabelecem as diretrizes e critérios para a solicitação e análise dos pedidos de outorga, garantindo uma gestão adequada e sustentável dos recursos hídricos no Estado.

O município de São Pedro está inserido predominantemente na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI-5 – Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), com exceção de pequenas áreas que pertencem à UGRHI-13 – Bacia do Tietê-Jacaré, conforme figura abaixo.

Figura 38 - Localização da UGRHI 05 e da UGRHI 13 no município de São Pedro.

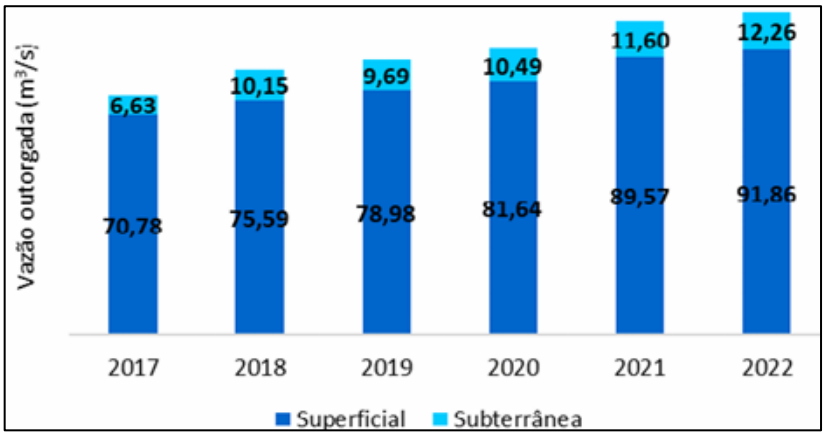


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Essa configuração hidrográfica confere ao município uma inserção estratégica em uma das regiões hidrográficas mais economicamente dinâmicas do Estado de São Paulo, o que, por outro lado, também impõe pressões significativas sobre os recursos hídricos. De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Comitê PCJ, a vazão outorgada (m³/s) na UGRHI-5 em 2022 foi de aproximadamente 91,86% da demanda superficial e 12,26% da demanda subterrânea, o que revela a intensa utilização hídrica na bacia.

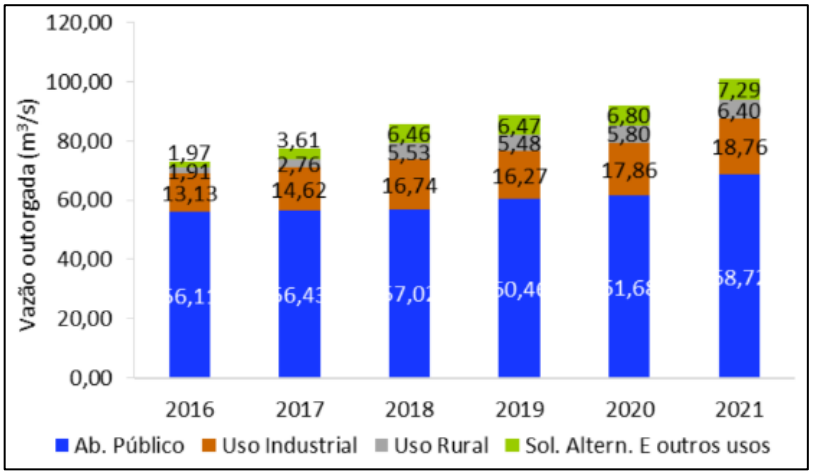
Quando analisada a distribuição setorial dessa demanda hídrica, observa-se que o abastecimento público é o principal responsável, consumindo cerca de 68,81% do volume outorgado, o que reforça a centralidade dos sistemas de captação e distribuição de água para a segurança hídrica da população regional. Em seguida, destacam-se a indústria, com aproximadamente 20,10%, o uso rural com 7,76% e outros usos, que responde por cerca de 7,46% da demanda (PCJ, 2023).

Figura 39 – Vazões outorgadas na Bacia Hidrográfica PCJ - UGRHI-05.



Fonte: PCJ, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 40 – Vazões outorgadas por finalidades na Bacia Hidrográfica PCJ - UGRHI-05.



Fonte: PCJ, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

I. 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 água 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 16.337/2016, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, responsável por regulamentar o regime de outorga de águas no Estado de São Paulo.

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

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2022, 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 São Pedro.

Tabela 34 – Volume, faturado e produzido no município de São Pedro.

Ano	Volume Consumido (m³/ano)	Volume Faturado (m³/ano)	Volume de Água produzido (m³/ano)
2022	2.122,55	2.527,23	4.191,87

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Os dados acima mostram que o volume consumido é menor que o volume faturado e o volume produzido, de acordo com o SNIS 2022. Desta forma, percebe-se através destes valores que há um índice de perdas no sistema de captação e distribuição do município, totalizando em 19,06% de perdas. Os indicadores apresentados abaixo dizem respeito ao atendimento aos usuários do sistema de água em 2022.

Figura 41 - Atendimento aos usuários.

Quantidade de reclamações recebidas por falta de água (reclamações/ano)	Quantidade de reclamações recebidas sobre vazamentos no sistema de distribuição (reclamações/ano)	Quantidade de vazamentos de água reparados no sistema de distribuição (ocorrências/ano)	Tempo total de reparos de vazamentos (horas/ano)	Quantidade de pedidos de ligação de água recebidos (pedidos/ano)	Quantidade de pedidos de ligação de água executados (ligações/ano)
GTA3101	**GTA3102**	**GTA3103**	**GTA3104**	**GTA3106**	**GTA3107**
557	2250	2250	4500	541	541

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.1.6. 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 n° 11.445/2007, alterada pela Lei no 14.026/2020 – 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.

A análise do faturamento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário constitui importante instrumento para a compreensão da estrutura de receitas do sistema, permitindo identificar a participação relativa das diferentes categorias de consumo e avaliar a evolução da arrecadação ao longo do tempo. Nesse contexto, a avaliação do faturamento por categoria de usuário possibilita verificar quais segmentos são responsáveis pela maior parcela da receita do serviço, bem como identificar tendências de crescimento ou variação no consumo e na arrecadação associada aos serviços prestados.

Conforme informações apresentadas pela Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (ARES-PCJ), por meio do Parecer Consolidado nº 40/2025, a composição do faturamento dos serviços de água e esgoto pode ser analisada a partir da distribuição por categorias de consumo. A tabela a seguir apresenta os valores faturados para as categorias residencial, comercial, industrial, pública e demais, considerando a comparação entre os períodos fevereiro de 2023 a janeiro de 2024 e fevereiro de 2024 a janeiro de 2025, bem como as respectivas variações percentuais observadas entre os períodos analisados.

A partir dessa análise, é possível identificar a participação relativa de cada categoria no faturamento total dos serviços, evidenciando o comportamento da arrecadação do sistema ao longo do período avaliado e contribuindo para a compreensão da estrutura financeira associada à prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município.

Tabela 35 - Composição e variações do faturamento por categoria.

Fonte: ARES PCJ, 2024.

2.1.7. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro

As principais deficiências que podem ser citadas no SAA de São Pedro são

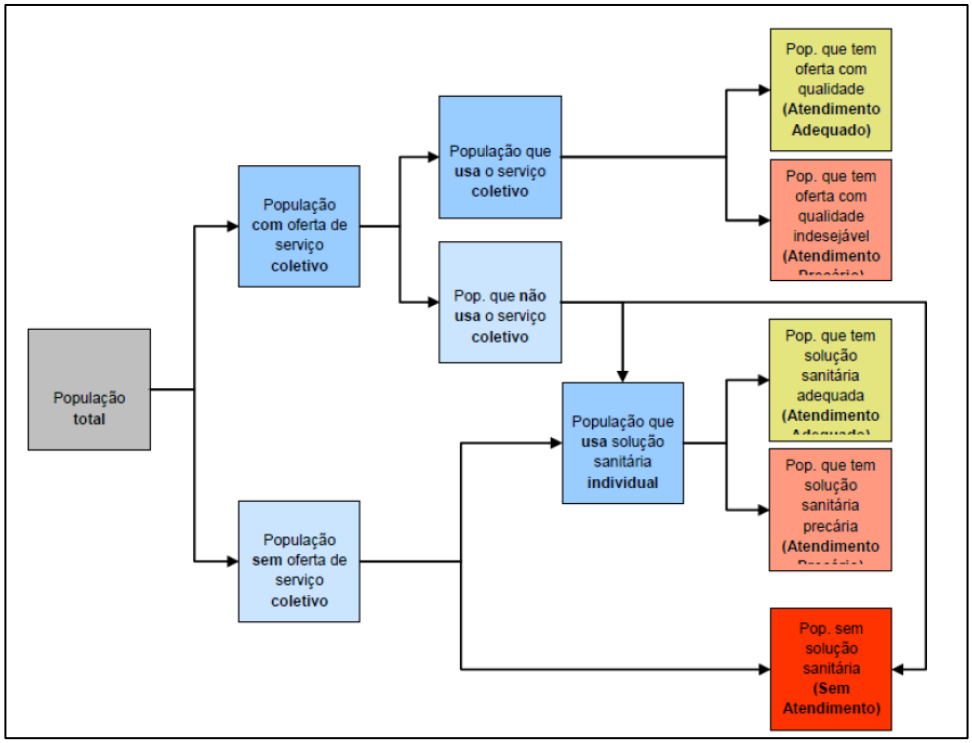
- Reduzir perdas no sistema de captação e distribuição;
- Baixa frequência ou inexistência de analises da qualidade da água na área rural.

Após a identificação das deficiências, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de prognóstico. Isso significa que serão propostas soluções para os problemas identificados no produto atual.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

A carência na oferta do serviço de esgotamento sanitário, também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros, aliado a falta de ordenamento territorial e fiscalização. Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório “Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2”, ilustra esta classificação.

Figura 42 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011.

De acordo com dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento – SINISA, o Brasil possuía, no ano de 2023, 59,70% da população atendida com rede coletora de esgoto e que 78,68% do esgoto coletado é submetido a tratamento. Ainda de acordo com dados do SINISA, na tabela a seguir são apresentados os mesmos valores de população atendida e porcentagem do esgoto tratado, referente as regiões brasileiras.

Tabela 36 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos a nível Regional.

Macrorregião	População atendida com coleta de esgotos (%)		Tratamento de Esgotos (%)	
	Total	Urbana	Referente a água consumida	Referente ao esgoto coletado
	IES0001	IES0002	IN046	IN016
Norte	13,98	18,38	84,12	20,62
Nordeste	30,2	39,19	35,49	77,93
Sudeste	81,67	85,93	58,57	77,36
Sul	48,43	55,34	46,7	94,29
Centro-Oeste	61,88	68,36	60,51	94,81

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SINISA, 2023.

O sistema de esgotamento sanitário (SES) do município de São Pedro é de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP). O sistema é composto por redes coletoras, estações elevatórias e estações de tratamento de esgoto, que operam de forma integrada para garantir a coleta, transporte e tratamento adequado dos efluentes gerados na área urbana do município. As estruturas existentes possibilitam que grande parte da população urbana seja atendida com coleta e tratamento de esgoto, contribuindo para a melhoria das condições sanitárias e ambientais da cidade.

A tabela abaixo mostra os indicadores mais recentes do sistema de esgotamento sanitário do município de São Pedro presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SINISA, referente ao ano de 2023.

Tabela 37 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de São Pedro.

Código	Descrição	Valor	Unidade
IES0001	Atendimento da população total com rede coletora de esgoto	80,31	Percentual
IES0002	Atendimento da população urbana com rede coletora de esgoto	95,57	Percentual
IES0003	Atendimento da população rural com rede coletora de esgoto	0	Percentual
IES0004	Atendimento dos domicílios totais com rede coletora de esgoto	-	Percentual
IES0005	Atendimento dos domicílios urbanos com rede coletora de esgoto	81,86	Percentual
IES0006	Atendimento dos domicílios rurais com rede coletora de esgoto	-	Percentual
IES2003	Esgoto tratado referido à água consumida	48,12	Percentual

Código	Descrição	Valor	Unidade
IES2004	Esgoto tratado referido ao esgoto coletado	50,13	Percentual
IFE1001	Receita operacional direta média de usuários de esgoto	2,89	R$/m³
IFE2002	Despesa total média de esgoto incluindo tributos	1,11	R$/m³

Fonte: SINISA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de São Pedro com as outras regiões do país, constata-se que o Município se encontra em posição adequada, apresentando índices de atendimento relativamente altos, em comparação aos demais, muito devido aos investimentos recentes no tratamento de esgoto no município.

Como exemplo, tem-se a construção e inauguração da Estação de tratamento de Esgoto de grande porte – ETE Samambaia no ano de 2020, em que segundo o SAAESP, a mesma irá possuir a capacidade para tratar os efluentes de até 40 mil habitantes, após a conclusão da segunda etapa da obra, sendo superior a população atual do município. Além da ETE Samambaia, o município possui a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Horto Florestal, localizado no bairro de mesmo nome e que recentemente passou por um processo de ampliação da capacidade de tratamento.

Ressalta-se que, municípios carentes nestes índices relacionados à coleta e o tratamento de esgotos, possuem em seus territórios a degradação do ambiente, somado a casos de saúde ocasionados pelas baixas taxas de saneamento adequado, bem como, a incapacidade de valorização imobiliária e atraso do desenvolvimento econômico do município com a consequente diminuição da qualidade de vida da população.

De acordo com a Lei Federal nº 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SINISA. Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a 10 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.

2.2.1. Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

I. Estações de Tratamento de Esgoto - ETE

O tratamento preliminar solicita 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.

O município de São Pedro, conforme mencionado, conta com duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em operação, sob responsabilidade do SAAESP. A primeira unidade, denominada ETE Horto Florestal, está localizada na região norte do município, nas proximidades do bairro Horto Florestal. Essa estação foi projetada para atender aos efluentes gerados nos loteamentos São Tomé, Chácaras Bela Vista, Jardim Botânico e parte do próprio Horto Florestal. Possui capacidade para tratar o esgoto de uma população estimada em até 3.200 habitantes e opera com tratamento do tipo biológico, utilizando lagoas de decantação, reatores anaeróbios seguidos de filtros biológicos percoladores (SAAESP, 2023).

A segunda unidade, a ETE Samambaia, está situada às margens da Rodovia Ulisses Guimarães, no bairro Vale do Sol, e foi inaugurada em dezembro de 2020 com o objetivo de ampliar a cobertura de tratamento de esgoto no município. A estação tem capacidade nominal para tratar até 90 litros por segundo e foi projetada para atender uma população de até 40 mil habitantes (Investe SP, 2020). Seu processo de tratamento inclui gradeamento e desarenação na etapa preliminar, seguido por reatores anaeróbios de fluxo ascendente, reatores aeróbios com aeração prolongada, decantação

secundária, desinfecção com hipoclorito de sódio e sistema de desaguamento de lodo por centrífuga (Prefeitura de São Pedro, 2013).

O projeto da ETE Samambaia contemplou ainda a construção de duas estações elevatórias e mais de 14 km de coletores-tronco, promovendo a interligação dos bairros urbanos à nova estrutura. De acordo com informações obtidas pelos técnicos do SAAESP, há o projeto de expansão do tratamento na ETE Samambaia a partir da implementação de um novo módulo de estrutural do sistema de tratamento.

A implantação da ETE Samambaia representou um avanço significativo no sistema de esgotamento sanitário de São Pedro, promovendo melhorias nas condições sanitárias e ambientais do município, além de contribuir para o cumprimento das metas estabelecidas pelo novo Marco Legal do Saneamento Básico. Nas figuras a seguir são apresentadas as instalações de ambas as estações de tratamento, registradas durante visita técnica ao município.

Figura 43 – Interior da ETE Horto Florestal.
Coordenadas – Lat: 22°32'43.17"S / Long: 47°53'14.10"O



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 44 - Lagoa de aeração - ETE Horto Florestal.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 45 – Leito de secagem do lodo gerado - ETE Horto Florestal.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 46 - Entrada da ETE Samambaia.
Coordenadas – Lat: 22°33'54.62"S / Long: 47°54'42.06"O



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 47 - Tanque de contato - ETE Samambaia.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 48 - Medidor de vazão - ETE Samambaia.



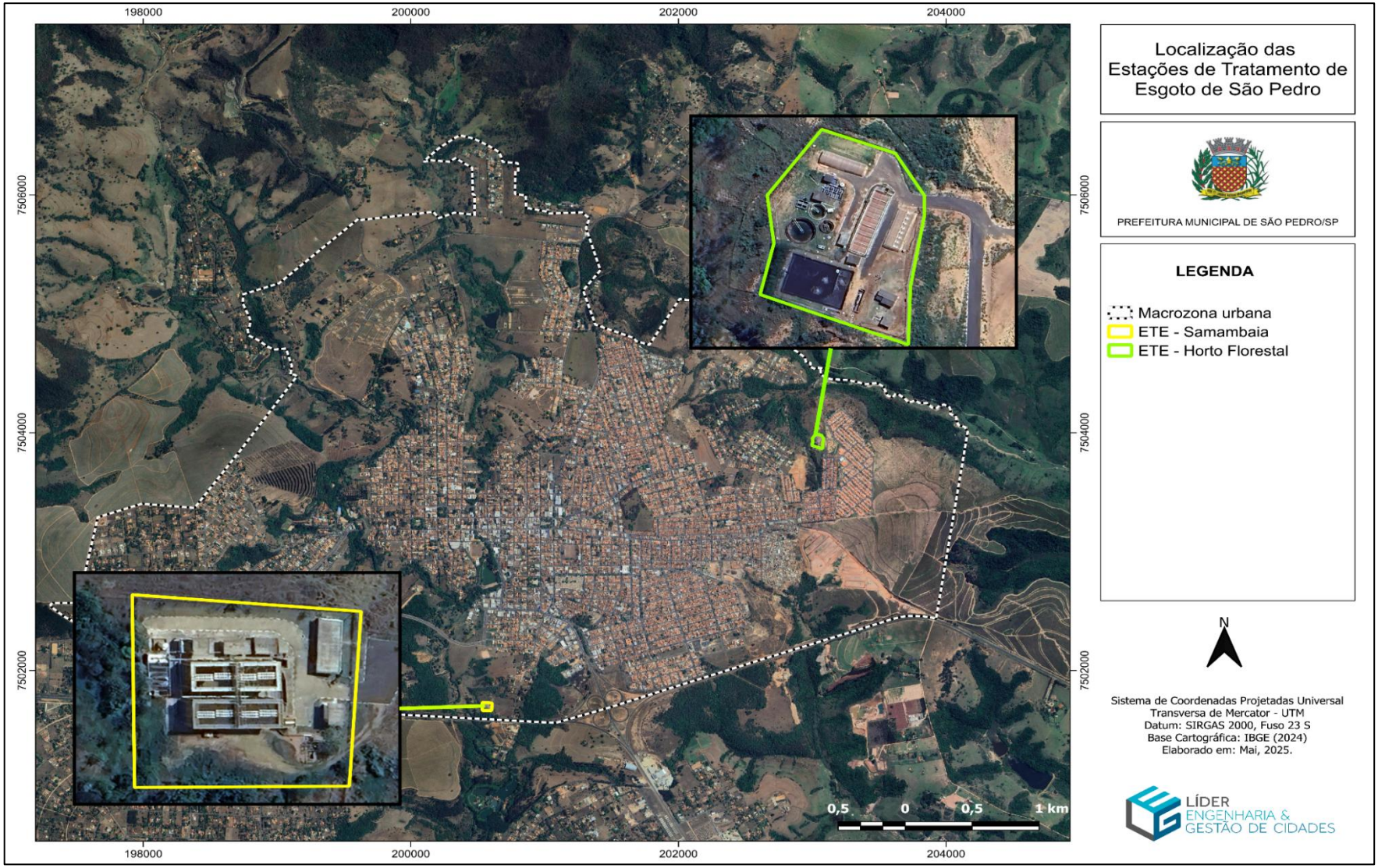
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 49 - Tanque de aeração - ETE Samambaia.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 50 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto de São Pedro.



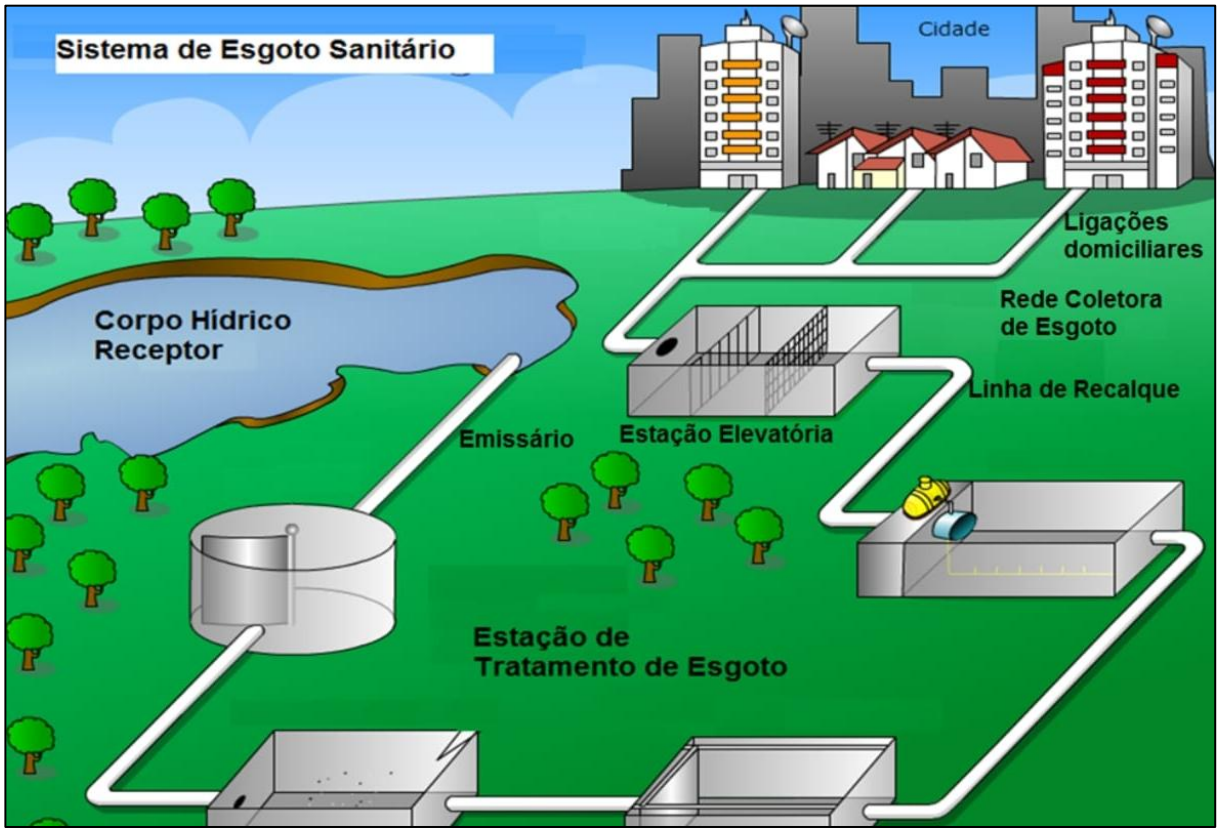
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. Estações Elevatórias de Esgoto - EEE

As Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) são unidades fundamentais dentro de um sistema de esgotamento sanitário, especialmente em áreas com relevo irregular ou ausência de declividade suficiente para garantir o escoamento por gravidade. Essas estações têm como principal função bombear o esgoto bruto coletado nas redes públicas para cotas mais elevadas, permitindo sua condução até as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). O processo ocorre por meio de bombas submersíveis ou centrífugas que impulsionam o esgoto através de tubulações chamadas de linhas de recalque, direcionando o fluxo até o ponto onde possa novamente escoar por gravidade ou atingir diretamente a estação de tratamento.

Na figura a seguir é apresentado um exemplo esquemático que demonstra as etapas de movimentação do esgoto, desde sua coleta nas residências, passando pelas estações elevatórias e chegando ao tratamento nas ETEs, e, por fim, o lançamento do efluente tratado em corpos hídricos naturais.

Figura 51 - Exemplo esquemático de um Sistema de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Portal Saneamento Básico, 2024.

No município de São Pedro, de acordo com informações disponibilizadas pelo SAAESP, existem atualmente cinco Estações Elevatórias de Esgoto implantadas, das quais três se encontram em operação ativa. As unidades em funcionamento são as EEE Santa Mônica, EEE Brígida Rossi e a Estação de Bombeamento Vila Rica. Essas estruturas são responsáveis por garantir a continuidade do sistema de coleta e transporte do esgoto sanitário em regiões onde o relevo não permite o escoamento natural, assegurando que o efluente chegue adequadamente às respectivas estações de tratamento.

2.2.2. 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 permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Desta forma, no município de São Pedro, há dois corpos hídricos que recebem os efluentes após o processo de tratamento nas ETEs, sendo o Córrego do Espraiado, que recebe o efluente tratado da ETE do Horto Florestal e o Ribeirão Samambaia, que recebe o efluente da ETE de mesmo nome.

O Ribeirão Samambaia é utilizado também para a captação de água destinada ao abastecimento público, com o ponto de captação localizado à montante do ponto de lançamento da ETE, sendo o mesmo enquadrado como corpo d'água de Classe 2, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, complementada pela Resolução nº 430/2011.

De acordo com a legislação, as águas doces de Classe 2 são destinadas aos seguintes usos:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário, como natação, mergulho e similares;
- Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos esportivos e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- Aquicultura e atividade de pesca.

2.2.3. Sistemas Individuais

Apesar da 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).

Nessas 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 (WHO/UNICEF, 2015).

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 (SOUSA, 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 dessas 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:

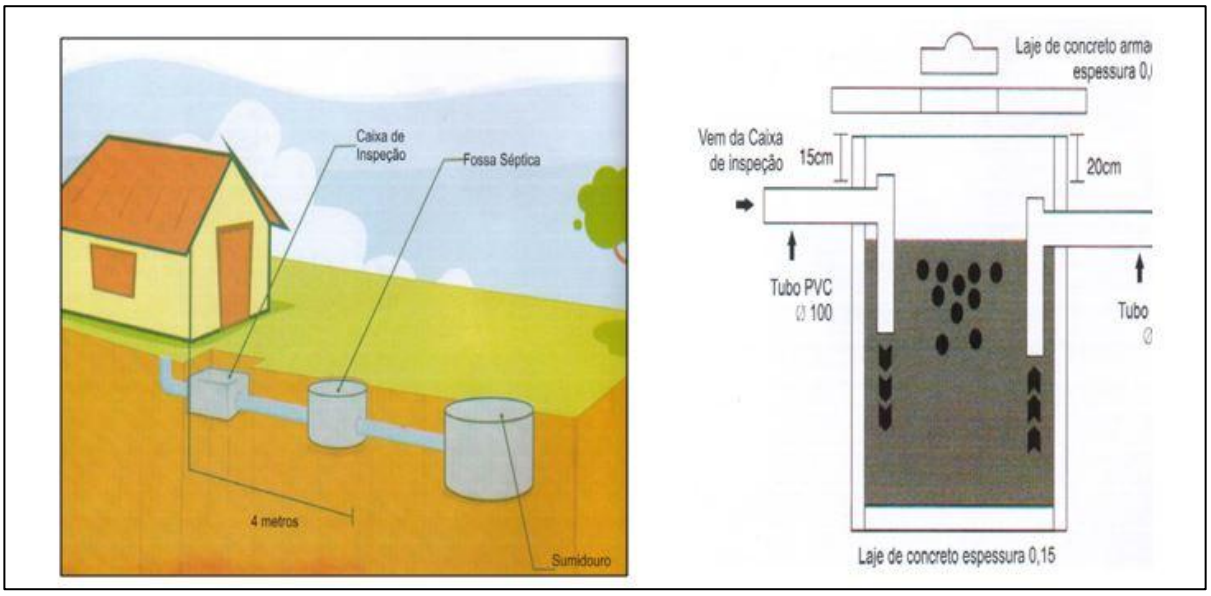
- Separação gravitacional da escuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

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 30 metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de fossas sépticas.

Figura 52 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



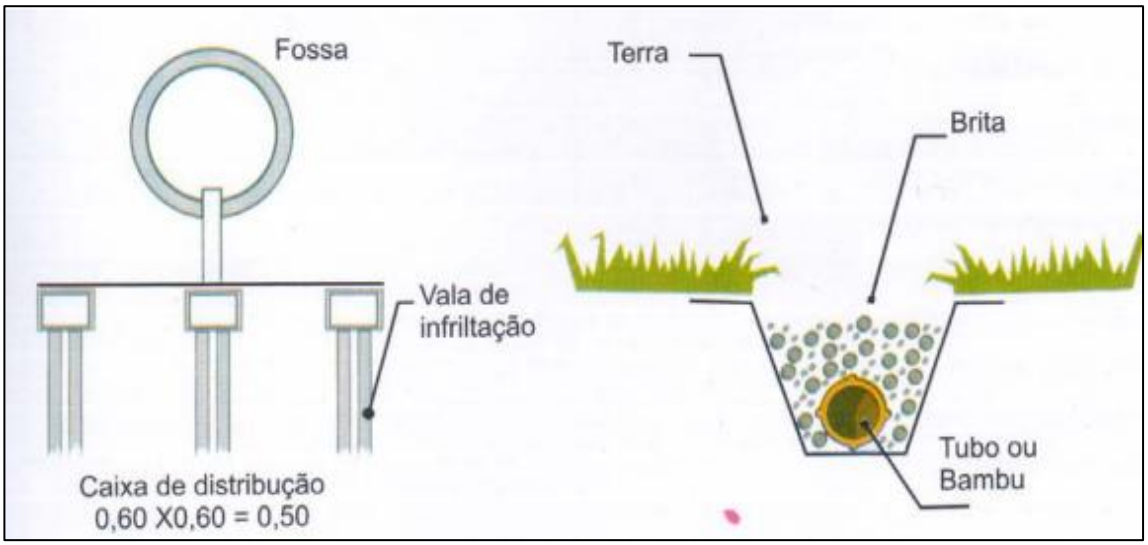
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 53 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



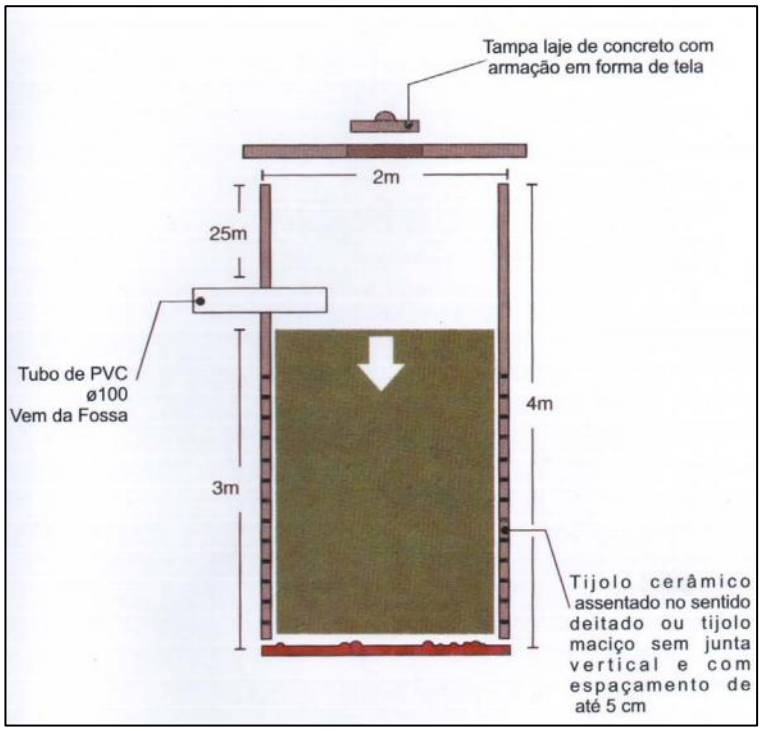
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 1m de diâmetro e mais de 3m 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 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm 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 20 cm, 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.

Figura 54 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 55 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.



Fonte: Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2025.

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.

Em São Pedro, especialmente nas propriedades situadas em áreas rurais e em imóveis localizados nos bairros Alpes das Águas e Colinas de São Pedro, os efluentes domésticos são, em sua maioria, direcionados para fossas sépticas e/ou fossas rudimentares, uma vez que não há disponibilidade de redes coletoras de esgoto nessas regiões.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Rural de São Pedro, que incluiu visitas técnicas e a aplicação de questionários em diversas propriedades do meio rural, objetivando um diagnóstico dos dispositivos e situação do saneamento básico na área rural, aproximadamente 64 imóveis, do total de 71 avaliados, utilizam fossas rudimentares como forma de disposição dos efluentes gerados.

2.2.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário

As principais deficiências que podem ser citadas no SES de São Pedro são:

- Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural;
- Ausência de técnicos responsáveis por instruir os moradores localizados na área rural para realizar o lançamento de esgoto de forma correta.

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.

2.3. Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos

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), resíduos de logística reversa obrigatória, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de transporte, resíduos do saneamento, resíduos de mineração e a destinação final, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei n° 12.305/2010, assim como a sua destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no município de São Pedro, um panorama será apresentado, 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.

A PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3°, 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* (BRASIL, 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 semissólido; 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.

Contudo, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da Região Sudeste, no qual, 1.668 municípios responderam ao SNIS no ano de 2022.

Com base nos dados do SNIS (2022) e do PMGIRS de São Pedro (2023), tem-se o seguinte panorama da geração e gestão dos resíduos sólidos urbanos, a tabela exposta a seguir demonstra o total da população urbana nas cinco regiões brasileiras, do Estado de São Paulo e o município de São Pedro, além da quantidade de resíduos coletados no ano de 2022.

Tabela 38 – Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2022.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População	Geração Per Capita kg/hab./dia
Norte	450	17.355.778	1,08
Nordeste	1.794	54.657.621	1,12
Sul	1.191	29.937.706	0,78
Centro-Oeste	467	16.289.538	0,92
Sudeste	1.668	84.840.113	0,98
São Paulo	645	44.411.238	0,93
São Pedro	-	38.256	0,87

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A geração per capita de resíduos sólidos urbanos em São Pedro (0,87 kg/hab.dia) em 2022 encontra-se abaixo da média do estado de São Paulo (0,93 kg/hab.dia) e da Região Sudeste (0,98 kg/hab.dia), o que pode estar associado a boas práticas de redução, compostagem doméstica ou subnotificação em algumas áreas não atendidas por coleta regular.

2.3.1. Arcabouço Legal

O presente capítulo retrata de forma sucinta os instrumentos legais (leis, normas e regulamentos) que direta e/ou diretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos, respectivamente nos âmbitos: federal, estadual e municipal, os quais por sua vez serão confrontados numa análise integrada de suas redações por assunto de interesse ao planejamento, de modo a propiciar a identificação da compatibilidade destes entre si.

No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras determinações legais que agem como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Entretanto, todo este arcabouço legal, até o presente momento, não impede que o indivíduo pratique atos criminosos envolvendo a questão dos resíduos, mas através deste mesmo arcabouço legal, a sociedade se torna ciente de que a comprovação de atos irregulares é passível de condenação, podendo ser desde advertências, passando por sanções administrativas e multas, até a detenção do responsável.

I. Âmbito Federal

Neste subcapítulo é apresentada uma síntese dos principais dispositivos legais e normativos vigentes no âmbito federal aplicáveis às temáticas relacionadas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos especificamente, educação, meio ambiente, saneamento básico, determinações e definições técnicas, dentre outras que se referem tanto ao planejamento quanto à estruturação e operação do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A gestão dos resíduos sólidos, diretamente conexa ao serviço público de limpeza urbana, envolve-se no contexto do saneamento básico, o qual é um direito do cidadão, conforme preconiza a Constituição Federal (BRASIL, 1988) em vista da proteção à saúde e ao meio ambiente, de promoção à cidadania, infraestrutura e desenvolvimento urbano. A promulgação da Lei nº 14.026/2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento, reforça ainda mais as metas de universalização, regulação e planejamento integrado dos serviços de resíduos sólidos no Brasil.

Observa-se que anteriormente à CF/1988 existiam legislações mais indiretamente aplicáveis à temática que também são elencadas e serão consideradas neste relatório em se tratando de dispositivos legais recepcionados pela Carta Magna e, portanto, vigentes.

A partir de promulgação da CF uma série de instrumentos legais na alçada do saneamento básico foram elaborados almejando a melhoria de sua qualidade, com objetivo de garantir o acesso universal ao sistema, com qualidade e controle social, conferindo ao gestor público um desafio para a sustentabilidade urbana com enfoque na gestão dos resíduos sólidos.

Tratando especificamente do regramento legal do saneamento básico, bem como dos demais instrumentos correlatos, que em síntese culminaram ao longo dos anos póstumos a promulgação da CF em políticas que convergem à melhoria ambiental com vista a gestão dos resíduos sólidos, apresenta-se no quadro a seguir os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

Quadro 4 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal direta e/ou indiretamente relacionados com a gestão de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Lei n. 5.764, de 16 de dezembro de 1971	Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências.
Portaria Minter n. 53, de 1 de março de 1979	Determina que os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, ficam sujeitos à aprovação do órgão estadual competente.
Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Art. 2: As zonas de uso estritamente industrial destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruídos, vibrações, emanações e radiações possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, nos termos da legislação vigente.
Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981	Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Art. 23: Define ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de saneamento básico; Art. 25, § 3º: Autoriza os Estados, mediante lei complementar, instituir regiões para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum; Art. 30, inciso V: Compete aos Municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local que tem caráter essencial; Art. 37, inciso XXI: ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações; Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: (...)II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas. § 1º Sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte. § 2º As taxas não poderão ter base de cálculo própria de impostos. Art. 146. Cabe à lei complementar: (...)III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária (...) Art. 182, § 1º: Dispõe que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas por lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (art. 182) e obriga as cidades com mais de 20.000 habitantes a elaborarem o Plano Diretor; Art. 200: inciso IV: Define ser competência do Sistema Único de Saúde (SUS) participar da formulação da política e da execução das ações de

NORMATIVO	DESCRITIVO
	saneamento básico; e inciso VI fiscalizar e inspecionar bebidas e água para consumo humano; Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações; Art. 241: Preconiza que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.
Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Regulamentado pelo Decreto n. 4.074, de 4 janeiro de 2002.
Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
Decreto n 875, de 19 de julho de 1993	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Lei n. 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 n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei n. 9.782, de 26 de janeiro de 1999	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.
Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei n. 9974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos

NORMATIVO	DESCRITIVO
	resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001	Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Art. 2: estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: Inciso II: gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002	Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 11.107, de 06 de abril de 2005	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.
Decreto n. 6.017, de 17 de janeiro de 2007	Regulamenta a Lei n. 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas - PNMC e dá outras providências.
Lei n. 12.305, de 02 agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei n. 12.725, de 16 de outubro de 2012	Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Art. 2, inciso V: Área de Segurança Aeroportuária (ASA): área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna; Art. 2, inciso VI: atividade atrativa de fauna: vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram

NORMATIVO	DESCRITIVO
	para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação.
Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, e altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revoga o regulamento anterior da PNRS (Decreto Federal nº 7.404/2010) e o Decreto Federal nº 9.177/2017 que trata sobre a isonomia na logística reversa, revoga o Decreto Federal nº 5.940/2006; Coleta Seletiva Solidária foi substituída pelo Programa Coleta Seletiva Cidadã. Altera o Decreto nº 7.404/201, há a necessidade de promover a separação de resíduos secos e orgânicos, de forma segregada dos rejeitos. Altera o Decreto nº 9.177/2017, as cooperativas e as associações de catadores de materiais recicláveis poderão integrar o sistema de logística reversa, desde que atendam aos requisitos da lei e se comprometam a destinar 100% dos materiais recebidos, inclusive aqueles que não tenham valor positivo de mercado. Cria o Programa Nacional de Logística Reversa.
Lei 9.974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei nº 7.802, de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, produção, embalagem e rotulagem, o transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, a utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Fonte: Brasil, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente, cuja competência deliberativa é vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso dos recursos ambientais, legislou desde 1986 acerca de matérias distintas associadas a temática. O quadro a seguir sintetiza as preconizações de tal órgão sobre a temática de resíduos sólidos, objeto do presente documento.

Quadro 5 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Resolução CONAMA n. 1, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
Resolução CONAMA n. 5, 5 de agosto de 1993	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
Resolução CONAMA n. 23, de 12 dezembro de 1996	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 228, de 20 de agosto de 1997	Dispõe sobre a importação, em caráter excepcional, de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo.
Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA n. 264, de 26 de agosto de 1999	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
Resolução CONAMA n. 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 313, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA n. 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 362, de 23 de junho de 2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA n. 401, de 4 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 404, de 11 de novembro de 2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Resolução CONAMA n. 411, de 6 de maio de 2009	Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos

NORMATIVO	DESCRITIVO
	florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 416, de 30 de setembro de 2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 452, de 2 de julho de 2012	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 465, de 5 de dezembro de 2014	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
Resolução CONAMA n. 469, de 29 de julho de 2015	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 474, de 6 de abril de 2016	Altera a Resolução n. 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 481, de 3 de outubro de 2017	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 497, de 19 de agosto de 2020.	Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 499, de 06 de outubro de 2020.	Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer.

Fonte: CONAMA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Analogamente ao CONAMA, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária tem assumido papel de orientar, definir regras e regular conduta dos diferentes agentes geradores de resíduos de serviços da saúde, à exemplo destaca-se a Resolução Anvisa RDC n. 306, de 7 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004) que especificamente dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços da saúde.

No que tange a normalização[1] insta salientar a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como o Foro Nacional de Normalização, reconhecido pela sociedade brasileira desde sua fundação, em 28 de setembro de 1940, cuja responsabilidade é a de elaborar as Normas Brasileiras (ABNT NBR), as quais permeiam a implementação de políticas públicas, desenvolvimento de mercados, defesa de consumidores e a segurança. Neste contexto, o quadro a seguir é apresentado de forma sucinta as principais normas relacionadas a temática de planejamento do manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 6 - Breve descritivo das principais Normas da ABNT que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMA	DESCRITIVO
ABNT NBR 10.157:1987	Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
ABNT NBR 8.419:1992 (Versão Corrigida:1996)	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT NBR 12.980:1993	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.
ABNT NBR 13.463:1995	Coleta de resíduos sólidos.
ABNT NBR 8.843:1996	Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
ABNT NBR 13.591:1996	Compostagem – Terminologia.
ABNT NBR 13.896:1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 13.968:1997	Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem.
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos.

1 Normalização: segundo a ABNT Atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto

NORMA	DESCRITIVO
ABNT NBR 15.113:2004	Resíduos sólidos da Construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15.114:2004	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 11.682:2009	Estabilidade de encostas.
ABNT NBR 15.849:2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
ABNT NBR 12.807:2013	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12.808:2016	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
ABNT NBR 12.810:2020	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extra estabelecimento — Requisitos
ABNT NBR 16.849:2020	Resíduos sólidos urbanos para fins energéticos - Requisitos

Fonte: ABNT, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Ainda, cita-se alguns mecanismos que são decorrentes dos dispositivos legais e/ou iniciativas setoriais para atendimento da logística reversa de resíduos como pode ser visto no quadro seguir.

Quadro 7 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.

CATEGORIA	OBJETO	DOCUMENTO
Acordo setorial	Implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes.	- Assinado em 19/12/2012; - Extrato publicado no Diário Oficial da União (D.O.U) de 07/02/2013.
	Implementação do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.	- Assinado em 27/11/2014; - Extrato publicado no D.O.U de 12/03/2015.
	Implementação de sistemas de logística reversa de embalagens em geral	- Assinado em 25/11/2015; - Extrato publicado no D.O.U. de 27/11/2015;
	Implantação da Logística Reversa de Eletroeletrônicos	- Assinado em 31/10/2019; - Extrato publicado no D.O.U de 19/11/2019

CATEGORIA	OBJETO	DOCUMENTO
Decreto n. 10.388 de 05 de junho de 2020	Implantação da Logística Reversa de Medicamentos	-
Regulamento	Institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou de produtos que as incorporem.	Instrução Normativa Ibama n. 8, de 30 de setembro de 2012.
	Procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416 de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.	Instrução Normativa Ibama n. 1, de 18 de março de 2010.
Iniciativas operantes na temática	Inpev – entidade que integra todos elos da cadeia que gerencia o sistema de destinação das embalagens de defensivos agrícolas pós consumo.	-
	Reciclanip – realiza a coleta e destinação de pneus inservíveis.	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Este conjunto normativo apresentado serve como base legal para o desenvolvimento e a implementação das políticas públicas de saneamento básico em âmbito local. No caso do município de São Pedro, tais dispositivos orientam a formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico, especialmente no eixo de gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, garantindo que suas diretrizes estejam alinhadas com as obrigações legais, os princípios da sustentabilidade e a responsabilidade compartilhada.

II. Âmbito Estadual

Em todo o território do Estado de São Paulo há legislações e normas 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 dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras leis, normas e resoluções exclusivas, agindo como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta. A Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.300/2006) é o principal marco normativo nesta temática e integra-se às diretrizes da Política Nacional, conferindo coerência e articulação entre as esferas estadual e federal.

Quadro 8 - Legislações e normas estaduais de resíduos sólidos (Estado de São Paulo).

NORMATIVO	DESCRITIVO
Lei Estadual n° 997/76	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
Decreto Estadual n° 8.468/76	Aprova o Regulamento da Lei n° 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente.
Lei nº 1.817, de 27 de outubro de 1978	Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, e dá providências correlatas.
Decreto Estadual n° 14.806/80	Institui o Programa de Controle da Poluição Industrial, e dá outras providências.
Decreto Estadual n° 21.880/84	Altera o Programa de Controle da Poluição Industrial instituído pelo Decreto n° 14.806, de 4 de março de 1980, visando à ampliação de suas condições de aplicação e dá outras providências.
Decreto Estadual n° 24.932/86	Institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, e dá providências correlatas.
Lei Estadual n° 7.663/91	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei Estadual n° 7.750/92	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento, e dá outras providências.
Lei Estadual n° 8.999/94	Proíbe a utilização de embalagem descartáveis espumadas, nas condições que especifica, e dá outras providências.
Lei Estadual n° 9.034/94	Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Lei Estadual n° 9.509/97	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (SEAQUA).
Decreto Estadual n° 47.400/02	Regulamenta dispositivos da Lei Estadual n° 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise.
Resolução SMA 41/02	Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo
Decreto Estadual n° 48.523/04	Introduz alterações no Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e suas alterações posteriores, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e dá providências correlatas.
Lei nº 12.300/2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes
Resolução SMA 56/06	Estabelece a gradação de impacto ambiental para fins de cobrança de compensação ambiental decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental.

Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA/SIMA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O arcabouço estadual apresentado serve de base normativa e técnica para o planejamento municipal em São Pedro, garantindo que o sistema de limpeza urbana e o gerenciamento dos resíduos sólidos estejam alinhados com as diretrizes da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, especialmente no que se refere às exigências de licenciamento, controle da poluição, gestão integrada e sustentabilidade ambiental.

III. Âmbito Municipal

Quanto à Legislação Municipal, leis que abrangem o território e necessidades específicas para cada município constituem-se como importantes ferramentas à disposição dos gestores municipais, fato que pode contribuir para adoção e fiscalização de metas e objetivos acerca da gestão e manejo de resíduos sólidos.

O quadro a seguir mostra algumas das legislações municipais de São Pedro, relacionadas com o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 9 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Lei Complementar nº 67/2010	Institui o Plano Diretor do Município de São Pedro, nos termos do art. 182 da Constituição Federal e da Lei Federal nº 10.257/2001.
Lei Complementar nº 78/2012	Institui o Código de Posturas do Município de São Pedro, com disposições relativas à limpeza urbana, deposição de resíduos e higiene pública.
Lei Complementar nº 102/2013	Institui o Código Tributário do Município, incluindo disposições sobre taxas de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.
Lei Complementar nº 148/2017	Institui o Código de Obras do Município, incluindo regras sobre resíduos da construção civil e manejo de entulho.
Lei nº 3.980/2019	Institui a Política Municipal de Educação Ambiental, com diretrizes para ações educativas relacionadas à gestão de resíduos.
Lei nº 3.804/2017	Regulamenta os pontos de entrega de pequenos volumosos (Ecopontos), incluindo sua concessão para a iniciativa privada mediante licitação.
Lei nº 4.239/2021	Institui o Plano Plurianual do Município para o período 2022–2025, incluindo metas e diretrizes ligadas à melhoria dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos.
Lei Ordinária nº 4668, de 10 de março de 2025	Lei de aprovação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Essas legislações estruturam o arcabouço jurídico local, possibilitando à administração pública municipal a implementação de instrumentos eficazes para o controle e gestão dos resíduos sólidos, em conformidade com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2.3.2. 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 PNRS.

Sendo assim, o Quadro a seguir traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

Quadro 10 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO
Varrição	Operação manual em vias públicas pavimentadas, praças, jardins, áreas comerciais e portais de entrada, incluindo a remoção de folhas, areia e resíduos descartados.
Roçagem e Capina	Corte da vegetação rasteira em áreas públicas. Realizada com ferramentas manuais ou roçadeiras costais.
Poda e supressão de árvores	Retirada de galhos e árvores para segurança da população e preservação do paisagismo urbano.
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Retirada de resíduos das estruturas hidráulicas de drenagem urbana para evitar alagamentos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Além dos serviços mencionados, a Prefeitura realiza a limpeza de feiras livres, varejões e eventos públicos com varrição, coleta e lavagem das vias, utilizando equipe composta por motorista e dois funcionários (PMGIRS, 2024).

Os resíduos de poda com diâmetro acima de 20 cm são reaproveitados como madeira para infraestrutura urbana. Já os de menor diâmetro são triturados para uso como cobertura vegetal em espaços públicos. Os resíduos de capina, roçada e varrição são encaminhados ao Ecoponto municipal, onde recebem tratamento e destinação adequados (PMGIRS, 2024).

Contudo, ainda há desafios identificados: a ausência de papeleiras em locais públicos estratégicos, a necessidade de modernização dos equipamentos e a ampliação da equipe de varrição para cobertura de toda a cidade. A Prefeitura reconhece a importância de quantificar, planejar e melhorar a frequência e qualidade dos serviços (PMGIRS, 2024).

Diante disso, o Quadro abaixo apresenta informações sobre os tipos de serviços prestados pelas Secretarias responsáveis pelo serviço de limpeza pública.

Quadro 11 – Serviços de Limpeza Pública prestados em São Pedro.

Secretaria	Tipo de serviço	Atendimento à população
Secretaria de Obras e Serviços Públicos	Varrição manual de ruas e áreas públicas	Executada por 10 servidores e frentes de trabalho assistidas pelo setor de Serviço Social. Abrange centro, praças e entradas da cidade.
Secretaria de Obras e Serviços Públicos	Capina e roçada	Executada por frentes de trabalho (20 pessoas) com apoio de trator e caminhão. Atende ruas, avenidas e áreas verdes.
Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura (SEMAGRI)	Poda e supressão de árvores	Poda sob demanda; encaminhamento via prefeitura.
Secretaria de Obras e Serviços Públicos	Limpeza de bocas de lobo	Realizada sob demanda ou preventivamente, por equipe com dois funcionários, de forma manual.
Secretaria de Obras e Serviços Públicos	Limpeza de feiras e eventos	Varrição e lavagem com equipe composta por motorista e dois funcionários.
Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura	Gestão de Ecoponto	Recebe restos de poda, entulho e volumosos; acesso da população com regras e horários específicos.

Fonte: PMGIRS, 2024. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 56 – Bocas coletoras.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Em relação aos serviços de limpeza pública, a Tabela s seguir mostra alguns dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referentes ao município de São Pedro, tomando como base valores do ano de 2021.

Tabela 39 – Frota, equipamentos e estrutura de limpeza pública de São Pedro (2023).

Indicador	Quantidade
Trituradores de galhos	O município opera o Programa Papa Galhos (Tritura Móvel), que realiza trituração de galhos e folhas.
Caminhões compactadores	A coleta de resíduos sólidos domiciliares é realizada com 5 caminhões compactadores, operados por 6 equipes compostas por 1 motorista e de 2 a 3 garis, totalizando 23 funcionários.
Equipe de poda	Composta por 1 caminhão e 3 funcionários (1 motorista e 2 trabalhadores gerais). A poda é coordenada pela Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura (SEMAGRI) e realizada por ordem de risco e demanda. Para árvores em áreas privadas, o serviço é responsabilidade dos moradores.
Equipe de roçada/capina	Formada por 20 pessoas da frente de trabalho, utilizando roçadeiras costais, enxadas, vassourões, rastelos, cortadoras de grama, trator e caminhão.
Limpeza de feiras e eventos	Executada por equipe composta por 1 motorista e 2 funcionários. Inclui varrição, coleta e lavagem das vias, especialmente após eventos como feiras livres e atividades promovidas pela municipalidade.
Ecoponto Municipal	Local de recebimento de resíduos verdes (poda, capina, roçada), entulhos e volumosos de pequenos geradores. Recebe também resíduos do Programa Papa Galhos. Os resíduos vegetais são destinados ao Programa Papa Galhos, os volumosos para o Aterro Essencial e os resíduos de construção civil são utilizados para manutenção de estradas rurais.

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 57 – Limpeza pública em São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A equipe responsável pelos serviços de limpeza pública do município de São Pedro conta com uma estrutura própria de veículos, maquinário e ferramentas, utilizados para os serviços de varrição, capina, poda, transporte e trituração de resíduos. As operações são conduzidas principalmente pelas Secretarias de Obras e Meio Ambiente. Segundo o PMGIRS (2024), entre os equipamentos públicos disponíveis, destacam-se:

- 1 trator com roçadeira hidráulica;
- 1 trator de esteira;
- 1 caminhão para transporte de galhos;
- 1 triturador de galhos móvel, utilizado no Programa Papa Galhos;
- 1 retroescavadeira e 1 caminhão basculante;
- 5 caminhões compactadores;
- Equipamentos manuais: roçadeiras costais, enxadas, vassourões e cortadoras de grama.

Figura 58 – Materiais para limpeza pública.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 59 – Maquinário da limpeza pública.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 60 - Montante de resíduos verdes (galhos, capina, poda, etc.).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 61 – Descarte irregular.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O município conta com o Programa Cidade + Limpa, que promove a eliminação de pontos viciados de descarte irregular de lixo por meio de mutirões de limpeza em áreas críticas da cidade, promovendo ações educativas que buscam conscientizar a população sobre o descarte correto. Além das ações de limpeza a SEMAGRI promove fiscalização de descartes irregulares e procedimentos administrativos para a responsabilização dos infratores.

2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO

A gestão dos resíduos sólidos domiciliares em São Pedro é realizada pela Secretaria de Obras, com apoio da Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura

(SEMAGRI). A coleta regular abrange 100% da área urbana e parte da área periurbana e rural. A coleta ocorre de segunda a sábado na região central e entre duas a três vezes por semana nos demais bairros.

Figura 62 – Dispositivo de armazenamento de resíduo domiciliar.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Os resíduos são destinados à Estação de Transbordo municipal, localizada na Rodovia Geraldo de Barros - SP 340, n° 3344, de onde são transferidos para caçambas com capacidade de 39 m³ ou 15 toneladas e enviados para o aterro sanitário da empresa Essencial Central de Tratamento de Resíduos Ltda., em Rio das Pedras/SP.

Em relação à geração de resíduos, os dados indicam um total de 11.385,87 toneladas por ano (dados de 2022), sendo 10.361,07 t/ano de resíduos domiciliares e comerciais aterrados e 1.024,8 t/ano de recicláveis coletados e comercializados. A taxa de geração per capita em 2022 foi de 0,87 kg/hab.dia, com uma população estimada em 38.256 habitantes. Com os dados da análise gravimétrica realizada pela Coordenadoria do Meio Ambiente do município de São Pedro, em outubro de 2022, tem-se que o indicativo que os resíduos sólidos domiciliares e comerciais de São Pedro são compostos por:

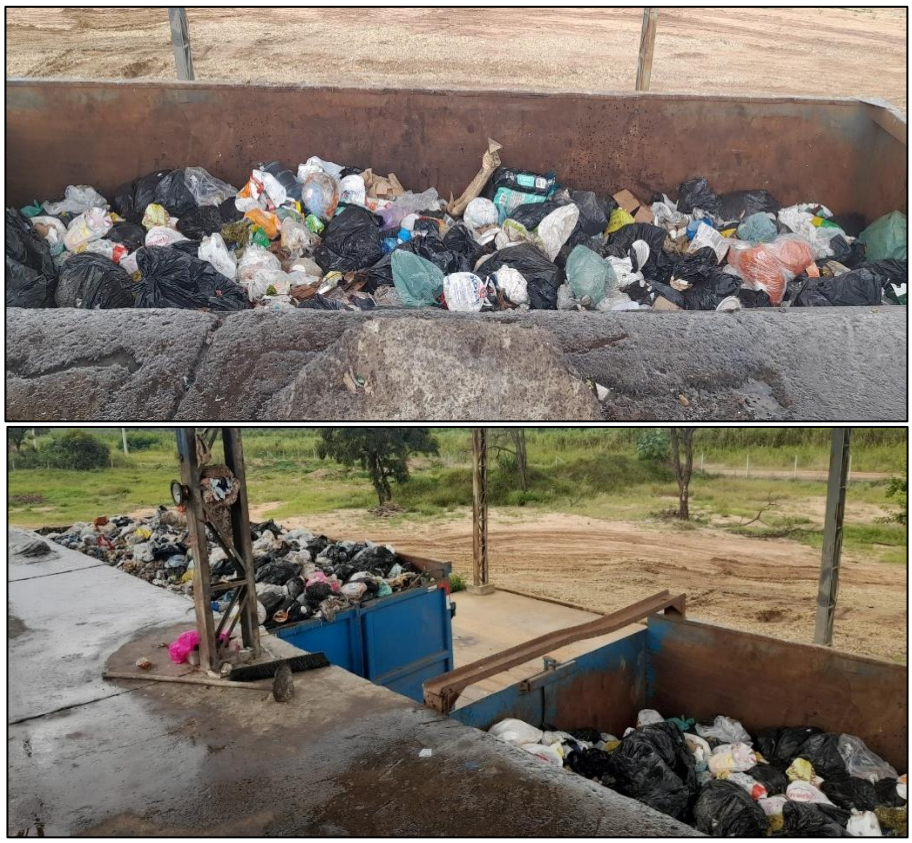
- Matéria orgânica: 65,29%
- Plásticos: 13,83%
- Papel e papelão: 4,85%

- Vidro: 2,85%
- Rejeitos: 9,56%
- Outros (PET, embalagens longa vida, alumínio etc.): valores complementares.

A amostragem foi realizada conforme NBR 10.007/2004 e seguiu o método de quarteamento, com coletas feitas diretamente dos caminhões compactadores na estação de transbordo. A Estação de Transbordo de São Pedro não possui balança própria, sendo a pesagem realizada na entrada do aterro. O aterro sanitário possui licença de operação válida e apresentou, em 2022, IQR (Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos) de 9,8 em uma escala de 0 a 10, conforme dados da CETESB.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2022), no ano de 2021 foram coletadas 1.046,80 toneladas de RDO, pelo agente público. Enquanto os agentes privados coletaram 20.272,00 toneladas. Totalizando 21.318,80 toneladas de RDO coletadas no Município de São Pedro. Sendo um total de 32.766 habitantes atendidos com a coleta regular pelo menos uma vez por semana.

Figura 63 – Infraestrutura para realização do transbordo.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.4. Resíduos Recicláveis

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 e econômico, reduzindo o consumo de recursos naturais, economizando energia e água, diminuindo o volume gerado de resíduos sólidos e promovendo emprego à população (FRANCESCHET; ROSA, 2015).

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 na fonte geradora, dos resíduos orgânicos e rejeitos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor agregado (CEMPRE, 2018).

Silva e Capanema (2019) consideram a participação popular extremamente importante para a gestão de resíduos. Entretanto, de acordo com pesquisa elaborada pela Ibope Inteligência, a população brasileira de maneira geral carece de informações sobre coleta seletiva e quais os tipos de materiais que podem ser reciclados, fato que salienta a importância do papel do Poder Público na divulgação dessas informações, de maneira eficiente.

No município de São Pedro, a coleta seletiva foi iniciada em 2016 e atualmente é operada pela Cooperativa ECOsolidar, contratada pela Prefeitura. O serviço inclui a coleta porta a porta em 8 setores urbanos, realizada quinzenalmente de segunda a sábado, com um caminhão adaptado com gaiola metálica e equipe de três funcionários.

Os resíduos recicláveis são triados pela cooperativa ECOsolidar na Unidade de Coleta Seletiva localizada em Piracicaba/SP, onde há infraestrutura composta por:

- Esteira automatizada de 10 metros;
- 2 prensas hidráulicas (250 e 400 kg);
- Caçambas para vidro (20 toneladas);
- Capacidade de estocagem de até 400 big bags.

Em 2022, foram coletadas e comercializadas aproximadamente 1.024,8 toneladas de materiais recicláveis. A taxa de recuperação de recicláveis em relação ao

total de resíduos gerados (11.385,87 t/ano) foi de 9%, o que demonstra espaço para crescimento da coleta e participação popular.

Tabela 40 - Composição gravimétrica dos recicláveis coletados (2022).

Tipo de material	Percentual (%)
Papel e papelão	34,72
Plástico (duro e fino)	30,21
Sucata ferrosa	19,36
Alumínio	7,82
Vidro	4,59
Embalagens longa vida	3,3

Fonte: PMGIRS São Pedro, 2025.

Figura 64 – Separação de recicláveis e vidros nos ecopontos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.5. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

A logística reversa busca implementar o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos na etapa do pós-consumo, retornando-os a um novo ciclo de reaproveitamento (ABRELPE, 2021). Com o auxílio de embasamento legal, produtos e embalagens que possam e/ou causem prejuízo à saúde pública, também devem ser incorporados ao sistema logístico reverso (SINIR, 2023).

O Artigo 3° 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* (BRASIL, 2010)."

Os resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (RLO) são:

- Baterias automotivas;
- Eletroeletrônicos;
- Embalagens de agrotóxicos;
- Embalagens plásticas de óleos lubrificantes;
- Embalagens em geral;
- Filtros usados de óleo lubrificante automotivo;
- Lâmpadas;
- Medicamentos;
- Óleo comestível;
- Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC);
- Pilhas e baterias;
- Pneus inservíveis (FECOMERCIOSP, 2023).

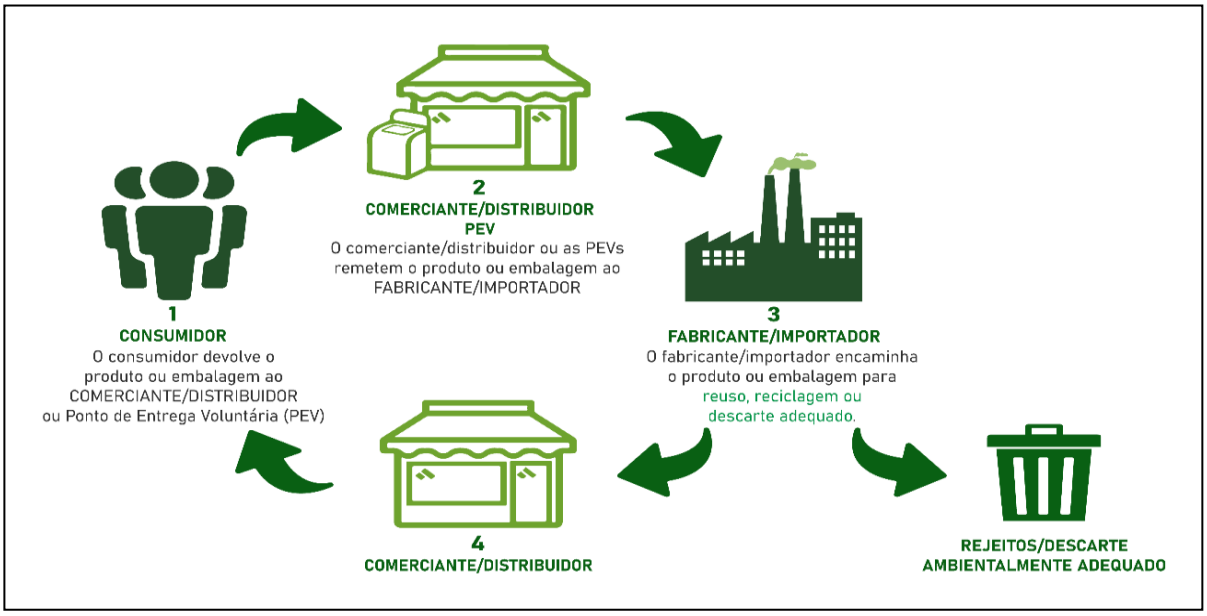
Sendo assim, o Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determinou a existência da responsabilidade pós-consumo dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, obrigando-os a criar e manter sistemas de retorno dos produtos, além da coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (FECOMERCIOSP, 2023).

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, expondo uma avançada visão na forma como a sociedade em geral se relaciona com os resíduos sólidos gerados. E além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos (SINIR, 2023).

Esse princípio é preconizado pela ideia de que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores devem agir em conjunto para que aconteça o reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos. Nele, o cidadão no papel de consumidor é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa (SINIR, 2023).

O setor privado fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, reincorporação na cadeia produtiva, inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, uso racional dos materiais e prevenção da poluição. Por último, o Poder Público fica à cargo de fiscalizar todo o processo envolvendo os demais responsáveis pelo sistema, sempre buscando conscientizar e educar os cidadãos (SINIR, 2023).

Figura 65 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

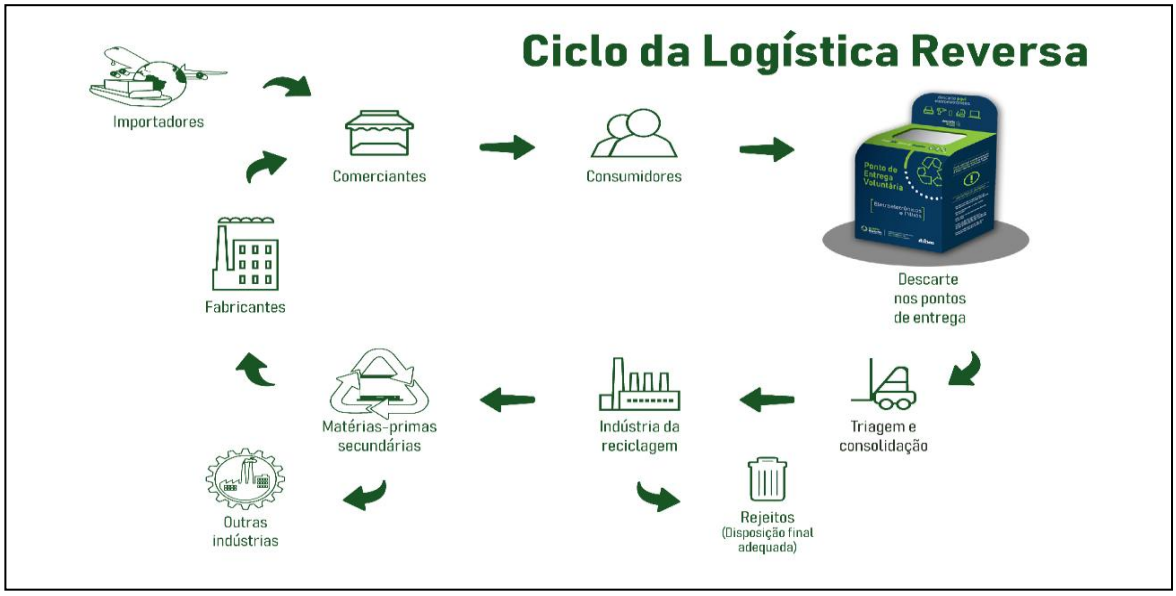
Dentre os resíduos com logística reversa obrigatória, tem-se os resíduos eletroeletrônicos, que são aqueles cujo funcionamento se dá por meio de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts, podendo ser de grande porte ou não, tais como refrigeradores, micro-ondas, fogões, máquinas de lavar, ar-condicionado (“produtos de linha branca”), assim como computadores, telefones, televisores, celulares, drones, cartuchos e toners, por exemplo (ABRELPE, 2021).

A logística reversa visa à restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, permitindo seu reaproveitamento em ciclos produtivos ou outra destinação ambientalmente adequada, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Em São Pedro, alguns fluxos estão em operação, ainda que em estágio incipiente ou com cobertura parcial.

Estima-se que São Pedro gere aproximadamente 136.936 unidades/ano de pilhas e baterias, com base na taxa de geração nacional de 3,8 unidades/hab.ano. O município conta com três pontos de entrega voluntária cadastrados no programa da Green Eletron, sendo um deles localizado no Supermercado Pague Menos – Loja 23 (PMGIRS, 2024).

Embora existam pontos identificados para entrega voluntária, pequenos volumes são descartados com os resíduos domiciliares, enquanto os grandes equipamentos são muitas vezes descartados irregularmente ou manipulados por empresas de reciclagem informal (sucateiros) sem controle ambiental.

Figura 66 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

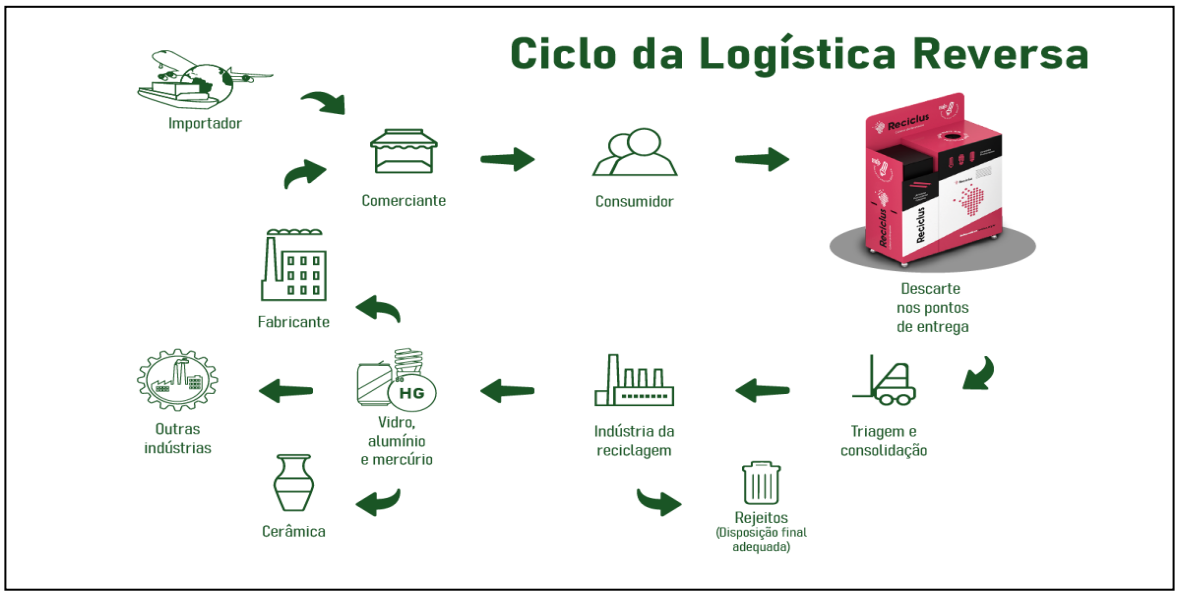


Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A separação de lâmpadas inservíveis tem certo nível de complexidade maior, pois a fim de evitar quebra durante o transporte, devem ser embaladas individualmente, de preferência na posição vertical, identificadas e encaminhadas para empresas licenciadas. Além de haver o cuidado de separar as quebradas das demais, em recipientes herméticos com vedação adequada (MOURÃO; SEO, 2012).

Para as lâmpadas fluorescentes, a estimativa de descarte no município é de 14.678 lâmpadas por ano, com base na taxa média nacional. Há um ponto de entrega voluntária ativo no Supermercado Pague Menos, cadastrado no sistema da Reciclus (PMGIRS, 2024).

Figura 67 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O gerenciamento da logística reversa de pneus tem como representante nacional e entidade gerenciadora a Reciclanip, desde 1999. Ademais, dados do SINIR mostram que em 2019 haviam 1.149 pontos de coletas distribuídos entre os municípios brasileiros, recebendo um total de 419.000 toneladas de pneus (RODRIGUES, 2021).

O descarte inadequado dos pneus inservíveis ocasiona inúmeros problemas de caráter ambiental, social e de saúde pública, pois causam assoreamento de rios e lagos, ocupam grandes espaços em aterros, ao serem queimados produzem uma fumaça preta altamente contaminante, quando depositados em terrenos abertos podem causar proliferação de vetores, como mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e encefalite (CEMPRE, 2018).

Como solução ao descarte irregular, pneus usados são capazes de serem reutilizados após passarem por processos de recuperação, desvulcanização e pelo processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de rodagem desgastada, por meio de raspagem, substituída por uma nova (CEMPRE, 2018).

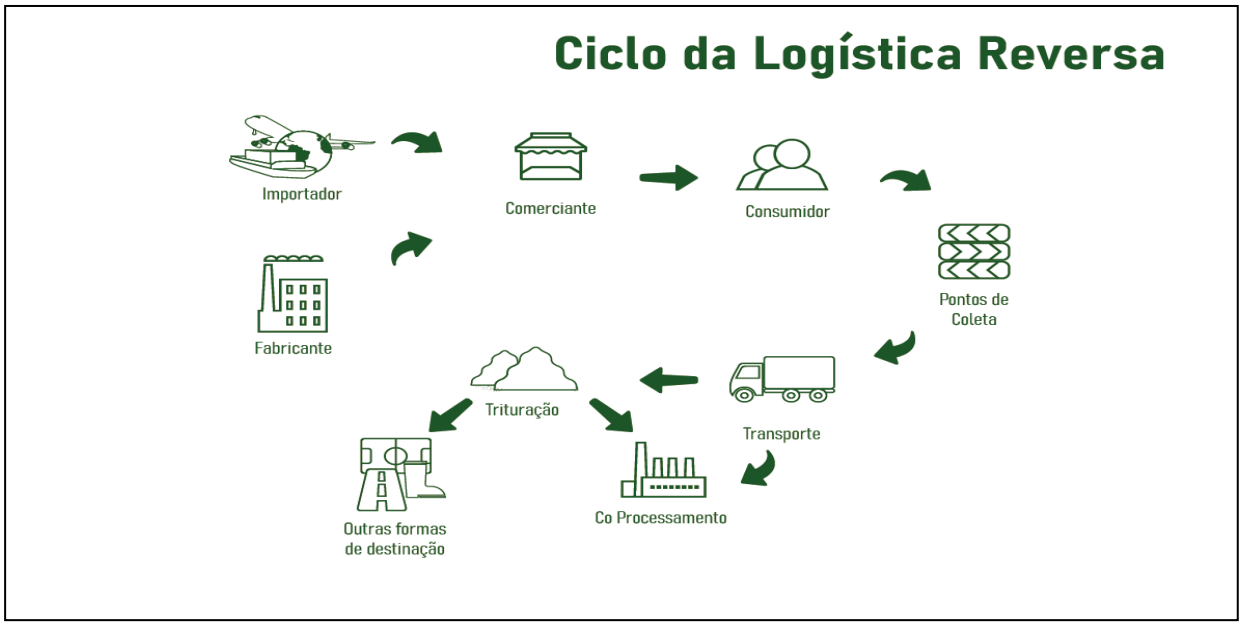
Porém, há um limite no número de vezes que cada pneu consegue passar por esse procedimento, devendo então, ao final, ser descartado (CEMPRE, 2018).

Nesse sentido, a logística reversa busca dar destinação adequada para estes pneus, que caso encaminhados corretamente, podem ser reciclados ou reutilizados para outros fins e setores produtivos, como: uso na engenharia civil, na regeneração da borracha, na geração de energia, no asfalto modificado com borracha, entre outros. (CEMPRE, 2018).

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. Assim como deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF (Cadastro Técnico Federal), a destinação adequada dos pneus inservíveis (RODRIGUES, 2021).

Em 2020, dentre os fabricantes nacionais de pneus, foram destinadas de maneira ambientalmente adequada, um total de 380.312 toneladas de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2023).

Figura 68 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A estimativa da geração de pneus no município de São Pedro, com base na frota veicular de 2022, é de 20.137 pneus/ano. A logística reversa desses resíduos é operacionalizada por meio de ponto de entrega voluntária localizado na Estação de Transbordo de São Pedro (Rodovia Geraldo de Barros – SP 340, nº 3344) e a entidade gestora é a Reciclanip (PMGIRS, 2024).

Figura 69 - Abrigo de pneus inservíveis, gerenciados por logística reversa.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação (MMA, 2012).

No caso das embalagens, possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e contaminação do meio ambiente. Por esse motivo, cabe a implantação ou utilização da logística reversa, devendo os próprios distribuidores e fornecedores se responsabilizarem pela realização do serviço de destinação correta.

A Lei Federal n° 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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2002).

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 (BRASIL, 2000).

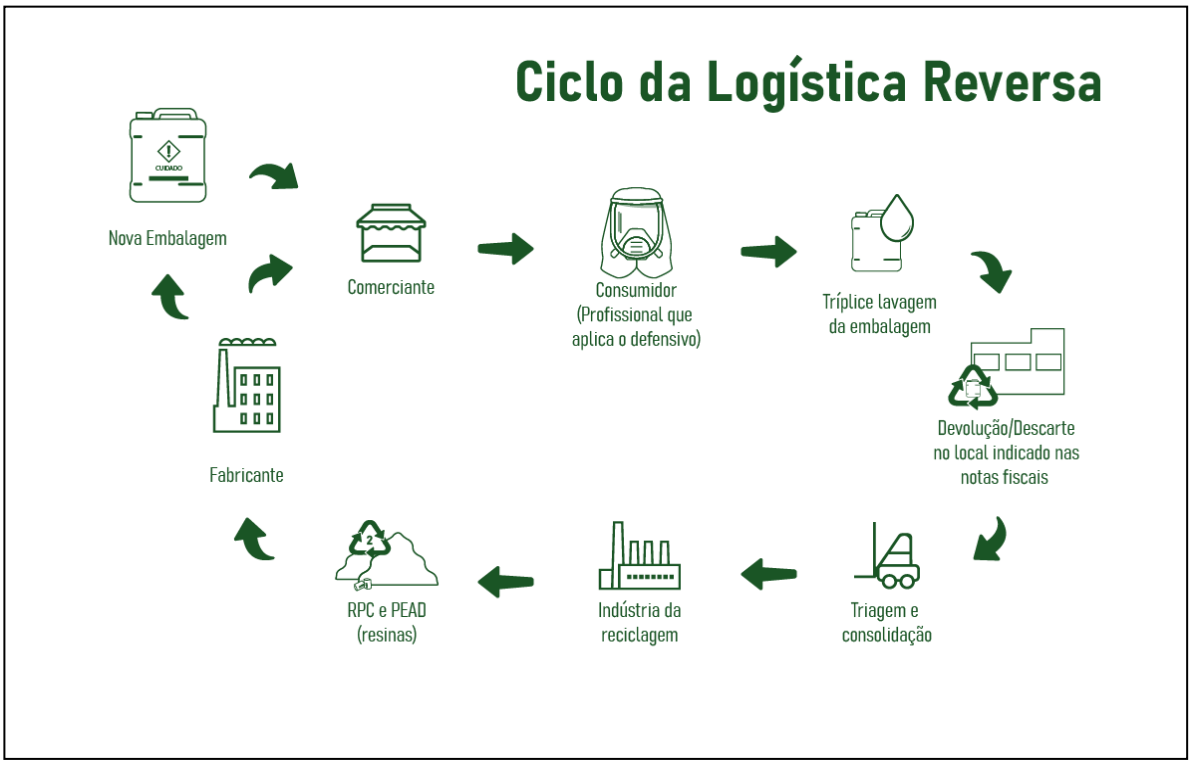
Após o uso e antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica ABNT NBR n° 13.968/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura (ABNT, 1997).

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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2000).

São Pedro não possui ponto próprio de recebimento. As embalagens são devolvidas pelos produtores rurais ao comércio local ou à Central da COPLACANA, localizada em Piracicaba/SP. A entidade gestora é o INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.

Figura 70 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Sobre a gestão de logística reversa nas demais categorias de resíduos sólidos, tem-se:

- Medicamentos: Existe um PEV cadastrado na Droga Raia (Rua Veríssimo Prado, 187, Bairro Santa Cruz), habilitado para receber medicamentos vencidos ou em desuso, conforme previsto no Decreto nº 10.388/2020 (PMGIRS, 2024).
- Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (OLUC): A logística reversa do OLUC é realizada regionalmente por empresas autorizadas pela ANP, tais como ECOLUC (Sumaré), EVOLUC (Piracicaba), LUBRASIL (Piracicaba) e outras. O município é atendido indiretamente pelas ações dessas empresas na região (PMGIRS, 2024).

2.3.6. 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 (CEMPRE, 2018).

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS n° 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 (BRASIL, 2010).

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, transferindo a competência da criação de normas de destinação final desses resíduos para os órgãos estaduais.

Desse modo, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais (CONAMA, 1991).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC n° 306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, que já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (ANVISA, 2004).

Conforme a Resolução CONAMA n° 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 (CONAMA, 2005).

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA n° 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 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 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 (CONAMA, 2005).

Os resíduos de serviços de saúde grupos **A**, **B**, **C** e **E** são caracterizados pela Norma ABNT NBR n° 10.004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade (ABNT, 2004).

Ainda de acordo com a RDC ANVISA nº. 306/2004 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 (ANVISA, 2004).

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 (MMA, 2012).

No município de São Pedro, a responsabilidade pela gestão dos RSS dos estabelecimentos públicos é da Secretaria Municipal de Saúde, com a operação realizada pela empresa Biotrans Soluções Ambientais Eireli – EPP, contratada por meio do Processo Administrativo nº 2608/2019. A empresa é responsável pela coleta,

transporte, tratamento e destinação final dos resíduos pertencentes aos grupos A, B e E, conforme legislação vigente, exceto o Grupo C (rejeitos radioativos) que não é atendido por esse contrato.

Os dados quantitativos de geração de RSS em São Pedro, referentes aos estabelecimentos públicos de saúde, são apresentados a seguir:

Figura 71 - Dados quantitativos de RSS provenientes dos relatórios de coleta da empresa Biotrans.

Ano	Grupo B (Químico)	Grupo A e E (Infectante e Perfurocortante)	Total (Classe I)
2021	2.772,50 kg	6.112,17 kg	8.884,475 kg
2022	2.636,97 kg	6.842,59 kg	9.479,56 kg

Fonte: PMGIRS São Pedro, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A coleta é feita preferencialmente às quartas-feiras, a partir das 13h, com frequência semanal. Entretanto, em virtude de limitações logísticas – como o caminhão vir carregado de outros municípios e o encerramento das atividades de saúde antes do término da coleta – a periodicidade tem ocorrido quinzenalmente em algumas unidades.

A empresa contratada disponibiliza acesso digital a prefeitura, contendo data, horário e pesagem dos resíduos por ponto de coleta, o que permite rastreabilidade e fiscalização. Segundo o PMGIRS (2024), o município de São Pedro conta com 10 pontos oficiais de coleta de RSS, todos localizados em unidades de saúde municipais:

- Farmácia Central
- UBS Alpes das Águas
- UBS Bela São Pedro
- UBS Dorotheia
- UBS Nova São Pedro
- UBS Primavera
- UBS São Dimas
- UMIS Odila
- UBS São Francisco
- UBS Santo Antônio.

Cada estabelecimento deve seguir os procedimentos de segregação, acondicionamento e coleta interna conforme as normas da ABNT NBR 12809/1993. Entre os principais desafios identificados estão:

- Ajustar a frequência da coleta, assegurando que ocorra semanalmente em todas as unidades.
- Estimular o setor privado a elaborar e implementar seus próprios PGRSS.
- Fortalecer a fiscalização e o monitoramento ambiental das atividades relacionadas aos resíduos de saúde.

O município também instituiu taxa específica para resíduos de serviços de saúde, conforme o Código Tributário Municipal, sendo de responsabilidade dos geradores o pagamento pela coleta, transporte, tratamento e destinação final.

2.3.7. 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, assim como sólidos grosseiros (MMA, 2012).

A geração de lodos representa um problema ambiental em virtude de possuir uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio da fauna e flora onde são despejados sem nenhum tipo de controle (SINIR, 2023).

Nos processos de potabilização da água em uma estação de tratamento, há produção de lodo devido a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes da água a ser tratada. No Brasil, o lodo gerado como resíduo quase sempre é despejado em corpo hídrico (SMIDERLE, 2016).

O resíduo de ETA e ETE é considerado um passivo ambiental oriundo da indústria do saneamento devido aos impactos que causam nos corpos d'água receptores. Impactos como por exemplo: aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, consequentemente, 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, dentre outros (SMIDERLE, 2016).

Por ano, no Brasil, há uma geração estimada de 81 milhões de toneladas de resíduos de saneamento básico, sendo 3 milhões de toneladas geradas em ETE e 78 milhões de toneladas em ETA (SINIR, 2023).

No município de São Pedro, esses resíduos são de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP), que opera três Estações de Tratamento de Água (ETAs) e duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs).

Os principais resíduos gerados nas ETAs são os lodos provenientes dos decantadores e da lavagem dos filtros, classificados como Classe II A segundo a NBR 10.004. Já nas ETEs são gerados lodo orgânico de origem biológica, sólidos provenientes do gradeamento e peneira rotativa, e lodo da precipitação química, também classificados como Classe II A, A 099 (PMGIRS, 2024).

A ETE Samambaia possui sistema de desidratação mecanizada por centrífugas. Em 2022, foram destinados ao Aterro Industrial Essencial 668,48 toneladas de lodo, sendo o limite autorizado de até 2.400 t/ano. O resíduo é acondicionado em caçambas metálicas (E03) e transportado para o Aterro Industrial da empresa Essencial Central de Tratamento de Resíduos, localizado em Rio das Pedras/SP (PMGIRS, 2024).

Quanto ao tratamento da água, a ETA I – Massahai Takaki tem um sistema de tratamento de lodo instalado, mas atualmente está inoperante. As ETA II – Milton de Miranda e ETA III – Serra não possuem sistemas de tratamento de lodo ativos nem CADRI vigente, sendo o lodo depositado temporariamente no fundo dos tanques de decantação. A geração anual estimada de lodo das ETAs é de aproximadamente 210 toneladas (PMGIRS, 2024).

Ainda não há destinação final definida para o lodo das ETAs. Estuda-se a possibilidade de seu uso na produção de tijolos cerâmicos por olarias da região, conforme Processo nº 21/00649/19 junto à CETESB, ainda não aprovado (PMGIRS, 2024).

Em termos de custos, em 2022 foram investidos R$ 432.640,00 para coleta, transporte e disposição final dos resíduos das ETAs e ETEs, valor que contempla apenas a destinação do lodo da ETE Samambaia (PMGIRS, 2024).

2.3.8. Resíduos da Construção Civil e Volumosos

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. (CONAMA, 2002).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil, que define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e a destinação (CONAMA, 2002).

De acordo com a classificação dos resíduos, podem ser divididos em quatro classes:

- **Classe A:** são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; 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. Classificação alterada pelo artigo terceiro da resolução 348/2004 da CONAMA, que passa a incluir telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2004).

A Resolução também considera outros conceitos sobre o RCC, sendo:

- **Agregado reciclado** - é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;
- **Áreas de destinação de resíduos** - são áreas destinadas ao beneficiamento e/ou reciclagem ou à disposição final de resíduo;
- **Aterro de resíduos classe A de reserva de material para usos futuros** - é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reserva de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;
- **Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT)** - área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- **Beneficiamento** - é o ato de submeter um resíduo as operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;
- **Destinação** - Local para qual o resíduo é encaminhado, de acordo com o previsto em legislação e preceitos da sustentabilidade, não sendo legal o despejo irregular em lixões, via pública, vazios urbanos ou afins. Resíduos gerados e reaproveitados na própria obra têm seu destino final na mesma;
- **Geradores** - são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos de acordo com a Resolução CONAMA;
- **Reciclagem** - ato de submeter o resíduo a um processo de transformação física, química ou biológica, obtendo um novo produto, idêntico ou não ao anterior;

- **Reutilização** - submeter o resíduo ao ato de reaplicação, sem a transformação física, química ou biológica do mesmo, e sem que haja prejuízo ao padrão de qualidade inerente ao produto final;
- **Segregação** - Ato de garantir a separação dos resíduos na fonte de sua geração ou posteriormente;
- **Transportadores** - São as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação (CONAMA, 2002).

Os resíduos volumosos são considerados peças com grandes dimensões, que não são comumente coletadas pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, sendo definidos em normas brasileiras que fazem menção aos RCC. Dentre eles, tem-se por exemplo: grandes embalagens, podas, resíduos de origem não industrial, madeiras e metais. Normalmente são removidos junto com os RCC (MMA, 2012).

No município de São Pedro, os resíduos da construção civil (RCC) e os resíduos volumosos são recebidos em Ecoponto localizado na Rua Manoel Semene, s/nº, no Bairro São Dimas. O espaço, com área de 1,96 hectares, é operado pela empresa COPROSAN Construções e Saneamento LTDA – EPP, conforme contrato de concessão nº 233/2018, firmado com a Prefeitura Municipal.

O Ecoponto recebe resíduos tanto de pequenos quanto de grandes geradores. Os pequenos geradores, definidos como aqueles que produzem até 1 m³ por obra, são responsáveis por transportar os resíduos diretamente até o Ecoponto. Já os grandes geradores devem contratar empresas de locação de caçambas para realizar o transporte, sendo atualmente três empresas operando no município.

Vale destacar que, desde outubro de 2023, a área destinada ao recebimento dos RCC de grandes geradores foi fechada após a não aprovação de reajuste tarifário pela Câmara Municipal.

Atualmente, o Ecoponto segue operando para recebimento de resíduos de pequenos geradores e volumosos, inclusive os recolhidos pelo programa municipal Cata Cacareco. O material reciclável é vendido a sucateiros locais, enquanto o RCC é transportado para aterro próprio em São Carlos (SP), na Fazenda Bela Vista.

Figura 72 – Local de disposição de RCC e resíduos volumosos em área pública.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 73 – Caçamba de uso privado destinada exclusivamente ao acondicionamento de RCC por grandes geradores, sendo proibido o descarte de lixo doméstico.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.9. Resíduos de Mineração

A mineração se caracteriza por ser uma atividade altamente poluidora e degradadora do meio ambiente, pois os rejeitos e pilhas de estéril gerados em suas atividades, são dotados de metais pesados, resíduos altamente contaminantes quando entram em contato e reação com a hidrosfera, atmosfera e biosfera, se espalhando pelo solo, água e atmosfera, podendo perdurar por muito tempo nos meios, causando diversos efeitos negativos para o ambiente e sociedade (GUIMARÃES, 2007).

Tais resíduos são aqueles gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios, que são separados entre aqueles que possuem interesse econômico agregado, daqueles sem interesse (SINIR, 2023).

Dentre os resíduos de mineração, temos: rejeitos, solos e rochas com substâncias perigosas, óleo de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados (Classe I – Perigosos); resíduos de extração de minérios metálicos e não metálicos, rejeitos não perigosos, sucatas metálicas ferrosas, resíduos de madeira, resíduos sanitários (Classe II – não perigosos) (SINIR, 2023).

No município de São Pedro, de acordo com o levantamento realizado para o PMGIRS, existem atividades de extração mineral em operação, principalmente voltadas à captação e envase de água mineral, além da extração de areia.

Entretanto, não foram identificadas atividades de lavra ou beneficiamento que gerem resíduos sólidos perigosos em larga escala, como ocorre na mineração de metais pesados ou rochas ornamentais. Também não foram encontrados dados quantitativos sobre geração e destinação de resíduos minerais no município, uma vez que tais empresas ainda não integram o Sistema de Gerenciamento de Resíduos.

Tabela 41 - Atividades mineradoras identificadas no município de São Pedro.

Empresa / Atividade	Tipo de Mineração	Observações
Água Mineral São Pedro / Fonte Linda	Captação e envase de água mineral	Envasamento e distribuição; operação licenciada.
Mineradora São Pedrense	Captação e envase de água mineral	Atua com as marcas Himalaia, Água de São Pedro e São Pedro.
Mineradora Águas da Serra São Pedro	Captação e envase de água mineral	Marcas Guritá e Gurense.
Mineradora Água da Serra	Captação e envase de água mineral	Operação local; dados não detalhados.
Porto de Areia São Pedro Ltda.	Extração de areia	Atividade licenciada; não apresenta dados de geração de resíduos.
Porto de Areia Graminha Ltda.	Extração de areia	Operação em área rural; sem cadastro no PGRS municipal.
Tanquã Extração e Comércio de Areia Ltda.	Extração de areia	Empresa ativa no território; dados não informados.

Fonte: PMGIRS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.10. Resíduos Industriais

São os resíduos gerados nos diversos ramos das atividades industriais, sendo então bastante variados, como lodos, óleos, cinzas, alcalinos, ácidos, fibras, borrachas, plásticos, papéis, metais, vidros, escórias, cerâmicas e etc. Considerados em sua maioria como tóxicos, ou seja, Classe I (perigosos) (CEMPRE, 2018).

O gerenciamento desses resíduos fica à cargo do próprio gerador, não havendo responsabilidade do Poder Público para coleta, tratamento e destinação final, o que dificulta a obtenção de dados quantitativos sobre a geração de resíduos sólidos provenientes dessas atividades.

As formas de coleta, tratamento e destinação final desses resíduos também são diversas, podendo envolver triagem, reciclagem, recuperação, incineração, coprocessamento ou disposição final em aterros industriais devidamente licenciados.

Atualmente, o município de São Pedro não possui levantamento específico quanto à quantidade de resíduos industriais gerados em seu território, tampouco realiza serviços de coleta desses resíduos. A geração, manejo e destinação são de responsabilidade dos próprios empreendimentos, conforme estabelece a legislação vigente.

Dessa forma, destaca-se a necessidade de implantação da Lei do Grande Gerador e do Sistema Municipal de PMGIRS para garantir maior controle e conhecimento sobre as atividades industriais geradoras de resíduos sólidos, permitindo, futuramente, a obtenção de dados quantitativos e o aprimoramento das ações de fiscalização e licenciamento ambiental.

2.3.11. Resíduos 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 (BRASIL, 2010).

Podem ser de natureza orgânica e inorgânica. Os de características orgânicas são os resíduos de culturas perenes e temporárias, como: café, banana, laranja, coco, cana, soja, milho, mandioca, feijão, dentre outras. Em relação à criação de animais, enquadram-se os equinos, caprinos, ovinos, suínos, bovinos, aves e outros. Também

podem ser considerados os resíduos formados nos abatedouros e outras atividades da agroindústria (MMA, 2012).

Em relação aos resíduos com característica inorgânica, tem-se os agrotóxicos, fertilizantes e produtos farmacêuticos, bem como suas embalagens diversas (MMA, 2012). As embalagens de agrotóxicos e fertilizantes também se enquadram como resíduos com logística reversa obrigatória (RLO), já contemplados anteriormente nesse trabalho.

No município de São Pedro, o setor agropecuário, a silvicultura e o turismo rural são atividades econômicas relevantes. Assim, o manejo adequado desses resíduos é essencial para a manutenção da qualidade ambiental, da água, do solo e da paisagem local.

No entanto, a prefeitura de São Pedro e as entidades que atuam com assistência técnica no setor não possuem dados sobre a geração, acondicionamento, transporte ou destinação desses resíduos, o que caracteriza uma lacuna de informação e dificulta o planejamento e a fiscalização adequados.

A responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris é dos próprios geradores, devendo estar prevista nos respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Cabe ao Poder Público municipal fiscalizar a implementação e o cumprimento desses planos.

2.3.12. Resíduos dos Serviços de Transporte

São os resíduos gerados nas atividades de transporte ferroviário, rodoviário, aéreo e aquaviário, abrangendo também os resultantes das instalações de trânsito de rodoviárias, portos, aeroportos e passagens de fronteira. Devido à mobilidade inerente aos serviços de transporte, atribui-se a esse tipo de resíduo, a capacidade de veicular doenças entre cidades (MMA, 2012).

Como exemplos de resíduos de serviços de transporte, tem-se: orgânicos provenientes de refeitórios, cozinhas e serviços de bordo, sucatas e embalagens em geral, material de escritório, resíduos infectantes, químicos, cargas em perdimento ou apreendidas, lâmpadas, pilhas e baterias, resíduos contaminados com óleo e de manutenção de transporte, dentre outros (MMA, 2012).

Em São Pedro, o único ponto vinculado diretamente ao setor de transportes sob responsabilidade da Prefeitura é o Terminal Rodoviário Municipal "Pedro Bragagnolo", localizado na Avenida dos Imigrantes, nº 100, Santa Cruz.

Atualmente, os resíduos gerados no terminal têm características essencialmente domiciliares, como papéis, restos alimentares e embalagens, não havendo coleta diferenciada ou segregação específica para esse tipo de resíduo. Todo o material é encaminhado ao lixo comum, sendo coletado pelo sistema municipal de limpeza urbana e destinado à Estação de Transbordo, para posterior disposição final no Aterro Sanitário da Essencial Central de Tratamento de Resíduos Ltda, localizado no município de Rio das Pedras/SP.

A geração de resíduos no local é considerada indeterminada, pois não há pesagem ou sistema de quantificação instalado. Também não se identificou a presença de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) específico para o Terminal Rodoviário, o que contraria a previsão do Art. 20 da Lei nº 12.305/2010, que exige tal instrumento para os serviços de transporte.

Figura 74 – Terminal rodoviário de São Pedro.



Fonte: Google Maps. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.13. Destinação Final

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

- 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. 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 (SNIS, 2023).

Figura 75 - Exemplo de lixão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

- 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 (SNIS, 2023).

Figura 76 - Exemplo de aterro controlado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos RSU 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 (SNIS, 2022).

Figura 77 - Exemplo de aterro sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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, impondo-se ao Poder Público e 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 o Art. 225 da Constituição (BRASIL, 2023).

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, realidade que necessita de forte coalizão do setor privado e poder público para alcance universalização da adequada destinação dos resíduos sólidos (IPEA, 2021).

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo naqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc. Evidenciando a grande dificuldade de se gerenciar os resíduos sólidos (FIM DO LIXO, 2023).

Assim, o correto gerenciamento incluí uma cadeia de ações com visões na redução da geração, implementação ou melhoria da coleta seletiva, segurança no transporte, o reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados. Temas de suma importância que devem ser cada vez mais presentes nas tomadas de decisões dos gestores públicos municipais (FIM DO LIXO, 2023).

O Município de São Pedro não possui lixão, aterro controlado ou aterro sanitário em seu território, há apenas uma área em que antigamente era um aterro sanitário, inclusive com presença de uma estação de tratamento de chorume, através de lagoa de estabilização, conforme apresentado na Figura 78, mas o mesmo não recebe resíduos atualmente. Todos os resíduos sólidos urbanos gerados são encaminhados à Estação de Transbordo municipal, localizada na Rodovia SP-304, Km 190, sentido Santa Maria da Serra, de onde são transportados para disposição final em aterro sanitário licenciado.

A empresa atualmente responsável pela destinação final é a Essencial Central de Tratamento de Resíduos Ltda., que opera um aterro sanitário localizado no município de Rio das Pedras/SP. O transporte dos resíduos da Estação de Transbordo até o aterro é realizado por caminhões da empresa contratada, conforme estabelecido em contrato vigente com a Prefeitura Municipal de São Pedro.

Figura 78 – Antigo Aterro Sanitário presente em São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.3.14. Análise Financeira

A Tabela 7 apresenta as despesas e receitas associadas à gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de São Pedro, com base nos dados do SNIS para os anos de 2020 e 2021.

Tabela 42 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de São Pedro.

Ano	Despesa total com manejo de RSU (R$)	Receita arrecadada com taxas/tarifas (R$)	Déficit (R$)
2020	1.459.232,85	2.379.034,12	-
2021	3.127.187,73	2.251.253,40	875.934,33

Fonte: SNIS, 2020 e 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Observa-se que, no ano de 2021, o município de São Pedro operou com um déficit de R$ 875.934,33 no sistema de manejo dos resíduos sólidos, o que representa 28,01% do total da despesa anual. Esse desequilíbrio compromete a sustentabilidade econômico-financeira do sistema e limita a realização de novos investimentos em infraestrutura e modernização dos serviços.

É importante salientar que os dados informados ao SNIS apresentaram lacunas, em razão da ausência de um controle mais detalhado sobre a quantificação dos resíduos gerados e os custos totais envolvidos na prestação dos serviços. Esse cenário evidencia a necessidade de adoção de instrumentos de gestão que contemplem a apuração precisa de custos, incluindo gastos diretos da Prefeitura com mão de obra, uniformes, EPIs, manutenção de veículos e equipamentos, além dos contratos com empresas terceirizadas.

2.3.15. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

A partir do diagnóstico realizado, as principais fragilidades identificadas na gestão dos resíduos sólidos no Município de São Pedro são:

- Déficit financeiro: embora tenha havido arrecadação superior às despesas em 2020, o ano de 2021 apresentou um déficit superior a R$ 875 mil, comprometendo a sustentabilidade econômico-financeira do sistema;

- Cobertura parcial da coleta seletiva: ainda há regiões não atendidas ou com baixa frequência de coleta, além da necessidade de ampliar o engajamento da população;
- Carência de logística reversa estruturada para resíduos como pilhas, baterias, lâmpadas e medicamentos, o que impede a destinação ambientalmente adequada;
- Falta de controle sobre resíduos de origem industrial, agrossilvopastoril e dos serviços de transporte, dificultando a avaliação do impacto ambiental e o planejamento de ações corretivas;
- Ausência de integração plena entre os dados operacionais, fiscais e de monitoramento, o que compromete a eficiência da gestão e dificulta o planejamento por evidências;

Apesar dessas limitações, destaca-se que São Pedro apresenta avanços importantes na gestão de seus resíduos sólidos, como:

- Existência de equipe técnica atuante na limpeza pública, com reaproveitamento dos resíduos de poda e destinação organizada dos resíduos volumosos;
- Atuação da Cooperativa de Trabalho ECOsolidar na coleta e triagem de recicláveis, contribuindo com a inclusão social e geração de renda;
- Implantação de ecopontos e iniciativas voltadas à separação dos resíduos na fonte;
- Gestão formalizada do serviço de coleta domiciliar por empresa contratada, com cobertura urbana próxima de 100%;
- Implantação de programas como No Ponto Certo que localiza e informa a população os locais de descarte correto de resíduos especiais e de baixa reciclabilidade.

Esses pontos demonstram o compromisso da gestão municipal com a melhoria contínua da política de resíduos sólidos. Entretanto, é necessário o fortalecimento institucional, o aprimoramento dos instrumentos de arrecadação, a ampliação da cobertura dos serviços e a implementação de políticas específicas para os fluxos de resíduos que ainda não possuem controle ou destinação ambientalmente adequada.

Tais desafios e proposições serão aprofundados na etapa seguinte deste plano – o Prognóstico – com vistas à consolidação de um sistema mais eficaz, transparente, financeiramente equilibrado e ambientalmente responsável para o município.

A melhoria desse cenário depende dos planos e ações que serão apresentados no Prognóstico (Produto 3), que serão elaborados conforme previsto na Política Nacional de Saneamento Básico e nas diretrizes do PMGIRS.

2.4. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que se elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e consequente aumento da impermeabilização da superfície.

Deste modo, o crescimento urbano desordenado no país provoca impactos negativos tanto na população, quanto no ambiente, aumentando a frequência e a gravidade das inundações e dos deslizamentos, prejudicando também a qualidade da água devido ao aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial.

Assim, existem fatores a serem atribuídos a este crescimento urbano desordenado, sendo a falta de planejamento para a abertura de novos loteamentos, o uso impróprio do solo, a ocupação irregular em áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O município de São Pedro possui uma rede hidrográfica composta por importantes corpos hídricos, que exercem influência tanto nas áreas urbanas quanto nas zonas rurais. Entre os principais cursos d’água presentes no território municipal, destacam-se:

- Ribeirão Samambaia
- Córrego Pinheiros
- Ribeirão do Meio
- Ribeirão Araquá
- Córrego Tucum
- Córrego do Espraiado
- Córrego Capim Fino
- Ribeirão Vermelho
- Ribeirão Limoeiro
- Córrego da Barra
- Ribeirão das Tabaranas
- Rio Jacaré-Pepira

Esses corpos hídricos exercem papel fundamental na drenagem natural do município e, em sua maioria, são responsáveis por receber o escoamento superficial oriundo das áreas urbanizadas. No entanto, o processo de urbanização desordenada, especialmente nas regiões de cabeceiras e margens de cursos d'água, tem intensificado problemas relacionados à impermeabilização do solo, assoreamento e erosão, comprometendo a eficiência da drenagem e elevando o risco de inundações.

Durante a elaboração deste capítulo, foram identificados os principais pontos críticos com recorrência de alagamentos e enxurradas no município. As informações foram levantadas por meio de entrevistas com a Secretaria de Obras e durante a Oficina Participativa Popular do Diagnóstico, realizada no dia 27 de março, na Secretaria de Turismo. Os locais apontados como críticos incluem:

- Rua Ademir Antonio Bontorim, no bairro Recanto das Águas, com ocorrência de enxurradas em períodos de chuvas intensas;
- Rua José Matarazzo, no bairro São Tomé;
- Avenida Batista Golinelli;
- Rua José Delicio;
- Região do Jardim Botânico e adjacências.

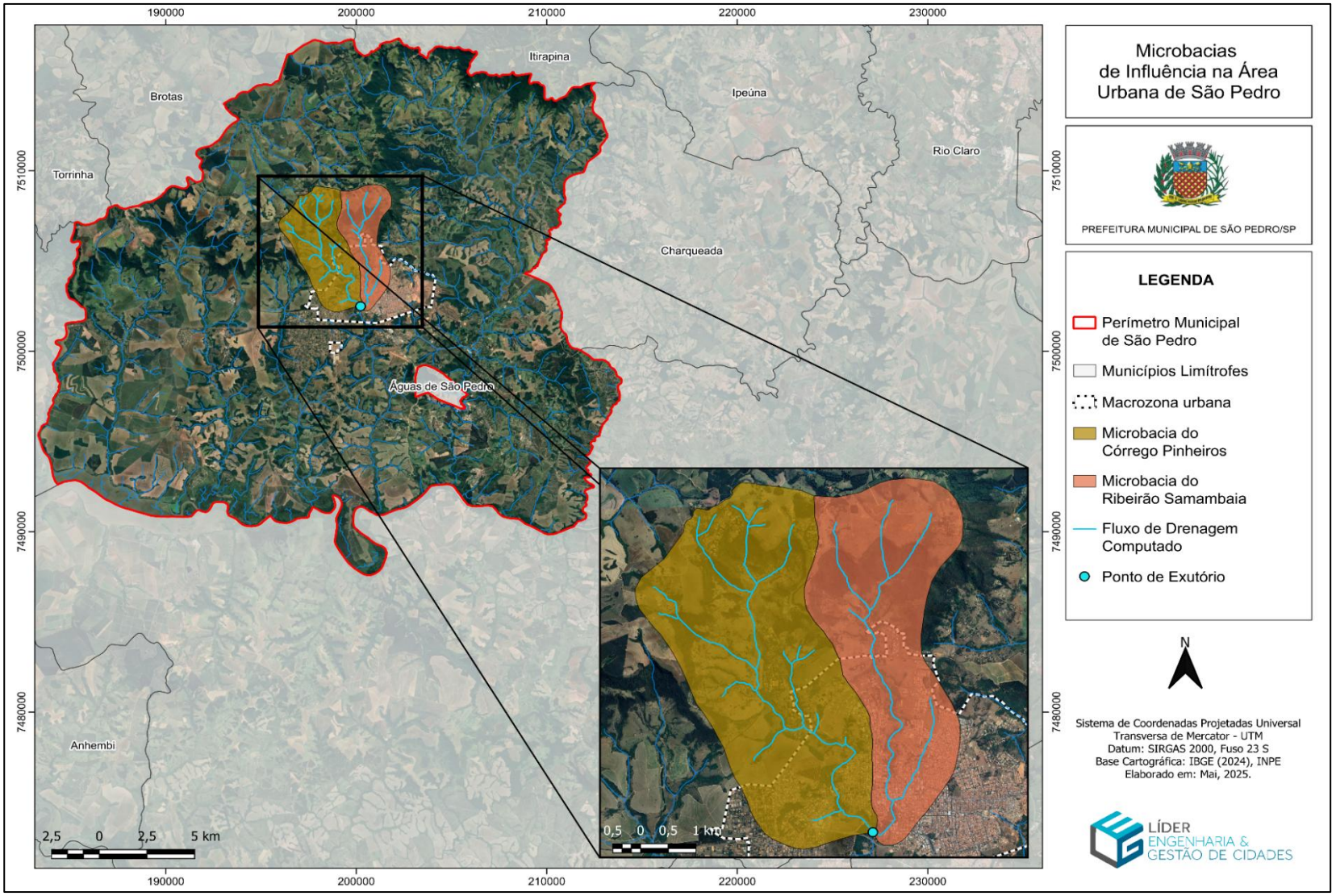
Além desses pontos, conforme já identificado no PMSB anterior, os trechos urbanos por onde passam os Ribeirões Samambaia e Pinheirinho continuam sendo áreas de maior vulnerabilidade, devido à interferência direta dos cursos d'água com o sistema viário urbano, agravando as condições de escoamento e aumentando o potencial de alagamentos.

2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da Sede Municipal e centro urbano de São Pedro, delimitaram-se as microbacias urbanas, que possuem influência direta na 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.* a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado pelo Topodata (BRASIL, 2008) a partir dos dados SRTM da USGS. 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 o município de São Pedro.

Figura 79 - Mapa das microbacias de influência na área urbana de São Pedro.



Fonte: TOPODATA/INPE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O mapa apresentado delineia as microbacias de influência urbana do município de São Pedro, São Paulo, destacando duas unidades hidrográficas principais: a do Córrego Pinheiros e a do Ribeirão Samambaia. O córrego Pinheiros, em menor extensão drena suas águas para o encontro com o Ribeirão Samambaia, sendo este de maior extensão.

O Ribeirão Samambaia é o principal curso d'água que atravessa a área urbana de São Pedro, sendo responsável pela drenagem de grande parte do território municipal. Estudos indicam que a expansão urbana tem extrapolado os limites da bacia, alterando as características morfométricas devido à impermeabilização do solo e mudanças na morfologia das vertentes, o que impacta diretamente no escoamento superficial e na qualidade da água (SIMON *et al*., 2012).

Após percorrer o município, o Ribeirão Samambaia estende-se além das áreas urbanas de São Pedro e deságua no Rio Piracicaba, no limite municipal com Piracicaba. O Rio Piracicaba é um dos mais importantes rios do estado de São Paulo, sendo o maior afluente em volume de água do Rio Tietê. Sua bacia hidrográfica abrange uma área de aproximadamente 12.400 km², estendendo-se por regiões altamente urbanizadas e industrializadas, incluindo a Região Metropolitana de Campinas. O rio desempenha um papel crucial no abastecimento de água para milhões de pessoas e é fundamental para atividades agrícolas, industriais e de lazer na região (PEREIRA *et al*., 2005).

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 e Mattos (1975) e Christofoletti (1974). 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 uma microbacia com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, consequentemente o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, de modo que os cálculos foram realizados sobre esses dados. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana do município de São Pedro.

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

Tabela 43 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
Microbacias	**Ordem**	**Quantidade**	**Extensão (km)**
Córrego dos Pinheiros	Primária	16	8,45
	Secundária	4	6,16
	Terciária	1	6,58
Ribeirão Samambaia	Primária	5	7,52
	Secundária	1	5,89

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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:

$$\mathbf{Eps = (1 / 2) * Dd}$$

Sendo:
Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);
1 = constante;
2 = constante;
Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

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:

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

- Kc = Coeficiente de compacidade;
- P = Perímetro da bacia (km);
- 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) - Dh**

- N1 = Número de rios de 1ª ordem;
- 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:

Dh = N1 / A, sendo:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km²;
Dh média – de 5 a 20 rios/km²;
Dh alta – mais de 20 rios/km².

- **Densidade de drenagem (km/km²) - Dd o Dd = Densidade de drenagem;**

o Lt = 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:

Dd = Lt/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.

Análise Hipsométrica

- **Altura da bacia (m) - Hb**

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia (crista) 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 São Pedro, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.

Tabela 44 – Dados extraídos das microbacias.

Microbacias	Parâmetros	Valor
Córrego dos Pinheiros	Área da bacia - A (Km²)	17,68
	Perímetro da bacia - P (Km)	18,53
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	8,52
	Altura do canal principal - Hcp (m)	398
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	46,71
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,60
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,82
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,23
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,90
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	1,20
	Altura da bacia - Hb (m)	416
Ribeirão Samambaia	Área da bacia - A (Km²)	12,11
	Perímetro da bacia - P (Km)	17,47
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	7,45
	Altura do canal principal - Hcp (m)	378
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	50,74
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,55
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,76
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,41
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,41
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	1,11
	Altura da bacia - Hb (m)	424

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.4.3. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer 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.

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-Willians, 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 São Pedro.

Tabela 45 - Tempo de Concentração, extensão do canal principal e variação de altitude do canal para as diferentes microbacias analisadas.

Microbacias	L (Km)	ΔH(m)	Tc(min)	Tc (h)
Córrego dos Pinheiros	8,52	398	67,54	1,13
Ribeirão Samambaia	7,45	378	59	0,98

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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.

Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto da 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 seis 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;
- Área Impermeabilizada;

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

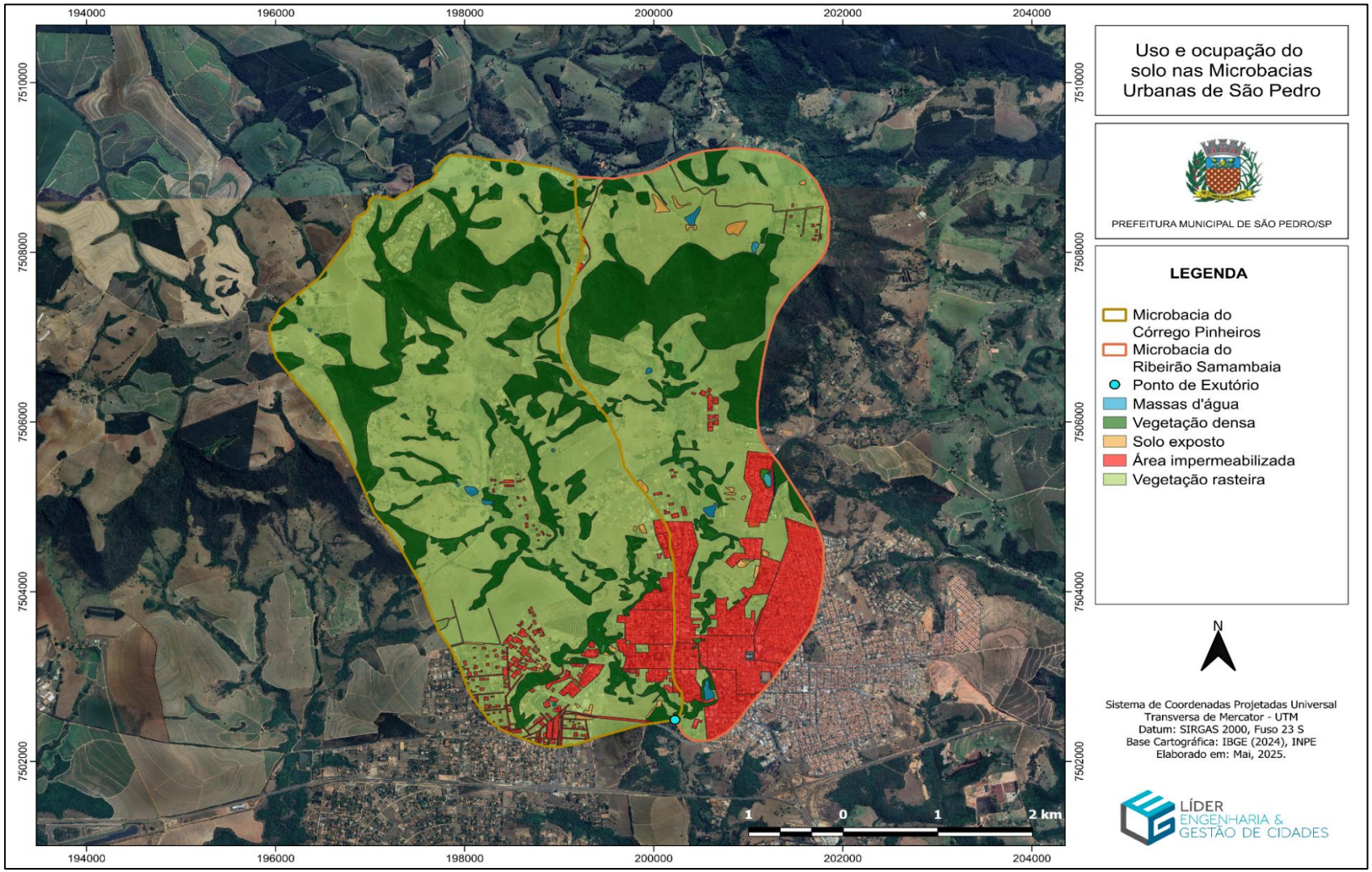
Tabela 46 - Classes de uso e ocupação do solo utilizadas por microbacia.

Córrego dos Pinheiros	**Classificação do Uso e ocupação do solo**	**Área total (km²): 17,68**	**100%**
	Área impermeabilizada (km²)	0,99	5,61%
	Solo exposto (km²)	0,06	0,32%
	Vegetação rasteira (km²)	12,21	69,06%
	Vegetação densa (km²)	4,40	24,89%
	Corpos hídricos (km²)	0,02	0,12%
Ribeirão Samambaia	**Classificação do Uso e ocupação do solo**	**Área total (km²): 12,11**	**100%**
	Área impermeabilizada (km²)	2,47	20,42%
	Solo exposto (km²)	0,12	0,99%
	Vegetação rasteira (km²)	6,40	52,87%
	Vegetação densa (km²)	3,05	25,19%
	Corpos hídricos (km²)	0,07	0,54%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A seguir as figuras mostram o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana corresponde a área de abrangência das microbacias.

Figura 80 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo nas Microbacias urbanas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O mapa de uso e ocupação do solo das microbacias urbanas de São Pedro evidencia a influência significativa das atividades humanas sobre os recursos hídricos locais.

As microbacias do Córrego Pinheiros e do Ribeirão Samambaia têm suas nascentes localizadas no alto da Serra do Itaqueri, uma região caracterizada por vegetações rasteiras, plantações e propriedades rurais.

Os cursos d'água percorrem áreas predominantemente agrícolas antes de adentrarem a zona urbana de São Pedro e, posteriormente, contribuírem para as águas do Rio Piracicaba, um dos principais rios da região, responsável por múltiplos usos como abastecimento público, diluição de efluentes e atividades agrícolas (COMITÊS PCJ, 2010).

Durante seu trajeto, especialmente nas áreas urbanizadas, observa-se que grande parte das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos corpos hídricos não está devidamente conservada. A degradação dessas áreas pode comprometer a qualidade da água, aumentar o risco de erosão e assoreamento, além de reduzir a biodiversidade local (MELETTI, 1997).

É importante destacar que o Ribeirão Samambaia é um dos principais corpos hídricos que abastecem o município de São Pedro, sendo classificado como classe 2, ou seja, destinado ao abastecimento público após tratamento convencional. A preservação das nascentes e das APPs ao longo de seu curso é, portanto, essencial para garantir a qualidade e a disponibilidade hídrica para a população (SAAESP, 2023).

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 São Pedro, a relação, segundo Capozzoli (2018), é possível calcular pela equação a seguir.

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d}$$

Onde:
i é a intensidade da chuva (mm/h)
T é o tempo de retorno (anos)
t é a duração da precipitação (minutos)
a, b, c, d, são parâmetros da equação

A equação de chuvas intensas para o município de São Pedro e o valor dos coeficientes foram obtidos através do Atlas Pluviométrico do Brasil, elaborado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), onde são definidas as curvas IDF (Intensidade, Duração e Frequência) para diversas localidades do país. Os autores do trabalho em questão foram Catharina dos Prazeres Campos de Farias, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto, elaborado no ano de 2020.

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.

A estação pluviométrica utilizada para demonstração da equação possui o código 02247021 (ANA), está localizada na Latitude 22°25'59"S e Longitude 47°43'01"O, cerca de 15 km de distância da Sede Municipal de São Pedro.

Tabela 47 - Coeficientes da equação da chuva.

Município	Estação	Duração da precipitação	a	b	c	d
São Pedro	02247021 (ANA)	1min ≤ t ≤ 24h	4373,4	0,1727	35,7	0,9989

Fonte: Farias et.al, 2020 / CPRM. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Tabela 48 - Valores da Equação de intensidade da chuva.

Bacia	Tc (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Microbacia 1	67,54	56,2	63,4	83,7	94,3
Microbacia 2	59,00	61,3	69,1	91,2	102,8

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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.

Métodos para Cálculos da Vazão

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*;
- Método Racional;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

O Método Racional é o 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 maiores que 2,0 km².

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:

$$Q = \frac{C.i.A}{3{,}6}$$

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.

O método racional é um dos mais utilizados no 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 e Lima (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O Método I-Pai-Wu é um aprimoramento do Método Racional e considera características da bacia hidrográfica, como seu formato, a distribuição das águas

pluviais e sua capacidade de armazenamento. A utilização dessa metodologia apresenta maior grau de precisão, porque relaciona variáveis importantes na formação de uma cheia (SCHLICHTMANN, 2018).

O Departamento de Água e Energia Elétrica - DAEE recomenda o Método Racional para bacias de até 2 km² ou 200 ha, como já citado, e que não disponham de série histórica de dados fluviométricos. Para bacias hidrográficas com áreas acima deste valor e menores ou iguais a 200 km², existem outros métodos mais indicados como o Método I-PAI-WU, sendo este que será utilizado neste estudo.

Método I-PAI-WU

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0,278.C.I.A*0,9.K$$

Em que:

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia (km²);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura.

Segundo o DAEE (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = 2/1+F.C2/C1$$

Onde:

C1 = Coeficiente de forma da bacia,

C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e

F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A/\pi)^{1/2}$$

$$C1 = 4 / 2 + F$$

Onde:

A = Área da bacia contribuinte (km²) e

L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma é dado como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento no sentido axial da mesma. O comprimento axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros.

A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = B/L$$

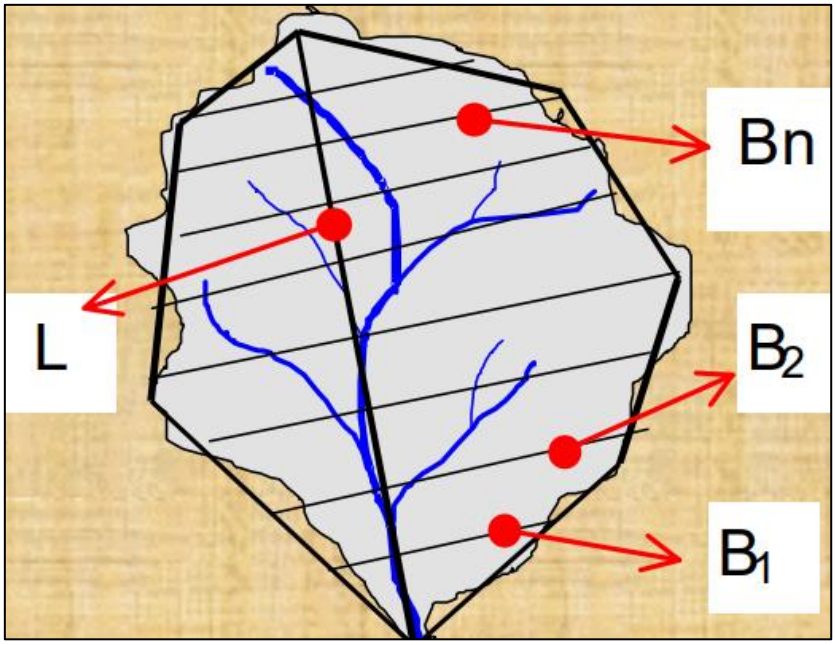
Onde:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$\frac{1}{n} \bullet \sum_{1}^{n} Bi$$

Figura 81 - Determinação da largura média da bacia.



Fonte: Hidromundo, 2020.

De acordo com o DAEE (2012) o coeficiente volumétrico de escoamento (C2) está relacionado com grau de impermeabilidade da superfície do solo. Podemos adotar o C2 de acordo com as características de cada microbacia utilizando a tabela abaixo.

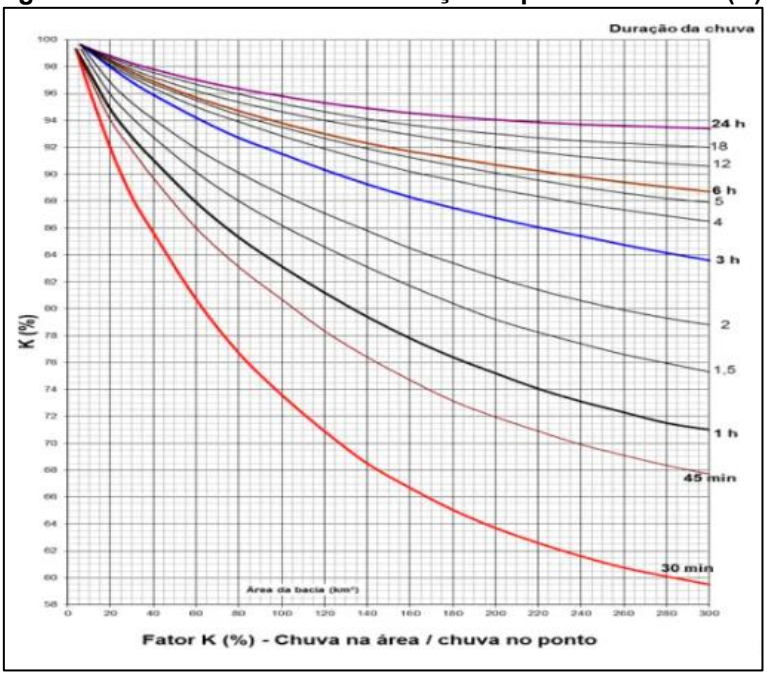
Tabela 49 - Valores para determinação de C2.

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

Fonte: DAAE, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 82 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).



Fonte: Diretrizes de Projetos para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu, 1999.

Nesse sentido, a tabela abaixo demonstra as vazões estimadas pelo Método I-PAI-WU.

Tabela 50 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.

Microbacias	Vazão de Projeto Método I-PAI-WU (m³/s)			
	5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
1	51,46	58,05	76,64	86,35
2	46,16	52,04	68,68	77,42

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A análise das vazões de projeto calculadas para as duas microbacias em São Pedro, considerando diferentes tempos de retorno (TR), revela importantes aspectos hidrológicos e urbanísticos que impactam diretamente o manejo das águas pluviais no município.

Observa-se que a Microbacia 1 apresenta, em todos os tempos de retorno analisados, valores de vazão superiores aos da Microbacia 2, com exceção de uma diferença relativamente pequena nos tempos de TR mais baixos. Para TR de 5 anos, por exemplo, a Microbacia 1 apresenta uma vazão de 51,46 m³/s, enquanto a Microbacia 2 possui 46,16 m³/s. Essa diferença se amplia com o

aumento do tempo de retorno, chegando a quase 9 m³/s de diferença no TR de 100 anos. Esse comportamento pode estar associado a diferentes fatores, como:

- Área de contribuição maior ou com menor capacidade de infiltração na Microbacia 1;
- Grau de urbanização mais elevado, com predominância de superfícies impermeáveis, o que reduz a infiltração e aumenta o escoamento superficial direto;
- Possível menor cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente e margens de cursos d'água, reduzindo a capacidade de retenção hídrica.

A tendência de crescimento das vazões com o aumento do tempo de retorno segue o comportamento esperado, refletindo o aumento da intensidade e da raridade dos eventos extremos de precipitação. A diferença percentual entre os valores de TR 5 e TR 100 anos é de aproximadamente 67,7% para a Microbacia 1 e 67,7% também para a Microbacia 2, o que indica uma resposta hidrológica semelhante entre as bacias em termos de sensibilidade ao aumento da severidade das chuvas.

Entretanto, a análise espacial e a realidade de ocupação de cada microbacia são fundamentais para a interpretação desses dados. Vazões elevadas como essas exigem infraestruturas de drenagem compatíveis e resilientes, como galerias pluviais dimensionadas adequadamente, reservatórios de detenção/retardo e proteção de fundos de vale e margens de rios e córregos. Além disso, os resultados apontam a importância do planejamento urbano aliado à preservação ambiental para evitar agravamentos nos problemas de inundação e erosão.

2.4.4. 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 e redes de drenagem mal dimensionadas.

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.

Figura 83 - Exemplo de ravinas.



Fonte: EMBRAPA.

Enquanto as voçorocas são normalmente encontradas em áreas com solos frágeis e muita chuva. A água da chuva corre pelas voçorocas, levando consigo grandes quantidades de terra e detritos. Isso pode causar a formação de voçorocas muito grandes e profundas, onde em níveis mais avançados do processo erosivo pode comprometer construções e estradas.

Figura 84 - Exemplo de voçoroca.

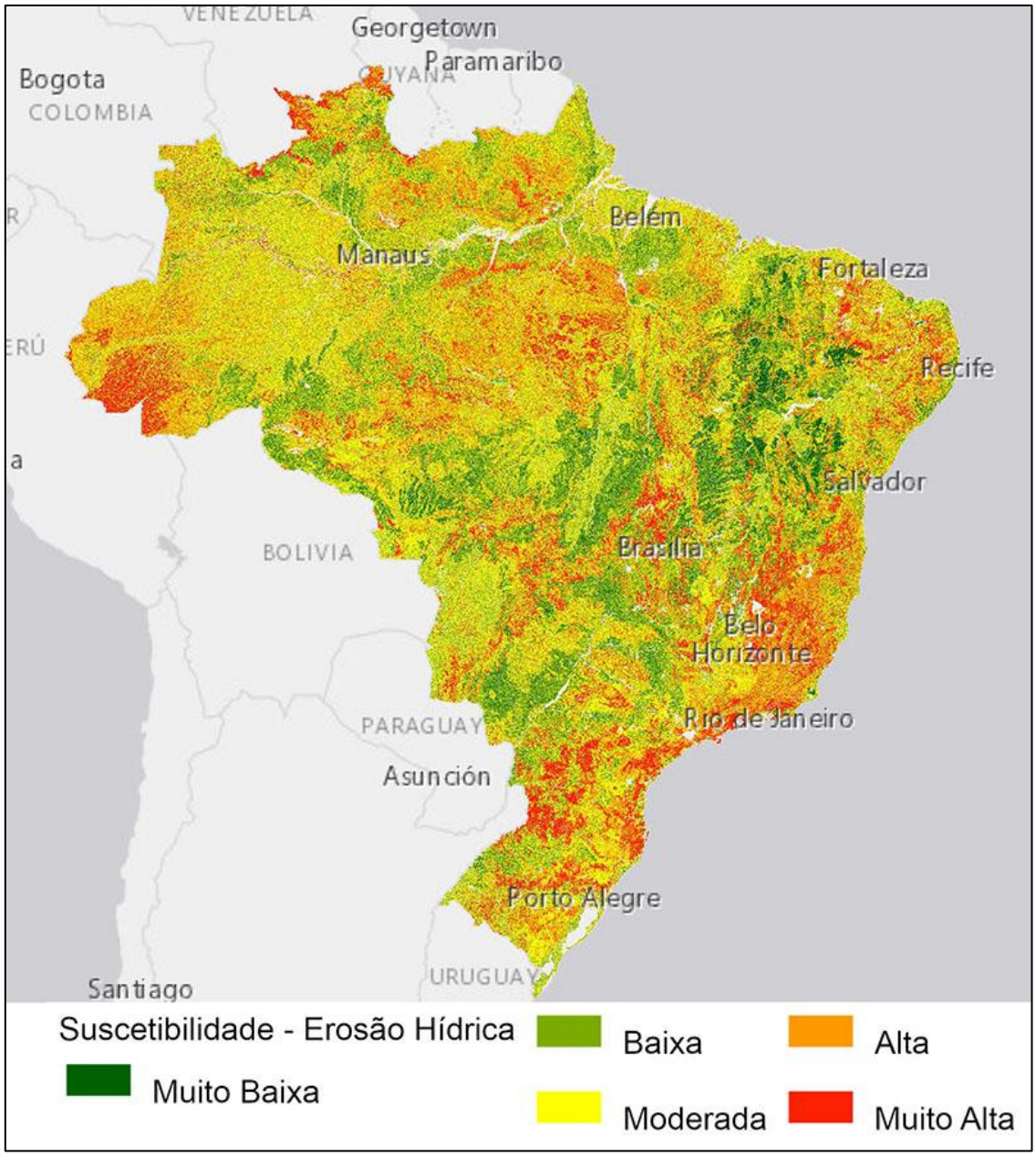


Fonte: Mannarino, 2022.

De acordo com o exposto, segue o mapa de suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil, de acordo com dados disponibilizados pelo Instituto de

Pesquisas Ambientais (IPA) vinculado à Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL).

Figura 85 - Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil.

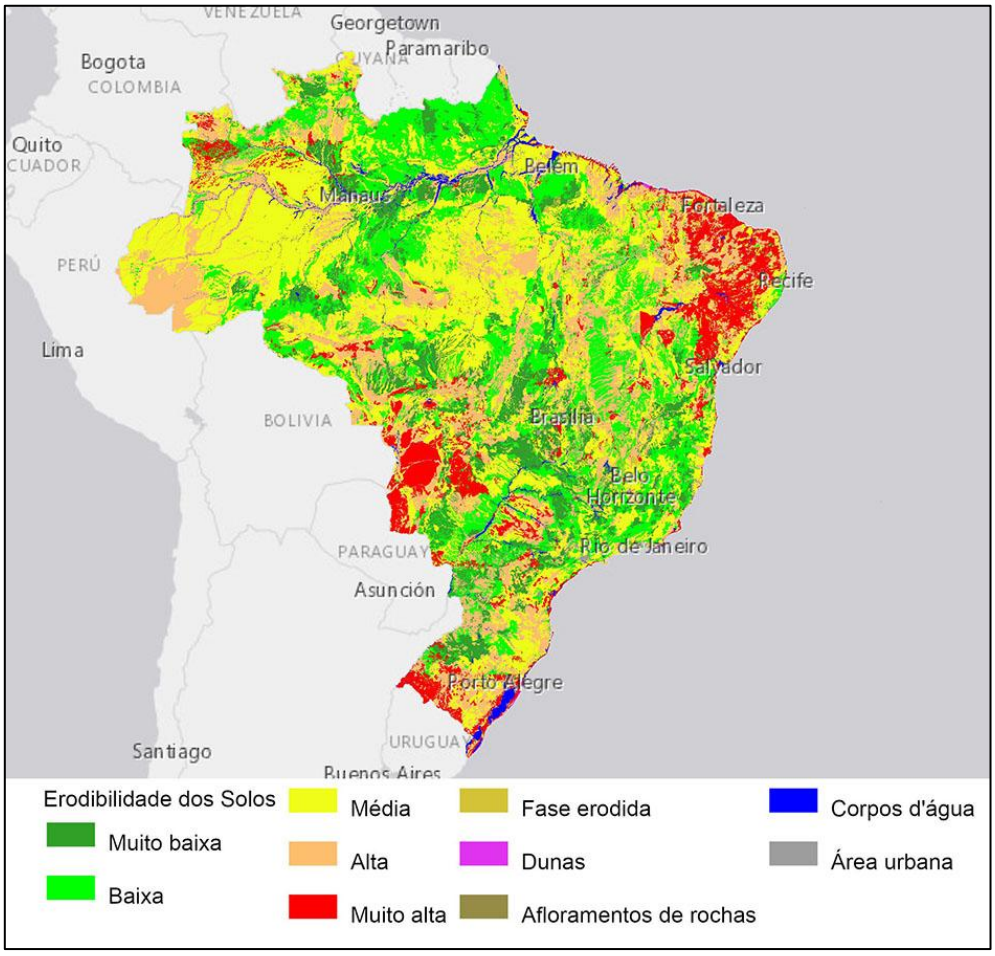


Fonte: Embrapa, 2020.

Enquanto a erosão é a remoção de partículas do solo pela ação da água ou vento, a erodibilidade é a capacidade de um solo ser mais ou menos suscetível a processos erosivos. Esta capacidade encontra-se diretamente relacionada com as propriedades físicas, químicas, mecânicas e estruturais do tipo de solo em questão.

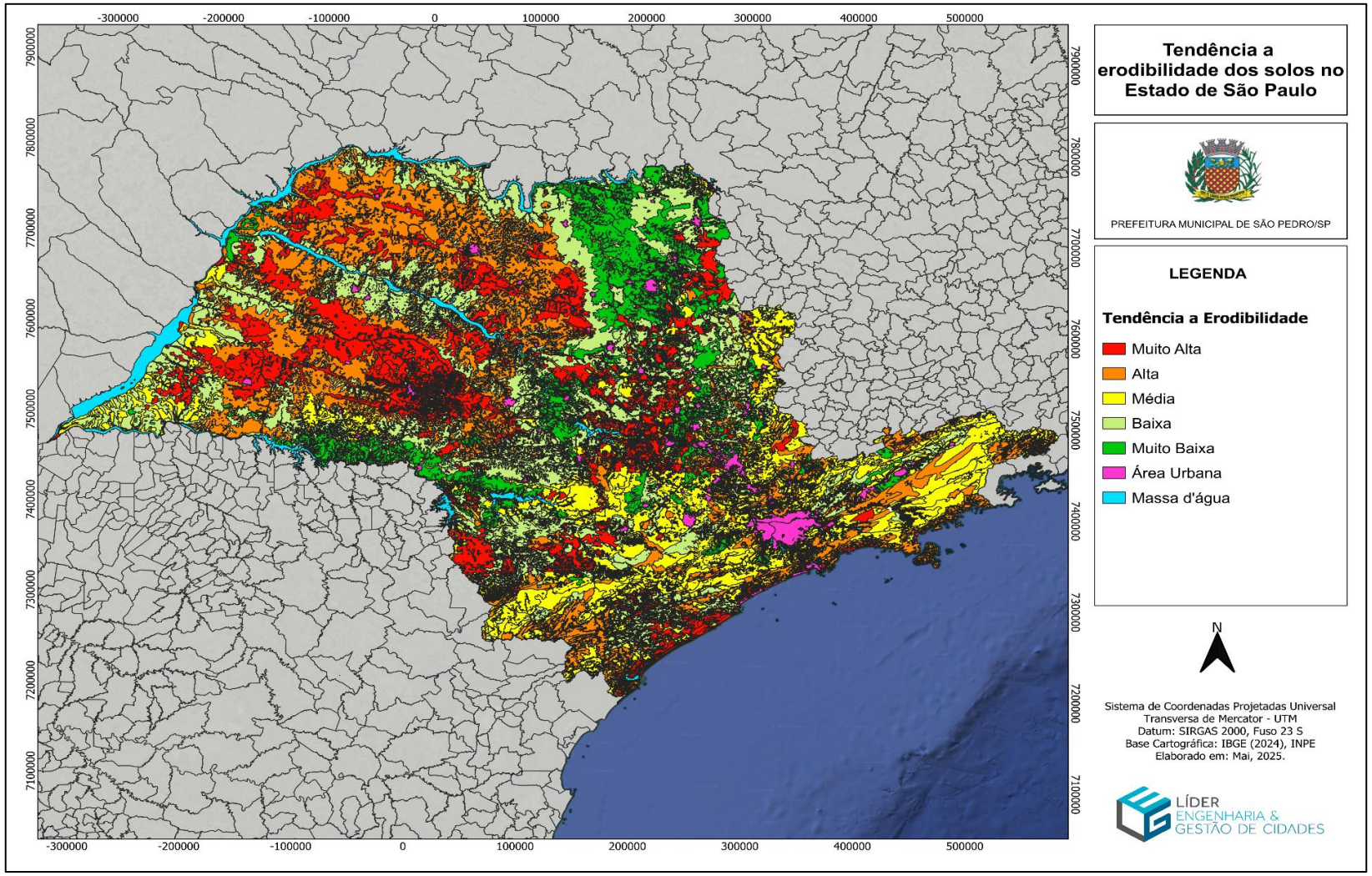
A erodibilidade do solo é influenciada por uma série de fatores, como a textura do solo, a estrutura do solo, a presença de matéria orgânica e a cobertura. Solos arenosos são mais suscetíveis à erosão do que solos argilosos, assim como solos com baixa estrutura. A matéria orgânica ajuda a melhorar a estrutura do solo e a reduzir a erodibilidade. A cobertura vegetal também ajuda a proteger o solo da erosão, pois impede a água da chuva de atingir diretamente o solo. Abaixo segue a figura que expõe a erodibilidade dos solos no território nacional e no estado de São Paulo, respectivamente.

Figura 86 - Erodibilidade dos solos no Brasil.



Fonte: Embrapa, 2020.

Figura 87 - Erodibilidade dos solos no Estado de São Paulo.



Fonte: IPA / GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Como observado no mapa que expõe a pedologia do município de São Pedro, a maior parte da extensão territorial é formada pelas classes de Argissolo e Latossolo.

O solo tipo Argissolo, encontrado em diferentes regiões do Brasil, é considerado suscetível à erosão devido a algumas características físicas e químicas. Essa suscetibilidade é influenciada por fatores como o tipo de material de origem, a topografia, o tipo de vegetação e a intensidade das chuvas. De acordo com Lepsch (2002), os Argissolos são formados a partir de depósitos de material de origem coluvial ou aluvial, como sedimentos fluviais e vulcânicos.

Durante o processo de formação, esses solos passam por uma intensa lavagem de íons e são compostos principalmente por argila, silte e areia. Esse alto teor de argila torna o solo mais propenso à erosão, pois a água da chuva tem maior dificuldade em infiltrar, facilitando o escoamento superficial e, consequentemente, as perdas de solo. Um aspecto importante a ser considerado é a topografia.

Segundo Silva *et al*. (2012), áreas com declividades acentuadas apresentam maior risco de erosão em Argissolos, uma vez que as chuvas ocorrem em maior intensidade e o escoamento da água é mais rápido. Em contrapartida, áreas mais planas possibilitam uma infiltração maior de água no solo, reduzindo o risco de erosão. A vegetação também desempenha um papel fundamental na suscetibilidade do solo à erosão.

Segundo Silva *et al.* (2012), áreas com cobertura vegetal mais densa, como florestas e pastagens bem manejadas, contribuem para a estabilidade do solo. As plantas atuam como um "escudo", minimizando o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo e retardando o escoamento superficial. No entanto, quando a vegetação natural é removida para dar lugar a atividades agrícolas ou pecuárias intensivas, a suscetibilidade do solo a erosões aumenta consideravelmente.

De acordo com Dias Junior *et al.* (2014), as áreas com cultivos extensivos e práticas inadequadas de manejo, como o uso excessivo de agrotóxicos e a queima da palha, ficam mais expostas à ação erosiva da chuva. Cabe ressaltar que a suscetibilidade do solo tipo Argissolo à erosão também está relacionada à intensidade das chuvas.

Conforme Araújo *et al.* (2018), chuvas mais intensas tendem a provocar maior desagregação do solo e maior volume de escoamento superficial, aumentando o risco de perdas de solo. De face com o exposto, o solo tipo Argissolo pode ser considerado suscetível à erosão devido à sua composição, declividade, cobertura vegetal e intensidade das chuvas.

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 e redes de drenagem mal dimensionadas.

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.

No bairro São Dimas, uma voçoroca de grandes proporções tem sido objeto de preocupação há décadas. Em resposta, a Prefeitura de São Pedro elaborou um projeto executivo abrangente, que inclui o plantio de 250 mil mudas de capim Vetiver e 13.420 mudas de eucalipto, além da implantação de escadas hidráulicas para dissipar a energia das águas pluviais. O projeto também contempla a construção de galerias pluviais e caixas de drenagem, com um orçamento estimado em aproximadamente R$ 7 milhões.

Além das ações estruturais, estudos apontam que a formação e evolução da voçoroca no São Dimas estão associadas à falta de planejamento urbano adequado e à ausência de medidas preventivas eficazes. Fatores naturais, como a declividade do terreno e a natureza dos solos, combinados com ações antrópicas, como o descarte irregular de resíduos e entulhos, pode ter contribuído com o agravamento do problema.

De acordo com a Secretaria de Obras de São Pedro, a voçoroca presente no bairro São Dimas atualmente está controlada, sem o risco de evolução do processo erosivo, mas ainda com necessidade de recuperação.

No bairro Alpes das Águas, outra voçoroca tem avançado em direção a propriedades e chácaras, ameaçando a infraestrutura local. Registros fotográficos obtidos durante a visita técnica evidenciam a gravidade da situação, com a erosão comprometendo áreas habitadas e provocando preocupação entre

os moradores. Assim como no São Dimas, o descarte irregular de resíduos e entulhos tem sido identificado como um fator agravante, contribuindo para a instabilidade do solo e o aumento do escoamento superficial.

Nas imagens a seguir são apresentados ambos os processos erosivos, registrados durante visita técnica ao município.

Figura 88 - Processo erosivo controlado no bairro São Dimas.
Coordenadas – Lat: 22°33'23.00"S Long: 47°53'28.68"O



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 89 – Voçoroca em estágio avançado no bairro Alpes das Águas. Coordenadas – Lat: 22°34'39.40"S Long: 47°56'51.85"O



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.4.5. 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.

O SINISA (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é uma ferramenta do Governo Federal criada para reunir, organizar e divulgar dados sobre os serviços de saneamento básico no Brasil. Sua importância está na padronização e transparência das informações, permitindo o acompanhamento e a avaliação de indicadores, inclusive os relacionados à drenagem urbana.

Na tabela a seguir, são apresentadas as informações referentes ao manejo das águas pluviais no município de São Pedro, com base nos dados do ano de 2023, vale ressaltar que para a maioria dos campos não houve o preenchimento por falta de dados informados.

Tabela 51 - Indicadores de manejo e drenagem das águas pluviais de São Pedro (2023).

Código	Descrição	Valor	Unidade
IGE0001	Parcela de área urbanizada em relação à área total	4,83	Percentual
IAP0001	Parcela de vias públicas pavimentadas na área urbana	57,14	Percentual
IFD0002	Participação do pessoal próprio nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	Percentual
IFD0003	Participação do pessoal terceirizado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	Percentual
IFD0004	Receita operacional total média dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	R$/imóvel. Ano
IFD0005	Incidência de cobrança dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas nos imóveis existentes	-	Percentual
IFD0008	Despesa total média per capita dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	R$/habitante. Ano
IFD0010	Investimento total médio per capita nos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	-	R$/habitante. Ano
IAP0002	Parcela de vias públicas com redes de águas pluviais subterrâneas na área urbana	-	Percentual
IAP0003	Parcela de parques lineares na área urbana	-	Percentual
IGR0002	Parcela da população impactada por eventos hidrológicos	0	Percentual
IGR0003	Quantidade média de óbitos por habitante em decorrência de eventos hidrológicos	0	óbitos/100 mil hab.
IGR0004	Quantidade média de pessoas realocadas por habitante em decorrência de eventos hidrológicos	-	pessoas/100 mil hab.
IGR0005	Quantidade média de pessoas impactadas em decorrência de eventos hidrológicos	0	pessoas/evento. Ano
IGR0009	Parcela de imóveis atingidos por eventos hidrológicos na área urbana	-	Percentual

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SINISA, 2023.

2.4.6. 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).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa 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).

No município de São Pedro, segundo informações da Secretaria de Obras, não há pontos críticos de inundações em relação aos corpos hídricos que atravessam a área urbana do município, sendo o Córrego dos Pinheiros e o Ribeirão Samambaia. Entretanto, a ocorrência de precipitações com tempos de retorno além daquelas calculadas na elaboração de projetos urbanos podem acarretar problemas neste sentido.

Em relação as obras de macrodrenagem, não há no município de São Pedro projetos estruturais como canalização dos córregos, barragens de contenção ou lagoas de contenção de enchentes.

2.4.7. Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, consequentemente, 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.

A microdrenagem urbana refere-se ao sistema de coleta, transporte e descarga das águas pluviais que se acumulam nas vias e áreas urbanas durante as chuvas.

Neste contexto, é essencial que as redes de drenagem sejam projetadas e dimensionadas corretamente. Adotar as normas técnicas vigentes para o dimensionamento e o projeto das redes, levando-se em consideração fatores como a intensidade das chuvas, a área a ser drenada, os tipos de pavimentos e as características topográficas do local.

Os aspectos como a capacidade de escoamento das águas pluviais, a velocidade do fluxo e a pressão exercida sobre a estrutura também são considerados. O dimensionamento adequado da rede de drenagem é realizado por meio de cálculos hidráulicos e hidrológicos, levando em conta as particularidades da região em questão. Isso garante que a rede seja capaz de suportar a vazão de água durante as chuvas, prevenindo enchentes e alagamentos.

No município de São Pedro (SP), o sistema de microdrenagem urbana é composto por dispositivos convencionais como sarjetas, bocas de lobo e valetas, responsáveis por conduzir o escoamento superficial das águas pluviais até pontos de coleta mais estruturados. Em algumas regiões da cidade, como nos bairros N. Escássio P. Pado e Recanto das Águas, foi registrado um sistema de galerias pluviais subterrâneas que atua como elemento estruturante no controle do escoamento, recebendo toda a água proveniente das vias públicas e direcionando-a para o canteiro central localizado na Avenida dos Imigrantes, que funciona como eixo de escoamento e eventual amortecimento de vazões.

No entanto, conforme informações fornecidas pela Secretaria de Obras do município, grande parte das vias desses dois bairros apresenta ausência ou precariedade de infraestrutura adequada para microdrenagem. Muitos dos dispositivos presentes são mal dimensionados, o que se mostra crítico frente ao avanço da impermeabilização do solo resultante da urbanização acelerada. A substituição de áreas permeáveis por superfícies pavimentadas compromete a infiltração natural da água no solo, aumentando significativamente o volume e a velocidade do escoamento superficial. Esse cenário resulta em sobrecarga dos sistemas existentes, promovendo riscos de alagamentos, erosões localizadas e degradação da infraestrutura urbana.

A realidade de São Pedro reflete um desafio comum a diversos municípios de médio porte, nos quais o crescimento urbano muitas vezes antecede a expansão da infraestrutura de saneamento e drenagem. A ausência de planejamento integrado entre expansão urbana e sistemas de micro e macrodrenagem dificulta a eficiência dos dispositivos e compromete a resiliência urbana frente a eventos pluviométricos extremos.

Nas figuras a seguir são apresentados diversos dispositivos de microdrenagem em vias pavimentadas de São Pedro, registradas durante visita técnica ao município.

Figura 90 - Dispositivos de microdrenagem em São Pedro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 91 - Galeria de águas pluviais presentes na Avenida dos Imigrantes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 92 - Caixa de drenagem na Avenida dos Imigrantes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

2.4.8. 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 São Pedro, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Ausência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;
- Ausência de banco de dados com cadastro da rede e dispositivos de drenagem;
- Ausência de fiscalização de áreas de habitação irregulares;
- Crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma irregulares, com algumas ruas sem pavimentação;
- Dispositivos de drenagem com necessidade de manutenção, reparos e/ou substituição.

3. CENÁRIOS DE EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

Nos tópicos que seguem serão expostas as prospectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiossincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Estudo Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas na revisão do 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 populacional. Neste estudo foram utilizados os métodos de Crescimento, Aritmético, Previsão e Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022 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 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022.

É importante destacar que os dados populacionais referentes às áreas rurais e urbanas para o ano de 2022 ainda não foram disponibilizados pelo IBGE, com base no mais recente censo demográfico aplicado.

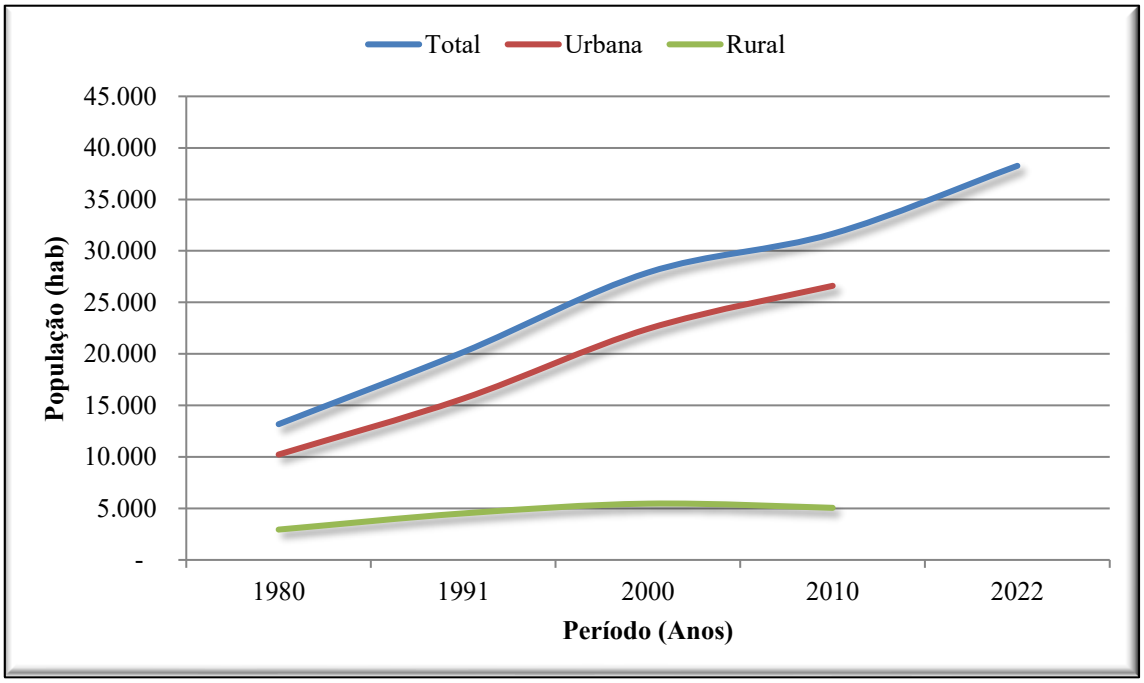
Tabela 52 - Evolução populacional de São Pedro nos anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022.

Situação do domicílio	Ano				
	1980	1991	2000	2010	2022
Total	13.175	20.176	27.897	31.662	38.256
Urbana	10.231	15.660	22.433	26.607	-
Rural	2.944	4.516	5.464	5.055	-

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O gráfico abaixo apresenta a distribuição da população do município entre os anos de 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022, conforme os dados disponibilizados pelo IBGE.

Gráfico 1 - Evolução da população do Município de São Pedro entre 1980 e 2022.

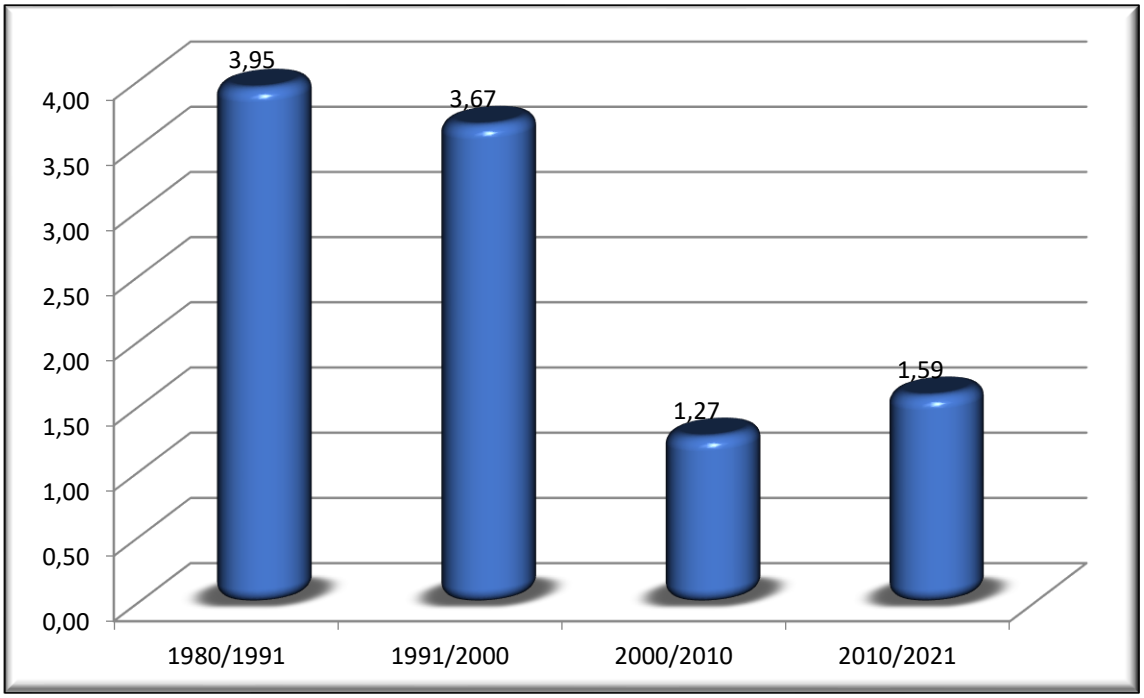


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Já no gráfico a seguir é demonstrado a taxa de crescimento anual dos períodos intercensitários considerando as diferenças entre os anos de 1980 a 1991, 1991 a 2000, 2000 a 2010 e 2010 a 2022. Pode-se averiguar que nos

períodos citados obteve-se os valores de 3,95%, 3,67%, 1,27% e 1,59%, respectivamente.

Gráfico 2 - Gráfico com a Taxa de Crescimento.

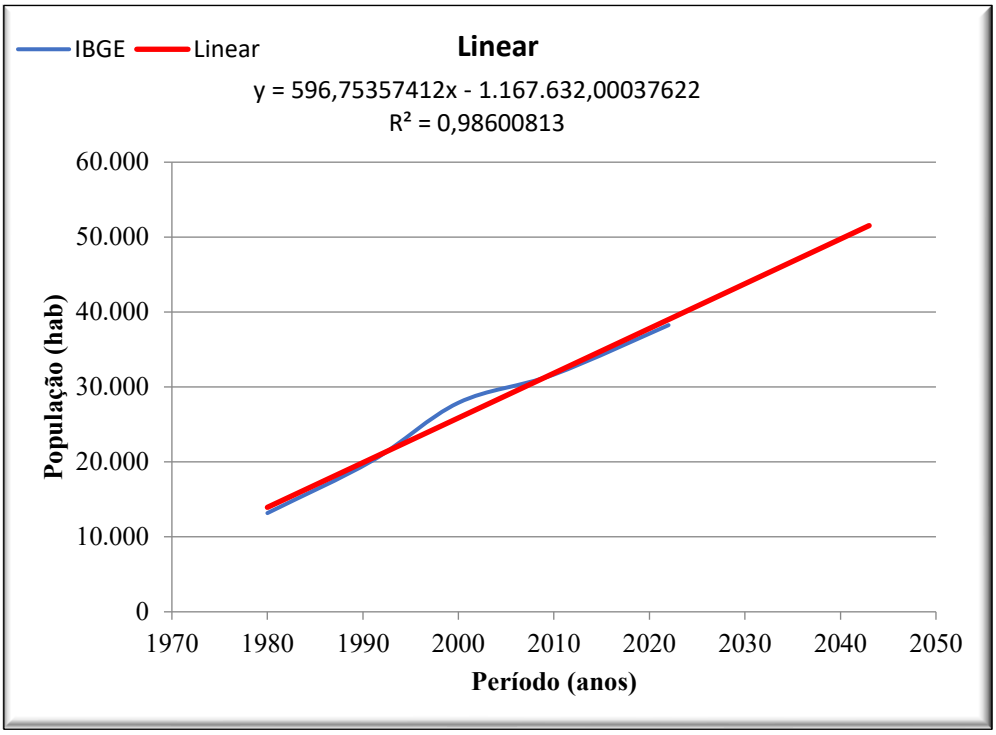


Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adequa a realidade do município, obteve-se 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.

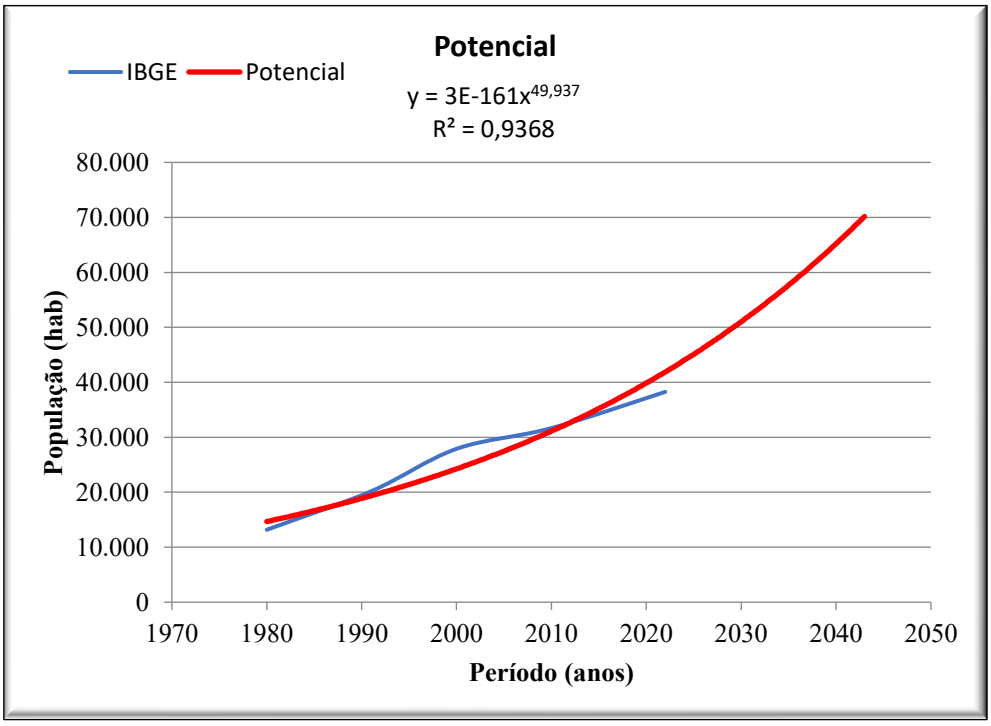
A evolução da população e a taxa de crescimento (%) ano a ano, obtidos através do ajuste dos dados do IBGE, são determinadas a partir da curva que melhor se ajusta aos dados do próprio IBGE. Os gráficos que seguem ilustram o estudo populacional e o desvio padrão (R^2) de cada um dos métodos.

Gráfico 3 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



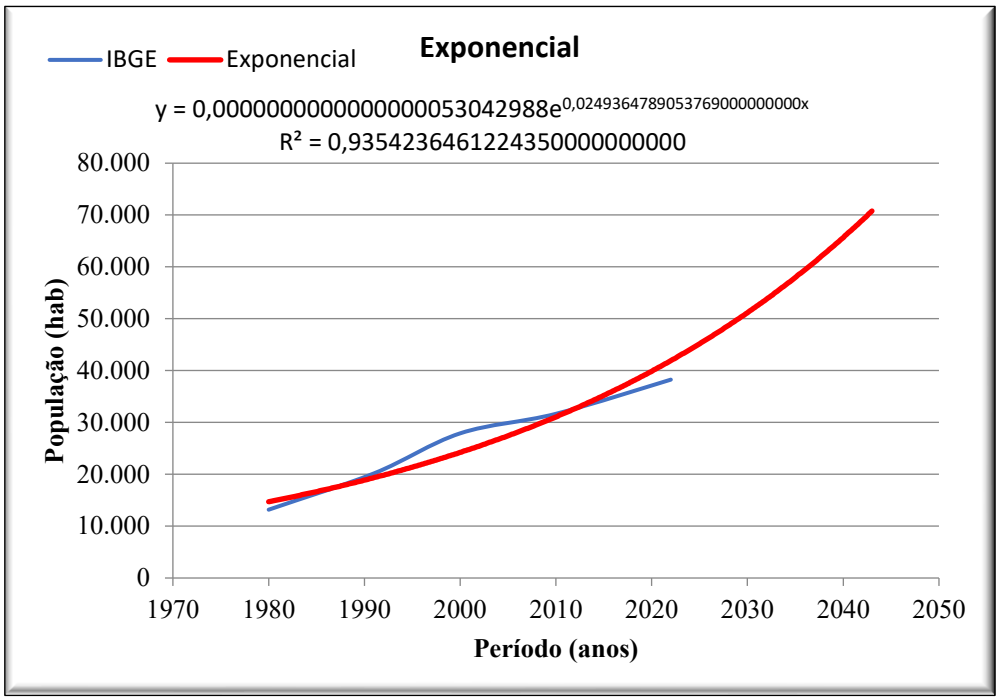
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Gráfico 4 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.



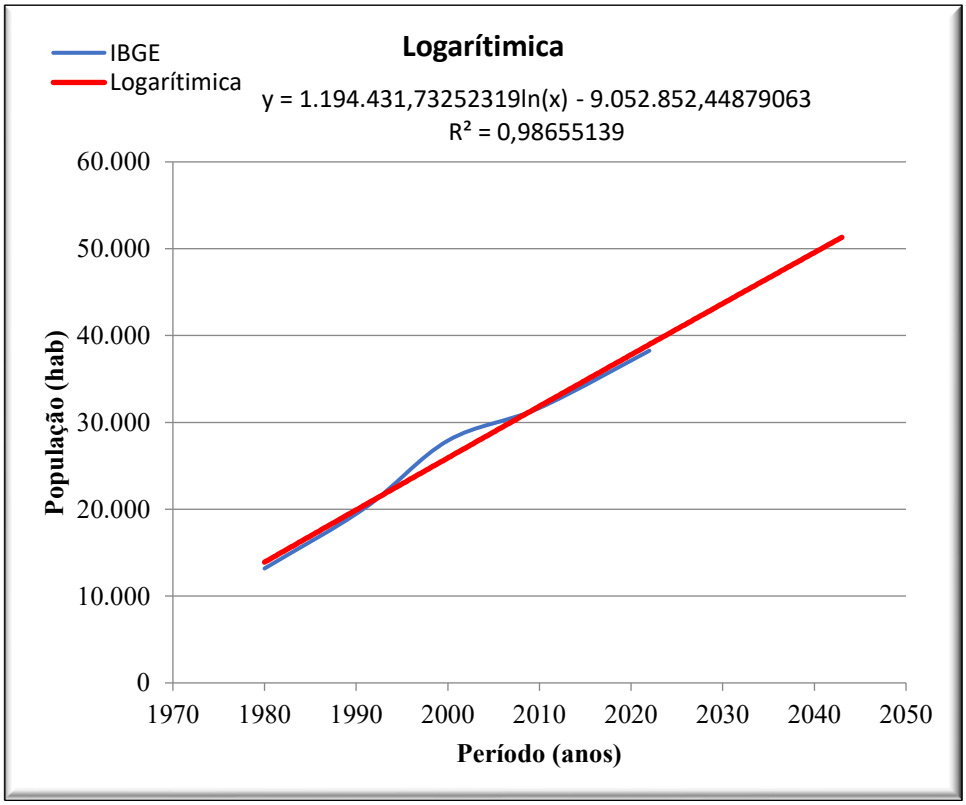
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Gráfico 5 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.



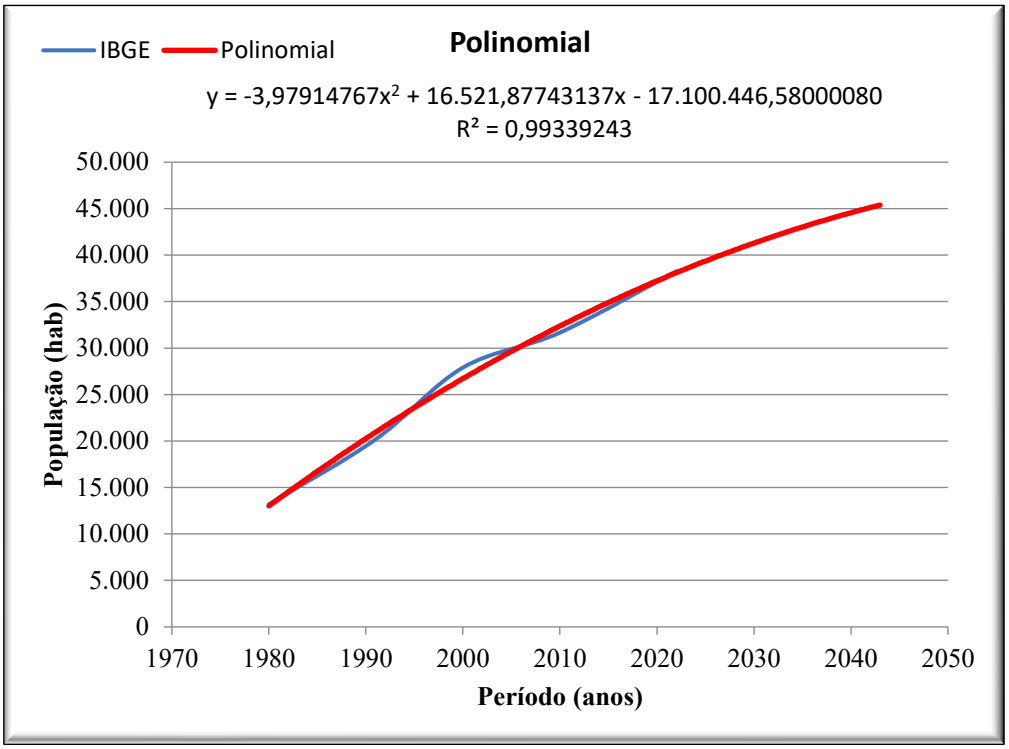
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Gráfico 6 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Gráfico 7 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R² no valor de 0,99339243 resultando na equação:

$$y = -3,97914767*X^2 + 16.521,87743137*X - 17.100.446, 5800008$$

$$R^2 = 0,99339243$$

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. Desta forma, o método dado como o mais aplicável ao comportamento do município é o método Aritmético, sendo este o que retratou melhor a evolução da população e permitiu estimá-la em um horizonte de 20 anos.

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a tabela a seguir:

Tabela 53 – Projeção da população de São Pedro até o ano de 2045.

Ano	População
2025	38.727
2026	39.198
2027	39.669
2028	40.139
2029	40.610
2030	41.081
2031	41.552
2032	42.023
2033	42.494
2034	42.965
2035	43.436
2036	43.906
2037	44.377
2038	44.848
2039	45.319
2040	45.790
2041	46.261
2042	46.732
2043	47.202
2044	47.673
2045	48.144

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A projeção desenvolvida a partir dos dados do IBGE indica uma população estimada em aproximadamente 48 mil habitantes até o ano de 2045. Essa estimativa foi construída com base na tendência de crescimento observada ao longo das últimas décadas, incorporando os dados mais recentes do Censo 2022. Por outro lado, a projeção da Fundação SEADE, que adota uma metodologia própria e utiliza parâmetros estaduais e regionais para estimar a evolução populacional, aponta um contingente populacional significativamente menor, da ordem de 36 mil habitantes para o mesmo ano.

A divergência entre as projeções pode ser parcialmente explicada pela taxa de crescimento populacional atípica identificada no Censo 2022 do IBGE, que apresentou valores superiores à média histórica do município. Essa

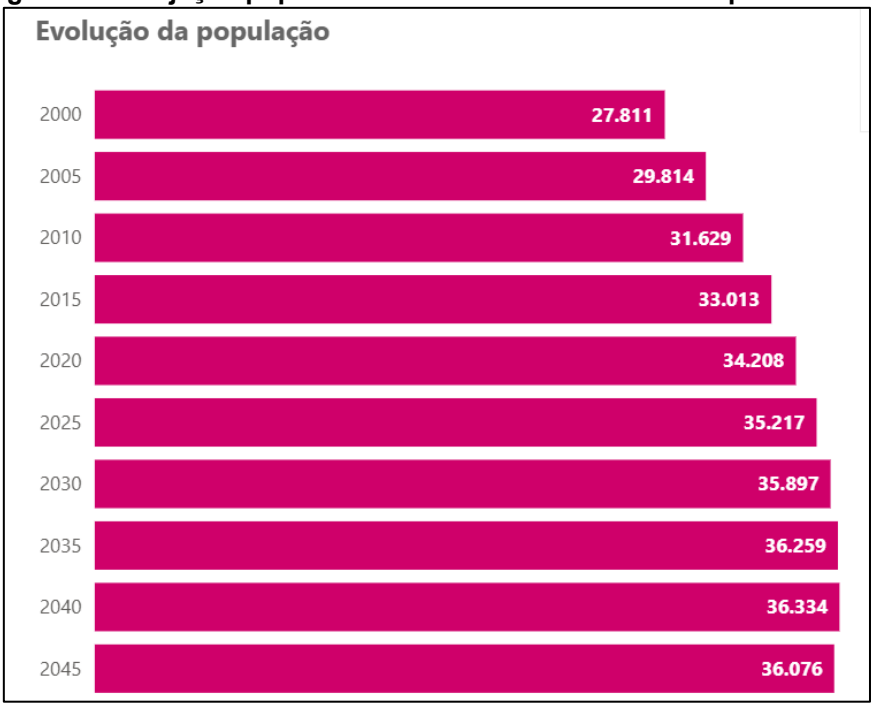
anomalia demográfica pode estar relacionada a movimentos migratórios induzidos pela pandemia da COVID-19, especialmente o êxodo urbano observado durante o período pandêmico, com significativa migração da capital do Estado para municípios do interior.

Considerando esse contexto, é importante adotar uma abordagem crítica na utilização dessas projeções para fins de planejamento. A projeção baseada no crescimento recente pode superestimar a população futura, caso o fluxo migratório observado durante a pandemia não se mantenha nos próximos anos. Por outro lado, a estimativa mais conservadora da Fundação SEADE pode não captar adequadamente mudanças estruturais de médio e longo prazo nas dinâmicas populacionais do município.

Para fins de dimensionamento e planejamento da demanda futura dos serviços de saneamento básico, será adotada a projeção populacional com base nos dados do Censo 2022 do IBGE. Essa escolha visa garantir que o sistema proposto seja capaz de atender adequadamente às necessidades futuras da população, considerando um cenário de crescimento mais expressivo.

Além disso, leva-se em conta o fato de que o município de São Pedro, assim como os municípios vizinhos, apresenta elevado potencial turístico, o que pode gerar aumentos sazonais significativos na demanda por serviços de água, esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

Figura 93 - Projeção populacional de São Pedro elaborada pelo SEADE.



SEADE, 2025.

3.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA

Os cenários de evolução do sistema de abastecimento de água de São Pedro, parte integrante do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), são projetados para assegurar a eficiência e sustentabilidade dos serviços no longo prazo.

Apesar de o abastecimento de água no município ser executado de forma satisfatória pelo SAAESP, o plano propõe adequações na rede de distribuição e na ampliação do número de ligações para acompanhar o crescimento populacional.

Outra ação relevante é a implementação de medidas para reduzir as perdas de água durante a distribuição. Isso inclui melhorias na infraestrutura, como a substituição de tubulações antigas e a implementação de sistemas de monitoramento e controle de vazamentos, que são essenciais para aumentar a eficiência do sistema e garantir um abastecimento mais sustentável.

3.1.1. 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 no 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:

$$Qméd = \frac{P \,.\, C}{86400}$$

sendo:

Qméd. = 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:

$$Qmaxd = Qmed \,.\, k1$$

sendo:
Qmaxd = 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.

$$Qmaxh = Qmaxd \cdot k2$$

sendo:

Qmaxh = 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:

$$C = CPC/(1 - \left(\frac{IPD}{100}\right)$$

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, abrangida pelo abastecimento público, em um horizonte de projeto de vinte anos, bem como, o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica da população atendida. Da mesma maneira, usando os dados referentes ao ano de 2023 disponibilizados pelo SINISA, foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.

Tabela 54 - Demandas para o SAA de São Pedro.

Ano	População atendida com abastecimento	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³/dia)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações (lig)	Extensão da rede (Km)
2025	38.727	72,63	87,16	130,74	7.530,39	2.510,13	16.603	221,21
2026	39.198	73,51	88,22	132,33	7.621,97	2.540,66	16.804	223,89
2027	39.669	74,40	89,28	133,92	7.713,56	2.571,19	17.005	226,56
2028	40.139	75,28	90,34	135,50	7.804,95	2.601,65	17.206	229,23
2029	40.610	76,16	91,40	137,09	7.896,53	2.632,18	17.407	231,91
2030	41.081	77,05	92,46	138,68	7.988,12	2.662,71	17.608	234,59
2031	41.552	77,93	93,52	140,27	8.079,70	2.693,23	17.809	237,26
2032	42.023	78,81	94,58	141,86	8.171,29	2.723,76	18.010	239,94
2033	42.494	79,70	95,64	143,45	8.262,87	2.754,29	18.211	242,61
2034	42.965	80,58	96,70	145,04	8.354,46	2.784,82	18.412	245,29
2035	43.436	81,46	97,76	146,63	8.446,04	2.815,35	18.614	247,96
2036	43.906	82,34	98,81	148,22	8.537,43	2.845,81	18.814	250,63
2037	44.377	83,23	99,87	149,81	8.629,02	2.876,34	19.015	253,31
2038	44.848	84,11	100,93	151,40	8.720,60	2.906,87	19.216	255,99
2039	45.319	84,99	101,99	152,99	8.812,19	2.937,40	19.417	258,66
2040	45.790	85,88	103,05	154,58	8.903,77	2.967,92	19.618	261,34
2041	46.261	86,76	104,11	156,17	8.995,36	2.998,45	19.820	264,01
2042	46.732	87,64	105,17	157,76	9.086,94	3.028,98	20.021	266,69
2043	47.202	88,53	106,23	159,35	9.178,33	3.059,44	20.221	269,36
2044	47.673	89,41	107,29	160,94	9.269,92	3.089,97	20.422	272,04
2045	48.144	90,29	108,35	162,53	9.361,50	3.120,50	20.623	274,71

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana e demais regiões atendidas pelo abastecimento público de São Pedro, há a necessidade do aumento e atualização da setorização da rede de distribuição, de acordo com o incremento da 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.

Conforme relatado no Produtos II – Diagnóstico, há perspectivas sobre o início dos estudos para aperfeiçoar a delimitação adequada dos setores. Portanto uma maneira de implantar a setorização é começar a realizar estudos provenientes das áreas de interesses, elaborando estudos que se atentam para as zonas de pressão, os reservatórios existentes e as 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: a pressão estática máxima nas tubulações não deve 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 as propriedades rurais, é necessário a adequação dos poços de captação através de projetos básicos de proteção, como cercamentos e sinalização, visto que a responsabilidade de abastecimento nessas áreas não cabe ao SAAESP, considerando o contrato de concessão dos serviços. Também é necessário que, ao menos uma vez no ano, fossem realizadas análises da qualidade da água consumida por esta população.

3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário – SES

Conforme apresentado no diagnóstico, o município de São Pedro conta com uma infraestrutura composta por duas Estações de Tratamento de Esgoto, operadas pelo SAAESP, sendo a ETE do bairro Horto Florestal e a ETE Samambaia, localizada no bairro Vale do Sol.

Acerca dos índices de coleta e tratamento de esgoto, segundo informações do próprio SAAESP, 100% do efluente que é coletado por redes de esgotamento passa pelo processo de tratamento nas ETEs. Já segundo dados do SINISA, 95,57% da população urbana é atendida pela rede coletora de esgoto.

Diante desse cenário, este prognóstico visa detalhar o volume atual de esgoto gerado pela população, a carga orgânica associada e as medidas necessárias para melhorar a eficiência do sistema de esgotamento sanitário.

Nos capítulos a seguir, serão abordadas as projeções e as ações propostas para o aprimoramento da situação atual e a preparação para futuras demandas, visando elevar os índices de cobertura e tratamento de esgoto em São Pedro de maneira sustentável e eficiente.

3.2.1. 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, sendo o consumo per capita de água variando 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 ABNT NBR n° 9649 recomenda o uso de K1 = 1,20, K2 = 1,50 e K3 = 0,50. Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores de vazão anual de São Pedro com a previsão para os próximos vinte anos.

Tabela 55 - Projeção da geração de esgoto doméstico em São Pedro.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m³/dia)	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2025	38.727	7.530,39	6.024,31
2026	39.198	7.621,97	6.097,58
2027	39.669	7.713,56	6.170,85
2028	40.139	7.804,95	6.243,96
2029	40.610	7.896,53	6.317,23
2030	41.081	7.988,12	6.390,49
2031	41.552	8.079,70	6.463,76
2032	42.023	8.171,29	6.537,03
2033	42.494	8.262,87	6.610,30
2034	42.965	8.354,46	6.683,57
2035	43.436	8.446,04	6.756,83
2036	43.906	8.537,43	6.829,95

2037	44.377	8.629,02	6.903,22
2038	44.848	8.720,60	6.976,48
2039	45.319	8.812,19	7.049,75
2040	45.790	8.903,77	7.123,02
2041	46.261	8.995,36	7.196,29
2042	46.732	9.086,94	7.269,56
2043	47.202	9.178,33	7.342,67
2044	47.673	9.269,92	7.415,94
2045	48.144	9.361,50	7.489,20

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.2.2. 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.

- 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.

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

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

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

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

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

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

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

I. Matéria Orgânica – Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

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 cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO5,20.

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 para os próximos vinte anos, as cargas orgânicas – DBO, com e sem tratamento, considerando uma eficiência de 80% de remoção na carga de DBO a partir do processo de tratamento.

Tabela 56 - Valores de cargas orgânicas de DBO.

Ano	População Atendida com coleta de esgoto	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Sem Tratamento	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Com Tratamento
2024	31.102	1679,49	335,90
2025	31.480	1699,92	339,98
2026	31.858	1720,34	344,07
2027	32.236	1740,72	348,14
2028	32.614	1761,15	352,23
2029	32.992	1781,58	356,32
2030	33.370	1802,00	360,40
2031	33.749	1822,43	364,49
2032	34.127	1842,85	368,57
2033	34.505	1863,28	372,66
2034	34.883	1883,71	376,74
2035	35.261	1904,09	380,82
2036	35.639	1924,52	384,90
2037	36.017	1944,94	388,99
2038	36.396	1965,37	393,07
2039	36.774	1985,79	397,16
2040	37.152	2006,22	401,24
2041	37.530	2026,65	405,33
2042	37.908	2047,03	409,41
2043	38.286	2067,45	413,49
2044	38.664	2087,88	417,58

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. Coliformes Termotolerantes

Para o parâmetro de concentração de Coliformes Termotolerantes, os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas (cada indivíduo elimina em média de 10^9 a 10^{12} células por dia) (SPERLING, 2005).

Para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

A remoção média de coliformes do tratamento composto por reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência (do inglês, UASB) é de 1 a 2 unidades log.

Desta forma, a estimativa de concentração de coliformes sem tratamento está apresentado na tabela abaixo, para esta foi considerada a população total atendida com coleta de água.

A seguir são apresentadas as concentrações estimadas para os coliformes termotolerantes ao longo do período do estudo.

Tabela 57 - Valores de coliformes termotolerantes.

Ano	População atendida	Termotolerantes (org./dia)
2025	38.727	3,87E+14
2026	39.198	3,92E+14
2027	39.669	3,97E+14
2028	40.139	4,01E+14
2029	40.610	4,06E+14
2030	41.081	4,11E+14
2031	41.552	4,16E+14
2032	42.023	4,20E+14
2033	42.494	4,25E+14
2034	42.965	4,30E+14
2035	43.436	4,34E+14
2036	43.906	4,39E+14
2037	44.377	4,44E+14
2038	44.848	4,48E+14
2039	45.319	4,53E+14
2040	45.790	4,58E+14
2041	46.261	4,63E+14
2042	46.732	4,67E+14
2043	47.202	4,72E+14
2044	47.673	4,77E+14
2045	48.144	4,81E+14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos

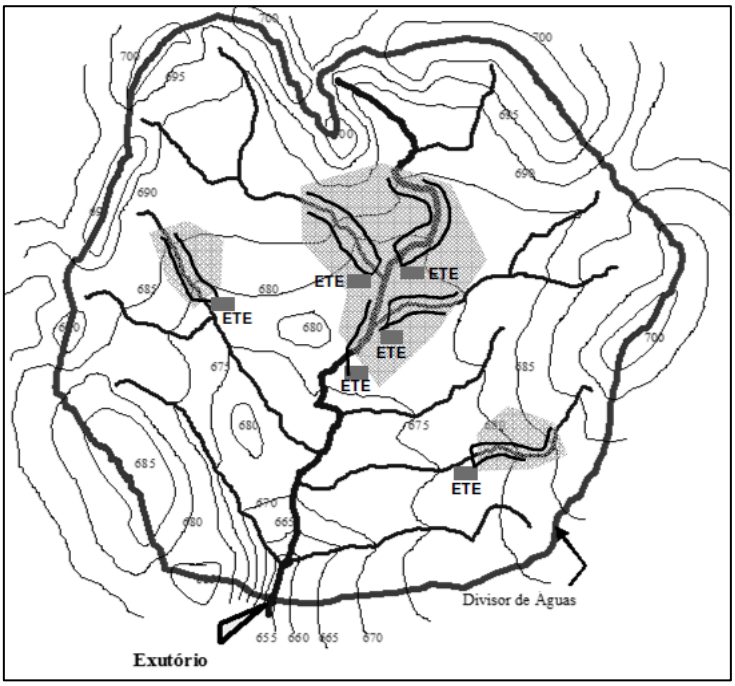
Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Enquanto que, o segundo modelo é o centralizado ou sistema convencional, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido. Sendo assim, as figuras abaixo mostram estes exemplos.

Figura 94 - Exemplo de sistema convencional.



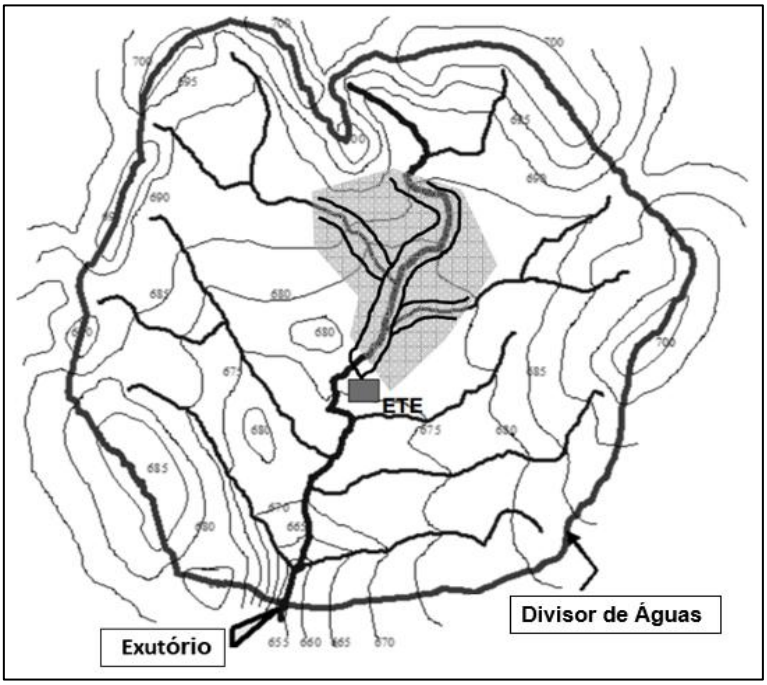
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 95 - Exemplo de sistema descentralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 96 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Desta forma, através de todo o exposto nos capítulos anteriores, para o município de São Pedro é necessário investimentos na manutenção e aprimoramento do Sistema de Esgotamento Sanitário, sendo esta de responsabilidade da SAAESP, buscando suprir, além da demanda crescente

projetada para a população do município, as poucas localidades inseridas na Sede Municipal com ausência de rede de coleta de esgoto.

Já no caso da estrutura de tratamento existente em São Pedro, conforme mencionado na etapa de diagnóstico, a mesma possui capacidade superior ao volume coletado atualmente, sendo necessário apenas a implantação de novas redes de coleta na zona urbana do município e a implantação de sistemas individuais descentralizados para os bairros rurais mais afastados da Sede Municipal.

3.2.4. Definições 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.

3.2.5. 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.

Nestas regiões, 49% da população do país ainda convive com práticas consideradas inadequadas, 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. 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 especialmente de áreas menos densamente habitadas.

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, esta 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.

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 escuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;

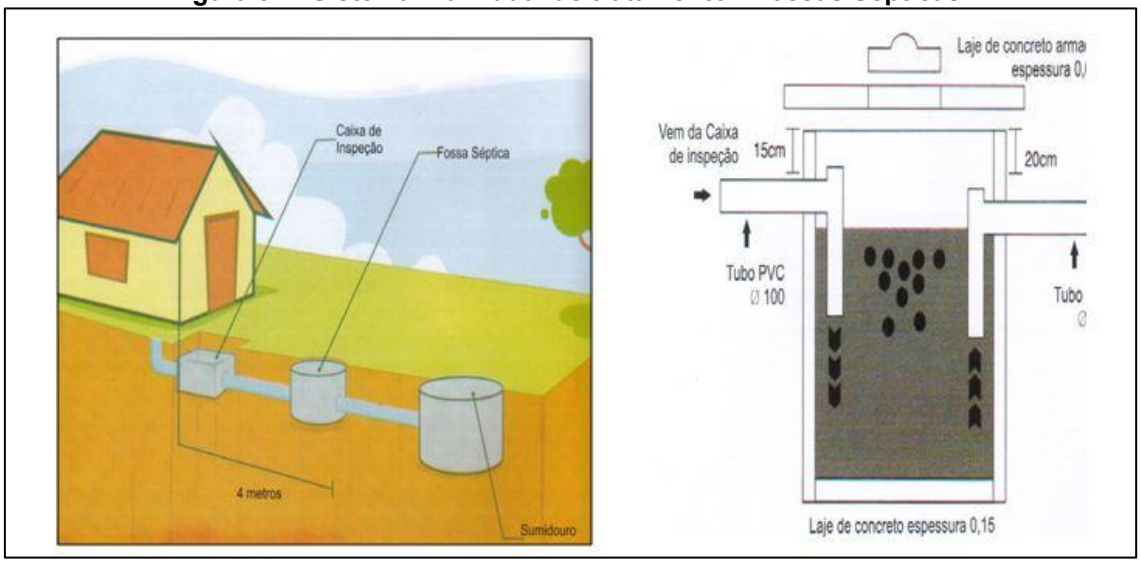
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

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 quatro 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 97 - Sistema individual de tratamento - Fossas Sépticas.



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

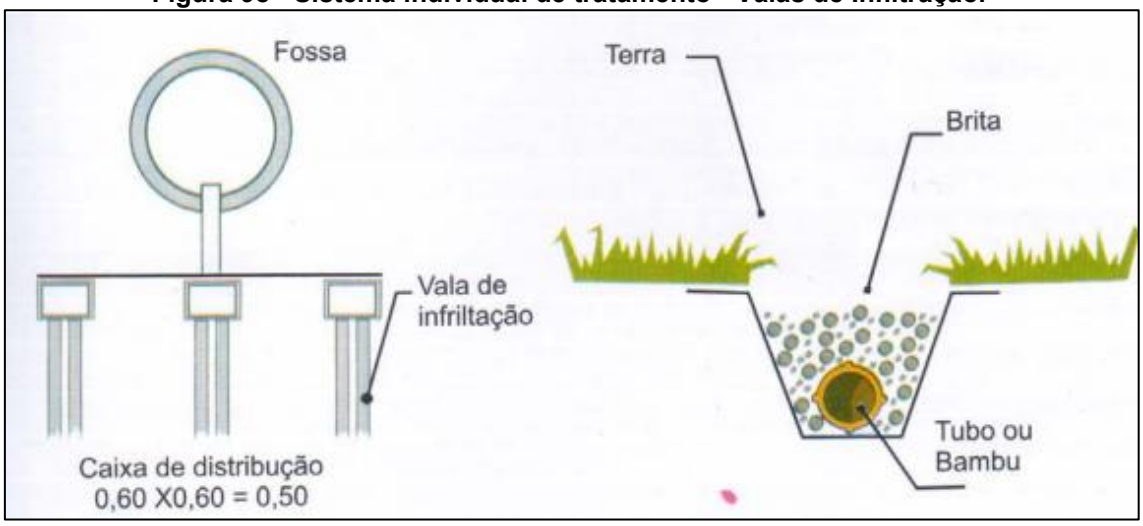
As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%.

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 98 - Sistema individual de tratamento - Valas de Infiltração.



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

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.

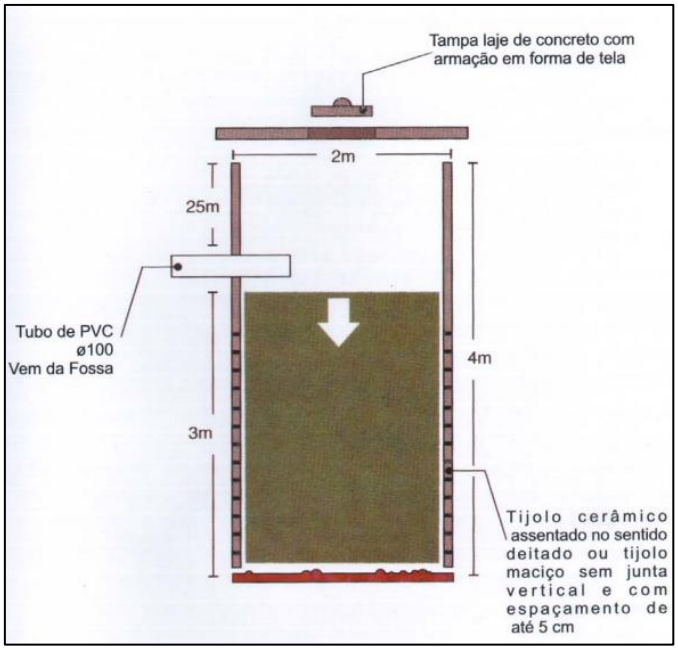
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de três metros da fossa

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 99 - Sistema individual de tratamento – Sumidouros.



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

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 100 - Estação compacta de tratamento de esgoto sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 somente as comunidades rurais de São Pedro, 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 Eliasz 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 m^3/m^2.dia e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m^3 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.

I. 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 rudimentares para as forma de 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.

3.2.5.I.1. 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.

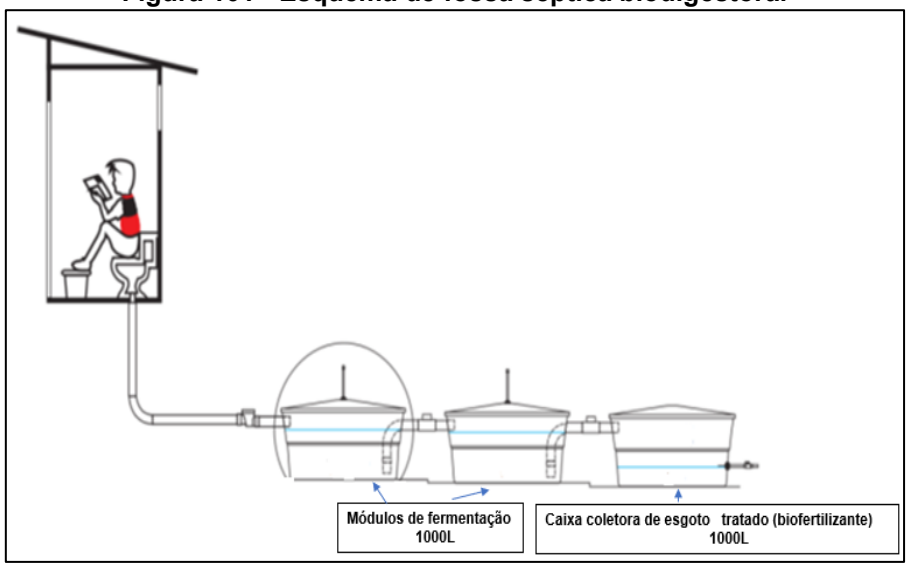
Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento 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 biodigestor.

Figura 101 - Esquema de fossa séptica biodigestora.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O método de construção e de funcionamento do sistema são simples, deve-se adquirir três caixas com volume de 1000L, tubulações de 100mm, instrumentos de vedação, conexões, ferramentas de fixação e perfuração. Ao final do processo, tem-se um efluente livre de microrganismos causadores de doenças e que vão auxiliar na agricultura como fertilizante para capim, milho dentre outras plantas. As figuras abaixo demonstram um exemplo de fossa séptica biodigestora.

Figura 102 - Exemplo de Fossa Séptica Biodigestora.








Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

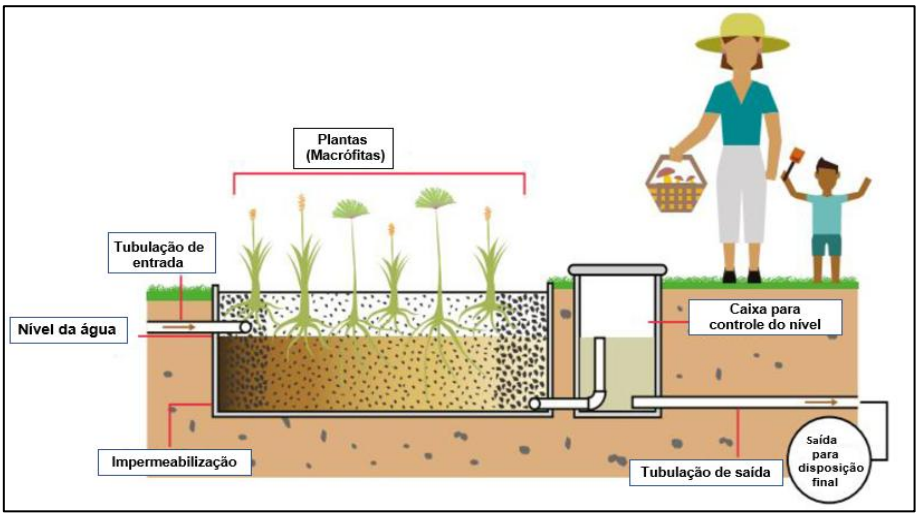
3.2.5.I.2. Sistema de Zonas de Raízes

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 103 - Esquema de Zona de Raízes ou SAC.



Fonte: Imagem de Divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 104 - Exemplo de zona de raízes e mecanismos de controle de PVC.



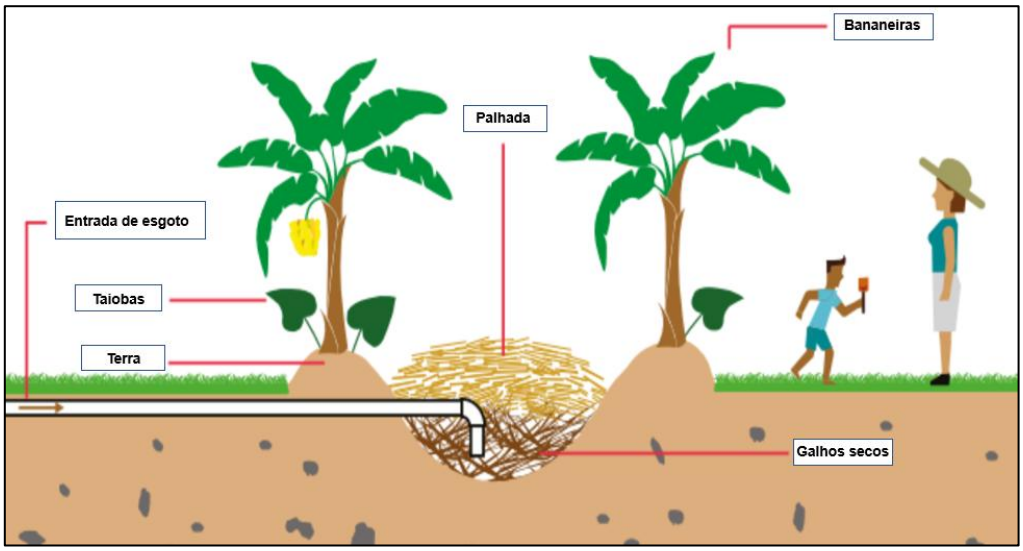
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.2.5.I.3. 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 105 - Esquema de círculo de bananeiras.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 106 - Exemplo de círculo de bananeira.



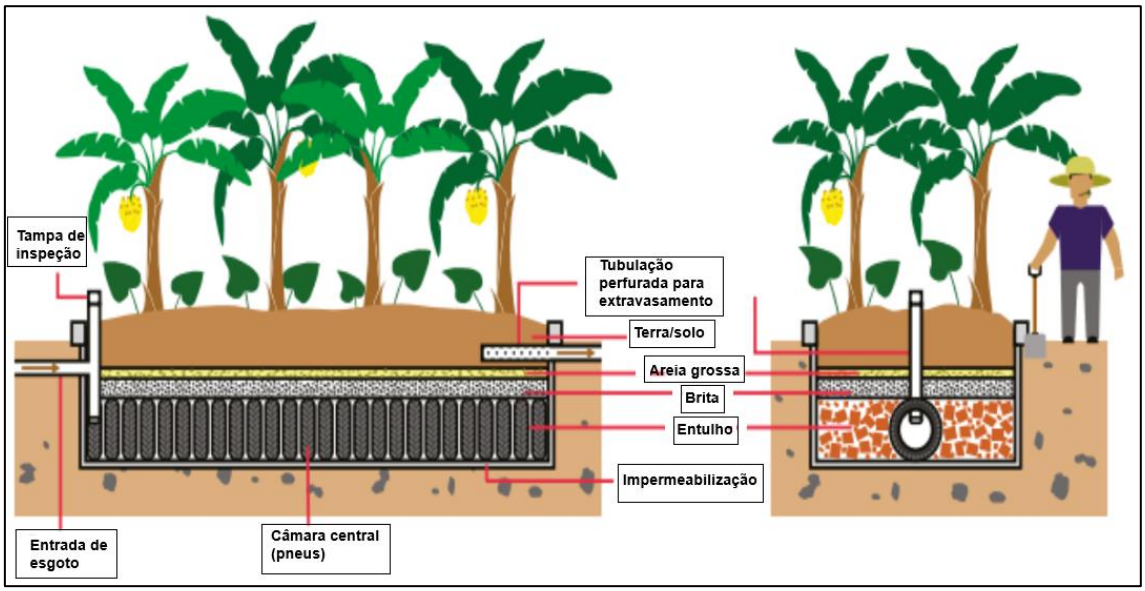
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.2.5.I.4. 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 107 - Esquema de bacia de evapotranspiração - BET.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 108 - Exemplo de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. 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 averígua-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, mesmo que o município de São Pedro permaneça somente com suas estruturas já existentes, cujo a capacidade de tratamento é superior ao volume de efluente coletado, abaixo seguem alguns parâmetros técnicos que auxiliam na escolha da melhor área para a construção de uma estação de tratamento de esgoto, caso o município futuramente decida pela implantação de um novo sistema.

- 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.

3.3. Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

3.3.1. Estimativa da Produção de Resíduos Sólidos com Base nos Resultados dos Estudos Demográficos

O município de São Pedro conta com uma massa média de geração de RSU (RDO + RPU), em relação à população total atendida pelo serviço de coleta de 0,78 kg/hab./dia de acordo com dados do SINISA, referente ao ano de 2023. Em concordância com o Diagnóstico, toda a área urbana e uma pequena parcela da área rural é atendida pelo sistema de limpeza pública, com a coleta de resíduos sólidos domésticos (orgânicos + rejeitos) ocorrendo regularmente de acordo com o cronograma estabelecido.

Para a projeção de 20 anos (2025 a 2045) este percentual de atendimento foi mantido, considerando que estes serviços continuarão existindo e serão ampliados de acordo com a crescente demanda.

Para a estimativa de geração dos resíduos sólidos em São Pedro, também foi considerado um incremento na quantidade per capta de resíduos devido ao desenvolvimento que o município deve ter juntamente com o aumento da população urbana, passando de 0,78 para 0,98 kg/hab./dia.

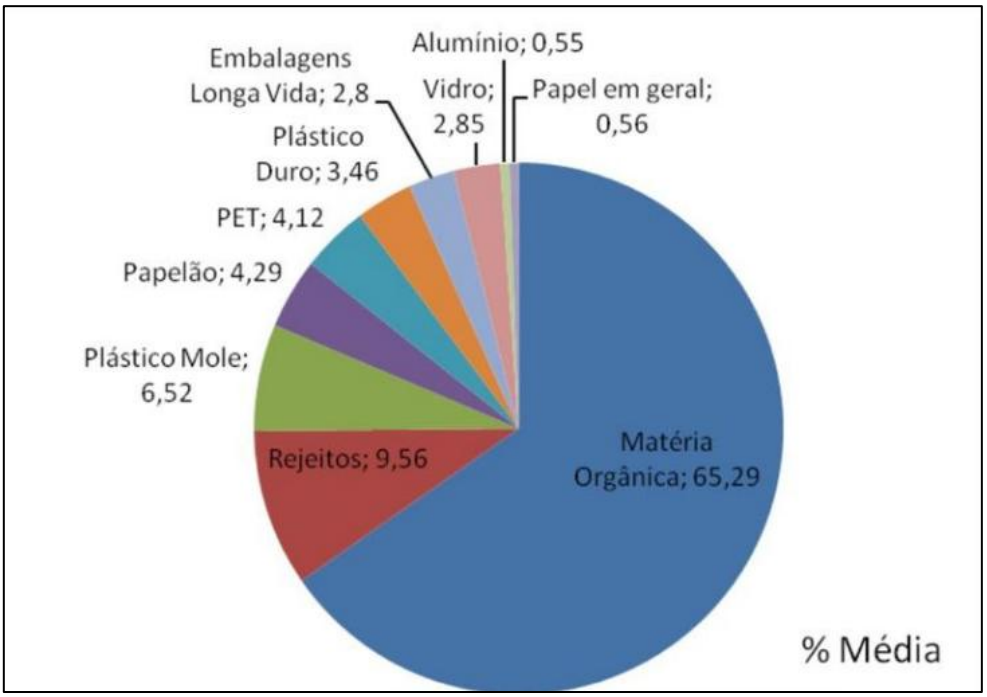
Observa-se na tabela abaixo que o número de habitantes de São Pedro terá um acréscimo no período de 20 anos, passando a ter 48.144 habitantes. Concomitantemente ao aumento da população, a quantidade de resíduos gerados também será maior no final do período avaliado.

Para a projeção do volume anual de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), utilizou-se o mesmo estudo demográfico adotado ao longo deste trabalho, considerando o crescimento populacional previsto para os próximos 20 anos, bem como o aumento gradual da taxa de geração per capita diária.

Adicionalmente, foram empregados os índices de composição gravimétrica dos RSU do município, obtidos por meio de estudo técnico conduzido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura, em conjunto com a Secretaria de Obras, conforme apresentado no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de 2024. Esses dados possibilitaram a caracterização da tipologia predominante dos resíduos gerados no município de São Pedro.

De acordo com o que foi apresentado no estudo, as amostras foram coletadas diretamente da Estação de Transbordo local, variando entre 68 e 100 kg cada e foram preparadas pelo método de quarteamento (ABNT, 2004 - NBR 10.007), coletadas com frequência semanal, no período de 01 a 31 de outubro de 2022.

Figura 109 - Estimativa da Composição Gravimétrica Média dos RSU em São Pedro destinados ao Aterro Sanitário.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura, 2022.

A tabela a seguir apresenta a estimativa da geração total de resíduos sólidos urbanos no município de São Pedro (em toneladas por ano) para o período de 20 anos, considerando a evolução demográfica e o aumento progressivo da taxa de geração per capita. Os quantitativos de recicláveis, orgânicos e rejeitos foram calculados com base nos percentuais obtidos na análise gravimétrica realizada, que indicou uma composição média de 25,15% de recicláveis, 65,29% de resíduos orgânicos e 9,56% de rejeitos.

Tabela 58 - Estimativa da geração total, resíduos reciclados, compostados e rejeitos no município de São Pedro.

Ano	População	Geração *Per Capta* (kg/hab./dia)	Total (ton/ano)	Recicláveis (ton/ano)	Compostáveis (ton/ano)	Rejeitos (ton/ano)
2025	38.727	0,78	11.025,58	2.772,93	7.198,60	265,09
2026	39.198	0,79	11.302,74	2.842,64	7.379,56	271,76
2027	39.669	0,8	11.583,35	2.913,21	7.562,77	278,50
2028	40.139	0,81	11.867,10	2.984,57	7.748,03	285,33
2029	40.610	0,82	12.154,57	3.056,88	7.935,72	292,24
2030	41.081	0,83	12.445,49	3.130,04	8.125,66	299,23
2031	41.552	0,84	12.739,84	3.204,07	8.317,84	306,31
2032	42.023	0,85	13.037,64	3.278,97	8.512,27	313,47
2033	42.494	0,86	13.338,87	3.354,72	8.708,95	320,71
2034	42.965	0,87	13.643,54	3.431,35	8.907,86	328,04
2035	43.436	0,88	13.951,64	3.508,84	9.109,03	335,44
2036	43.906	0,89	14.262,86	3.587,11	9.312,22	342,93
2037	44.377	0,9	14.577,84	3.666,33	9.517,87	350,50
2038	44.848	0,91	14.896,26	3.746,41	9.725,77	358,16
2039	45.319	0,92	15.218,12	3.827,36	9.935,91	365,90
2040	45.790	0,93	15.543,42	3.909,17	10.148,30	373,72
2041	46.261	0,94	15.872,15	3.991,85	10.362,93	381,62
2042	46.732	0,95	16.204,32	4.075,39	10.579,80	389,61
2043	47.202	0,96	16.539,58	4.159,70	10.798,69	397,67
2044	47.673	0,97	16.878,63	4.244,97	11.020,05	405,82
2045	48.144	0,98	17.221,11	4.331,11	11.243,66	414,05

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A falta de um local público ambientalmente licenciado para a deposição dos RDO em São Pedro, tem levado a administração pública local a adotar medidas para a destinação adequada desses resíduos. Atualmente, todo o resíduo urbano coletado é encaminhado para o Aterro Sanitário situado no município de Rio das Pedras/SP, distante cerca de 66 Km do centro da Sede

Municipal, a partir de contrato com a empresa Essencial Central de Tratamento de Resíduos Ltda, conforme descrito na etapa de Diagnóstico.

3.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com Outros Municípios

O município de São Pedro não integra nenhum consórcio intermunicipal voltado especificamente para a gestão dos resíduos sólidos. Apesar dessa ausência de colaboração consorciada no gerenciamento de resíduos, não foram identificados problemas no sistema municipal de manejo e gestão de resíduos sólidos que possam ser atribuídos a essa lacuna.

O município tem conseguido manter o gerenciamento de resíduos sem que a falta de participação em consórcios intermunicipais para essa finalidade tenha causado impactos negativos significativos na operação do sistema.

A Lei n° 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio públicos, regulamentada pelo Decreto n° 6.017/2007, define consórcio público da seguinte forma:

> *"Pessoa juridica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma de Lei N°11.107 de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade juridica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa juridica 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 8.987/1995 (concessão comum), nº 11.079/2004 (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 n° 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. 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.

Porém, caso não haja aterros sanitários para soluções compartilhadas nesta distância a mesma poderá ser revista. Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuíção dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos técnológicos, 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 cárater 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 outras.

Sendo assim, este Plano recomenda a busca 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.

3.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluindo a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos

Neste capítulo serão discutidas as formas de procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos em São Pedro. 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 têm o propósito de apenas 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.

I. Contratos e Controle dos Serviços

Caso o município continue com a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei n° 14.133/2021 – 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

II. 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.

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 PMGIRS traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em leis e normas.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando manter a qualidade dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos em São Pedro, serão apresentadas várias diretrizes embasadas na Lei n° 12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

III. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por leis e normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão.

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e a ABNT NBR n° 12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

> *"Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente".*

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.

Ressalta-se, que o município de São Pedro realiza a coleta convencional de segunda à sábado nas regiões centrais da Sede Municipal e de entre duas e três vezes por semana nos demais bairros, conforme informado no Diagnóstico. Entretanto, para otimizar a coleta as rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destinação 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. Sendo assim, seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações especificas, 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, abrangendo também as comunidades rurais mais próximas da Sede Municipal.

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 carregá-los até o caminhão de coleta. Ocasionando assim em maior periculosidade para o colaborador devido a possibilidade de haver vidros 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.

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

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes.

O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante.

A Gestão Municipal de São Pedro deverá exigir da empresa contratada a 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 a Secretaria responsável é do condutor do veículo coletor.

O 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 conteinerização inicialmente em condôminos e similares.

IV. 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 São Pedro, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

A Secretaria de Obras, com apoio da Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura, deve fiscalizar as empresas terceirizadas, tanto para a coleta de RDO, quanto para os serviços da limpeza púbica nos quesitos de segurança, saúde e higiene dos colaboradores destes serviços.

As determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. A NR 24 estabelece

as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação.

Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial. A NR 24 cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar.

A respectiva Norma determina 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 idiossincrasias 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 coletem 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 59 - Treinamento para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo dos 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. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.

Equipamento de Proteção Individual – EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida.
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados.
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais.
Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho.
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A NR 24 determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, 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 Municipal 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 n° 12.980/1993.

Figura 110 - EPI's necessários para os colaboradores dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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.

V. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta

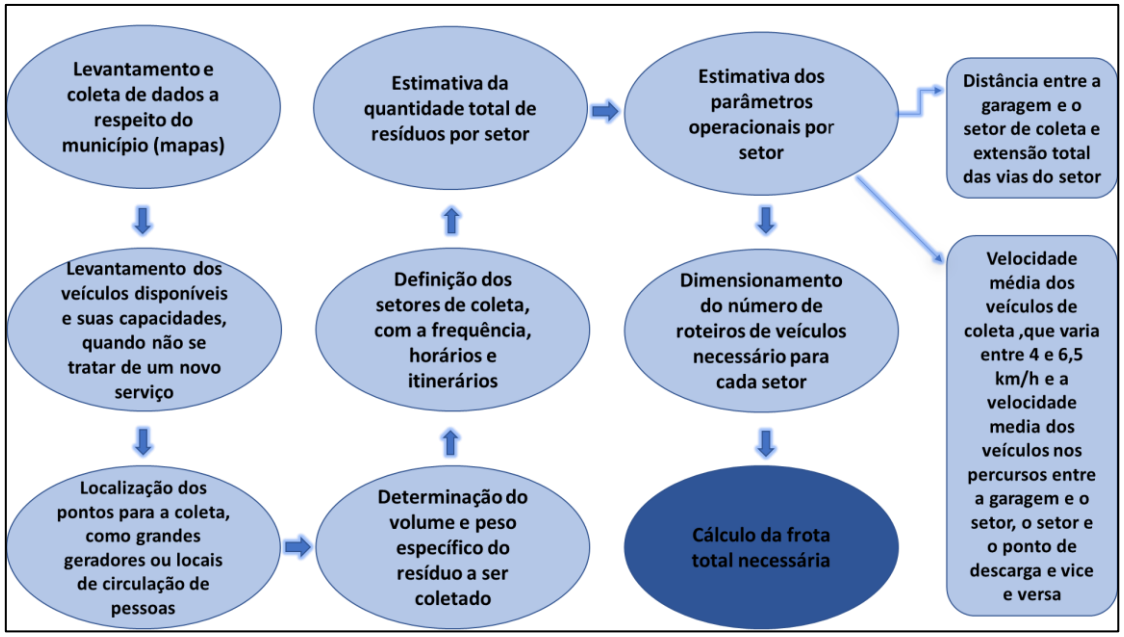
A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços de São Pedro deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores.

Desta forma, não se deve acondicionar os resíduos sólidos por longos períodos de tempo, estima-se que todo o processo de coleta e destinação final não deve ultrapassar a marca de cinco dias. Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existentes, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros.

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura Municipal. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 111 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais.

Recomenda-se que a coleta na área central do Município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã, ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia.

A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta. Entretanto, optando-se pela coleta noturna, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Tabela 60 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.

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

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a aprimorar a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, no Município de São Pedro.

Tabela 61 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área comercial	De três a quatro vezes na semana.	Noturno
Área rural	Mínimo quinzenal	diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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.

VI. 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 orificios 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.

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 n° 9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n° 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 n° 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.

VII. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares

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

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

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

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

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 112 - Equação do dimensionamento da frota de veículos em cidades de pequeno e médio porte.

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

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m^3 ou L;

Cv = capacidade do veículo em m^3 ou ton (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência. $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

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 - 2018, deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR 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

VIII. 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 9° do Decreto n° 7.404/10, que regulamenta a Lei n° 12.305/10 – 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 12.305/10 – 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, 2021, 4.145 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 74,4%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios. Sul (91,2%) e Sudeste (90,6%) são as regiões que apresentam os maiores percentuais de municípios com alguma iniciativa de coleta seletiva.

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 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 ainda a ABRELPE, os materiais mais coletados 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 2020 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R$ 159 milhões com a coleta e comercialização de 326.700 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.

Desta forma, a Resolução CONAMA nº 275/01, 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.

Tabela 62 - Cores de identificação de resíduos sólidos.

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: Resolução CONAMA 275/2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 113 - Recipientes para a coleta seletiva.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura Municipal 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 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 63 - Formas de segregação dos resíduos sólidos.

FORMAS DE SEGREGAÇÃO	DEFINIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos 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, 2025.

IX. Formas de execução da coleta seletiva

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

Destaca-se que o Município de São Pedro dispõe de um sistema estruturado de coleta seletiva operada pela Cooperativa ECOsolidar, contratada pela Prefeitura. O serviço inclui a coleta porta a porta em 8 setores urbanos, realizada quinzenalmente de segunda a sábado, com um caminhão adaptado com gaiola metálica e equipe de três funcionários, conforme apresentado na etapa de diagnóstico. Há no município de São Pedro também um PEV para a disposição de materiais recicláveis.

Abaixo seguem algumas recomendações que podem ser adotadas pelo município para aprimoramento e manutenção de seu sistema, de forma a abranger toda a população urbana inicialmente, ressaltando que em São Pedro já há pontos de entrega voluntária e cooperativas contratadas pela Prefeitura Municipal para a coleta porta a porta.

- Ponto 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;

- 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 dos principais modelos de execução de coleta seletiva.

Tabela 64 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

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

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) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
POSTOS DE TROCAS	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de PEV, 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 local de entrega voluntária de resíduos recicláveis, que o Município poderá adotar em pontos estratégicos da área urbana e rural, semelhante ao local atualmente utilizado e que foi apresentado na etapa de diagnóstico.

Figura 114 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável por este trabalho que seja instalado no mínimo um PEV para cada 5.000 habitantes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

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 São Pedro poderá ser desenvolvido a identificação de mais pontos específicos para novas instalações futuras.

X. Veículos Utilizados para a Coleta Seletiva

O tipo de veículo a ser utilizado na coleta e transporte dos resíduos recicláveis deve assegurar as características dos materiais, de modo que haja a separação dos mesmos e a devida proteção no armazenamento. O Município de São Pedro, conforme foi apresentado na etapa de diagnóstico, possui contrato com a Cooperativa ECOSolidar, esta responsável pelos veículos utilizados na coleta porta a porta.

A escolha do mesmo deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as idiossincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. Sendo assim, abaixo segue um exemplo de caminhão que pode ser utilizado para a coleta seletiva.

Figura 115 - Exemplo de veículo para coleta seletiva.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

XI. Guarnições da Coleta Seletiva

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.

3.3.4. 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 3° da Lei n° 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 n° 11.107/2005, permitindo

uma série de vantagens aos municípios e entre elas, o ganho em escala nas operações, 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 rejeitos, como os da construção civil e os resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços numa mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro sanitário 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 65 - 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, 2025.

I. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Para a situação atual de São Pedro, é essencial que o município se dedique à criação e formalização de uma associação ou cooperativa de catadores de cunho municipal. Esse processo deve incluir a capacitação dos catadores informais que já atuam na coleta, organizada em acordo com os moradores dos bairros para definir dias e horários.

Além da formalização da associação ou cooperativa, caberá à Prefeitura Municipal disponibilizar um espaço adequado, como um galpão, destinado à triagem e armazenamento dos materiais recicláveis, caso opte por uma gestão própria dos materiais recicláveis, ressaltando que atualmente os resíduos da coleta seletiva e dos PEVs são destinados para a cooperativa ECOsolidar na Unidade de Coleta Seletiva localizada em Piracicaba/SP.

O local deverá ser equipado com máquinas e dispositivos apropriados, como esteiras transportadoras, prensas enfardadeiras, balanças eletrônicas, entre outros equipamentos necessários para o processamento eficiente dos materiais.

Com a equipe devidamente formalizada e um local estruturado para a triagem, os resíduos coletados seletivamente serão encaminhados para esse centro de processamento, onde passarão por etapas de separação e tratamento. Posteriormente, os materiais recicláveis poderão ser comercializados, gerando renda e contribuindo para a sustentabilidade do sistema de gerenciamento de resíduos.

Para que o município de São Pedro não seja responsabilizado por qualquer dano que a falta de organização do local possa gerar. Ressalta-se, que 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 66 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais.

AGREGAÇÃO DE VALOR	Etapa	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
		Homegeneização	Purificação	Aglutinação	Extrusão
		Fusão	Geração da polpa	Extrusão	

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial

Os resíduos domiciliares e comerciais do município de São Pedro, são destinados para o Aterro Sanitário do Município de Rio das Pedras/SP, através de contrato com a Essencial Central de Tratamento de Resíduos Ltda.

Por mais que, de maneira geral, o município apresenta boas estruturas no gerenciamento de seus resíduos, a disposição final dos mesmos gera um certo custo ao poder público em relação ao transporte e no pagamento de taxas, sendo de decisão do próprio município em continuar com este sistema, ou na aquisição de um aterro de caráter municipal ou consorciado. Entretanto, abaixo seguem as recomendações mínimas e critérios estipulados pela ABNT NBR n° 15.849/2010, para a construção e operação de aterros sanitários.

Tabela 67 - Critérios para 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 emanação de odores.
Critérios		**Definição**
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 n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR n° 15.849/2010.

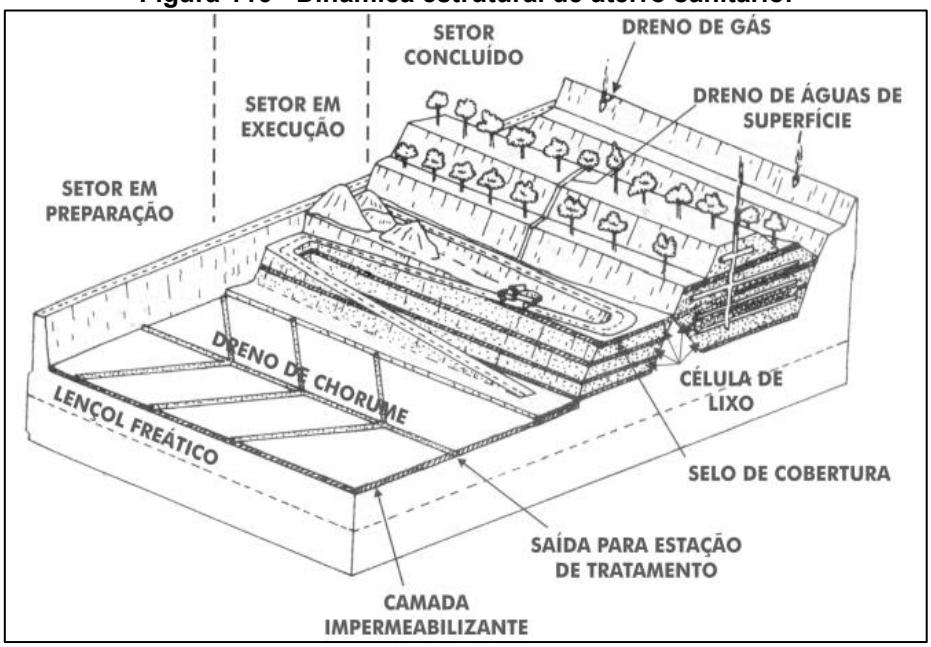
Tabela 68 - Infraestrutura básica para instalação de aterro sanitário.

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 n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 116 - Dinâmica estrutural de aterro sanitário.



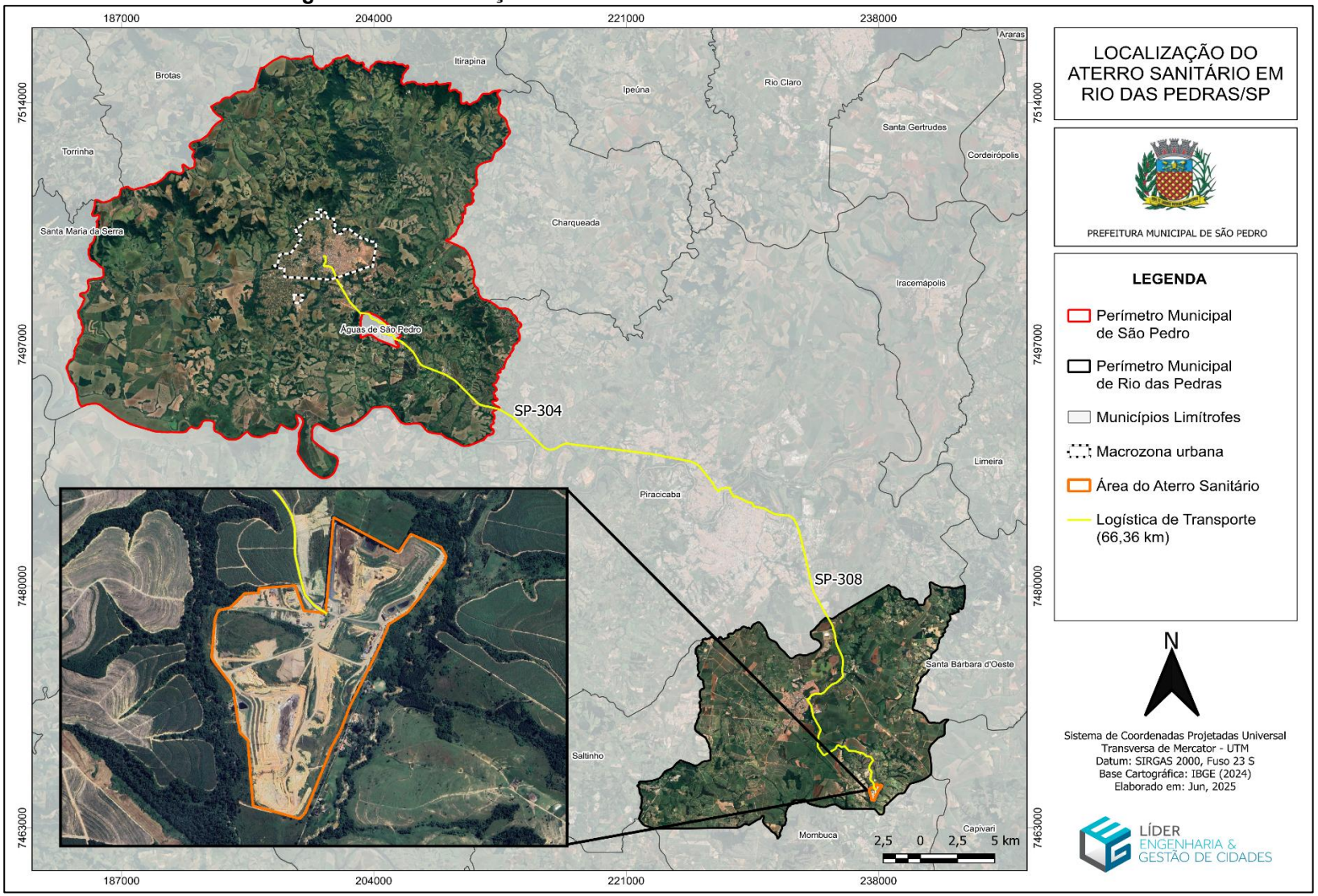
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Destaca-se também a necessidade de se 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.

Além dos critérios básicos de infraestrutura apresentados acima, ressaltam-se as áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário disponíveis no município, em relação a presença de reserva legal, corpos hídricos, influência urbana, declividade, dentre outros expressados nos capítulos anteriores, caso seja de interesse do município a aquisição de um aterro sanitário próprio.

No mapa a seguir é apresentada a localização e acesso do Aterro Sanitário de Rio das Pedras, com destaque para a distância aproximada para o município de São Pedro.

Figura 117 - Localização e acesso do Aterro Sanitário em Rio das Pedras.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

3.3.5. Resíduos da Limpeza Pública

As atividades de limpeza pública definidas na Lei n° 11.445/2007 - Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros.

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 aparentes que os demais e com poucas opções de destinação final. De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS de São Pedro, a quantidade total de trabalhadores remunerados envolvidos nos serviços varrição e capina / roçada são de 18 trabalhadores em São Pedro. 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.

I. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos

O serviço de varrição possuí a sua definição pela ABNT NBR n° 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 118 - Equipamento utilizado para varrição mecânica.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A Prefeitura de São Pedro 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. 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.

Figura 119 - Proposta de frequência para os serviços 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, 2025.

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 de 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.

II. 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 de São Pedro 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.

III. 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, praias públicas e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é do próprio organizador.

A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e a Prefeitura deverá cobrar uma taxa dos 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.

IV. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e,

necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, no momento em que as suas vias adjacentes estejam sendo varridas, desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas, ou, em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

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

Recomenda-se, que a Prefeitura realize campanhas educacionais junto à população, mostrando a importância em se conservar as praças e os jardins.

Por outro lado, deverá instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos, em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos. Preferencialmente, instalando sempre coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além, de toda a infraestrutura necessária para o lazer.

V. Roçada, Capina e Poda

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 e roçada 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, onde estes fatores citados contribuem 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. Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem.

O Poder Público municipal, optando por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Abaixo seguem as ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munck;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas e afiadas, e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de Proteção Individual e, a Prefeitura é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

Outra questão relacionada aos resíduos da roçada, capina e poda é em relação a destinação do mesmo, de acordo com a etapa de diagnóstico, o município de São Pedro armazena os resíduos verdes em espaço da própria Prefeitura, com a presença de um triturador de galhos oriundo do Programa Papa Galhos. Portanto, pode-se estabelecer uma parceria entre o município e o setor privado, onde empresas que atuam no segmento de limpeza pública e empresas que realizam o aproveitamento de resíduos para uma destinação final adequada a estes tipos de resíduos.

VI. 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.

Recomenda-se que a Prefeitura implemente um procedimento sistemático e padronizado para a limpeza e manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem na cidade. Esse procedimento deve incluir a utilização de sistemas de informações georreferenciadas que permitam a identificação e mapeamento desses locais, bem como a definição de roteiros e periodicidade das manutenções.

A implementação desse procedimento deve considerar aspectos técnicos e ambientais, como a necessidade de preservar os ecossistemas aquáticos e assegurar a efetividade do sistema de drenagem urbana. Nesse sentido, é importante que as equipes de limpeza sejam treinadas e capacitadas para realizar a limpeza de forma adequada, com uso de equipamentos de segurança e técnicas que minimizem os impactos ambientais.

Além disso, a Prefeitura deve estabelecer mecanismos de monitoramento e controle da qualidade dos serviços prestados, com a utilização de indicadores de desempenho que permitam avaliar a efetividade do procedimento implementado. É importante também que a Prefeitura estabeleça parcerias com a sociedade civil e outras instituições para fomentar a participação e o engajamento da população na manutenção e conservação desses espaços públicos.

Dessa forma, a implantação de um procedimento para a limpeza das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem com o uso de sistemas de informações georreferenciadas pode contribuir para a gestão sustentável dos recursos hídricos na cidade, prevenindo inundações, minimizando riscos ambientais e melhorando a qualidade de vida da população.

3.3.6. 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 n° 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 306/2004 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D, 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 n° 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 n° 306/2004, 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.

No que se refere ao Município de São Pedro, de acordo com a etapa de diagnóstico técnico, a coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos dos serviços de saúde no município é feita pela empresa Biotrans Soluções Ambientais Eireli, onde a mesma realiza a coleta dos resíduos de

serviço de saúde de origem humana e animal em pontos de coleta e horários conforme cronograma instituído. De maneira geral, as unidades geradoras possuem formas corretas de separação e acondicionamento dos resíduos em seus estabelecimentos.

Recomenda-se que a Prefeitura e a Vigilância Sanitária Municipal realizem uma fiscalização efetiva e contínua para verificar e assegurar o cumprimento das ações estabelecidas no Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos na cidade. Essa fiscalização deve ser realizada de forma sistemática e envolver a aplicação de medidas punitivas aos estabelecimentos que não cumprem as normas estabelecidas.

Nesse sentido, é fundamental que a Prefeitura estabeleça um sistema de taxação para os estabelecimentos que geram resíduos de serviços de saúde, de forma a garantir que esses resíduos sejam tratados e destinados de forma adequada e segura. Essa taxação deve ser estabelecida levando em consideração a quantidade e a natureza dos resíduos gerados por cada estabelecimento.

A fiscalização e aplicação de taxas devem ser realizadas de acordo com a legislação vigente e com base em critérios objetivos, que permitam avaliar o desempenho dos estabelecimentos na gestão dos resíduos de serviço de saúde. É importante que a Prefeitura e a Vigilância Sanitária Municipal estejam devidamente capacitadas e equipadas para realizar essa fiscalização de forma efetiva, garantindo a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

3.3.7. 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 especifica 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.

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 3° da Portaria n° 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, Ecoponto 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.

Sendo assim, a Prefeitura municipal 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 são seja transferida para o município.

3.3.8. 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 n° 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.

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 n° 375 e n° 498, determinando análises laboratoriais para este tipo de destinação. Sendo assim, a figura abaixo mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

Figura 120 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETA / ETE.



Fonte: Imagem de Divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 de2019, 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.

3.3.9. 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 69 - 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).	• 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, 2025.

I. 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.

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.

II. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

A Gestão Municipal de São Pedro 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 n° 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.

III. Resíduos da 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 n° 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 levantadas no diagnóstico, no município há algumas práticas que fomentem a realização da logística reversa envolvendo políticas legislativas entre setor industrial, comercial e o consumidor.

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 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.

IV. Programa de Especialização e Operacionalização

3.3.9.IV.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.

V. 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

3.3.10. 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 intrinsicamente 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 n° 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 n°12.305/10, 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*

I. 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.

II. 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 regrar 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.

3.3.11. 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).

Desta forma, no município de São Pedro há a presença de associações ou cooperativas de reciclagem, conforme levantado em diagnóstico, tem-se somente o trabalho de catadores informais que realizam a coleta de recicláveis em contato com os próprios moradores.

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 coleta convencional ou seletiva 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.

A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis.

A criação de cooperativas de catadores tem por objetivo ajudar os catadores na sua formação e consequentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade. A atuação da Prefeitura Municipal 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 Municipal 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 Municipal 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.

3.3.12. 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 levando em conta o desenvolvimento observado na Região Metropolitana de Piracicaba.

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 mais bem investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que têm 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, como mostram os exemplos abaixo, o que não exclui a possibilidade de São Pedro e os municípios circunvizinhos criarem 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.

- **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

3.3.13. 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 São Pedro, seguindo a tendência de a maioria dos outros municípios brasileiros, ocorre de forma deficitária. Conforme apresentado na etapa de diagnóstico, o município apresenta gestão financeira insuficiente para cobrir todos os gastos envolvidos na gestão dos resíduos sólidos, apresentando um déficit fiscal de 28,01% do total de despesa daquele ano.

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 São Pedro 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.

Desta forma, 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 pelo Departamento de Assistência Social, aos quais deverá ser cobrado um valor inferior subsidiado pelos demais munícipes.

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;*

> *§ 1° 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.*
> *§ 2° 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 n° 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 70 - 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	Taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Supermercados, shoppings, hospitais e industrias	Taxa diferenciada devido a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 municipais 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 e sinônimo de ambiente limpo e saudável.

I. 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 ao preconizado na Lei n° 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento Básico, 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 n° 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 e;
- 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 n° 14.026/2020.

Conforme evidenciado no diagnóstico, o município de São Pedro já adota um modelo tarifário de valor fixo para cada unidade imobiliária, levando em consideração o custo total do serviço no ano anterior (com correção monetária) dividido pelo número total de unidades imobiliárias no cadastro municipal. Este modelo pode ser mantido, ou eventualmente ajustado para uma nova metodologia de cálculo, caso sejam identificadas oportunidades para aprimorar a equidade e eficiência no sistema tarifário do município.

A taxa consiste na aplicação de uma fórmula com um valor fixo (VF) (determinado pelo custo) e outra variável, levando-se em consideração parâmetros tais como: Tipo de Economia, Quantidade de Economias, Consumo de Água e Frequência de Coleta de Resíduos. O número de economias (NEC) foi retirado dos dados do SNIS, referentes a 2021. O custo total foi obtido

dividindo-se a despesa total anual com o sistema, sendo R$3.127.187,73 dividido por 12, obtendo-se assim o custo mensal de R$260.598,78.

$$VF = \frac{CT}{NEC}$$
$$VF = \frac{1.584.617,78}{33.943,00}$$
$$VF = R\$\ 46,68$$

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 m^3 = 0,5
- 2ª Faixa - 11 a 15 m^3 = 0,60
- 3ª Faixa - 16 a 30 m^3 = 1,10
- 4ª Faixa - 31 a 45 m^3 = 1,80
- 5ª Faixa - 46 a 60 m^3 = 2,50
- 6ª Faixa - 61 a 999 m^3 = 4,00

Quanto ao Consumo de Água (CA) – COMERCIAL E INDUSTRIAL

- 1ª Faixa - 0 a 10 m^3 = 0,7

- 2ª Faixa - 11 a 20 m^3 = 1,6
- 3ª Faixa - 21 a 30 m^3 = 3,0
- 4ª Faixa - 31 a 999 m^3 = 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:

TARIFA = VF.FC.CI.CA

TARIFA = 46,68 x 1,0 x 0,7 x 0,5

TARIFA = R$16,34

Usando o mesmo exemplo para um imóvel com coleta diária, fator x2, o valor da tarifa seria de R$32,68.

Para um imóvel comercial, com coleta diária, 1ª faixa de consumo, o cálculo resulta em:

TARIFA = VF.FC.CI.CA

TARIFA = 46,68 x 2,0 x 1,2 x 0,7

TARIFA = R$78,42

Agora um exemplo para o CA industrial, com coleta diária, na 2ª faixa de consumo, a conta seria:

TARIFA = VF.FC.CI.CA

TARIFA = 46,68 x 2,0 x 5,0 x 1,6

TARIFA = R$746,88

Caso a coleta fosse alternada, esse valor cairia para R$373,44

O modelo acima é apenas um exemplo e deve ser discutido com a sociedade para o seu aprimoramento. Ainda, a tarifa pode ser implementada progressivamente, ao longo de 5 ou 6 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.

3.3.14. 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 a área de transbordo municipal e posteriormente para o Aterro sanitário em Rio das Pedras, 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, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos aumentara a vida útil do local de destinação.

I. Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para área de transbordo e posteriormente ao 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 inicio, 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.

II. 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 centro de gestão de resíduos. 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 local de destinação. 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.

3.3.15. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos

O Artigo 7° da Lei n° 11.445/2007, 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;

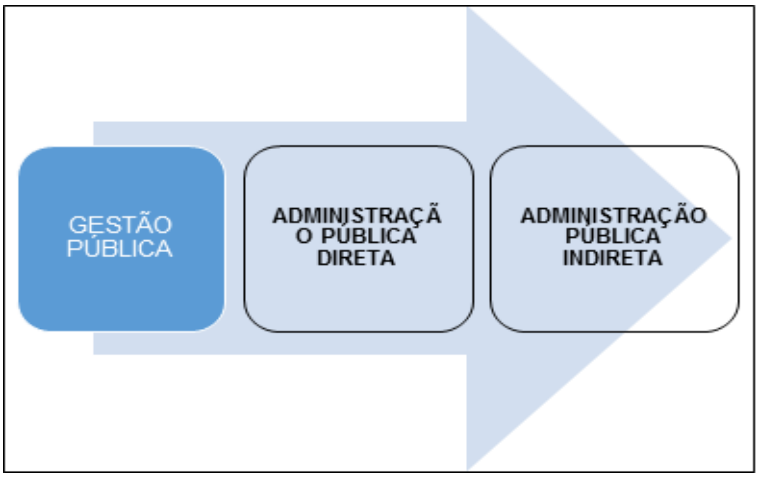
III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município de São Pedro 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.

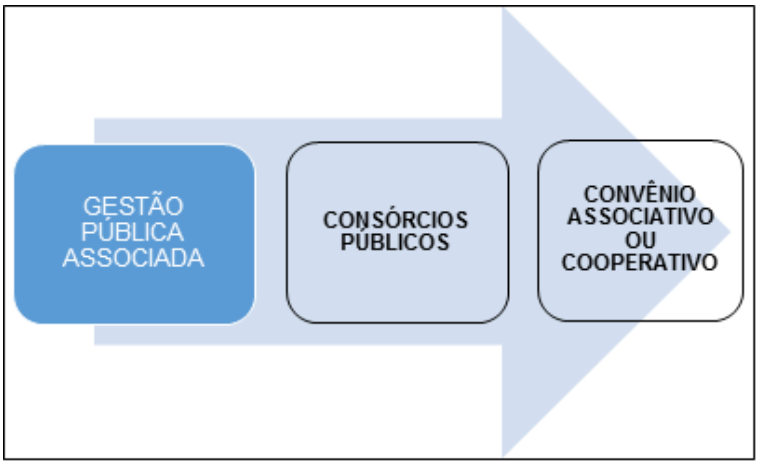
As figuras abaixo mostram algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 121 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbanos.



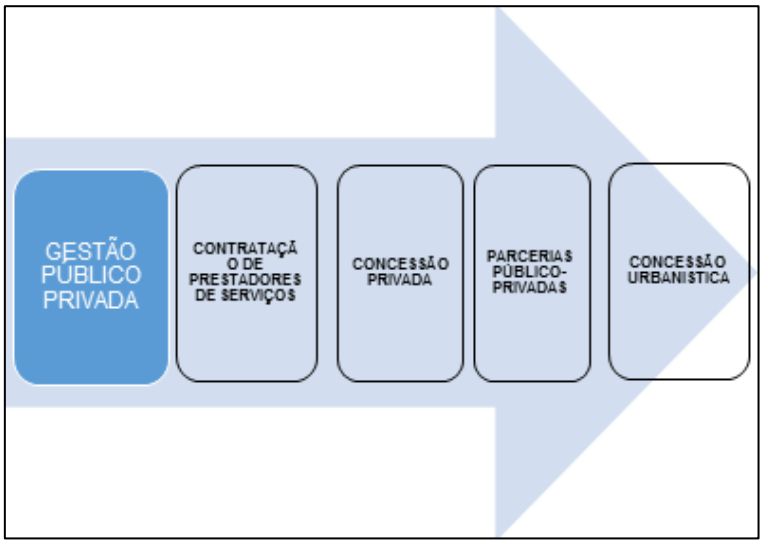
Fonte: Lei nº 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 122 - Gestão pública associada para o manejo de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Lei nº11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 123 - Gestão público-privada para o manejo de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Lei nº11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

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 envolve 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, 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 n°11.079/2004, onde está, 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 n°11.079/2004, destacam-se os Artigos 5°,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 n° 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 em diversos municípios, incluindo a realidade de São pedro.

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 n° 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.

3.3.16. 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 n° 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 Gestão Municipal 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, para que assim se tenha uma base de dados para auxílio de entendimento em cenários futuros.

Estes inventários pode ser uma exigência da própria Prefeitura, obrigando o empreendimento a fornecer anualmente ou mensalmente, estas informações. O Artigo 21 da Lei n° 12.305/2010, 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 a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente entenda como necessário. A respectiva Secretaria 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 já em funcionamento, os responsáveis deverão apresentar o Plano à secretaria responsável no momento da renovação do Alvará de Funcionamento, da Licença Ambiental de Operação ou do Atestado de Funcionamento.

Entretanto, a Secretaria Especial de Meio Ambiente e Agricultura, 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 n° 12.305/2010 – PNRS.

3.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou 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.

A topografia do município de São Pedro caracteriza-se, em grande parte, por declividades acentuadas, o que favorece o escoamento superficial acelerado das águas pluviais em direção aos dois principais corpos hídricos que cortam a área urbana — os córregos Samambaia e Pinheirinho. Essa dinâmica de escoamento concentrado, ocorrendo em um curto intervalo de tempo, pode contribuir significativamente para o aumento das vazões de pico, criando condições propícias à ocorrência de inundações nas áreas adjacentes às calhas desses cursos d'água.

O sistema de drenagem urbana do município de São Pedro apresenta fragilidades pontuais, especialmente em áreas suscetíveis a alagamentos durante eventos de chuvas intensas. Um exemplo recorrente ocorre na Rua Ademir Antônio Bontorin, localizada no bairro Recanto das Águas. De acordo com informações fornecidas pela Secretaria de Obras, a limitação da infraestrutura de microdrenagem nessa via, aliada à ausência de dispositivos adequados em outras ruas do mesmo bairro, tem provocado a sobrecarga do sistema e a formação de enxurradas em períodos chuvosos.

Além disso, a partir das oficinas participativas realizadas durante o processo de revisão do plano, foram identificados, com base nas contribuições da população, os principais pontos críticos relacionados à drenagem pluvial urbana. Dentre eles destacam-se: a Rua José Matarazzo (bairro São Tomé), a Avenida Batista Golinelli, a Rua José Delicio e a região do Jardim Botânico e adjacências.

Adicionalmente, uma problemática relevante identificada no município de São Pedro refere-se à presença de voçorocas em estágio avançado, tanto em áreas urbanas quanto rurais, conforme evidenciado na etapa de diagnóstico. Dois casos de destaque merecem atenção. O primeiro ocorre no bairro Alpes das Águas, onde o processo erosivo vem avançando significativamente, colocando em risco a infraestrutura local e ameaçando propriedades e chácaras nas proximidades. A situação é agravada pelo descarte irregular de resíduos sólidos no interior da erosão, o que contribui para a sua expansão e dificulta intervenções corretivas.

O segundo caso localiza-se no bairro São Dimas. Embora a voçoroca nessa região se encontre, atualmente, sob controle, o local ainda demanda ações de recuperação ambiental para estabilização definitiva do terreno e prevenção de novos avanços erosivos.

Diante das fragilidades identificadas no sistema de drenagem urbana do município de São Pedro, os capítulos a seguir apresentam o prognóstico com a proposição de medidas voltadas à mitigação dos impactos associados ao escoamento pluvial.

Serão abordadas tanto soluções estruturais — como intervenções físicas nas redes de micro e macrodrenagem — quanto estratégias não estruturais, relacionadas ao ordenamento urbano, fiscalização e educação ambiental.

Além disso, serão propostas ações de emergência e planos de contingência voltados ao enfrentamento de eventos extremos, com vistas à prevenção de danos materiais, riscos à saúde pública e à segurança da população.

3.4.1. Medidas Estruturais

I. 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, 2021).

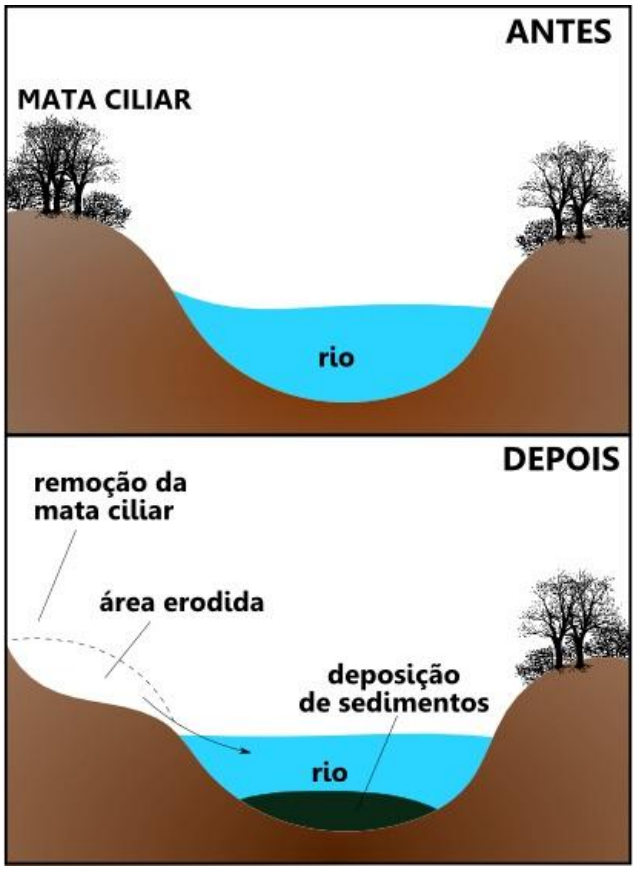
A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas 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 e córregos.

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 dos rios / córregos.

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,2021).

Figura 124 - Esquema do processo de assoreamento.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

II. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção

A utilização de reservatórios ou bacias de detenção 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 talvegues e consequentemente acarretando inundações indesejadas.

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, 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.

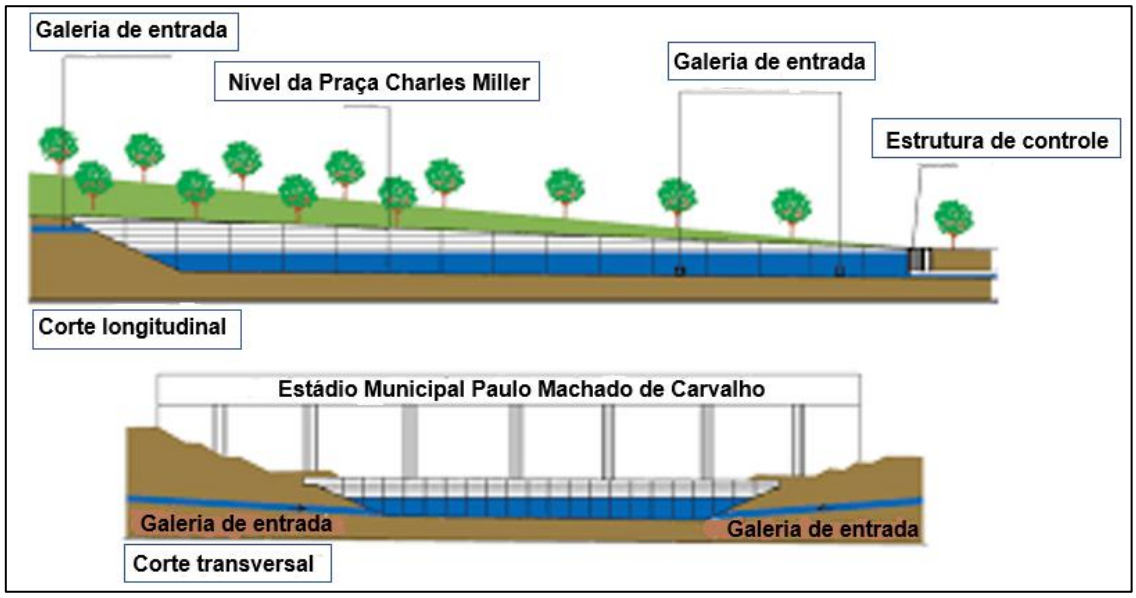
As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas, reduzir custos de sistemas de galerias 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 detenção e retenção. As bacias de detenção 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 contém 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 carreados 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 125 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

III. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais

Ambos os canais que atravessam a área urbana do município de São Pedro (Samambaia e Pinheirinho), apresentam trechos com ausência ou escassez de cobertura vegetal ao longo de suas margens. Essa condição compromete a estabilidade das calhas naturais e favorece o processo de assoreamento, uma vez que a ausência de vegetação contribui para o carreamento de partículas do solo, especialmente durante eventos de chuvas intensas.

Neste sentido, o plantio de vegetação na mata ciliar se torna de extrema importância. A vegetação como um todo, principalmente as raízes das plantas, fornecem maior agregação das porções de solo presentes nas margens dos corpos hídricos, aumentando a estrutura e sustentação do mesmo. Tal fato, justifica o plantio de indivíduos de preferência por espécies nativas da vegetação do local em questão.

Faz-se necessário o levantamento dos pontos específicos onde há áreas descobertas rentes aos rios que cortam o perímetro do município, e partir deste levantamento, traçar metas que visem o objetivo da recuperação dessas

margens, como definir as espécies, o arranjo de plantio, tratamento e aquisição de materiais e mudas.

A aplicação da medida de plantio da vegetação na mata ciliar, reduz as chances da necessidade de outras medidas mais complexas, como o desassoreamento por maquinário dos corpos hídricos, o qual envolve um alto investimento financeiro e um esforço maior de trabalho.

Figura 126 - Exemplo de alargamento e desassoreamento.



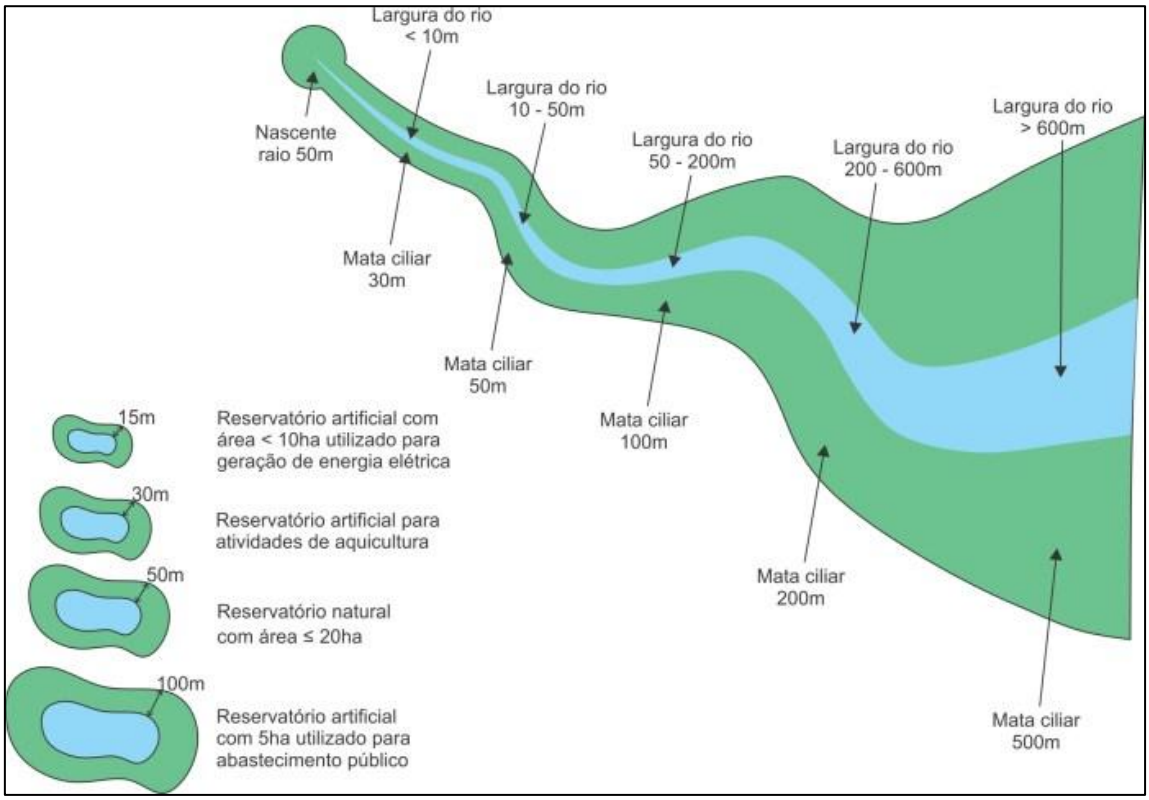
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

IV. Recuperação de Matas Ciliares e APP's

Uma das maneiras de mitigar os problemas de corpos hídricos, como assoreamento, erosão de margens, poluição das águas e dentre outras problemáticas, é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APP, sendo a Lei n° 12.651/2012, que Dispõe Sobre a Proteção da Vegetação Nativa.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto ao tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 127 - Demonstração das faixas de APP's de acordo com o Código Florestal.



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas.

A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização, e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente – APP, dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana também devem ser recuperados, concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

Em São Pedro não foram observados casos críticos de ocupações irregulares em faixas de APP, ao longo dos cursos d'água em áreas de influência urbana.

V. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

A implantação de áreas verdes de controle hidrológico é de 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.

• Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc., permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. Abaixo vemos exemplos de corredores verdes.

Figura 128 - Exemplo de Corredores Verdes.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Sendo assim, torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar, além de ajudar a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carreada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde.

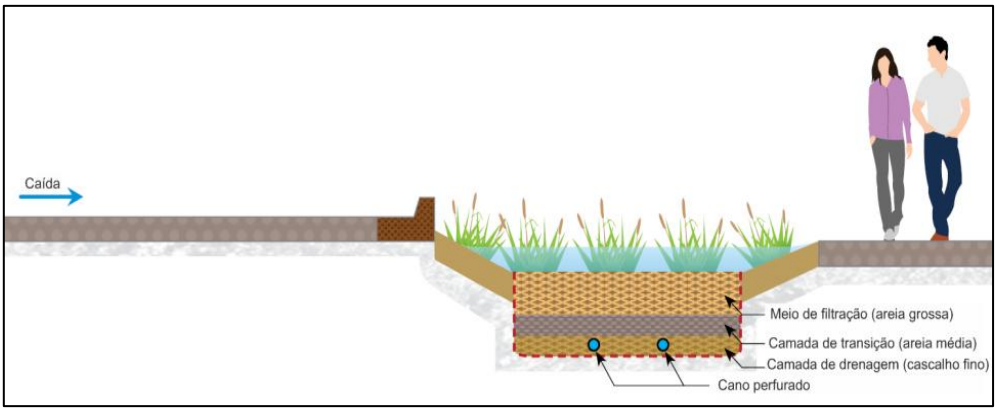
• Biovaleta

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 pluviais.

As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento

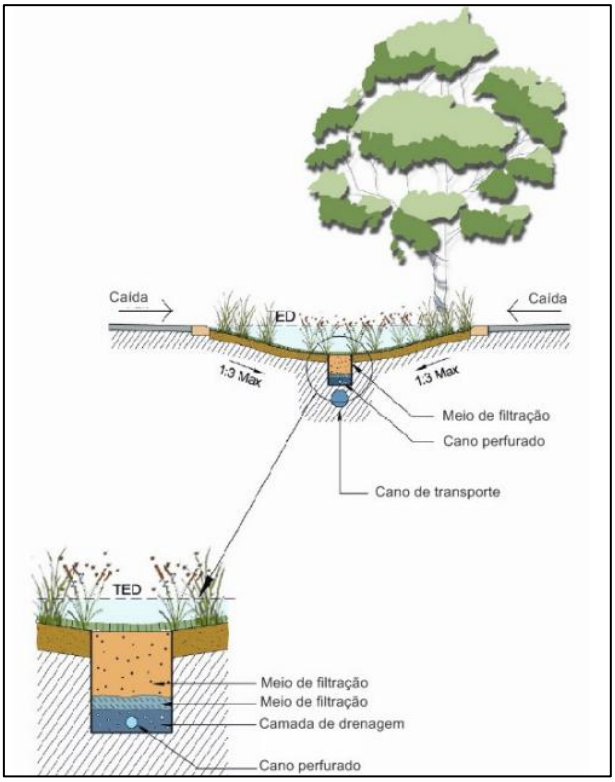
das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 129 - Seção típica de valas de biorretenção.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Figura 130 - Exemplo de Biovaletas.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

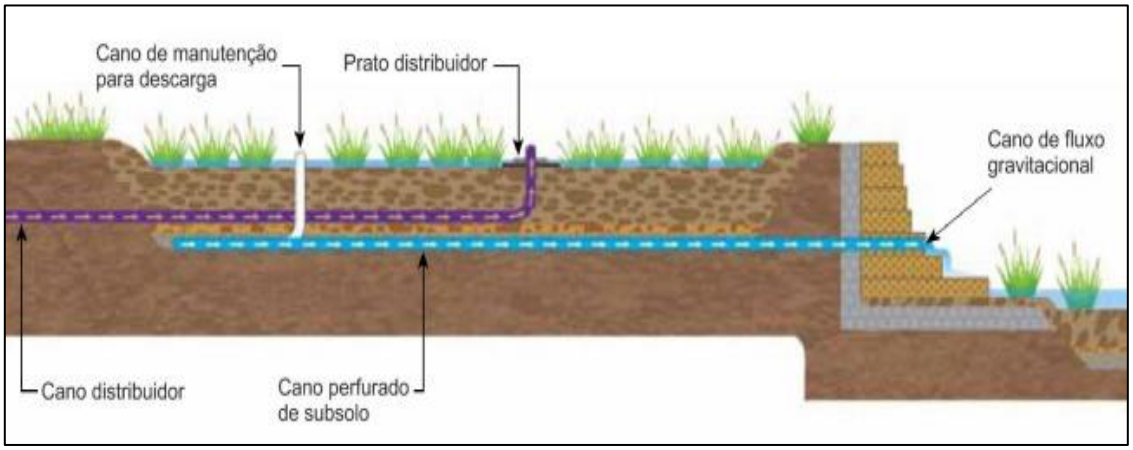
Portanto, as biovaletas são uma alternativa que pode se tornar viável em cenários futuros, sendo precedido de um estudo que vise o levantamento da localização das áreas onde seja realmente necessária essa intervenção. A

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.

• Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

Figura 131 - Exemplo de Biótopos.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

VI. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar à de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao

curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

Figura 132 - Exemplo de Caixa de Expansão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

VII. Diques

Diques são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

Figura 133 - Exemplos de Diques.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

VIII. 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 colmatação 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 re-aterrada. 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 geotêxtis entre a base e o pavimento;
- Poços de Infiltração: medida de detenção 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.

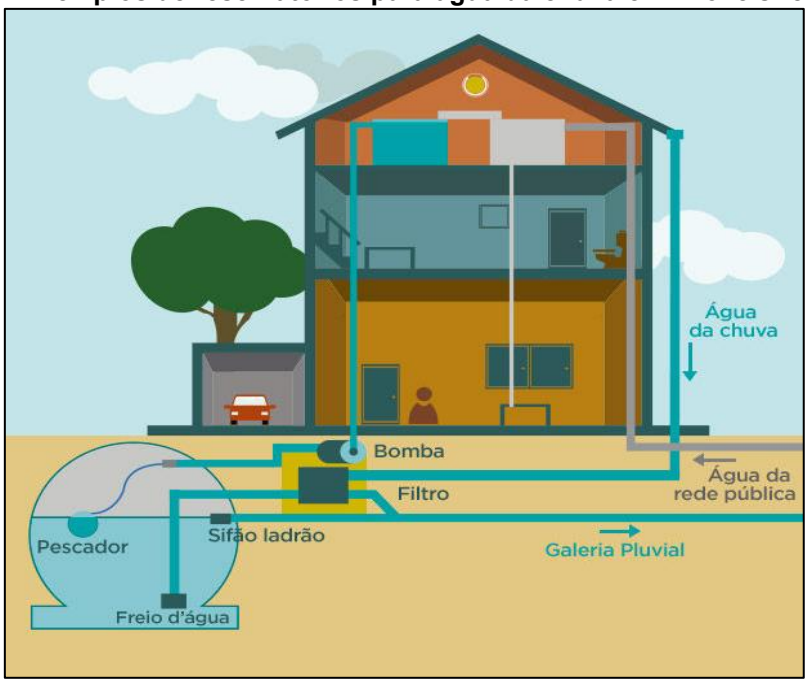
Figura 134 - Exemplos de Controle nas Fontes.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, deve-se criar uma lei no município 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 135 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais.



Fonte: Garcia Barreto Consultoria, 2019.

3.4.2. 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.

I. 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 por empresas 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 feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, 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.

II. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana central de São Pedro, 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.

III. 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 que se refere ao município de São Pedro, 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.

IV. 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 detenção 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, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m^2 (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, consequentemente, 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.

Baseado nas experiências de Asce (1992) e Apud Porto (1995), faz-se necessário 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 dez 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 m^2, seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m^3.

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 detenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m^2 onde o proprietário impermeabilize 450 m^2, ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

$V_{caixa\ de\ retenção}\ (m^3) = (0{,}65 \times A_{lote} \times 0{,}010) + (0{,}25 \times A_{lote} \times 0{,}087)$

$V_{caixa\ de\ retenção}\ (m^3) = (0{,}65 \times 500 \times 0{,}010) + (0{,}25 \times 500 \times 0{,}087)$

$V_{caixa\ de\ retenção}\ (m^3) = (3{,}25) + (10{,}875)$

$V_{caixa\ de\ retenção} = 14{,}13 m^3$

V. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal.

A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para os assuntos relacionados a drenagem urbana são:

- O ciclo da água;
- O conceito de bacia hidrográfica;
- Escoamento superficial;
- Impactos da urbanização no escoamento superficial;
- Importância dos canais naturais de drenagem;
- Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d'água;
- O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;
- A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;
- Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;
- Captação e utilização de águas pluviais.

VI. Estratégias para Captação e Armazenamento de Água de Chuva

Nos últimos anos, os efeitos das mudanças climáticas têm se intensificado em todo o território brasileiro, manifestando-se em eventos extremos como chuvas intensas, enxurradas e longos períodos de estiagem. Esses fenômenos têm ampliado a vulnerabilidade das cidades, exigindo novas estratégias de gestão da drenagem urbana baseadas em resiliência e adaptação. Nesse contexto, a adoção de soluções para coleta, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais em São Pedro constitui uma medida essencial para mitigar os impactos desses possíveis eventos e promover a sustentabilidade hídrica local.

Recomenda-se a implantação de sistemas descentralizados de captação e retenção de águas de chuva, como cisternas, reservatórios de detenção e tanques modulares subterrâneos, que contribuem para reduzir o escoamento superficial e permitir o reuso da água para fins não potáveis, como irrigação e limpeza urbana. Complementarmente, devem ser priorizadas infraestruturas verdes e soluções baseadas na natureza — a exemplo de jardins de chuva, pavimentos permeáveis, bacias e poços de infiltração, parques inundáveis e wetlands construídos — que favorecem a infiltração da água, o controle dos picos de vazão e a melhoria da qualidade das águas pluviais.

Essas medidas integram uma abordagem de drenagem sustentável e adaptativa, alinhada às diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 – Água potável e saneamento, 11 – Cidades e comunidades sustentáveis e 13 – Ação contra a mudança global do clima). A implementação gradual dessas soluções permitirá que São Pedro reduza os riscos de inundações e alagamentos, fortaleça sua capacidade de adaptação às mudanças climáticas e garanta maior segurança hídrica e qualidade de vida à população urbana e rural. A tabela a seguir apresenta uma síntese das alternativas que o município pode buscar.

Tabela 71 - soluções em captação e armazenamento de água de chuva.

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA		
Tipo de solução	**Descrição técnica**	**Aplicação típica**
Cisternas	Reservatórios de pequeno ou médio porte para armazenamento de água de chuva coletada de telhados, geralmente com sistema de filtragem e descarte das primeiras águas. Podem ser enterradas ou elevadas.	Escolas, prédios públicos, residências, áreas rurais e comunitárias.
Tanques ou reservatórios de detenção	Estruturas maiores (geralmente subterrâneas) que armazenam temporariamente a água de chuva, liberando-a lentamente para o sistema de drenagem.	Condomínios, parques e áreas urbanas de maior porte.
Reservatórios de retenção (“piscinões”)	Estruturas de grande porte para contenção de cheias, podendo ser integradas a áreas verdes ou parques.	Áreas sujeitas a alagamentos.
Sistemas modulares de armazenamento pluvial	Caixas de infiltração ou módulos plásticos intertravados que formam reservatórios subterrâneos de alta capacidade.	Estacionamentos, pátios industriais, áreas impermeabilizadas.
INFILTRAÇÃO E CONTROLE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL		
Tipo de solução	**Descrição técnica**	**Aplicação típica**
Pavimentos permeáveis	Blocos de concreto vazados, pisos drenantes ou asfalto poroso que permitem a infiltração da água no solo.	Estacionamentos, calçadas, vias locais.

Valas de infiltração e trincheiras drenantes	Estruturas lineares com material granular (brita) que recebem água de chuva e promovem infiltração.	Margens de vias e loteamentos.
Jardins de chuva	Canteiros vegetados em depressão, que retêm e filtram a água pluvial local.	Praças, áreas públicas e residenciais.
Bacias de infiltração	Áreas escavadas que acumulam temporariamente a água de chuva para infiltração.	Áreas verdes e margens de rios urbanos.
Poços de infiltração	Estruturas verticais que permitem a penetração direta da água de chuva no solo.	Áreas com espaço limitado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

Figura 136 - Cisterna para armazenamento de água da chuva.



Fonte: Casalógica, 2025.

Figura 137 - Tanque de detenção de água de chuva.



Fonte: Torri Engenharia

Figura 138 - Sistemas modulares de armazenamento pluvial.



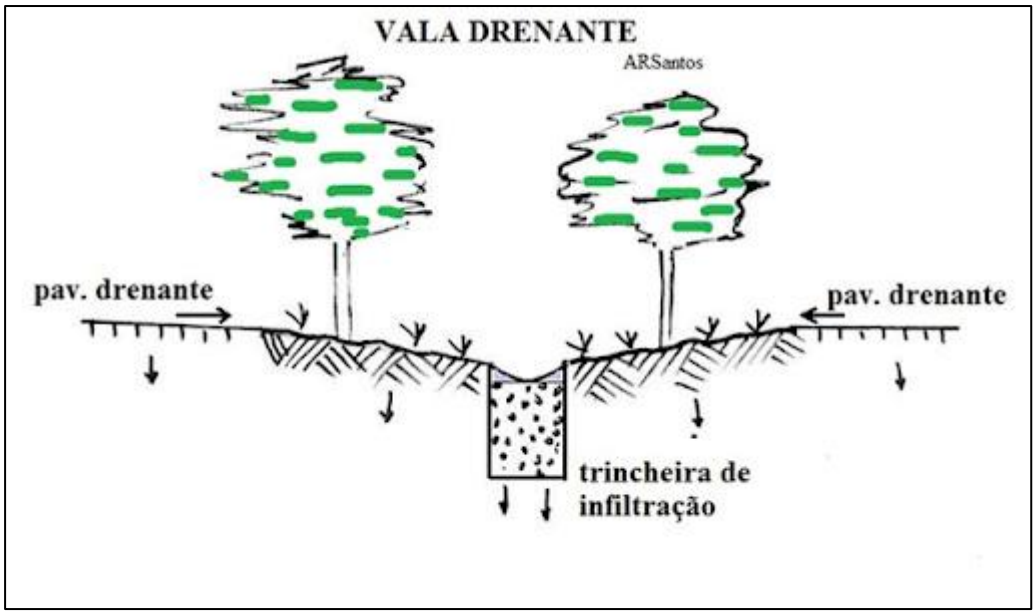
Fonte: Greening Solution, 2025.

Figura 139 - Pavimentos permeáveis.



Fonte: Portal AEC, 2025.

Figura 140 - Vala de infiltração drenante.



Fonte: ARS Geologia.

Figura 141 - Jardins de chuva.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2025.

Figura 142 - Bacia e poço de infiltração.



Fonte: Prefeitura Itatiba, 2025.

VII. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, 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 cobrimento 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.

As precauções para evitar as enchentes devem ser mantidas e implementadas outras ações cabíveis para impedir o acontecimento deste evento desastroso, como a educação ambiental em relação aos resíduos dispostos em vias públicas, sendo este um dos principais fatores que levam as enchentes. Nesse sentido, é viável manter a recomendação do seguro enchente para cenários futuros, considerando a projeção populacional e o ordenamento territorial.

VIII. Sistema de Alerta e Previsão de Inundações

O monitoramento em tempo real poderá propiciar para o Município de São Pedro 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:

- 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;
- Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;
- Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta à população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há Três 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.

Considerando as características topográficas e hidrológicas do município de São Pedro, é viável e recomendável a instalação de sistemas de alertas. As condições acidentadas do terreno, aliadas aos regimes de chuvas e a presença de cursos d'água em áreas de influência urbana, justificam a implementação de medidas para monitoramento e prevenção de desastres naturais.

A instalação de sistemas de alerta, como estações fluviométricas, pode auxiliar na detecção precoce de riscos de alagamentos e inundações, proporcionando maior segurança à população e permitindo ações de resposta mais rápidas e eficazes. Abaixo segue um exemplo de estação fluviométrica.

Figura 143 - Exemplo de estação Fluviométrica Automática.



Fonte: Imagem de divulgação – Sigma Sensors.

IX. 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 carreadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e dispositivos e uma equipe constituída de colaboradores para efetuarem a limpeza de bueiros e trabalho de capina, além dos 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.

Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto

De acordo com as informações obtidas durante a visita técnica, em São Pedro não há um programa estruturado de fiscalização do despejo irregular de esgoto nas redes de drenagem, portanto, com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem da rede, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos nesses dispositivos. 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.

4. OBJETIVOS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no Diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

4.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA

Os cenários de evolução do sistema de abastecimento de água de São Pedro, parte integrante do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), são projetados para assegurar a eficiência e sustentabilidade dos serviços no longo prazo.

Apesar de o abastecimento de água no município ser executado de forma satisfatória pelo SAAESP, o plano propõe adequações na rede de distribuição e

na ampliação do número de ligações para acompanhar o crescimento populacional.

Outra ação relevante é a implementação de medidas para reduzir as perdas de água durante a distribuição. Isso inclui melhorias na infraestrutura, como a substituição de tubulações antigas e a implementação de sistemas de monitoramento e controle de vazamentos, que são essenciais para aumentar a eficiência do sistema e garantir um abastecimento mais sustentável.

4.1.1. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de São Pedro foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob a ótica macro como micro de análise, fluindo em uma 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 de São Pedro.

Vale ressaltar que, os objetivos que serão propostos neste estudo, serão adotadas novas metas estabelecidas para o SAA de São Pedro. Isso se faz necessário, uma vez que os projetos delineados no plano de 2014 não refletem mais a realidade atual do município, exigindo uma reavaliação e atualização das diretrizes para atender às demandas contemporâneas de forma adequada.

I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

O primeiro objetivo proposto é a implementação de um programa de educação ambiental voltado para o sistema de abastecimento de água e sua importância. Embora muitas escolas públicas já abordem temas como o uso consciente da água e a preservação da qualidade, este projeto expandirá seu alcance para incluir também a população adulta, promovendo a conscientização sobre o desperdício e a relevância de manter os recursos hídricos limpos e acessíveis para toda a comunidade.

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as 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 72 - Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**				
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**				
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental para crianças, jovens ou adultos em São Pedro relacionado as questões hídricas. Se faz necessária então, a adoção de práticas que estabeleçam programas como este voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, histórico do macromedidor histórico do consumo de energia elétrica no sistema do SAA e qualidade da água de rios e córregos da região.				
METAS						
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Programa de Educação Ambiental voltado para evitar o desperdício de água, métodos de reuso, preservação de rios, córregos e nascentes.		2) Manter o programa de Educação Ambiental.		3) Manter o programa de Educação Ambiental.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R$)						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
1.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de promover o uso racional da água e evitar seu desperdício e promover as boas práticas sanitárias para o seu uso.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
1.1.2	Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área rural e urbana).	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 100.000,00**	**R$ 80.000,00**	**R$ 240.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 420.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

II. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana

O sistema de abastecimento de água em São Pedro, operado pelo SAAESP, de acordo com informações obtidas, atende a totalidade da população urbana do município, além de uma grande parcela de propriedades em áreas rurais.

Com base nos Cenários de Evolução populacional, a projeção para São Pedro sugere um considerável aumento no número de habitantes, o que demanda ajustes na infraestrutura de abastecimento para garantir o atendimento adequado à demanda futura, como já vem sendo feito no município.

Ademais, um dos pontos críticos do sistema, identificado e apresentado na etapa de diagnóstico, é acerca do alto volume de perdas hídricas na distribuição, cujo índice de perdas totais de água na distribuição, segundo dados do SINISA, é de 51,53%, referente ao ano de 2023.

Além das projeções e adequações no sistema, as ações aqui propostas também irão contemplar uma série de projetos, já orçados pelo SAAESP, em parceria com as empresas que fizeram o levantamento, acerca do projeto básico de captação no manancial Araquá,

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, com as suas metas de imediato, 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 73 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**					
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA**					
FUNDAMENTAÇÃO		Diante do cenário de crescimento populacional projetado para o município de São Pedro, torna-se essencial o aprimoramento contínuo da infraestrutura do sistema de abastecimento de água, de modo a garantir sua capacidade de atender de forma adequada à demanda futura. Apesar da cobertura atual ser satisfatória na zona urbana, persistem desafios relevantes, como o elevado índice de perdas hídricas na distribuição, que compromete a eficiência do sistema. Assim, as ações propostas buscam não apenas ampliar a capacidade operacional do sistema, mas também promover maior controle e redução das perdas, assegurando o uso racional dos recursos hídricos e a sustentabilidade do serviço ao longo do tempo.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.					
METAS							
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**			**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Adequar a rede de distribuição na área urbana para manter o atendimento de 100% da população; 2) Reduzir perdas do SAA;		3) Manter o abastecimento de água tratada para toda população;			4) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R$)							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
1.2.1	Realização de estudo para captação em fontes alternativas, com o objetivo de ampliar a disponibilidade hídrica e garantir a continuidade do abastecimento em períodos de estiagem.	-			RP - FPU	-	
1.2.2	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 8,02 Km.	R$ 375.910,20			RP – FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m	
1.2.3	Realizar 603 novas ligações na área urbana	R$ 100.098,00			RP – FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig	

1.2.4	Contratação de equipe para geofanamento da rede em São Pedro para identificação de vazamentos invisíveis na tubulação de água, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R$ 38.601,00			RP – FPU	3,00 / Lig
1.2.5	Contratação de serviços e reparos na rede de água no município apontados no geofanamento, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R$ 38.601,00			RP – FPU	3,00 / Lig
1.2.6	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 8,02 Km.		R$ 375.910,20		RP - FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m
1.2.7	Realizar 603 novas ligações na área urbana		R$ 100.098,00		RP – FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig
1.2.8	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 32,1 Km.			R$ 1.503.640,80	RP – FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m
1.2.9	Realizar 2.412 novas ligações de água na área urbana.			R$ 400.392,00	RP – FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig
1.2.10	Projeto Básico da Adutora de Água Bruta.	R$ 11.461.421,27			RP – FPU	Orçamento PROESPLAN Engenharia / SAAESP
1.2.11	Projeto Básico do Sistema de Captação de Água Bruta no Manancial Araquá.	R$ 499.702,96			RP – FPU	Orçamento PROESPLAN Engenharia / SAAESP
1.2.12	Projeto de tratamento do lodo por desidratação na ETA02.	R$ 5.722.265,91			RP - FPU	Orçamento STS Engenharia/SAAESP
1.2.13	Implantação de 05 novos poços de abastecimento para a área urbana.	R$ 150.000,00	R$ 100.000,00		RP - FPU	Custo estimado de R$ 50.000,00 por poço
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 18.386.600,34**	**R$ 576.008,20**	**R$ 1.904.032,80**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 20.866.641,34**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

4.1.2. Análise Econômica – SAA

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

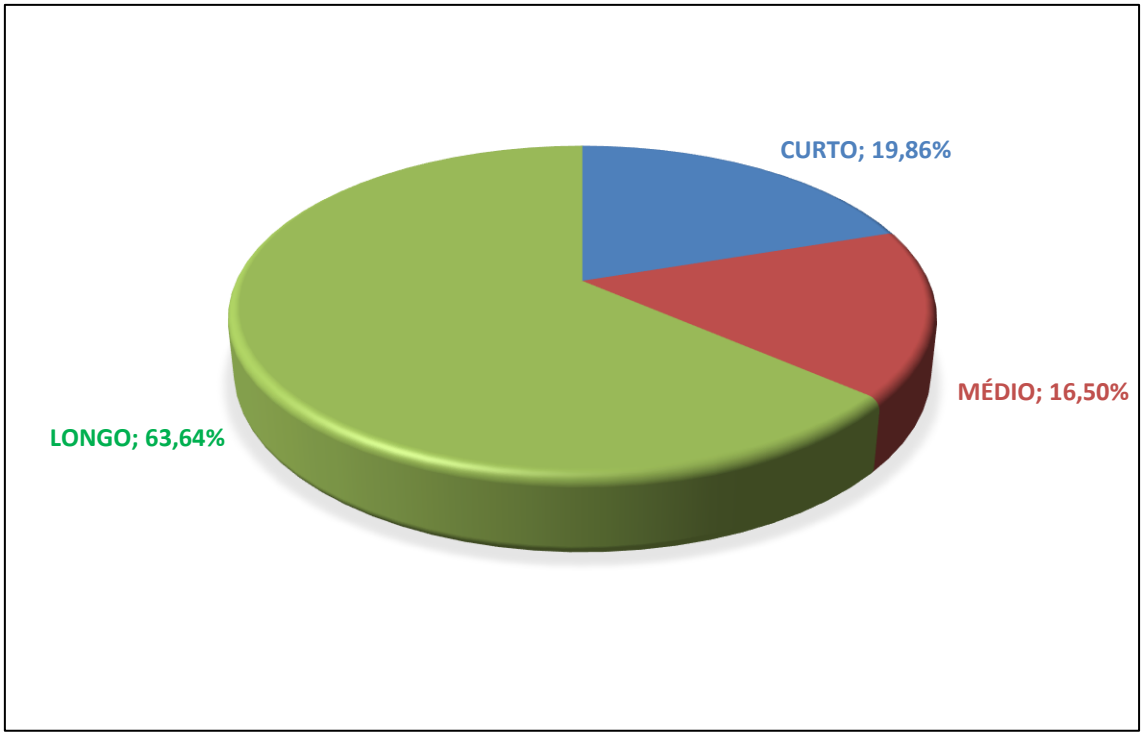
Tabela 74 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**1**	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**			
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
IMPLEMENTAÇÃO E MANUTENÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL		R$ 100.000,00	R$ 80.000,00	R$ 240.000,00	R$ 420.000,00
AMPLIAR E APRIMORAR O SAA NA ZONA URBANA		R$ 18.386.600,34	R$ 576.008,20	R$ 1.904.032,80	R$ 20.866.641,34
TOTAL		**R$ 18.486.600,34**	**R$ 656.008,20**	**R$ 2.144.032,80**	**R$ 21.286.641,34**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A figura abaixo demonstra a porcentagem de investimentos a serem realizados por prazo de execução.

Gráfico 8 - Gráfico de despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

4.2. Sistema de Esgotamento Sanitário – SES

Conforme apresentado no diagnóstico, o município de São Pedro conta com uma infraestrutura composta por duas Estações de Tratamento de Esgoto, operadas pelo SAAESP, sendo a ETE do bairro Horto Florestal e a ETE Samambaia, localizada no bairro Vale do Sol.

Acerca dos índices de coleta e tratamento de esgoto, segundo informações do próprio SAAESP, 100% do efluente que é coletado por redes de esgotamento passa pelo processo de tratamento nas ETEs. Já segundo dados do SINISA, 95,57% da população urbana é atendida pela rede coletora de esgoto.

Vale destacar que, conforme notícia divulgada pelo SAAESP em maio de 2025, foi contratada a elaboração do projeto executivo para a implantação de redes coletoras e do sistema de afastamento de esgoto nos bairros Altos do Botânico, Campos do Botânico, Botânico Mil e Botânico Dois Mil. Essas localidades, embora inseridas na área urbana de São Pedro, ainda não contavam com infraestrutura de coleta de esgoto. A intervenção tem como objetivo atender aproximadamente 1.500 habitantes, com destinação do efluente à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Horto.

Diante desse cenário, este prognóstico visa detalhar o volume atual de esgoto gerado pela população, a carga orgânica associada e as medidas necessárias para melhorar a eficiência do sistema de esgotamento sanitário.

Nos capítulos a seguir, serão abordadas as projeções e as ações propostas para o aprimoramento da situação atual e a preparação para futuras demandas, visando elevar os índices de cobertura e tratamento de esgoto em São Pedro de maneira sustentável e eficiente.

4.2.1. 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 São Pedro 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 de São Pedro.

I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as 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 75 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**				
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**				
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental para crianças, jovens ou adultos no município relacionado as questões do esgotamento sanitário. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam programas como este voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, histórico do macromedidor, histórico do consumo de energia elétrica no sistema do SES e qualidade da água de rios e córregos da região.				
METAS						
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Programa de Educação Ambiental voltado para a importância sanitária da coleta e tratamento de esgoto para a preservação de rios, córregos e nascentes.		2) Manter o programa de Educação Ambiental.		3) Manter o programa de Educação Ambiental.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R$)						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
2.1.2	Implementar projeto de educação ambiental com a temática de aplicação de tecnologias sociais do saneamento rural.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP - FPU	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 100.000,00**	**R$ 80.000,00**	**R$ 240.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 420.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

II. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Urbanos de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, com as 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 76 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**				
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**				
FUNDAMENTAÇÃO		Apesar da expressiva cobertura do sistema urbano de esgotamento sanitário em São Pedro, que atualmente atende cerca de 95,57% da população urbana com redes coletoras e possui 100% do esgoto coletado tratado, conforme informações do SAAESP, ainda há a necessidade de ampliação do sistema. O objetivo de ampliar e aprimorar o sistema urbano de esgotamento sanitário visa atender a parcela da população urbana que ainda não possui acesso à coleta, além de garantir que o sistema acompanhe o crescimento populacional projetado para os próximos 20 anos.				
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 PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 9 A 20 ANOS**		
. 1) Atingir 100% da coleta de esgoto nas áreas abrangidas no contrato de concessão.		2) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos.		3) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos para a população futura.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
2.2.1	Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,29Km.	R$ 691.900,00			RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R$110,00/m
2.2.2	Realizar mais 602 ligações de esgoto na área urbana.	R$ 58.996,00			RP - FPU FPR	2,51hab/lig / R$98,00/lig

2.2.3	Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,29Km.		R$ 691.900,00		RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R$110,00/m
2.2.4	Realizar mais 602 ligações de esgoto na área urbana.		R$ 58.996,00		RP - FPU FPR	2,51hab/lig / R$98,00/lig
2.2.5	Ampliar a rede coletora na área urbana em 25,16Km.			R$ 2.767.600,00	RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R$110,00/m
2.2.6	Realizar mais 2.409 ligações de esgoto na área urbana.			R$ 236.082,00	RP - FPU FPR	2,51hab/lig / R$98,00/lig
2.2.7	Implantação de rede coletora nos bairros Altos do Botânico, Campos do Botânico, Botânico 1.000 e Botânico 2.000. (População atendida: 1.500 habitantes)	R$ 4.230.225,77			RP – FPU - FPR	Empresa contratada
2.2.8	Implantação de rede coletora nos bairros Nova São Pedro I, Nova São Pedro II, Chácaras do Mirante e Chácaras ABC (População atendida: 4.050 habitantes)	R$ 3.000.000,00	R$ 3.000.000,00		RP – FPU - FPR	Estimativa Empresa contratada
2.2.9	Projeto de Implantação da fase 03 da ETE Samambaia.	R$ 20.698.149,97			RP - FPU	Orçamento FEHIDRO/RHS Engenharia
2.2.10	Implantação do processo de tratamento biológico de remoção de nutrientes na ETE Samambaia.	R$ 10.000.000,00				Custo estimado de projeto de remoção biológica de nutrientes a partir de configurações do tipo A^2/O ou Bardenpho para estações de médio porte.

TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	**R$ 38.679.271,74**	**R$ 3.750.896,00**	**R$ 3.003.682,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 45.433.849,74**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

4.2.2. Análise Econômica – SES

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 77 - Análise de investimento de esgotamento sanitário.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
OBJETIVOS		**PRAZOS**			**TOTAL GERAL**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
IMPLANTAR O PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMB IENTAL SOBRE A TEMÁTICA ESGOTAMENTO SANITÁRIO.		R$ 100.000,00	R$ 80.000,00	R$ 240.000,00	**R$ 420.000,00**
AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		R$ 38.679.271,74	R$ 3.750.896,00	R$ 3.003.682,00	**R$ 45.433.849,74**
TOTAL GERAL		**R$ 38.779.271,74**	**R$ 3.830.896,00**	**R$ 3.243.682,00**	**R$ 45.853.849,74**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O gráfico abaixo ilustra a porcentagem de investimentos a serem realizados por prazo de execução.

Gráfico 9 - Investimentos por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

4.3. Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

4.3.1. 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 São Pedro 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 São Pedro.

I. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.

Tabela 78 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
OBJETIVO	1	IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão, melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada é sinônimo de rios e córregos limpos, separação de seus resíduos dentro da sua casa, da sua escola, do seu trabalho ou do seu local de lazer, ruas e avenidas limpas e principalmente, cobrar uns dos outros e do Poder Público para manter locais limpos e arborizados. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental, seja para crianças, jovens ou adultos em São Pedro. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam no município programas como este, voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Lei n° 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, entrevistas com garis sobre a diminuição ou não de resíduos em vias públicas, número de terrenos baldios com acúmulo de resíduos, controle de recebimento de embalagens de agrotóxicos, qualidade da água de rios e córregos da região e controle de resíduos da logística reversa e RSS.

METAS

CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Programa de Educação Ambiental voltado para a reciclagem, resíduos orgânicos, coleta seletiva, logística reversa, vias públicas limpas, rios e córregos limpos, terrenos baldios limpos.	2) Manter o Programa de Educação Ambiental.	3) Manter o Programa de Educação Ambiental.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIAL DE CÁLCULO
3.1.1	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente em vias públicas, terrenos baldios e rios e córregos.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.2	Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e aos produtores rurais referente a embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

3.1.3	Implementar projeto de Educação Ambiental sobre coleta seletiva a fim de sensibilizar os geradores para a correta segregação na fonte dos resíduos recicláveis	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.4	Implementar projeto de Educação Ambiental junto aos geradores para melhorar o controle e garantir a correta destinação dos resíduos da logística reversa.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 200.000,00**	**R$ 160.000,00**	**R$ 480.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 840.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

II. Objetivo 2 – Manutenção da Coleta Convencional e Destinação Final

São Pedro realiza a coleta convencional de resíduos sólidos porta a porta tanto nas áreas urbanas quanto rurais, seguindo um contrato específico para a execução dos serviços. A operação é conduzida com veículos apropriados, garantindo que os resíduos sejam transportados e destinados de forma adequada ao aterro sanitário localizado no município de Rio das Pedras. Diante disso, o objetivo proposto é manter e aprimorar a coleta e destinação final dos resíduos, ajustando conforme necessário para atender ao crescimento populacional projetado.

O cálculo das necessidades de manutenção e aprimoramento dos serviços será baseado nos custos reportados ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), além da quantidade total de resíduos gerados no último ano, garantindo a continuidade e a eficiência do sistema de manejo de resíduos ao longo do horizonte de planejamento.

Tabela 79 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
OBJETIVO	2	MANUTENÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL E DESTINAÇÃO FINAL
FUNDAMENTAÇÃO		O município de São Pedro atualmente realiza a coleta convencional porta a porta para os bairros, tanto rurais quanto da sede, a partir de uma equipe municipal própria, sendo apenas o transporte da área de transbordo até o aterro em Rio das Pedras feito por empresa terceirizada (Amplitec). Os veículos utilizados para a coleta são apropriados para realização dos serviços. Desta forma, apesar do sistema de coleta convencional acontecer de maneira correta, deve-se buscar atender aos princípios contidos da Lei n° 12.305/2010 e na Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, por meio de adequações periódicas na coleta de RDO visando manter a universalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos para o horizonte de projeto de 20 anos. A destinação também é feita a partir de contrato com empresa privada, onde os materiais são transportados para o Aterro Sanitário de Rio das Pedras.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Custo unitário da coleta de geração per capita de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido. Custo por tonelada da geração e destinação somadas.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Manter 100% da coleta convencional de RDO.	3) Reduzir em 20% a geração per capita de RDO. 4) Manter a coleta convencional de RDO.	5) Reduzir em 30% a geração per capita de RDO. 6) Manter a coleta convencional de RDO.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIAL DE CÁLCULO
3.2.1	Manter a coleta convencional e destinação final de RDO.	-	-	-	FPU – FPR	Geração anual x Custo da coleta e destinação previsto em contrato (valor unitário da tonelada de 2023)
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, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

III. Objetivo 3 – Implantação e Manutenção da Coleta Seletiva de Recicláveis

Em São Pedro, já há a presença de um sistema estruturado para a coleta seletiva de resíduos recicláveis, entretanto o mesmo não atende a totalidade da população urbana, o que representa uma oportunidade significativa para melhorar a gestão de resíduos sólidos no município.

A implantação desse serviço será voltada para a criação e implementação de um roteiro de coleta seletiva, abrangendo tanto a divulgação das rotas quanto a conscientização da população sobre a importância da separação dos materiais recicláveis.

Além disso, será promovida a formação de uma cooperativa ou associação destinada à triagem e comercialização desses resíduos no próprio município de São Pedro, visando fortalecer a cadeia de reciclagem e proporcionar benefícios socioeconômicos para a comunidade, ressaltando que as cooperativas envolvidas na gestão dos recicláveis são de origem de Piracicaba/SP.

A coleta seletiva é fundamental não apenas por seu potencial de geração de renda para os envolvidos no processo de reciclagem, mas também por contribuir para a redução significativa do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário, prolongando sua vida útil e diminuindo os impactos ambientais.

Esta ação, portanto, visa integrar diversas iniciativas que envolvem desde a coleta e triagem até a venda dos materiais recicláveis, promovendo um ciclo sustentável e eficiente de gestão de resíduos no município.

Tabela 80 - Tabela Síntese do Objetivo 3.

SETOR 3		MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
		RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA
OBJETIVO	3	IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA COLETA SELETIVA DE RECICLÁVEIS
FUNDAMENTAÇÃO		A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem. Em São Pedro, conforme mencionado na etapa de diagnóstico, não há execução da coleta seletiva de materiais recicláveis de forma universalizada, atendendo apenas uma pequena porção da população urbana do município, se tornando necessário a busca pela melhoria e manutenção desta vertente, com a criação de cooperativas de cunho municipal.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada para a destinação final. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 12 ANOS
1) Implantação de PEVs na sede municipal e nos bairros rurais; 2) Aquisição de Caminhão F4000; 3) Criação, divulgação e execução da Coleta Seletiva.	4) Manter a coleta seletiva.	5) Manter a coleta seletiva.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1	Programa de cadastro e capacitação de catadores.	R$ 124.800,00	-	-	AA - RP	2 Estagiários R$1.300,00 cada (curto), ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.2	Aquisição de Caminhão F4000 e 3 caçambas estacionárias.	R$ 126.981,00			RP - FPR - FPR	Tabela FIPE Preço de Ford F-4000 4x4 2015 = R$ 125.481,00

3.3	Criação, divulgação e início da rota de coleta de recicláveis no Distrito Sede e nos demais bairros rurais	-			RP - FPR - FPR	-
3.4	Fomentar a criação de associação ou cooperativa no município de São Pedro	R$ 500.000,00				Custo estimado para obtenção de prensa, esteira, balança industrial e infraestrutura adequada
3.5	Instalação de mais 7 PEVs para recicláveis na Sede Municipal.	R$ 35.000,00			RP- FPU - FPR	R$5.000,00 o valor de um PEV em alvenaria (dimensões 1,5x,1,5x1,5) x 7 PEVs
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 786.781,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 786.781,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

IV. Objetivo 4 – Implantar a Gestão dos Resíduos Orgânicos

O município de São Pedro atualmente não possui políticas específicas na gestão dos resíduos orgânicos, sendo os mesmos destinados juntamente com os resíduos da coleta convencional, diminuindo a vida útil do aterro em questão utilizado e do volume de resíduos encaminhados para a destinação final. A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.

Tabela 81 - Tabela Síntese do Objetivo 4.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
OBJETIVO	4	IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente não há ações direcionadas a gestão dos resíduos orgânicos em São Pedro, os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional para o Aterro sanitário em Rio das Pedras. Ressalta-se, que a Lei n° 12.305/2010 - PNRS, prevê dentre outras ações a implementação de práticas voltadas ao reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos gerados nas atividades urbanas. A mesma lei também obriga os usuários do sistema a apresentarem os resíduos orgânicos segregados dos demais resíduos para coleta, aumentando assim a vida útil do local de destinação.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Fração orgânica dos RDO coletados, grandes geradores cadastrados e produção de composto.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos. 2) Aquisição de um veículo apropriado para a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos. 3) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos. 4) Implementar o projeto piloto de horta e viveiro de mudas junto à central de compostagem	5) Iniciar para 50% da população urbana a coleta diferenciada de resíduos orgânicos. 6) Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.	7) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada para os resíduos orgânicos. 8) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana. 9) Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMORIAL DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.4.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: hotéis, restaurantes, escolas, mercados, feiras etc.	R$ 15.600,00			RP - AA	Salário estagiário x 12 meses
3.4.2	Aquisição de Caminhão baú para a coleta de orgânicos.	R$ 210.000,00			RP - FPU - FPR	Média de preço do caminhão baú
3.4.3	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R$ 15.600,00			RP - AA	1 Estagiário R$1300,00 x 12 meses, ação administrativa para

						manutenção a médio e longo prazo
3.4.4	Instituir CTRO em terreno ambientalmente adequado (obras civis necessárias), equipado com cobertura, vedação e sistema de captação dos líquidos, bomba de recirculação de líquidos, ferramentas. EPI´s para 5 trabalhadores.	R$ 301.000,00			RP - FPU - FPR	Adequação do terreno + equipamentos + maquinário + manutenção
3.4.5	Implementar e manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.	R$ 61.400,00	R$ 26.400,00	R$ 79.200,00	RP - FPU - FPR	R$5000,00 implantação da horta + R$1600,00/ano operação + R$30000,00 implantação do viveiro + R$5000,00/ano operação
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 1.207.200,00**	**R$ 26.400,00**	**R$ 79.200,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.312.800,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

V. Objetivo 5 – Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris

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 - Tabela Síntese do Objetivo 6.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**5**	**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Em São Pedro, não há controle da geração e destinação desses resíduos, o que demanda maior fiscalização e conscientização dos geradores de modo a evitar seu descarte incorreto e o comprometimento da qualidade dos compartimentos ambientais.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda. Controle de destinação final adequada emitido pelo INPEV.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**			**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Mapear os grandes geradores. 2) Implantar o controle de recebimento das embalagens vazias nos pontos de venda. 3) Firmar parceria com o INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.		4) Atingir o descarte correto de 50% das embalagens de agrotóxico comercializadas.			5) Atingir o descarte correto de 100% das embalagens de agrotóxico comercializadas.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.5.1	Mapear os grandes geradores.	R$ 18.000,00	-	-	RP - AA	1 Estagiário R$1500,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo	
3.5.2	Implantar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda.	R$ 403.200,00	R$ 432.000,00	R$ 1.425.600,00	RP - FPU	salário 3 fiscais * anos	
3.5.3	Iniciar parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	-	-	-	AA		
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 421.200,00**	**R$ 432.000,00**	**R$ 1.425.600,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 2.278.800,00**	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

VI. Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa

O diagnóstico da gestão de resíduos sólidos em São Pedro revelou que, até o momento, o município conta com algumas iniciativas voltadas para a logística reversa de pneus, realizada em 2024, bem como pontos de entrega voluntária de lâmpadas inservíveis e pilhas. No entanto, para aprimorar a gestão dos resíduos sujeitos à logística reversa, o plano propõe não apenas a continuidade dessas ações, mas também a expansão para incluir a coleta de eletroeletrônicos inservíveis, visando o descarte adequado e a recuperação de materiais.

Além disso, será recomendado a criação de um cadastro específico por tipologia de resíduos, o que permitirá um controle mais eficiente sobre os materiais sujeitos à logística reversa.

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 realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 83 - Tabela Síntese do Objetivo 6.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
OBJETIVO	6	FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de São Pedro não há o controle total da quantidade gerada de resíduos de logística reversa, exceto aqueles materiais entregues de forma voluntária pela população em pontos específicos como pilhas, baterias e pneus inservíveis. Faz-se necessário a implantação de programas responsáveis por realizar essa quantificação e aprimorar os existentes. Além de promover a correta coleta e destinação de tais resíduos, principalmente de eletroeletrônicos de maior volume, que atualmente acabam por serem manipulados por empresas de reciclagem informais (sucateiros), sem controle ambiental.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Coletar e destinar corretamente 30% dos Resíduos da Logística Reversa aumentando o número de PEVs. 2) Fortalecer a fiscalização. 3) Buscar solução para a destinação final dos resíduos de logística reversa obrigatória. 4) Manter o programa de logística reversa obrigatória.	5) Coletar e destinar corretamente 50% dos Resíduos da Logística Reversa 6) Manter o programa de logística reversa obrigatória.	7) Coletar e destinar corretamente 100% dos Resíduos da Logística Reversa 8) Manter o programa de logística reversa obrigatória.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIAL DE CÁLCULO
3.6.1	Aumentar os PEV destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R$ 56.000,00			RP – FPU – FPR	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de PEVs necessário.
3.6.2	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes etc.) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.	R$ 75.000,00			RP - AA	Custo estimado
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 131.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**		**R$ 131.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

VII. Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS

A gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) em São Pedro é realizada de maneira adequada, com a coleta e destinação sendo executadas por uma empresa privada especializada, a Biotrans Soluções Ambientais. Os resíduos são armazenados de maneira adequada e com a devida sinalização em 10 estabelecimentos de saúde, sendo nove UBS e uma farmácia central.

O custo estimado para a manutenção dos serviços foi baseado no Processo Administrativo nº 2.608/2019, cujo valor anual foi de R$ 66.240,00, sendo aplicada também a correção monetária ao longo dos anos.

O objetivo é assegurar a manutenção e o aprimoramento da gestão dos resíduos de serviços de saúde no município, alinhando-se às necessidades atuais e futuras de manejo seguro e responsável.

Tabela 84 - Tabela Síntese do Objetivo 7.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**				
OBJETIVO	**7**	**APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS**				
FUNDAMENTAÇÃO		De acordo com o diagnóstico a coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos dos serviços de saúde (RSS) em São Pedro é feita pela empresa Biotrans Soluções Ambientais. A empresa terceirizada realiza a coleta dos resíduos de serviços de saúde em 10 pontos oficiais de armazenamento desses materiais, sendo nove UBS e uma farmácia presentes no município.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada e fração reciclável dos RSS coletados.				
METAS						
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Adequar procedimentos internos de gerenciamento.		2) Manter a destinação correta de RSS no município.		3) Manter a destinação correta de RSS no município.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
3.7.1	Manter a destinação correta do RSS a partir de contrato com a empresa Biotrans Soluções Ambientais.	R$ 264.960,00	R$ 344.448,00	R$ 1.033.344,00	RP	Custo anual (PMGIRS 2024)* correção monetária
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 264.960,00**	**R$ 344.448,00**	**R$ 1.033.344,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.642.752,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

VIII. Objetivo 8 – Reestruturar o Sistema Tarifário

Como apresentado na etapa de Diagnóstico, São Pedro apresenta um déficit orçamentário em relação a gestão de seus resíduos, necessitando de uma reformulação em todo o sistema de tarifas e taxas a serem pagas para sustentabilidade do sistema.

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 8 com as 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 85 - Tabela Síntese do Objetivo 9.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
OBJETIVO	8	REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO
FUNDAMENTAÇÃO		São Pedro possuí 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 decisão. 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.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano.	2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total; 3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.	4) Atingir a autossuficiência financeira; 5) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.8.1	Contratar empresa para elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.	R$ 60.000,00			RP - FPU	Média de preço do mercado.
3.8.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.	R$ 112.800,00	R$ 112.800,00	R$ 338.400,00	RP - AA	1 funcionário administrativo + sistema + gastos manutenção
3.8.3	Manter e atualizar periodicamente a taxa de manejo de resíduos sólidos.	R$ 15.600,00	R$ 15.600,00	R$ 31.200,00	RP - AA	1 Estagiário x 12 meses (Curto e médio prazo) x 24 meses (longo prazo) o restante

						manter com ações administrativas
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R$ 188.400,00	R$ 128.400,00	R$ 369.600,00	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 686.400,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

IX. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

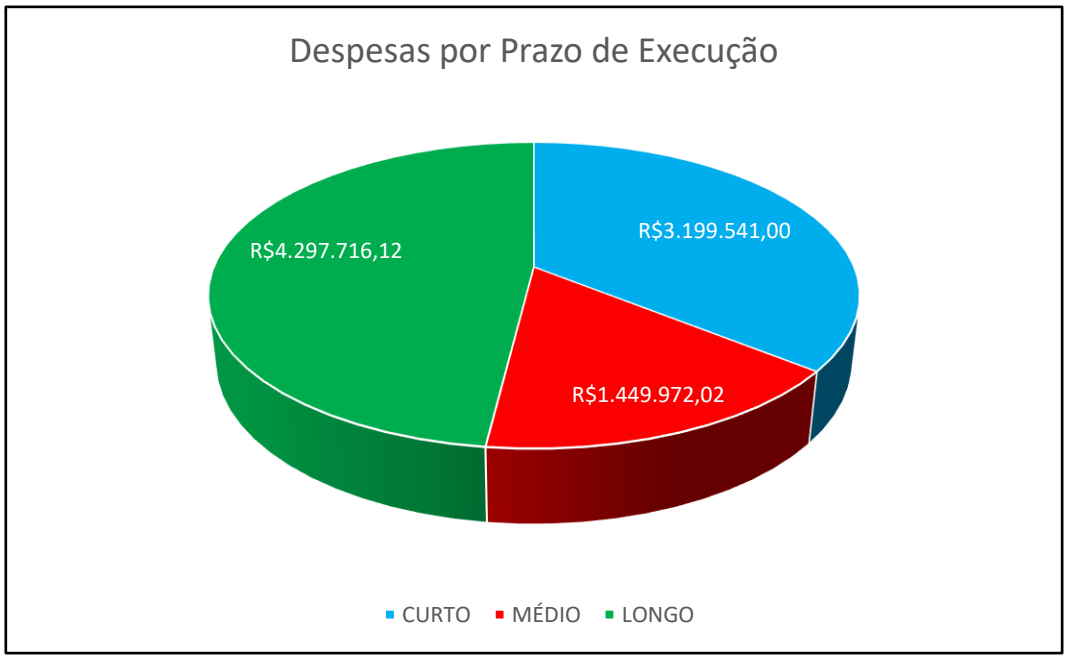
Tabela 86 - Totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)				
OBJETIVOS				**TOTAL GERAL**
	CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	R$ 200.000,00	R$ 160.000,00	R$ 480.000,00	**R$ 840.000,00**
MANUTENÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL E DESTINAÇÃO FINAL	R$ 0,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 0,00**
IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA COLETA SELETIVA DE RECICLÁVEIS	R$ 786.781,00	-	-	**R$ 786.781,00**
IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESIDUOS ORGÂNICOS	R$ 1.207.200,00	R$ 26.400,00	R$ 79.200,00	**R$ 1.312.800,00**
GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSSILVOPASTORIS	R$ 421.200,00	R$ 432.000,00	R$ 1.425.600,00	**R$ 2.278.800,00**
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R$ 131.000,00	-	-	**R$ 131.000,00**
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	R$ 264.960,00	R$ 344.448,00	R$ 1.033.344,00	**R$ 1.642.752,00**
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	R$ 188.400,00	R$ 128.400,00	R$ 369.600,00	**R$ 686.400,00**
TOTAL GERAL	**R$ 3.199.541,00**	**R$ 1.449.972,02**	**R$ 4.297.716,12**	**R$ 8.947.229,14**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A figura a seguir ilustra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 10 - Gráfico com as despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou 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.

A topografia do município de São Pedro caracteriza-se, em grande parte, por declividades acentuadas, o que favorece o escoamento superficial acelerado das águas pluviais em direção aos dois principais corpos hídricos que cortam a área urbana — os córregos Samambaia e Pinheirinho. Essa dinâmica de escoamento concentrado, ocorrendo em um curto intervalo de tempo, pode contribuir significativamente para o aumento das vazões de pico, criando condições propícias à ocorrência de inundações nas áreas adjacentes às calhas desses cursos d'água.

O sistema de drenagem urbana do município de São Pedro apresenta fragilidades pontuais, especialmente em áreas suscetíveis a alagamentos durante eventos de chuvas intensas. Um exemplo recorrente ocorre na Rua Ademir Antônio Bontorin, localizada no bairro Recanto das Águas. De acordo com informações fornecidas pela Secretaria de Obras, a limitação da infraestrutura de microdrenagem nessa via, aliada à ausência de dispositivos adequados em outras ruas do mesmo bairro, tem provocado a sobrecarga do sistema e a formação de enxurradas em períodos chuvosos.

Além disso, a partir das oficinas participativas realizadas durante o processo de revisão do plano, foram identificados, com base nas contribuições da população, os principais pontos críticos relacionados à drenagem pluvial urbana. Dentre eles destacam-se: a Rua José Matarazzo (bairro São Tomé), a Avenida Batista Golinelli, a Rua José Delicio e a região do Jardim Botânico e adjacências.

Adicionalmente, uma problemática relevante identificada no município de São Pedro refere-se à presença de voçorocas em estágio avançado, tanto em áreas urbanas quanto rurais, conforme evidenciado na etapa de diagnóstico. Dois casos de destaque merecem atenção. O primeiro ocorre no bairro Alpes das Águas, onde o processo erosivo vem avançando significativamente, colocando em risco a infraestrutura local e ameaçando propriedades e chácaras nas proximidades. A situação é agravada pelo descarte irregular de resíduos sólidos no interior da erosão, o que contribui para a sua expansão e dificulta intervenções corretivas.

O segundo caso localiza-se no bairro São Dimas. Embora a voçoroca nessa região se encontre, atualmente, sob controle, o local ainda demanda ações de recuperação ambiental para estabilização definitiva do terreno e prevenção de novos avanços erosivos.

Diante das fragilidades identificadas no sistema de drenagem urbana do município de São Pedro, os capítulos a seguir apresentam o prognóstico com a proposição de medidas voltadas à mitigação dos impactos associados ao escoamento pluvial.

Serão abordadas tanto soluções estruturais — como intervenções físicas nas redes de micro e macrodrenagem — quanto estratégias não estruturais, relacionadas ao ordenamento urbano, fiscalização e educação ambiental.

Além disso, serão propostas ações de emergência e planos de contingência voltados ao enfrentamento de eventos extremos, com vistas à prevenção de danos materiais, riscos à saúde pública e à segurança da população.

4.4.1. 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.

Considerando a realidade observada no município de São Pedro, especialmente quanto aos pontos críticos de drenagem urbana e às áreas impactadas por processos erosivos, este plano propõe um conjunto de ações voltadas à mitigação desses problemas.

Entre as medidas previstas, destacam-se obras anteriormente elencadas no Plano Municipal de Saneamento Básico de 2014, que continuam pertinentes ao cenário atual, sobretudo aquelas direcionadas à contenção e recuperação de processos erosivos em estágio avançado. Além disso, serão propostas intervenções estruturais voltadas à adequação e ampliação da rede de microdrenagem, priorizando as regiões com maior incidência de alagamentos, enxurradas e fragilidade da infraestrutura, como forma de melhorar a eficiência do escoamento pluvial e reduzir os impactos à população e ao meio urbano.

I. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A ausência de um mapeamento atualizado, digitalizado e georreferenciado do sistema de drenagem urbana compromete o planejamento, a operação e a manutenção adequada da infraestrutura pluvial do município de São Pedro. Nesse sentido, propõe-se como objetivo do PMSB a realização do mapeamento completo da rede de drenagem, com a digitalização e georreferenciamento dos dispositivos existentes (como bocas de lobo, poços de visita, galerias e canais), permitindo a criação de uma base de dados integrada.

A medida é fundamental para subsidiar diagnósticos precisos, orientar intervenções corretivas e preventivas, além de apoiar a gestão técnica e a tomada de decisões estratégicas, especialmente em situações de emergência.

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, 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 87 - Tabela síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**1**	**MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM**				
FUNDAMENTAÇÃO		Para um bom funcionamento das redes de drenagem se faz necessário a criação do mapeamento das áreas, digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. em São Pedro há uma defasagem em relação ao cadastramento da rede e dispositivos de drenagem, sendo observado também uma necessidade de melhorar as informações capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.				
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 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Atualizar o mapeamento e o cadastramento		2) Alimentação do banco de dados.		3) Alimentação do banco de dados.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.1.1	Atualização do mapeamento e cadastramento e Manutenção do Banco de Dados.	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ 100.800,00	RP	R$8.400 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 33.600,00**	**R$ 33.600,00**	**R$ 100.800,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 168.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

II. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

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 88 - Tabela síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – 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 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 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) Normatização para contenção de enchentes; 3) Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem. 4) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	5) Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 6) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários. 7) Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem. 8) Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	9) Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 10) Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.2.1	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

4.2.2	Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano, regulamentando o uso das zonas de inundação, permitindo um desenvolvimento racional dessas áreas.	R$ 50.000,00			AA - RP	Média do Custo
4.2.3	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	R$ 40.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	AA - RP	10.000 ano
4.2.4	Busca por soluções de coleta e armazenamento de águas da chuva, como cisternas (elevadas ou enterradas), tanques e reservatórios em alvenaria, sistemas modulares, jardins de chuva.				AA	
4.2.5	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.	R$ 110.400,00	R$ 110.400,00	R$ 331.200,00	AA - RP	1 Fiscal para monitoramento (R$ 2.300 mês)
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 250.400,00**	**R$ 150.400,00**	**R$ 451.200,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 852.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

III. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

No contexto atual do município de São Pedro, observa-se a necessidade de investimentos em medidas estruturais voltadas à melhoria do sistema de drenagem urbana, com o objetivo de mitigar os impactos decorrentes das águas pluviais.

Entre os problemas mais críticos, destacam-se os episódios recorrentes de enxurradas e alagamentos no bairro Recanto das Águas, especialmente na Rua Ademir Antonio Bontorin, em função da insuficiência dos dispositivos de microdrenagem. Além disso, torna-se imprescindível a execução de obras de contenção e recuperação em áreas já degradadas, como nos casos dos processos erosivos avançados identificados nos bairros Alpes das Águas e São Dimas.

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3, 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 89 - Tabela Síntese do Objetivo 3.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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		Diante das ocorrências de alagamentos e processos erosivos em pontos críticos do município de São Pedro, torna-se essencial a adoção de medidas estruturais e de recuperação como forma de reduzir os riscos associados às águas pluviais. A implantação e o reforço do sistema de drenagem urbana, bem como a estabilização de áreas degradadas, visam preservar a segurança da população, proteger a infraestrutura urbana e garantir o adequado escoamento das águas, especialmente em locais como os bairros Recanto das Águas, Alpes das Águas e São Dimas.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.					
METAS							
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**			**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**		
1) Continuação das obras de estabilização da voçoroca São Dimas; 2) Continuação das obras de estabilização da voçoroca Alpes das Águas;		3) Continuação do projeto de canalização do córrego Lava-pés por gabião caixa 4) Continuação do projeto para melhorias das vias de acesso as comunidades;			5) Continuação do projeto para melhorias das vias de acesso as comunidades;		
OBJETIVO							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
4.3.1	Adequação e implantação de dispositivos de microdrenagem - Bairro Recanto das Águas, Jardim Botânico e São Judas Tadeu.	R$ 1.773.991,38	R$ 1.773.991,38		RP - FPU - FPR	Custo estimado no PMSB, 2014 * Correção Monetária	
4.3.2	Continuação das obras de estabilização da voçoroca no bairro São Dimas – Recomposição da vegetação (Capim Braquiária).	R$ 855.485,89	R$ 855.485,89		RP - FPU - FPR	Custo estimado no PMSB, 2014 * Correção Monetária	

4.3.3	Continuação das obras de estabilização da voçoroca no bairro Alpes das Águas – Aquisição, manejo e transporte de entulho reciclado – Gabião manta / caixa – Recomposição da vegetação (Capim Braquiária).	R$ 188.495,29			RP - FPU - FPR	Custo estimado no PMSB,2014 * Correção Monetária
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 2.817.972,56**	**R$ 2.629.477,27**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 5.447.449,83**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

IV. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

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 realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 90 - Tabela Síntese do Objetivo 4.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**			**LONGO PRAZO - 8 A 20 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 100% dos prédios públicos e empreendimento com dispositivos de captação das águas da chuva.			3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro dos prédios públicos e empreendimento com dispositivos de captação das águas da chuva.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**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$ 40.000,00			AA - RP	R$ 10.000 por 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	Utilizar mesmo fiscal da tabela anterior
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 40.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 40.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

V. Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem

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 realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 91 - Tabela Síntese do Objetivo 5.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**5**	**IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM**				
FUNDAMENTAÇÃO		A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita aferida. 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 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**		**LONGO PRAZO - 8 A 20 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**		
4.5.1	Contratar empresa para elaborar o projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R$ 50.000,00			RP - AA	Média do custo

4.5.2	Implantar a taxa de drenagem.	R$ 112.800,00	R$ 112.800,00	R$ 338.400,00	RP - AA	1 funcionário administrativo + sistema + gastos manutenção
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 162.800,00**	**R$ 112.800,00**	**R$ 338.400,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 614.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

4.4.2. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

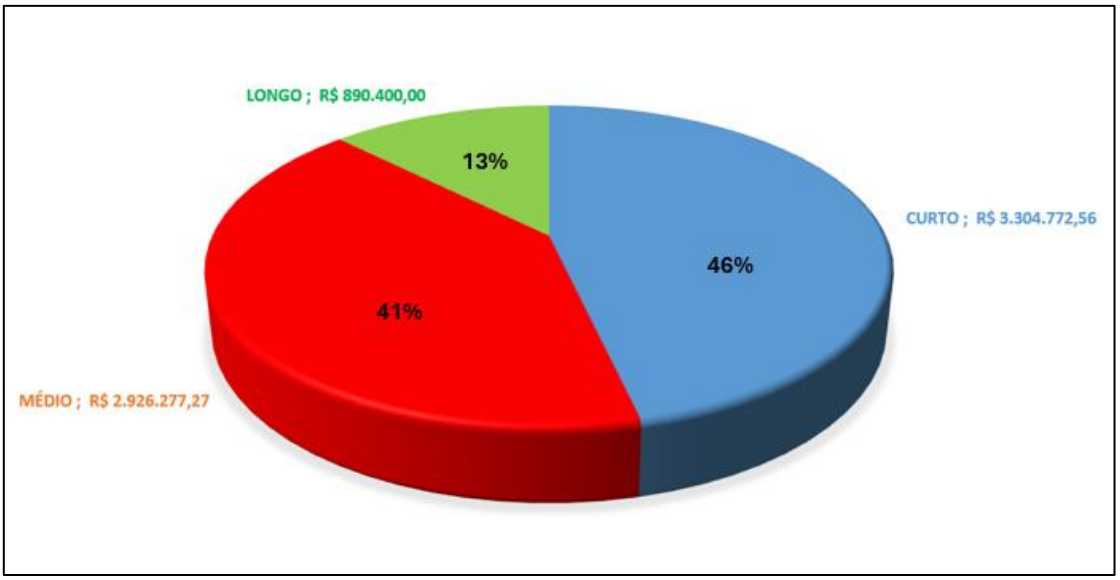
Tabela 92 - Totais dos Valores Estimados.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**4**	**DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS		**PRAZOS**			**TOTAL GERAL**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO		R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ 100.800,00	**R$ 168.000,00**
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		R$ 2.817.972,56	R$ 2.629.477,27	R$ 0,00	**R$ 5.447.449,83**
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		R$ 250.400,00	R$ 150.400,00	R$ 451.200,00	**R$ 852.000,00**
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)		R$ 40.000,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 40.000,00**
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM		R$ 162.800,00	R$ 112.800,00	R$ 338.400,00	**R$ 614.000,00**
TOTAL GERAL		**R$ 3.304.772,56**	**R$ 2.926.277,27**	**R$ 890.400,00**	**R$ 7.121.449,83**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

A figura a seguir ilustra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 11 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

5. 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 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.

5.1. 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.

5.2. 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.

5.3. Programas de Financiamento Reembolsáveis

5.3.1. 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.

5.3.2. 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 empresariais (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

5.3.3. 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.

5.3.4. 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. Empresta 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.

5.3.5. 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.

5.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

5.4.1. 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.

5.4.2. 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.

5.4.3. 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.

5.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

O Ministério das Cidades é um dos atores da PNRS cujo seu objetivo é assegurar à população o direito de acesso ao sistema de saneamento básico em sua integralidade. O mesmo procura por projetos e ações que visem à implantação ou adequação para o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Podem fazer uso desses recursos os Estados, o Distrito Federal e os Municípios com população superior a 50 mil habitantes.

5.4.5. 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.

5.4.6. 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.

5.4.7. 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.

6. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico em São Pedro, bem como sua execução e manutenção, para os próximos vinte anos.

Tabela 93 - Análise Global.

EIXO	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	R$ 18.486.600,34	R$ 656.008,20	R$ 2.144.032,80	**R$ 21.286.641,34**
Sistema de Esgotamento Sanitário	R$ 38.779.271,74	R$ 3.830.896,00	R$ 3.243.682,00	**R$ 45.853.849,74**
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R$ 3.199.541,00	R$ 1.449.972,02	R$ 4.297.716,12	**R$ 8.947.229,14**
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R$ 3.304.772,56	R$ 2.926.277,27	R$ 890.400,00	**R$ 7.121.449,83**
TOTAL	**R$ 63.770.185,64**	**R$ 8.863.153,49**	**R$ 10.575.830,92**	**R$ 83.209.170,05**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

7. 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 94 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – 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.	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 Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro - SAAESP para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Deslizamento de solos, movimentação do solo, solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento de adução de água bruta.	Comunicar ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro - SAAESP.
	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 Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro - SAAESP.
	Ações de vandalismo	Executar reparos das instalações danificadas.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 95 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – 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 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.
	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.	Comunicar ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro - SAAESP para que acione socorro e fonte alternativa de água.
		Executar reparos das 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.
	Ações de vandalismo.	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/pipia.
		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, 2025.

Tabela 96 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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.
Diminuição da pressão	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.
	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, 2025.

8. AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES

Abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema afim de mitigar quaisquer complicações em relação a rede de tratamento do esgoto e inclusive de sua rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto na unidade do sistema e anormalidades no funcionamento das estações de tratamento de esgoto, seja ela, a ETE de modelo Australiano ou as estações elevatórias - EEE, causando assim 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 97 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias – EEE.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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 nas lagoas aeradas e facultativas.	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 sobe 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, 2025.

Tabela 98 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	2	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O ROMPIMENTO EM PONTOS DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO
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, 2025.

Tabela 99 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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 Prefeitura Municipal.
			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 Municipal
			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, 2025.

Tabela 100 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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, se houver.		Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar 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 rudimentares 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 rudimentares 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, 2025.

9. 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 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.

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 a tabela a seguir.

Tabela 101 - Ações de emergência e contingência - Resíduos sólidos.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA			
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 Prefeitura Municipal ou outro fato administrativo	Acionar funcionários e veículos da Prefeitura ou das Secretarias responsáveis, para efetuarem a coleta de resíduos em locais críticos, bem como do entorno de escolas, 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 da Cooperativa responsável pela coleta e triagem dos resíduos recicláveis	Acionar funcionários da Prefeitura e da Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura 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.
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias.
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	Acionar funcionários da Prefeitura e do Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões do Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura 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 na ATT ou CGR	Greve ou problemas operacionais pelo manejo do transbordo ou CGR.	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 sanitário.	Acionar os caminhões do Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura 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, 2025.

10. AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA O SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

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 102 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**
OBJETIVO	**1**	**ALTERNATIVAS PARA EVITAR ALAGAMENTOS LOCALIZADOS POR INEFICÊNCIA 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 e ao Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais.
		Comunicar o alagamento à Prefeitura Municipal / Secretaria de Obras, 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.) (Departamento Municipal de Serviços Municipais).
	Deficiência ou inexistência de emissário.	Promover reestruturação/reforma/adaptação ou construção de emissários e dissipadores adequados nos pontos finais do sistema de drenagem urbana (Departamento Municipal de Serviços Municipais).
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 Departamento de Assistência Social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 103 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – 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.
		Inexistência ou ineficiência de emissário e dissipadores de energia.	Recuperar e readequar os emissários e dissipadores de energia existentes.
			Recompor APP dos principais cursos hídricos, principalmente dos que recebem água do sistema de drenagem urbana.
		Inexistência de APP/áreas desprotegidas.	Ampliar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP.
			Executar obras de contenção de taludes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 104 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas.

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - 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 Municipal e o SAAESP 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.
			Ampliar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo, ramais e redes de drenagem urbana.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

11. BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA O MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

O banco de dados com os indicadores para monitoramento e tomada de decisão consiste em um sistema semiautomatizado para inserção dos indicadores mensais utilizados para construção e monitoramento do Plano.

Este sistema, além de reunir todas as informações e indicadores dos quatro eixos do saneamento, também compara automaticamente o crescimento ou decréscimo do indicador com o valor do mês anterior e indica, por meio das cores vermelha e verde, se há melhoria ou piora do indicador, auxiliando na tomada de decisão e na investigação de possíveis não-conformidades ou deficiências do sistema em tempo hábil para ajuste.

11.1. Informações a Constarem na Base de Dados

Para cada serviço de saneamento básico existem alguns dados essenciais a serem coletados para gerar os arquivos georreferenciados, assim como as informações que constam na tabela de atributos relativa a cada arquivo. A tabela abaixo demonstra os principais dados em formato shapefile a se criar e alimentar periodicamente no sistema de informações municipal sobre saneamento quando da implementação do PMSB. São apresentados também dados gerais do município aos quais são necessários constar na base cartográfica municipal. A apresentação da fonte dos dados é essencial.

Tabela 105 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Abastecimento de Água.

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Pontos de captação de água bruta	Distrito em que se insere
	Vazão média captada (l/s)
	Tipo (superficial/subterrâneo)
	Localidade Abastecida
	Nome manancial
	Observações
	Manutenções
	Qualidade da água
	Data de atualização
Rede de distribuição/adutoras	Tipo (bruta/tratada)
	Material
	Diâmetro
	Extensão
	Ano de construção
	Manutenções realizadas
	Observações
Reservatórios	Volume em m³

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
	Tipo (ex. semi-enterrado, elevado construído, elevado construído)
	Água bruta/tratada
	Ano de construção
	Material
Estações de tratamento de água	Tipo tratamento (ex. Convencional, 3 módulos compactos; desarenação, filtragem e cloração)
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Qualidade da água
	Área atendida
Área de atendimento do sistema produtor	População atendida
	Unidade de produção
	Índice de perdas
	Localidade de atendimento (bairros)
	Metragem da rede
Estações elevatórias	Unidade de produção
	Potência (CV)
	Altura manométrica
	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 106 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Esgotamento Sanitário.

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Proposição ETEs shp	Tipo de proposição
	Distrito em que se insere
Traçado Rede Coletora	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado Coletores Tronco e/ou Interceptores	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações Elevatórias (EEE)	Unidade de tratamento associada
	Potência (CV)
	Altura manométrica
	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)	Tipo tratamento
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Observações
	Área atendida
Bacia de Esgotamento	Estação de Tratamento associada
	Vazão Gerada (m³/s)
	Extensão da rede (m)
	N.º ligações
	População Atendida
	Observações
Pontos de Lançamento Esgoto	Localidade
	Corpo Hídrico Receptor
	Observações Gerais

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Áreas sem coleta de esgoto	População a ser atendida
	Nº de ligações a serem atendidas
	Observações
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 107- Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Traçado da Rede de Águas Pluviais	Nome da Bacia de Drenagem
	Conexão com Rede Coletora de Esgoto (sim / não)
	Extensão
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Área de Inundação ou Alagamento	Tipo de Ocorrência (Alagamento ou Inundação)
	Nome Localidade
	Superfície Afetada
	Ano de Ocorrência
	Frequência de Ocorrência (ex.: anos 1998, 2004, 2012)
	Nº Famílias Afetadas
	Observações

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Áreas sem atendimento com rede de drenagem	População a ser atendida
	Extensão a ser atendida
Área de Preservação Permanente - APPs sem mata ciliar	Nome manancial
	Área
Área de Preservação Permanente - APPs com construções	Nome manancial
	Área
	Número moradores
	Número moradias
Pontos de Descarga no Corpo Hídrico	Nome do Corpo Hídrico Receptor
	Enquadramento do Corpo Hídrico Receptor
	Observações
Localização dos bueiros	Tipo de abertura
	Manutenções realizadas
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 108 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Vida útil
	Volume mensal recebido

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
	Observações
Limpeza Pública	Rotas e frequência de varrição
	Rotas e frequência das podas, roçagem e capina
	Rotas e frequências das manutenções de sarjeta e meio fio
	Feiras e demais eventos
	Status de Atividade
	Km varridos
Pontos de Entrega Voluntária	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Pontos de descarte irregular de resíduos	Área Ocupada
	Status área (pública/privada)
	Observações
Grandes geradores	Tipo estabelecimento
	Nome estabelecimento
	Volume produzido
	Forma de destinação final
Geradores de resíduos industriais/perigosos/infectantes	Nome estabelecimento
	Tipo resíduos
	Forma de tratamento/destinação final
Volume coletado por região	População
	Nº de domicílios
	Volume coletado coleta convencional
	Volume coletado coleta recicláveis

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
	Dias de coleta
	Observações

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 109 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada sobre o Dados Gerais do Município.

Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Distritos/localidades	Nome
	População
	Observações
	Área
Limite municipal	Área
	Ano de vigência
	Código do IBGE
Municípios.shp	Nome do município
	Código do IBGE
Microrregião	Nome da microrregião
Mesorregião	Nome da mesorregião
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12. INDICADORES E INFORMAÇÕES PARA REVISÃO DO PMSB

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, através do documento intitulado Termo de Referência da Fundação Nacional de Saúde para Revisão de PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico 2019, disponibiliza como ferramenta a metodologia de indicadores para avaliar os resultados do Plano.

De acordo com a FUNASA 2019, os indicadores são valores utilizados para medir e descrever uma circunstância ou acontecimento de forma sintetizada, podendo ser originários de dados primários, secundários ou outros tipos de indicadores. Sendo assim, para a construção de um indicador para avaliar os resultados do PMSB, de acordo ainda com a FUNASA 2019, é necessário:

- nomear o indicador;
- definir seu objetivo;
- listar as variáveis que permitem o seu cálculo;
- identificar a fonte de origem dos dados;
- definir sua fórmula de cálculo;
- estabelecer sua periodicidade de cálculo;
- indicar seu intervalo de validade;
- indicar o responsável pela geração, atualização e divulgação.

Ressalta-se que os indicadores devem ser de fácil compreensão e que a sua utilização pela gestão pública deverá ser contínua, divulgando informações que mostrem o andamento das ações propostas no Plano. Os indicadores para avaliar os resultados do PMSB de São Pedro devem ter transparência com a prestação dos serviços, propondo para a sua população a participação de todos na construção de novas bases para os serviços do saneamento básico. Desta forma, as tabelas abaixo mostram a metodologia proposta pela FUNASA 2019, para avaliar os resultados do PMSB do Município de São Pedro.

Tabela 110 - Indicadores de avaliação do nível de execução do PMSB.

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Eficiência	Mensurar o nível de execução do PMSB, segundo suas ações programadas e respectivas metas e prazos para sua realização.	Número de ações programadas e executadas de acordo com suas metas e respectivos prazos e total de ações programadas segundo as mesmas metas e respectivos prazos.	$\text{Indicador de Execução do PMSB (\%)} = \{(aI_c + aC_i) / \Sigma (aI + aC)\} \times 100$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Onde:

aIc = número de ações cujas metas são programadas dentro do prazo de até 3 anos (imediatas) e que foram concluídas até o final do 3º ano do PMSB

aCi = número de ações cujas metas são de curto prazo e que o seu início está programado para o 4º ano do PMSB e que foram iniciadas dentro deste prazo

aI = número total de ações com metas imediatas

aC = número total de ações do PMSB com metas de curto prazo com início previsto no 4º ano do PMSB

Tabela 111 - Indicadores para avaliação dos recursos financeiros do PMSB.

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Eficiência	Mensurar o custo do PMSB, segundo a comparação entre o custo programado e o custo realizado das suas ações.	Número de ações concluídas em determinado período e executadas de acordo com o custo programado, e total de ações concluídas em determinado período.	$I\ custo\ do\ PMSB\ (\%) = \{(al_{cc} / al_{c})\} \times 100$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 112 - Indicadores para avaliar a capacidade de transformação da realidade local em relação ao atendimento dos objetivos do PMSB.

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Efetividade	Mensurar a capacidade do PMSB, por meio das suas ações, no caso da primeira revisão de um projeto em particular, transformar a realidade local na direção do objetivo de melhorar o índice de salubridade ambiental de uma determinada população.	Número de domicílios de uma determinada comunidade atendidos pelos quatro serviços de saneamento básico, e número total de domicílios de uma determinada comunidade.	$I\ efetividade\ do\ PMSB = \{N_{(SB)} / N_{(T)}\} x\ 100\%$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Onde:

N (SB) = número de domicílios de uma determinada comunidade com acesso aos quatro serviços de saneamento básico (AA, ES, AP, RS)

NT = número total de domicílios da mesma comunidade

12.1. Indicadores para Acompanhamento e Monitoramento dos Programas, Projetos e Ações do PMSB

A formulação de indicadores específicos no âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de São Pedro configura-se como instrumento fundamental para o acompanhamento sistemático da execução das ações e metas previstas, assegurando a possibilidade de avaliar, ao longo do tempo, a efetividade das políticas públicas implementadas nos quatro eixos do saneamento básico. Essa estrutura de monitoramento não apenas atende às exigências legais estabelecidas pela Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, como também responde às obrigações de reporte institucional ao Governo Federal, especialmente por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA).

O SINISA constitui o principal repositório oficial de dados relativos ao saneamento básico no país, servindo de referência para o planejamento, a definição de prioridades de investimento e a formulação de políticas públicas. Para que o município mantenha o adequado envio de informações, torna-se necessário dispor de dados organizados e atualizados sobre aspectos operacionais, institucionais, financeiros e qualitativos dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem pluvial. A ausência de indicadores estruturados tende a gerar inconsistências na alimentação da plataforma federal, dificultando o acesso do município a programas de apoio técnico e financiamentos vinculados ao setor.

Nesse contexto, a definição de indicadores no PMSB de São Pedro contribui para a consolidação de um sistema municipal de monitoramento compatível com os parâmetros exigidos nacionalmente, assegurando padronização metodológica, redução de lacunas informacionais e maior alinhamento entre o planejamento local e os instrumentos federais de controle e avaliação. Além de qualificar os processos internos de gestão, os indicadores fortalecem a transparência pública, aprimoram a capacidade de resposta institucional e favorecem a tomada de decisão baseada em evidências.

Assim, ao estabelecer um conjunto de indicadores bem definidos, o município de São Pedro amplia sua capacidade de planejamento setorial, garante maior aderência aos marcos regulatórios vigentes e fortalece as condições para implementação de políticas públicas mais eficientes e fiscalizáveis no campo do saneamento básico.

12.1.1. Sistema de Abastecimento de Água

Tabela 113 - Indicadores Específicos para o Sistema de Abastecimento de Água.

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de promover o uso racional da água e evitar seu desperdício e promover as boas práticas sanitárias para o seu uso.	Percentual da população alcançada por ações de educação ambiental sobre o uso racional da água.	SAA-SP-EDU-01	(População participante das ações / População total do município) × 100	%
Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área rural e urbana).	Número de campanhas de educação ambiental realizadas anualmente sobre o uso racional da água.	SAA-SP-EDU-02	Quantidade de campanhas realizadas no período	Número
Realização de estudo para captação em fontes alternativas, com o objetivo de ampliar a disponibilidade hídrica e garantir a continuidade do abastecimento em períodos de estiagem.	Percentual de conclusão do estudo de fontes alternativas de captação.	SAA-SP-EST-01	(Etapas concluídas / Etapas planejadas) × 100	%
Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 8,02 km.	Extensão da rede de distribuição de água ampliada.	SAA-SP-INF-01	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar 603 novas ligações de água na área urbana.	Número de novas ligações de água realizadas.	SAA-SP-INF-02	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Contratação de equipe para geofonamento da rede em São Pedro para identificação de vazamentos invisíveis na tubulação de água, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	Percentual de rede geofonada em relação à rede total.	SAA-SP-PER-01	(Extensão de rede geofonada / Extensão total da rede) × 100	%
Contratação de serviços e reparos na rede de água no município apontados no geofonamento, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	Percentual de vazamentos identificados que foram reparados.	SAA-SP-PER-02	(Número de vazamentos reparados / Número total de vazamentos identificados) × 100	%

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 8,02 km.	Extensão da rede de distribuição de água ampliada.	SAA-SP-INF-03	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar 603 novas ligações de água na área urbana.	Número de novas ligações de água realizadas.	SAA-SP-INF-04	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 32,1 km.	Extensão da rede de distribuição de água ampliada.	SAA-SP-INF-05	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar 2.412 novas ligações de água na área urbana.	Número de novas ligações de água realizadas.	SAA-SP-INF-06	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Projeto Básico da Adutora de Água Bruta.	Percentual de elaboração do projeto básico concluída.	SAA-SP-PRO-01	(Etapas executadas / Etapas planejadas) × 100	%
Projeto Básico do Sistema de Captação de Água Bruta no Manancial Araquá.	Percentual de elaboração do projeto de captação concluída.	SAA-SP-PRO-02	(Etapas executadas / Etapas planejadas) × 100	%
Projeto de tratamento do lodo por desidratação na ETA02.	Percentual de conclusão do projeto de tratamento de lodo elaborado.	SAA-SP-ETA-01	(Etapas concluídas / Etapas totais planejadas) × 100	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Tabela 114 - Indicadores Específicos para o Sistema de Abastecimento de Água.

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos.	Percentual da população alcançada por ações de educação ambiental sobre coleta e tratamento de esgotos.	SES-SP-EDU-01	(População participante das ações / População total do município) × 100	%
Implementar projeto de educação ambiental com a temática de aplicação de tecnologias sociais do saneamento rural.	Número de atividades educativas realizadas sobre tecnologias sociais de saneamento rural.	SES-SP-EDU-02	Quantidade de ações educativas realizadas no período	Número
Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,29 km.	Extensão da rede coletora de esgoto ampliada.	SES-SP-INF-01	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar mais 602 ligações de esgoto na área urbana.	Número de novas ligações de esgoto realizadas.	SES-SP-INF-02	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,29 km.	Extensão da rede coletora de esgoto ampliada.	SES-SP-INF-03	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar mais 602 ligações de esgoto na área urbana.	Número de novas ligações de esgoto realizadas.	SES-SP-INF-04	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Ampliar a rede coletora na área urbana em 25,16 km.	Extensão da rede coletora de esgoto ampliada.	SES-SP-INF-05	(Extensão de rede ampliada / Extensão total existente) × 100	%
Realizar mais 2.409 ligações de esgoto na área urbana.	Número de novas ligações de esgoto realizadas.	SES-SP-INF-06	Quantidade de novas ligações executadas	Número
Projeto de Implantação da ETE Cruzeiro do Sul.	Percentual de elaboração e implantação da ETE concluída.	SES-SP-ETE-01	(Etapas executadas / Etapas totais planejadas) × 100	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.1.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Tabela 115 - Indicadores Específicos para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente em vias públicas, terrenos baldios e rios e córregos.	Percentual de redução dos pontos de disposição irregular de resíduos.	RS-SP-EDU-01	((Número inicial de pontos - Número atual de pontos) / Número inicial de pontos) × 100	%
Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e produtores rurais referente a embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários.	Número de estabelecimentos e produtores rurais alcançados pelas ações educativas.	RS-SP-EDU-02	Quantidade de estabelecimentos participantes das ações no período	Número
Implementar projeto de Educação Ambiental sobre coleta seletiva a fim de sensibilizar os geradores para a correta segregação na fonte dos resíduos recicláveis.	Percentual da população participante das ações de educação ambiental sobre coleta seletiva.	RS-SP-EDU-03	(População participante / População total) × 100	%
Implementar projeto de Educação Ambiental junto aos geradores para melhorar o controle e garantir a correta destinação dos resíduos da logística reversa.	Número de geradores sensibilizados em ações voltadas à logística reversa.	RS-SP-EDU-04	Quantidade de geradores participantes das ações educativas	Número
Manter a coleta convencional e destinação final de RDO.	Percentual da população atendida pela coleta regular de RDO.	RS-SP-SER-01	(População atendida pela coleta / População total) × 100	%
Programa de cadastro e capacitação de catadores.	Percentual de catadores cadastrados e capacitados em relação ao total estimado.	RS-SP-COOP-01	(Catadores cadastrados e capacitados / Total estimado de catadores) × 100	%
Aquisição de caminhão F4000 e 3 caçambas estacionárias.	Percentual de aquisição e operação dos veículos e equipamentos concluída.	RS-SP-VEI-01	(Equipamentos adquiridos e operacionais / Equipamentos previstos) × 100	%

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Criação, divulgação e início da rota de coleta de recicláveis no Distrito Sede e nos demais bairros rurais.	Percentual da área urbana e rural atendida pela coleta seletiva.	RS-SP-REC-01	(Área atendida / Área total) × 100	%
Fomentar a criação de associação ou cooperativa no município de São Pedro.	Número de associações ou cooperativas formalizadas e em operação.	RS-SP-COOP-02	Quantidade de cooperativas formalizadas e ativas	Número
Instalação de mais 7 PEVs para recicláveis na sede municipal.	Percentual de PEVs instalados e operacionais.	RS-SP-PEV-01	(PEVs instalados / PEVs previstos) × 100	%
Cadastrar os grandes geradores.	Percentual de grandes geradores cadastrados.	RS-SP-GG-01	(Grandes geradores cadastrados / Grandes geradores estimados) × 100	%
Aquisição de caminhão baú para a coleta de orgânicos.	Percentual de aquisição do veículo concluída.	RS-SP-VEI-02	(Número de veículos adquiridos / Número previsto) × 100	%
Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	Percentual de áreas cobertas pela coleta diferenciada de orgânicos.	RS-SP-ORG-01	(Área atendida / Área total urbana) × 100	%
Instituir Central de Tratamento e Reciclagem de Orgânicos (CTRO) em terreno ambientalmente adequado.	Percentual de implantação física e operacional da CTRO concluída.	RS-SP-ORG-02	(Etapas executadas / Etapas planejadas) × 100	%
Implementar e manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.	Quantidade de hortas comunitárias e viveiros implantados e em operação.	RS-SP-ORG-03	Quantidade de hortas e viveiros implantados / Quantidade prevista × 100	%
Implantar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda.	Percentual de pontos de venda fiscalizados.	RS-SP-LR-01	(Pontos fiscalizados / Pontos cadastrados) × 100	%
Iniciar parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	Status da parceria formalizada com o INPEV.	RS-SP-LR-02	(Parcerias firmadas / Parcerias previstas) × 100	%
Aumentar os PEV destinados ao recebimento de pilhas, baterias, lâmpadas e resíduos eletrônicos.	Percentual de ampliação dos PEVs para resíduos especiais.	RS-SP-LR-03	((PEVs atuais - PEVs anteriores) / PEVs anteriores) × 100	%

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes etc.) em cada tipologia da logística reversa.	Percentual de responsáveis cadastrados por tipologia.	RS-SP-LR-04	(Responsáveis cadastrados / Responsáveis estimados) × 100	%
Manter a destinação correta do RSS a partir de contrato com a empresa Biotrans Soluções Ambientais.	Percentual de unidades geradoras com destinação adequada de RSS.	RS-SP-RSS-01	(Unidades com destinação adequada / Total de unidades geradoras) × 100	%
Contratar empresa para elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública.	Percentual de elaboração da estrutura tarifária concluída.	RS-SP-TAR-01	(Etapas concluídas / Etapas planejadas) × 100	%
Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.	Percentual de implantação da taxa de manejo concluída.	RS-SP-TAR-02	(Fases implantadas / Fases previstas) × 100	%
Manter e atualizar periodicamente a taxa de manejo de resíduos sólidos.	Número de revisões e atualizações tarifárias realizadas.	RS-SP-TAR-03	Quantidade de revisões realizadas no período	Número

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.1.4. Sistema de Drenagem Urbana

Tabela 116 - Indicadores Específicos para o Sistema de Drenagem Urbana.

PROGRAMA/PROJETO/AÇÃO	INDICADOR ESPECÍFICO	CÓDIGO	FÓRMULA	UNIDADE
Atualização do mapeamento e cadastramento e manutenção do banco de dados.	Percentual de dispositivos de drenagem cadastrados com dados atualizados.	DRN-SP-CAD-01	(Número de dispositivos atualizados / Número total de dispositivos cadastrados) × 100	%
Criação de normas para restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra.	Percentual de novos empreendimentos licenciados que atendem às exigências de permeabilidade e controle de drenagem.	DRN-SP-NOR-01	(Empreendimentos licenciados com exigências atendidas / Total de empreendimentos licenciados) × 100	%
Elaboração de políticas de planejamento urbano regulamentando o uso das zonas de inundação, permitindo um desenvolvimento racional dessas áreas.	Percentual de áreas de inundação com regras de uso e ocupação definidas em instrumento legal.	DRN-SP-PLN-01	(Área regulamentada de zonas de inundação / Área total mapeada de zonas de inundação) × 100	%
Implantação de programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	Percentual de dispositivos de microdrenagem limpos conforme a periodicidade programada.	DRN-SP-MAN-01	(Número de dispositivos limpos no período / Número total de dispositivos programados) × 100	%
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.	Percentual de pontos de despejo irregular identificados que foram eliminados.	DRN-SP-FIS-01	(Número de pontos sanados / Número total de pontos identificados) × 100	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.2. Indicadores para Avaliar os Resultados do PMSB

Os indicadores para avaliar os resultados do PMSB do município de São Pedro deverão ser capazes de expressar a qualidade da prestação dos serviços de saneamento, do alcance das metas de curto, médio e longo prazos, da universalização dos serviços e dos programas e ações previstas dentro do Plano.

Ressalta-se que a lei n° 11.445/2007 atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, lei nº 14.026/2020, estabelece que no conteúdo mínimo do PMSB devem constar os métodos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações objetivadas.

Esta avaliação deve ser realizada a partir da construção de um sistema de informações fundamentados em indicadores de desempenho. O sistema de informações constitui-se em uma ferramenta de gestão integrada, no qual os dados e as informações geradas permitem verificar a efetividade e a eficiência das ações e das metas estabelecidas pelo PMSB.

Além das metas do PMSB a melhoria na eficiência deve ser permanentemente avaliada principalmente sobre os aspectos quantitativos e qualitativos da prestação dos serviços de saneamento básico, possibilitando assim promover os subsídios para a melhoria dessa prestação.

A responsabilidade em estabelecer o sistema de informações cabe ao responsável pelos serviços de saneamento, além disso, este sistema de informações deverá ser integrado ao Sistema Nacional de Informações em Saneamento, além dos sistemas estaduais e das agências de bacia.

Outro objetivo do sistema de informações associa-se com a garantia de transparência das ações em saneamento. De acordo com a lei a transparência das ações, princípio fundamental na prestação dos serviços públicos de saneamento, deverá ser garantida por meio do sistema de informações.

Entretanto atenta-se para a necessidade de aprimoramento e atualização do sistema ao longo do tempo. Nesse caso, é possível adotar o período de dez anos proposto para revisão do Plano como referência. Os resultados deverão ser disponibilizados à população, de preferência através da internet e deverão ser de fácil acesso para consulta.

12.2.1. Sistema de Abastecimento de Água

Tabela 117 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de abastecimento de água no Município de São Pedro.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO	Quantificar o número de hidrômetros existentes nas ligações de água, a fim de minimizar o desperdício e realizar a cobrança justa pelo volume consumido de água.	Anual	(QLM / QLA)*100	QLM: Quantidade de Ligações Ativas de Água Micromedidas QLA: Quantidade de Ligações Ativas de Água	%	SAAESP / SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO VOLUME DISPONIBILIZADO	Quantificar a relação entre o volume micromedido e o volume de produção. Comparar o volume de água tratado e volume real consumido pela população.	Mensal	[VM / (VD - VS)] *100	VM: Volume de Água Micromedido VD: Volume de Água Disponibilizado para Distribuição VS: Volume de Água de Serviços	%	SAAESP / SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE PERDAS DE FATURAMENTO	Mensurar os volumes não faturados pela empresa responsável pelo abastecimento de água do município.	Mensal	{[(VAP+ VTI -VS) - VAF] / (VAP + VTI - VS)} *100	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAF: Volume de Água Faturado	%	SAAESP/ SNIS	SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA	Calcular o volume médio de água consumido por habitante.	Semestral	[(VAC - VAT) *(1000/365)] / PTA	VAC: Volume de Água Consumido VAT: Volume de Água Tratada Exportado PTA: População Total Atendida com Abast. de Água	L/habdia	SAAESP/ SNIS	SAAESP
VOLUME DE ÁGUA DISPONIBILIZADO POR ECONOMIA	Calcular o volume de água disponibilizado para distribuição por economia ativa de água	Semestral	VAD / QEA	VAD: Volume de Água Disponibilizado para Distribuição QEA: Quantidade de Economias Ativas de Água	m³/mês/ economia	SAAESP/ SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de consumo de água referente ao volume total de água tratado.	Mensal	[VAC / (VAP + VTI - VS)] *100	VAC: Volume de Água Consumido VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço	%	SAAESP/ SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de volume de água faturado referente ao volume total de água tratado.	Mensal	[VAF / (VAP + VTI - VS)] *100	VAF: Volume de Água Faturado VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço	%	SAAESP/ SNIS	SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de atendimento de abastecimento de água da população urbana.	Anual	(PUA /PUM) *100	PUA: População Urbana Atendida com Abastecimento de Água PUM: População Urbana do Município	%	IBGE/SAAESP/ SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de atendimento de abastecimento de água da população total do município.	Anual	(PTA /PTM) *100	PTA: População Total Atendida com Abastecimento de Água PTM: População Total do Município	%	IBGE/SAAESP/ SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO CONSUMO	Calcular a porcentagem de volume de água micromedido sobre o volume de água consumido pela população.	Mensal	[VAM/ (VAC - VATE)] *100	VAM: Volume de Água Micromedido VAC: Volume de Água Consumido VATE: Volume de Água Tratado	%	SAAESP/SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	Medir as perdas totais na rede de distribuição de água	Mensal	{[VAP + VTI - VS) - VAC] / (VAP + VTI - VS)} *100	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAC: Volume de água Consumido	%	SAAESP/SNIS	SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	Quantificar o volume de perdas por ligação ativa de água.	Mensal	[(VAP + VTI - VS) - VAC] / QLA	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAC: Volume de água consumido QLA: Quantidade de Ligações Ativas de Água	L/dia/ligação	SAAESP/SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA	Calcular o volume de água fluoretado referente ao volume de água total tratado.	Semestral	[VF / (VAP + VTI)] *100	VF: Volume de Água Fluoretado VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume Tratado Importado	%	SAAESP/SNIS	SAAESP
ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Quantificar o consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento por volume de água tratada.	Mensal	CTEE / (VAP + VTI)	CTEE: Consumo Total de Energia Elétrica no Sistema de Abastecimento de Água VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado	kWh/m³	CPFL/ SAAESP	SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes a padrões de potabilidade para água distribuída.	Mensal	[NPC / NPD] *100	NPC: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água dentro dos padrões da legislação em vigor NPD: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água	%	SAAESP	SAAESP
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes a padrões de potabilidade para água tratada.	Mensal	[NPP/ NTP] *100	NPP: Número de parâmetros com análises dentro do padrão NTP: Número total de parâmetros	%	SAAESP	SAAESP
ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE CLORO RESIDUAL	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de cloro residual.	Mensal	[QAA / QMA] *100	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Turbidez	%	SAAESP	SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE TURBIDEZ	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de turbidez.	Mensal	[QAA / QMA] *100	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Turbidez	%	SAAESP	SAAESP
ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE COLIFORMES TOTAIS	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de coliformes totais.	Mensal	[QAA / QMA] *100	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Coliformes Totais QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Coliformes Totais	%	SAAESP	SAAESP

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Tabela 118 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de esgotamento sanitário.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO	Medir o percentual de volume de esgoto coletado comparado ao volume de água consumido.	Anual	[VEC / (VAC - VAE)] *100	VEC: Volume de Esgoto Coletado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado	%	SNIS	Prefeitura ou SAAESP
ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Medir o percentual de volume de esgoto tratado comparado ao volume coletado.	Semestral	[VET / VEC] *100	VET: Volume de Esgoto Tratado VEC: Volume de Esgoto Coletado	%	SNIS	Prefeitura ou SAAESP
ÍNDICE DE ESGOTO TRATADO REFERENTE À ÁGUA CONSUMIDA	Medir o percentual de volume de esgoto tratado comparado ao volume de água consumido.	Semestral	[VET / (VAC - VAE)] *100	VET: Volume de Esgoto Tratado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado	%	SNIS	Prefeitura ou SAAESP
ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ESGOTO	Calcular a população urbana atendida com rede de esgoto.	Anual	[PUA / PUM] *100	PUA: População Urbana Atendida com Rede de Esgoto PUM: População Urbana do Município	%	IBGE	Prefeitura ou SAAESP
ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO	Calcular a porcentagem da população total do município que é atendida com o serviço de esgotamento sanitário.	Anual	[PAE / PTM] *100	PAE: População Atendida com Rede de Esgoto PTM: População Total do Município	%	IBGE	Prefeitura ou SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Quantificar o consumo total de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário por volume de esgoto coletado.	Mensal	CTE / VEC	CTE: Consumo Total de Energia Elétrica em Sistema de Esgotamento Sanitário VEC: Volume de Esgoto Coletado	kWh/m³	SAAESP	Prefeitura ou SAAESP
EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO NO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Quantificar a eficiência de remoção de DBO no sistema de tratamento de esgoto.	Mensal	[(DBO inicial – DBO final) / DBO inicial)] *100	DBO inicial: Demanda Bioquímica de Oxigênio antes do tratamento DBO final: Demanda Bioquímica de Oxigênio, após o tratamento	%	SAAESP	Prefeitura ou SAAESP
EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NO TRATAMENTO DE ESGOTO	Quantificar a eficiência de remoção de coliformes termotolerantes no sistema de tratamento de esgoto.	Mensal	[(CFC) / CIC)]*100	CFC: Concentração Inicial de Coliformes Termotolerantes - Concentração Final de Coliformes Termotolerantes CIC: Concentração Inicial de Coliformes Termotolerantes	%	SAAESP	Prefeitura ou SAAESP
INCIDÊNCIA DE AMOSTRAS NA SAÍDA DO TRATAMENTO DE ESGOTO FORA DO PADRÃO	Quantificar o número de amostras na saída do tratamento que não atendem aos padrões de lançamento previstos na legislação vigente.	Mensal	[QFP / QTA] *100	QFP: Quantidade de Amostras do Efluente da Saída do Tratamento de Esgoto Fora do Padrão QTA: Quantidade Total de Amostras do Efluente da Saída do Tratamento de Esgoto	%	SNIS	Prefeitura ou SAAESP

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
EXTENSÃO DA REDE DE ESGOTO POR LIGAÇÃO	Quantificar a relação entre a extensão da rede coletora de esgoto e as ligações totais de Esgoto no município.	Anual	[ERC / NLT]	ERC: Extensão da Rede Coletora de Esgoto NLT: Número de Ligações Totais de Esgoto	m/ligação	SNIS	Prefeitura ou SAAESP

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.2.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Tabela 119 - Indicadores para o monitoramento dos serviços manejo dos resíduos sólidos.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE ATENDIMENTO DA COLETA DOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	Medir o percentual de vias urbanas com atendimento de coleta dos resíduos sólidos urbanos.	Anual	[EVU / ETV]*100	EVU: Extensão das Vias Urbanas com Serviços de Coleta de Resíduos Sólidos Urbano ETV: Extensão Total das Vias Urbanas	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE TRATAMENTO ADEQUADO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	Quantificar o percentual de tratamento adequado dos resíduos sólidos.	Anual	[QRTA /QTRC] *100	QRTA: Quantidade de Resíduos Sólidos Coletados e Tratados adequadamente QTRC: Quantidade Total de Resíduos Sólidos Coletados	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA E REJEITOS) EM RELAÇÃO À	Calcular a taxa de recuperação de materiais recicláveis, em relação à quantidade total de resíduos	Semestral	QTMR /QTC] * 100	QTMR: Quantidade Total de Materiais Recuperados (exceto matéria orgânica e rejeitos) QTC:	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
QUANTIDADE TOTAL (RDO + RPU) COLETADA	domiciliares e públicos coletados.			Quantidade Total Coletada			
TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos, em relação à população urbana do município.	Anual	[PAD / PU]*100	PAD: População Atendida Declarada PU: População Urbana	%	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA DE RDO E RPU, EM RELAÇÃO À QUANTIDADE COLETADA	Calcular a taxa de terceirização do serviço de coleta de resíduos domiciliares e públicos, em relação à quantidade total de resíduos coletada.	Anual	QTE /QTC*100	QTE: Quantidade Total Coletada por Empresas Contratadas QTC: Quantidade Total Coletada	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE EMPREGADOS (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU), EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a taxa de empregados envolvidos na coleta de resíduos sólidos domiciliares e públicos, em relação à população urbana do município	Anual	[QEC*1000] /PU	QEC: Quantidade Total de Empregados (Coletadores + Motoristas) PU: População Urbana	Empregados/ 1000 habitantes	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
MASSA COLETADA (RDO + RPU) PER CAPITA, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE COLETA	Quantificar a massa coletada de resíduos domiciliares e públicos, em relação à população atendida com serviço de coleta de resíduos	Semestral	QRC / PAD	QRC: Quantidade Total de Resíduos Domiciliares Coletado PAD: População Atendida Declarada	Kg/habitante/dia	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
TAXA DA QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS PÚBLICOS (RPU), EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (RDO)	Calcular a taxa da quantidade total de resíduos públicos coletada, em relação à quantidade total de resíduos sólidos domésticos coletados	Anual	[QTRP /QTRD] *100	QTRP: Quantidade Total de Resíduos Sólidos Públicos QTRD: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos Domésticos	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
MASSA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE COLETADA PER CAPITA, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Quantificar a massa coletada de resíduos de serviço da saúde, em relação à população urbana	Anual	[QTRSS*1000] / PU	QTRSS: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde PU: População Urbana	kg/ 1000 habitantes/ dia	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
TAXA DE RSS COLETADA, EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA	Calcular a taxa de resíduos do serviço de saúde coletada, em relação à quantidade total de resíduos sólidos coletados.	Anual	QTRSS /QTC] * 100	QTRSS: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde QTC: Quantidade Total Coletada	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DA EXTENSÃO VARRIDA	Calcular a taxa de terceirização da extensão de vias municipais contempladas com o serviço de varrição	Anual	[EVC / ETS] *100	EVC: Extensão de Sarjeta Varrida por Empresas Contratadas ETS: Extensão Total de Sarjeta Varrida	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE VARREDORES, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a quantidade de varredores disponíveis para cada mil habitantes da população urbana.	Anual	[QTV*1000] /PU	QTV: Quantidade Total de Varredores PU: População Urbana	Empregados/ 1000 habitantes	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Quantificar o número de domicílios atendidos com coleta de lixo no município.	Anual	[NDL / NDM]*100	NDL: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo NDM: Número Total de Domicílios no Município	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS URBANOS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área urbana do município, com coleta de resíduos sólidos.	Anual	[NDU / NTM]*100	NDU: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo na Área Urbana NTM: Número Total de Domicílios Urbanos no Município	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS RURAIS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área rural do município, com coleta de resíduos sólidos.	Anual	[NDR /NTR]*100	NDR: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo na Área Rural NTR: Número Total de Domicílios da Área Rural no Município	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE ATENDIMENTO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO	Identificar o índice de atendimento do serviço de varrição das vias urbanas do município.	Anual	[ECV/ ETV]*100	ECV: Extensão das Vias Urbanas com Serviços de Varrição ETV: Extensão Total das Vias Urbanas	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS URBANOS ATENDIDOS COM COLETA SELETIVA	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área urbana do município, com coleta seletiva.	Anual	[NDA/ NDT]*100	NDA: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta seletiva na Área Urbana NDT: Número Total de Domicílios na Área Urbana	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Tabela 120 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE ATENDIMENTO COM SISTEMA DE DRENAGEM	Calcular a porcentagem da população urbana do município atendida com sistema de drenagem de águas pluviais.	Anual	[PAD / PUM]*100	PAD: População Urbana Atendida com Sistema de Drenagem Urbana PUM: População Urbana do Município	%	Prefeitura Municipal/ SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE VIAS URBANAS COM GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	Calcular o índice de vias urbanas que apresentam galeria para drenagem urbana de águas pluviais.	Anual	EGP / ETS]*100	EGP: Extensão das Galerias Pluviais ETS: Extensão Total do Sistema Viário Urbano	%	Prefeitura Municipal/ SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS	Identificar o número de ocorrência de alagamentos por m² de área urbana do município.	Anual	[NTA/ AUM]	AUM: Área urbana do município NTA: Número total de ocorrência de alagamento no ano	pontos de alagamento / km²	Prefeitura Municipal	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE VIAS URBANAS SUJEITAS A ALAGAMENTO	Identificar o índice de vias urbanas sujeitas a alagamento no sistema viário urbano.	Anual	[EVA / ETS]*100	EVA: Extensão de vias urbanas sujeitas a alagamento ETS: Extensão Total do Sistema Viário Urbano	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA, QUANTO AOS EMISSÁRIOS FINAIS	Calcular a eficiência do sistema de drenagem referente aos emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais.	Semestral	[NEF / NET]*100	NEF: Número de emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais NET: Número total de emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais que contribuem para a ocorrência de erosões e alagamentos	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

12.2.4. Indicadores de Avaliação dos Recursos Financeiros

Tabela 121 - Indicadores para avaliar o uso dos recursos financeiros.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
DESPESA DE EXPLORAÇÃO POR ECONOMIA DE ÁGUA	Calcular a despesa de exploração, pelo tratamento de água, por economia de água ativa no município.	Anual	[DE / QEA]	DE: Despesas de Exploração QEA: Quantidade de Economias Ativas de Água	R$/ano/ economia	SAAESP/ SNIS	SAAESP
DESPESA DE EXPLORAÇÃO POR ECONOMIA DE ESGOTO	Calcular a despesa de exploração, pelo tratamento de esgoto, por economia de esgoto ativa no município.	Anual	DE / QEE	DE: Despesas de Exploração QEE: Quantidade de Economias Ativas de Esgoto	R$/ano/ economia	SAAESP/ SNIS	Prefeitura ou SAAESP
DESPESA PER CAPITA COM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a despesa per capita do serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos, em relação à população atendida.	Anual	[DT / PU]	DT: Despesa Total com Manejo de RSU PU: População Urbana	R$/ano/ habitante	Prefeitura Municipal/ IBGE	Prefeitura Municipal
AUTOSSUFICIÊNCIA FINANCEIRA COM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	Calcular o índice de autossuficiência financeira com o serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos.	Anual	[RA /DT] *100	RA: Receita Arrecadada com Manejo de RSU DT: Despesa Total com Manejo de RSU	Porcentagem (%)	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA	Calcular o indicador de desempenho financeiro do sistema de abastecimento de água no município.	Anual	[ROA / DT]*100	ROA: Receita Operacional Direta de água DT: Despesa Total com o serviço de água	Porcentagem (%)	SAAESP /SNIS	SAAESP

INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Calcular o indicador de desempenho financeiro do sistema de esgotamento sanitário no município.	Anual	[ROE / DT]*100	ROE: Receita Operacional Direta de Esgoto DT: Despesa Total com o serviço de esgoto	Porcentagem (%)	SAAESP /SNIS	Prefeitura ou SAAESP

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL. 2021. Disponível em: <https://abespb.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama-2021-ABRELPE.pdf>.

ALVARES, C. A. *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** [S.L.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 dez. 2004.

ARAÚJO, J. G., BARBOSA, A. M., VIEIRA, H. V., CARDOSO, R. S., & SILVA FILHO, J. F. Avaliação do risco de erosão do solo em diferentes unidades da paisagem de uma microbacia hidrográfica no estado do Acre, Brasil. Engevista, 20(2), 271-286. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007:2004. Amostragem de resíduos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10157:1987. Áreas de preservação permanente em regiões metropolitanas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844:1989. *Estudo hidrológico para projetos de barragens para reservação de água*. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 11682:2009. Escavação a céu aberto – Segurança. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12235:1992. Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12807:2013. Armazenamento de produtos perigosos – Inspeção periódica. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12808:2016. Resíduos sólidos perigosos – Coleta, transporte, tratamento e disposição final – Terminologia. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12809:2013. Transporte terrestre de produtos perigosos – Incompatibilidade química. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12810:2020. Resíduos de serviços de saúde – Coleta, transporte e disposição final. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12980:1993. Projeto de aterro de resíduos não perigosos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13463:1995. Impermeabilização de aterros sanitários e disposição controlada de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13591:1996. Coleta de resíduos sólidos domiciliares – Terminologia. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13896:1997. Aterros de resíduos sólidos urbanos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13968:1997. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15113:2004. Aterros sanitários de pequenos portes para resíduos sólidos urbanos – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15114:2004. Aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos – Determinação de gases gerados. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15849:2010. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16849:2020. Logística reversa de embalagens pós-consumo – Diretrizes e procedimentos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7229:1993 projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8419:1992. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992. (Versão corrigida: 1996).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8843:1996. Poços tubulares para captação de água subterrânea – Construção. Rio de Janeiro, 1996.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL**. PERFIL SÃO PEDRO, SP**. 2024. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/município/355040>.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoade-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf>.

BARTH, H. P. *et al*. Descrição do Valor Adicionado nos Setores Econômicos e sua Distribuição nos Municípios do Vale do Taquari. **Revista Digital,** Canoas, v. 1, n. 8, p. 11-19, jan. 2018.

BDiA – BANCO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS. Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação. 2024. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone – 6ª edição p.17-173. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios para licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o zoneamento ecológico-econômico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 dez. 1996.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 228, de 20 de agosto de 1997. Estabelece critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de irrigação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental e amplia a participação do IBAMA e dos órgãos estaduais e municipais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 264, de 26 de agosto de 1999. Estabelece diretrizes para o uso de fornos rotativos de cimento para queima de resíduos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 ago. 1999.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para a coleta seletiva. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 abr. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 out. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 nov. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Dispõe sobre o uso de resíduos de fundição em pavimentação e bases de estradas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 ago. 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 maio 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre a coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 jun. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 4 maio 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 maio 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio em pilhas e baterias e critérios para seu gerenciamento ambientalmente adequado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 nov. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008. Dispõe sobre licenciamento ambiental para empreendimentos de irrigação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 nov. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 411, de 6 de maio de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de projetos de agricultura irrigada. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 maio 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental para transporte interestadual de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º out. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 452, de 2 de julho de 2012. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de projetos de dragagem em águas interiores. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 jul. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014. Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais para o licenciamento ambiental de sistemas públicos de saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 dez. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015. Dispõe sobre critérios para o licenciamento ambiental de cemitérios. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jul. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 474, de 6 de abril de 2016. Dispõe sobre licenciamento ambiental para usinas de asfalto e centrais de britagem. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 abr. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte hidráulica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 out. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 497, de 19 de agosto de 2020. Dispõe sobre critérios para definição de vegetação primária e secundária em estágios sucessionais da Mata Atlântica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 499, de 6 de outubro de 2020. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos de pequeno porte. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 out. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental para o transporte interestadual de resíduos perigosos e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º out. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 5, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre parâmetros de qualidade do ar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 ago. 1993.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988.

BRASIL. Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020. **Institui o Programa Águas Brasileiras.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jun. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2022.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jan. 2002.

BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jan. 2007.

BRASIL. Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993. Promulga a Convenção da Diversidade Biológica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jul. 1993.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regula os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 abr. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre a obrigatoriedade de informação pelo consumidor final acerca de destino de resíduos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971. Define a política nacional de cooperativismo e institui o regime jurídico das sociedades cooperativas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 1971.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 1979.

BRASIL. Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 jul. 1980.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a

classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e cria a ANVISA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jan. 1999.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e dispõe sobre o controle e a fiscalização de agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jun. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Interior. Portaria nº 53, de 1 de março de 1979. Estabelece normas para parcelamento do solo urbano. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 mar. 1979.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR. Painel de logística reversa de pneus inservíveis. Dados de 2020: 379.931 t e 1.160 pontos de coleta. Disponível em: <https://sinir.gov.br>.

CAPOZZOLI, P. R. *Drenagem urbana e controle de enchentes.* São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHERNICHARO, C. A. L. *Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 390 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia**.** 2. ed. Rio Claro: Blucher, 1974. 188 p.
CLIMATE DATA. CLIMA SÃO PEDRO, 2024. Disponível em: < https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sao-pedro-34773/>.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – PCJ. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos – 2024 (Ano Base 2023). Piracicaba: PCJ, 2024. Disponível em: <https://novo.comitespcj.org.br/wp-content/uploads/2025/03/RELATORIO-DE-SITUACAO-DOS-RECURSOS-HIDRICOS-2024.pdf>.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. *Para onde vão os pneus inservíveis*. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/v3/formas-de-destinacao-para-onde-vao>.

DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica. Outorgas. 2024. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/>.

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS. Tecnologia da Informação do Serviço Único de Saúde. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popmg.def >.

DIAS JUNIOR, M. S., DUARTE, E. M., DAFONTE, J. D., PINHEIRO NETO, S. C., & LOPES, R. N. Perdas de solo e água por erosão em área de brejo situada no alto sertão paraibano. Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online), (34), 187-197. 2014.

DURÃES, M. F.; MELLO, C. R. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, p. 677-685, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Conhecendo melhor o Solo. 2021. Disponível: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fazendo-certo/conhecendo-o-estabelecimento-rural/conhecendo-melhor-o-solo>.

FARIAS, C. dos P. C. de; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. de A. *Atlas pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência (desagregação de precipitações diárias)*. Belém, PA: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2020. Programa Geologia do Brasil. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22368>.

FEAUSP – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. O QUE É ECONOMIA? 2021. Disponível em: <https://www.fea.usp.br/economia/graduacao/o-que-e-economia>.

FECOMERCIOSP. **Resíduos sólidos: Logística Reversa.** 2023. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/cartilha-resduos-slidos-fecomerciosp-logstica-reversa/250839021>.

FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. Municípios. 2024. Disponível em: <https://municipios.fgv.br/indicadores>.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. MANUAL DE SANEAMENTO. 2019. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>.

GeoSEADE. Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/i3geo/interface/osm.php>.

Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>.

Governo do Estado de São Paulo – Investe SP. **São Pedro vai ter 90% do esgoto tratado com ETE Samambaia**. 2020. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br>.

IBGE – INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRADIA E ESTATISTICA. PNAD: População em área urbana. 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html>.

IBGE – INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama de São Pedro, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-pedro/panorama>.

IFESP – INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Levantamento de vegetação. 2009. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2009/>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Brasília, DF: IPEA, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/publicacao>.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. Oficina de Textos. 2002.

MAPBIOMAS. **Uso e Cobertura do Solo do Brasil**. Disponível em <https://brasil.mapbiomas.org/>.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. *Journal*

of Environmental Management, Oxford, v. 90, n. 1, p. 652–659, jan. 2009. DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.07.001

MELETTI, P. C. **Avaliação da qualidade da água e do sedimento na bacia do Rio Piracicaba, SP, através de parâmetros ecotoxicológicos**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-15072024-144628/pt-br.php>.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Vegetação e biodiversidade. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Brasília, DF,2012. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/residuos-solidos/plano-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>.

MORGAN, R.P.C. *Soil Erosion and Conservation. Blackwell Publishing.* Inglaterra, 3. Ed. 304p. 2005.

MOURÃO, R. F.; SEO, E. S. M. Logística reversa de lâmpadas fluorescentes. *InterfacEHS: Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 7, n. 3, 2012.

PASSOS, I. C. da S. **Clima e Arquitetura habitacional em Alagoas: estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar.** 2009. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/695>.

PEREIRA, N.M., PEREIRA, S.Y., CAVALCANTI, R.N., GENOVEZ, A.M., & PAULA, G. **Disponibilidade hídrica da bacia do rio Piracicaba, estado de São Paulo, Brasil**. 2005. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/279501237_DISPONIBILIDADE_HIDRICA_DA_BACIA_DO_RIO_PIRACICABA_ESTADO_DE_SAO_PAULO_BRASIL>.

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. São Pedro, SP, 2024.

PMSB – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. São Pedro, 2014. Disponível em: <https://app.rios.org.br/index.php/s/LyjtkgmtcYQzPa5?path=%2Fsao-pedro-sp>.

Portal Saneamento Básico. 2024. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/>.

PREFEITURA DE SÃO PEDRO. 2025. Disponível em: <https://www.saopedro.sp.gov.br/>.

RECICLANIP. Relatório de atividades 2023. São Paulo: Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP / Reciclanip, 2023. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/>.

REIS, R. C.; LIMA, E. C. Estimação de vazão máxima de cheia por meio do método racional em bacias hidrográficas urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 22(1), 143-154. 2017.

SAAESP – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro. **Estações de Tratamento de Esgoto.** 2023. Disponível em: <https://www.saaesp.sp.gov.br/>.

SAAESP – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE SÃO PEDRO. **Portal institucional.** São Pedro, 2025. Disponível em: <https://www.saaesp.sp.gov.br/>.

SAAESP – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro. **Relatório Anual de Qualidade da Água – 2023**. Disponível em: <https://www.saaesp.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/2023_2024_RELAT%C3%93RIO-ANUAL-DE-QUALIDADE-DA-%C3%81GUA-Oficial-SITE.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 14.806, de 17 de junho de 1980. **Dispõe sobre a utilização de áreas críticas para instalação de estabelecimentos industriais.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 18 jun. 1980.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 21.880, de 6 de junho de 1984. **Dispõe sobre o licenciamento de atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 7 jun. 1984.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 24.932, de 14 de janeiro de 1986. **Estabelece normas complementares sobre o licenciamento de atividades poluidoras.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 15 jan. 1986.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 47.400, de 4 de dezembro de 2002. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental simplificado.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 5 dez. 2002.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 48.523, de 7 de janeiro de 2004. **Regulamenta dispositivos da Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 8 jan. 2004.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 52.455, de 7 de dezembro de 2007. **Regulamenta a Lei Complementar nº 1.025, de 7 de dezembro de 2007, que cria a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo — ARSESP.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 8 dez. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. **Regulamenta a Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 9 set. 1976.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar nº 1.025, de 7 de dezembro de 2007. **Dispõe sobre a criação da Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo — ARSESP, e dá providências correlatas.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 8 dez. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 1.817, de 27 de outubro de 1978. **Dispõe sobre medidas relativas ao zoneamento industrial em áreas críticas de poluição.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 28 out. 1978.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 17 mar. 2006.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. **Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 31 dez. 1991.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992. **Dispõe sobre a política estadual de meio ambiente.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 1º abr. 1992.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 8.999, de 23 de janeiro de 1994. **Dispõe sobre a proteção e recuperação do meio ambiente e do patrimônio cultural.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 24 jan. 1994.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.034, de 27 de fevereiro de 1994. **Dispõe sobre o sistema estadual de administração dos recursos hídricos.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 28 fev. 1994.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997. **Dispõe sobre o processo administrativo no âmbito da Administração Pública do Estado.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 21 mar. 1997.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. **Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 1º jun. 1976.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 41, de 27 de junho de 2002. **Dispõe sobre a classificação e o manejo dos resíduos sólidos.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 28 jun. 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 56, de 7 de novembro de 2006. **Dispõe sobre o gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 8 nov. 2006.

SÃO PEDRO (Município). Lei Complementar nº 102, de 19 de dezembro de 2013. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 20 nov. 2013.

SÃO PEDRO (Município). Lei Complementar nº 148, de 5 de dezembro de 2017. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 6 dez. 2017.

SÃO PEDRO (Município). Lei Complementar nº 67, de 28 de abril de 2010. **Institui o Plano Diretor do Município de São Pedro.** Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 29 dez. 2010.

SÃO PEDRO (Município). Lei Complementar nº 78, de 17 de dezembro de 2012. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 18 dez. 2012

SÃO PEDRO (Município). Lei nº 3.804, de 3 de julho de 2017. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 4 jul. 2017

SÃO PEDRO (Município). Lei nº 3.980, de 10 de dezembro de 2019. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 11 dez. 2019.

SÃO PEDRO (Município). Lei nº 4.239, de 15 de setembro de 2021. Diário Oficial do Município, São Pedro, SP, 16 set. 2021.

SCHLICHTMANN, R. The influence of the I-Pai-Wu method on the performance of a stormwater detention basin. Water Science and Technology, 79(1), 124-133. 2018.
SEADE – MUNICÍPIOS. **Municipio de São Pedro/SP**. 2024. Disponível em < https://municipios.seade.gov.br/>

SGB – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2024. Disponível em <https://www.sgb.gov.br/>.

SIGRH – SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Bacias Hidrográficas, 2024. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/>.

SILVA, A. M. C., RODRIGUES, C. A. G., & CASSOTE, A. J. F. Avaliação comparativa de perdas de solo em Argissolos sob diferentes arranjos produtivos. Scientia Agraria Paranaensis, 11(1), 47-58. 2012.

SIMA – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Anuário de Energéticos por Município no Estado de São Paulo. 2022. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2025/04/Anuario-de-Energeticos-por-Municipios-do-Estado-de-Sao-Paulo-2022-ano-base-2021.pdf>.

SIMON, A.L.H., CUNHA, C.M.L., & PEREZ FILHO, A. **Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Samambaia – SP**: subsídios para a ocupação espacial. 2012. In Anais do 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia. Disponível em: <https://sinageo.org.br/2012/trabalhos/8/8-449-491.html>.

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico. Painel de Indicadores. 2023. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/>.

SISTEMA DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL – SICAR. **Propriedades rurais de São Pedro/SP**. Disponível em: <https://consultapublica.car.gov.br/publico/imoveis/index>

Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR. Painel de resíduos sólidos: lodo. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>.

SMIDERLE, J. K. *Estudo de viabilidade para destinação final do lodo da ETA Laranjal/RJ*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)

– Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2016/juliana-jeronimo-2016.pdf>.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Indicadores da coleta. 2022. Disponível em: <https://app-hmg.cidades.gov.br/indicadores-sinisa/web/agua_esgoto/mapa-agua?codigo=3550407>.

UGRHI-5 PCJ – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Agência das Bacias PCJ. 2024. Disponível em: <https://novo.comitespcj.org.br/wp-content/uploads/2025/03/RELATORIO-DE-SITUACAO-DOS-RECURSOS-HIDRICOS-2024.pdf>.

VILLELA, S.M. e MATTOS, A. Hidrologia aplicada. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 p. 1975.

WHO – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2,4 bilhões de pessoas não terão saneamento básico em 2015; o mundo não irá alcançar meta dos ODM. **Regional Office for Africa**, 15 jun. 2015. Disponível em: <https://www.afro.who.int/pt/news/24-bilhoes-de-pessoas-nao-terao-saneamento-basico-em-2015-o-mundo-nao-ira-alcancar-meta-dos>.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration. Washington D.C.: 1978.

ANEXO

MINUTA DE PROJETO DE LEI Nº XXXX/2026

DISPÕE SOBRE A APROVAÇÃO DA REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO/SP.

A Câmara Municipal de São Pedro aprova e o Prefeitura Municipal sanciona a seguinte Lei:

Art. 1º. Fica aprovado o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB do Município de São Pedro/SP, em sua versão revisada, elaborado em conformidade com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 e com a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

Art. 2º. O PMSB aprovado por esta Lei constitui o instrumento técnico e estratégico de planejamento para a organização, regulação, fiscalização, prestação e avaliação dos serviços públicos de saneamento básico no Município, abrangendo, de forma integrada:

I. o abastecimento de água potável;
II. o esgotamento sanitário;
III. a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
IV. a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Art. 3º. O PMSB revisado estabelece diretrizes, objetivos, metas, programas, projetos, ações e indicadores de desempenho, organizados segundo horizontes de curto, médio e longo prazo, devendo orientar:

a. a formulação de políticas públicas setoriais;
b. a alocação de recursos orçamentários e financeiros;
c. a celebração de contratos, convênios, consórcios e demais instrumentos de cooperação;
d. os processos de regulação, fiscalização e controle social dos serviços.

Art. 4º. A execução do PMSB observará os princípios da universalização do acesso, da integralidade, da sustentabilidade econômico-financeira, da eficiência operacional, da segurança sanitária e ambiental, bem como da transparência e da participação social, nos termos da legislação federal e municipal aplicável.

Art. 5º. O acompanhamento e a avaliação da implementação do PMSB deverão ser realizados de forma contínua, com base nos indicadores definidos no próprio Plano, articulados aos sistemas nacionais de informações em saneamento básico, especialmente o SINISA, sem prejuízo de outros mecanismos de monitoramento adotados pelo Município.

Art. 6º. O PMSB deverá ser revisado periodicamente, em compatibilidade com os ciclos de planejamento municipal e, no máximo, a cada 10 (dez) anos, ou extraordinariamente, sempre que alterações relevantes de ordem técnica, econômica, ambiental ou institucional assim o justificarem.

Art. 7º. O Poder Executivo Municipal adotará as providências necessárias à ampla publicização do PMSB aprovado, assegurando o acesso público ao seu conteúdo, inclusive por meio eletrônico.

Art. 8º. As despesas decorrentes da execução desta Lei correrão à conta de dotações orçamentárias próprias, suplementadas se necessário.

Art. 9º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

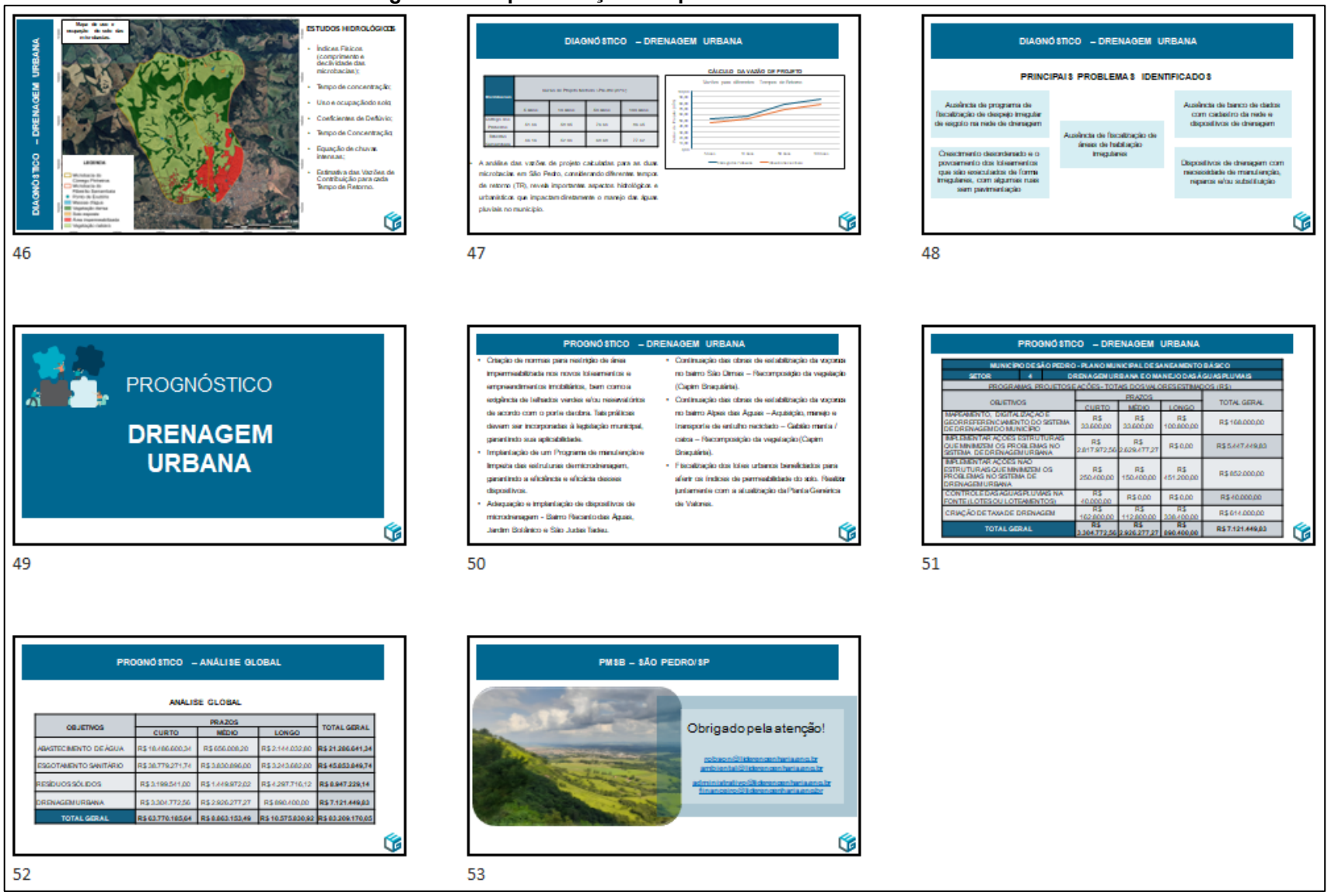
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO, XX de XXXXXX de 2026.

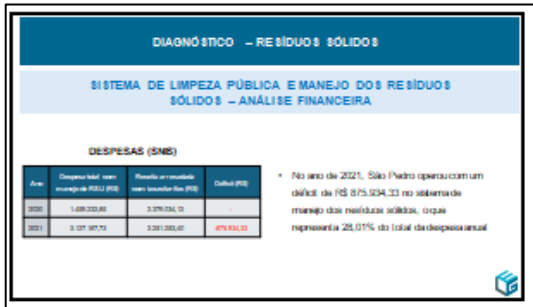
THIAGO SILVÉRIO DA SILVA
Prefeito Municipal

ATA DA AUDIÊNCIA PÚBLICA REALIZADA

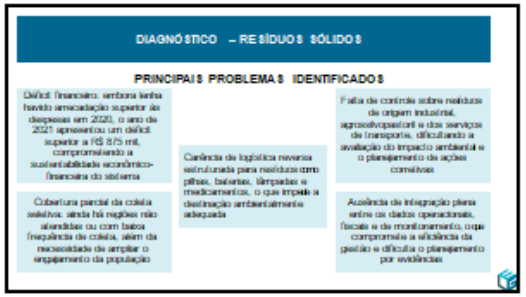
No dia 12 de fevereiro de 2026, das 18h às 20h, realizou-se na Câmara Municipal de São Pedro, a audiência pública final da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, PMSB. Estiveram presentes cidadãos do município, bem como representantes da Prefeitura Municipal e da Equipe Técnica Municipal, além do Engenheiro Ambiental Mike Martins e da Bióloga Nalanda Alves, representantes da Líder Engenharia e Gestão de Cidades, empresa contratada para a revisão do plano. A condução da apresentação foi feita pelo Engenheiro Mike, que iniciou com uma breve introdução sobre a Líder Engenharia e Gestão de Cidades, abordando os serviços prestados e a expertise de sua equipe técnica. Em seguida, foram detalhados os aspectos do PMSB, com ênfase nos quatro eixos principais do saneamento básico: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, e Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos. Durante a explanação, foram apresentados os conceitos, princípios e objetivos do plano, destacando sua relevância para o desenvolvimento ambiental, social e econômico do município. Na sequência, o engenheiro apresentou as ações e propostas que integram os objetivos do plano, com destaque para as previsões do horizonte de vinte anos, abrangendo crescimento populacional, projeções de demanda de água potável, geração de esgoto e resíduos sólidos, medidas necessárias para drenagem urbana e projeções de investimentos, além de uma análise econômica contemplando os quatro eixos do saneamento. Após a exposição, foi aberto espaço para questionamentos e manifestações do público, sendo levantadas questões relacionadas ao abastecimento de água em determinadas regiões do município, relatos sobre a realidade vivenciada por moradores dessas áreas, saneamento em propriedades rurais e vazão de drenagem em trechos hídricos específicos, bem como valores apresentados referentes ao balanço financeiro do sistema. Todas as questões levantadas foram registradas e consideradas para a conclusão do produto final do plano, com o compromisso de atendimento às demandas apresentadas. A audiência foi encerrada por volta das 20h, com agradecimentos aos participantes pela presença e contribuição.

Figura 144 - Apresentação completa da audiência realizada.





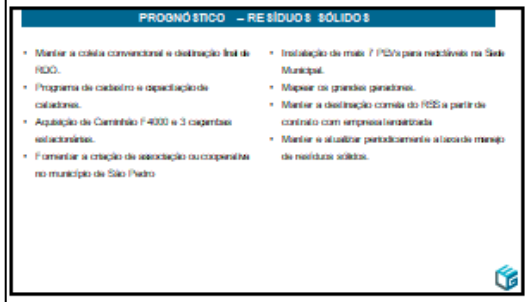
37



38



39



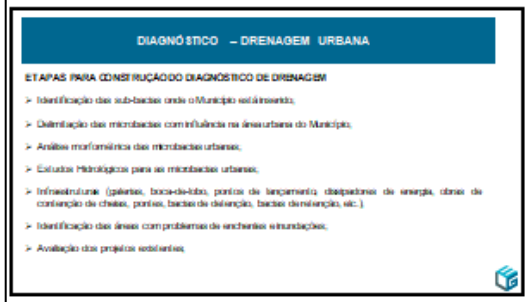
40



41



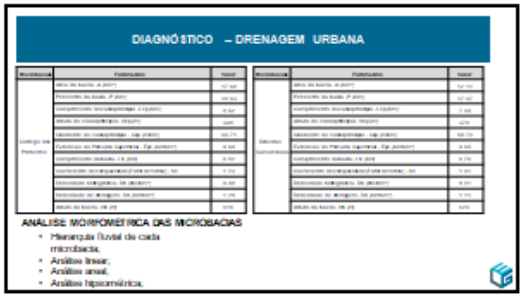
42



43



44



45

DIAGNÓSTICO – ESGOTAMENTO SANITÁRIO

PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural.

Ausência de técnicas responsáveis por instruir os moradores localizados na área rural para realizar o lançamento de seguro de forma correta.

28

PROGNÓSTICO

ESGOTAMENTO SANITÁRIO

29

PROGNÓSTICO – ESGOTAMENTO SANITÁRIO

- Implantação de rede coletora nos bairros Altos do Botânico, Campos do Botânico, Botânico 1.000 e Botânico 2.000. (População atendida: 1.500 habitantes)
- Implantação de rede coletora nos bairros Nova São Pedro I, Nova São Pedro II, Chácaras do Mirante e Chácaras ABC (População atendida: 4.050 habitantes)
- Projeto de Implantação da fase 03 da ETE Samambaia.
- Implantação do processo de tratamento biológico de remoção de nutrientes na ETE Samambaia.

30

PROGNÓSTICO – ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Análise Econômica – Esgotamento Sanitário

MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR: 2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

OBJETIVOS	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
IMPLANTAR O PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE A TEMÁTICA ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	R$ 100.000,00	R$ 80.000,00	R$ 240.000,00	**R$ 420.000,00**
AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	R$ 38.679.271,74	R$ 3.750.896,00	R$ 3.003.682,00	**R$ 45.433.849,74**
TOTAL GERAL	**R$ 38.779.271,74**	**R$ 3.830.896,00**	**R$ 3.243.682,00**	**R$ 45.853.849,74**

31

DIAGNÓSTICO

RESÍDUOS SÓLIDOS

32

DIAGNÓSTICO – RESÍDUOS SÓLIDOS

SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – COLETA CONVENCIONAL

- Geração total de resíduos sólidos urbanos: **11.385,07 t./ano**
- Cobertura da coleta: ainda há regiões não atendidas ou com baixa frequência de coleta
- Frequência da coleta: segunda a sábado, áreas centrais e comerciais
- 5 caminhões, 5 em atividade
- A gestão dos serviços relacionados aos resíduos sólidos é executada por **duas Secretarias**.
  - ✓ **Secretaria Municipal de Obras**
  - ✓ **Secretaria Municipal de Meio Ambiente**
  - ✓ Disposição final: Aterro sanitário – Essencis Central de Tratamento de Resíduos Ltda localizado em **Rio das Pedras/SP**

33

DIAGNÓSTICO – RESÍDUOS SÓLIDOS

SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – RESÍDUOS RECICLÁVEIS

GERAÇÃO TOTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS:

- ✓ **2022:** 1.024,8 t
- Cobertura da coleta: ainda há regiões não atendidas ou com baixa frequência de coleta
- 1 caminhões para o serviço de coleta (Cooperativas)

PROGRAMA DE COLETA SELETIVA:

- ✓ **1 Cooperativa** (ECOsolidar), Unidade de Coleta Seletiva localizada em Piracicaba/SP





34

DIAGNÓSTICO – RESÍDUOS SÓLIDOS

SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – DEMAIS RESÍDUOS

RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS):

- Coleta, transporte e destinação por empresa terceirizada (Stericenter Soluções Ambientais)
- Autoclavagem e/ou incineração

RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA:

- Pontos de coleta de eletroeletrônicos, pilhas e baterias, cartuchos e toners e lâmpadas (estabelecimentos comerciais e mercados)

RESÍDUOS ORGÂNICOS:

- Recolhidos pela coleta domiciliar (Secretaria de Obras)
- Os resíduos são destinados à Estação de Transbordo municipal

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC):

- Secretaria Municipal de Obras para Serviços Públicos
- Fornecimento de caçambas estacionárias
- Aterro de Resíduos Sólidos Inertes de Rio das Pedras/SP

35

DIAGNÓSTICO – RESÍDUOS SÓLIDOS

SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – DISPOSIÇÃO FINAL

- São Pedro não possui lixão, aterro controlado ou aterro sanitário em seu território, há apenas uma área em que antigamente era um aterro sanitário;
- Disposição final: **Aterro sanitário** – Essencis Central de Tratamento de Resíduos Ltda localizado em Rio das Pedras/SP;
- O **descarte irregular** de resíduos e entulhos tem sido identificado como um fator agravante;
- Os resíduos da construção civil (RCC) e os resíduos volumosos são recebidos em **ecoponto**.





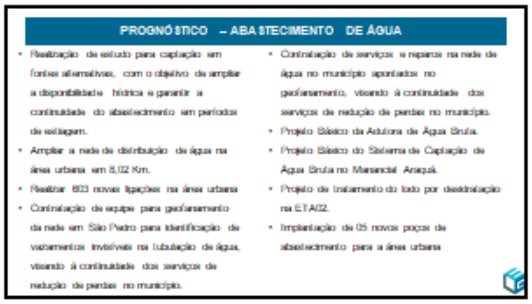
36



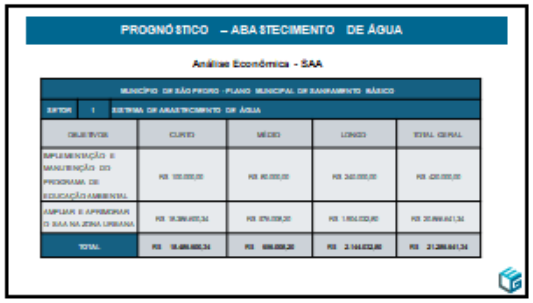
19



20



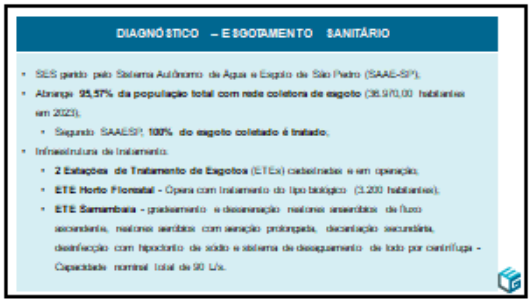
21



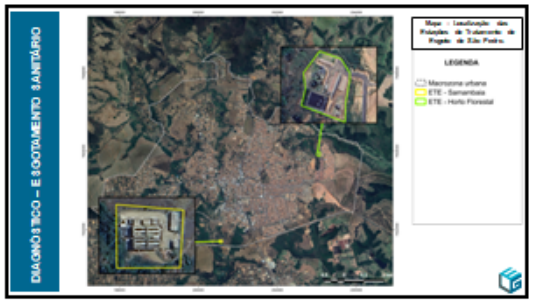
22



23



24



25



26



27


PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO BÁSICO
SÃO PEDRO – SP
AUDIÊNCIA PÚBLICA
LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

1


APRESENTAÇÃO DA EMPRESA
LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES
Líder Engenharia e Gestão de Cidades
Sede

2


APRESENTAÇÃO DA EMPRESA
PLANEJAMENTO AMBIENTAL
PLANEJAMENTO URBANO
GEOPROCESSAMENTO

3


APRESENTAÇÃO DA EMPRESA
PLANEJAMENTO URBANO
GEOPROCESSAMENTO

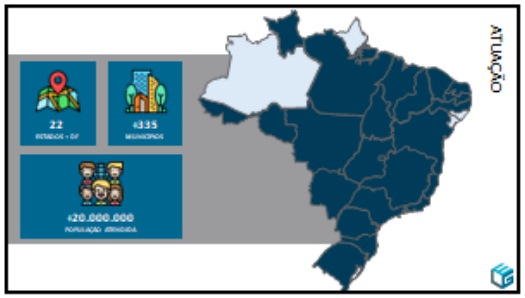
4


APRESENTAÇÃO DA EMPRESA
GEOPROCESSAMENTO

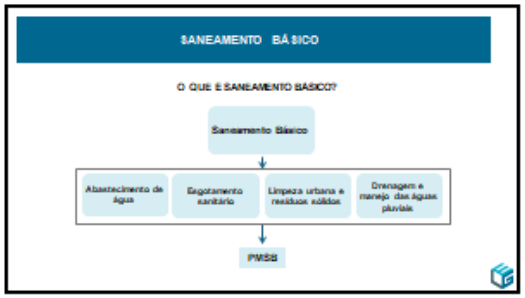
5


APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

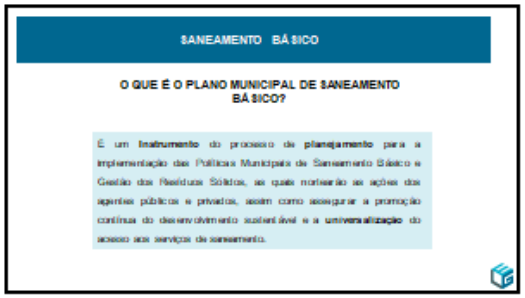
6


ATUAÇÃO
22
ESTADOS + DF
+335
MUNICÍPIOS
+20.000.000
POPULAÇÃO ATENDIDA

7


SANEAMENTO BÁSICO
O QUE É SANEAMENTO BÁSICO?
Saneamento Básico
Abastecimento de Água
Esgotamento sanitário
Limpeza urbana e resíduos sólidos
Drenagem e manejo das águas pluviais
PMSB

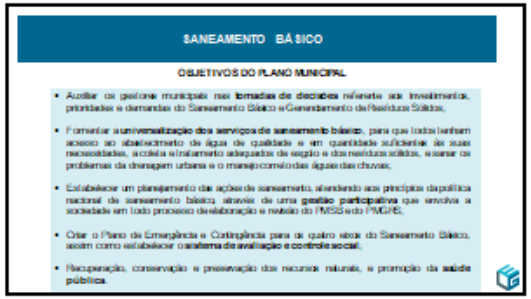
8


SANEAMENTO BÁSICO
O QUE É O PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO?
É um instrumento do processo de planejamento para a implementação das Políticas Municipais de Saneamento Básico e Gestão dos Resíduos Sólidos, as quais norteiarão as ações dos agentes públicos e privados, assim como assegurar a promoção contínua do desenvolvimento sustentável e a universalização do acesso aos serviços de saneamento.

9



10



11



12



13



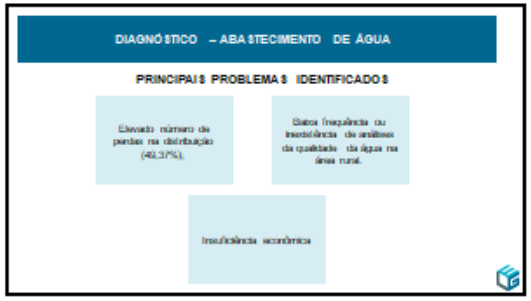
14



15



16



17



18

Figura 145 - Registros fotográficos da audiência realizada.




PROGNÓSTICO – ABASTECIMENTO DE ÁGUA


FIDE ET LABORE PATRIAE MAGNITUDO
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
SÃO PEDRO – SP
AUDIÊNCIA PÚBLICA
LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES