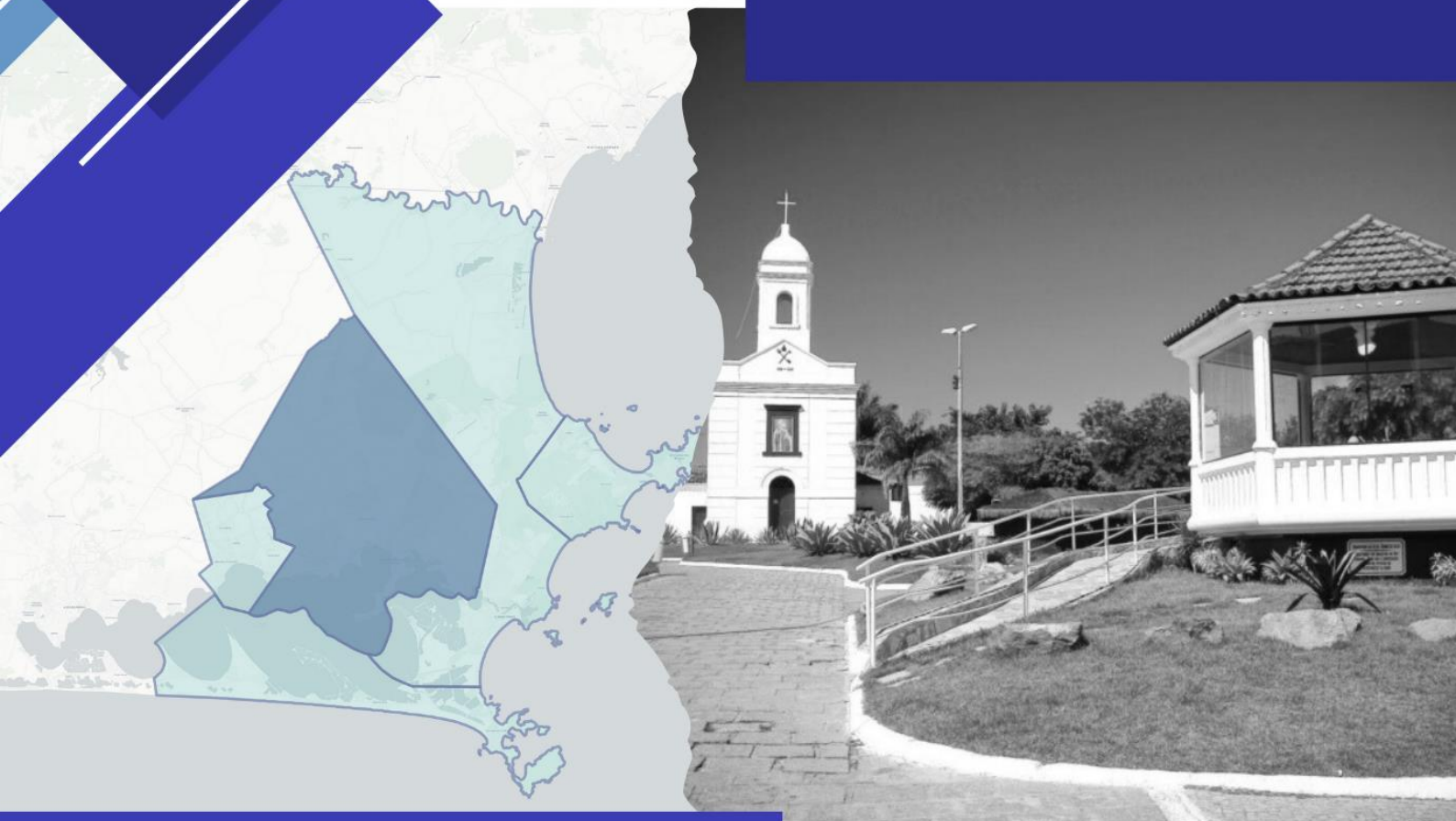




Plano Municipal de Saneamento Básico

Produto 07 - Versão Final do PMSB e PMGIRS

São Pedro da Aldeia/RJ

Dezembro/2024



FICHA TÉCNICA

Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Prefeito: Fábio do Pastel

Vice-Prefeito: Dr. Júlio Queiroz

Equipe Técnica

Mariangela Correa Laydner – Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho

Anna Clara Muniz Correia – Estagiária de Engenharia Ambiental

Arnaldo Mailes Neto – Engenheiro Ambiental

João Victor Malheiros Vidal da Vinha – Engenheiro Ambiental

Louise Pinho Novaes – Engenheira Ambiental

Nathália Miranda das Chagas – Engenheira Ambiental

Thaís Texeira Rodrigues Lima – Engenheira Ambiental

Gabriela Vieira – Engenheira Ambiental



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	24
2. OBJETIVO.....	24
3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	26
3.1. CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL	26
3.1.1. LOCALIZAÇÃO	26
3.1.2. LEGISLAÇÃO	28
3.1.2.1. ICMS Verde.....	31
3.1.3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO	33
3.1.3.1. Contexto Histórico	33
3.1.3.2. Dinâmica Demográfica	34
3.1.3.3. Índice de Desenvolvimento Humano	40
3.1.3.4. Atividades Econômicas	41
3.1.3.5. Educação.....	43
3.1.3.6. Saúde	45
3.1.3.7. Remanescentes de Comunidades Quilombolas	47
3.1.4. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO.....	49
3.1.4.1. Condições Climáticas e Meteorológicas.....	49
3.1.4.2. Geomorfologia	50
3.1.4.3. Pedologia	53
3.1.4.4. Recursos Hídricos Superficiais.....	54
3.1.4.5. Recursos Hídricos Subterrâneos	77
3.1.4.6. Vegetação	85
3.1.4.7. Áreas de Relevância Ambiental.....	86
3.2. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ...	89



3.2.1. MANANCIAL.....	90
3.2.2. CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA.....	100
3.2.3. TRATAMENTO DE ÁGUA	104
3.2.4. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA E BOOSTERS.....	108
3.2.5. RESERVAÇÃO	112
3.2.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO, LIGAÇÕES E HIDRÔMETROS.....	114
3.2.7. ESTRUTURA TARIFÁRIA	115
3.2.8. RESUMO DOS PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	117
3.3. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	119
3.3.1. LIGAÇÕES PREDIAIS, REDE COLETORA E COLETORES PRINCIPAIS	120
3.3.2. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS.....	124
3.3.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	125
3.3.4. TRATAMENTO DE ESGOTO E CORPO RECEPTOR	128
3.3.5. ESTRUTURA TARIFÁRIA	134
3.3.6. RESUMO DOS PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO	135
3.4. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	136
3.4.1. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL MUNICIPAL	137
3.4.1.1. Estrutura Organizacional de Manejo de Resíduos de Limpeza Urbana	138
3.4.2. RESÍDUOS SÓLIDOS POR CATEGORIA.....	139
3.4.2.1. Resíduos Sólidos Urbanos.....	140
3.4.2.2. Resíduos de Sistema de Saúde (RSS).....	150
3.4.2.3. Resíduos de Construção Civil (RCC).....	154



3.4.2.4. Resíduos Industriais.....	155
3.4.2.5. Resíduos Especiais	156
3.4.2.6. Resíduos Volumosos.....	160
3.4.2.7. Resíduos Cemiteriais	160
3.4.2.8. Resíduos do Serviço de Saneamento	163
3.4.3. COMPOSIÇÃO FÍSICA/GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	165
3.4.4. GERAÇÃO PER CAPITA.....	166
3.4.4.1. Geração de RSU	166
3.4.4.2. Geração de RSS	168
3.4.4.3. Geração de RCC	169
3.4.5. ESTAÇÃO DE TRANSBORDO.....	169
3.4.6. DISPOSIÇÃO FINAL	170
3.4.7. CONTRATO DE SERVIÇOS	175
3.4.8. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PROGRAMAS AMBIENTAIS	177
3.4.9. RECEITA E DESPESA MUNICIPAL COM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	180
3.4.10. ÁREAS CONTAMINADAS E PASSIVOS AMBIENTAIS	180
3.4.11. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	183
3.5. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	185
3.5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	185
3.5.2. DETALHAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	190
3.5.2.1. Mapeamento do Sistema Hidrográfico	191
3.5.2.2. Caracterização do Sistema de Microdrenagem	196
3.5.2.3. Capacidade Limite das Bacias Contribuintes para a Microdrenagem.	201



3.5.3. PRINCIPAIS RISCOS ASSOCIADOS	202
3.5.3.1. Áreas com Risco de Alagamentos	203
3.5.3.2. Áreas Críticas de Inundações	205
3.5.3.3. Zona de Enxurradas.....	208
3.5.3.4. Identificação dos Fundos de Vale do Município	208
3.5.3.5. Indicadores Relacionados aos Riscos e a Drenagem Urbana.....	210
3.5.4. MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	212
3.5.5. ARRANJO INSTITUCIONAL DE SISTEMA PLANEJAMENTO E GESTÃO.....	221
3.5.6. IDENTIFICAÇÃO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM DESENVOLVIMENTO, JÁ DESENVOLVIDOS OU EM ELABORAÇÃO NA TEMÁTICA DE DRENAGEM URBANA	222
3.5.7. DESPESAS DE CUSTEIO E INVESTIMENTO	222
3.5.8. CONTRATO DE SERVIÇOS	224
3.5.9. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	225
3.6. PROGRAMAS E PROJETOS.....	227
4. PROGNÓSTICO	232
4.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	232
4.2. PROGNÓSTICO DO PMSB.....	235
4.3. DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS.....	237
4.4. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	238
4.4.1. Definição dos Fatores Críticos.....	238
4.4.2. Matriz de Cenários	238
4.4.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a serem Adotadas no Serviço de Abastecimento de Água.....	239
4.4.3.1. Manancial.....	240



4.4.3.2. Captação	243
4.4.3.3. Adução.....	243
4.4.3.4. Unidades de Bombeamento	244
4.4.3.5. Tratamento	245
4.4.3.6. Reservação	245
4.4.3.7. Rede de Distribuição	246
4.4.3.8. Ligações Domiciliares.....	247
4.4.4. Estudos para Demandas Futuras	247
4.4.4.1. Coeficiente de Consumo Per Capita.....	248
4.4.4.2. Coeficiente de Maior Consumo	248
4.4.4.3. Reservação	250
4.4.4.4. Índice de Atendimento.....	250
4.4.5. Projeção de Demandas	251
4.4.5.1. Captação e Produção de Água.....	252
4.4.5.2. Tratamento	253
4.4.5.3. Reservação	254
4.4.5.4. Rede de Distribuição	255
4.4.5.5. Ligações Prediais.....	256
4.4.5.6. Hidrometração.....	257
4.4.6. Indicadores e Metas.....	258
4.4.7. EQUILÍBRIO ECONÔMICO E FINANCEIRO (CAPEX E OPEX)	261
4.4.7.1. CAPEX.....	262
4.4.7.2. OPEX.....	267
4.5. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	288
4.5.1. Definição dos Fatores Críticos.....	288



4.5.2. Matriz de Cenários	288
4.5.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a serem Adotadas no Serviço de Esgotamento Sanitário.....	289
4.5.3.1. Coleta.....	289
4.5.3.2. Transporte.....	290
4.5.3.3. Tratamento	291
4.5.3.4. Corpos Receptores	291
4.5.4. Premissas.....	292
4.5.4.1. Coeficiente de Retorno.....	292
4.5.4.2. Contribuição de Esgoto	293
4.5.4.3. Vazão Total.....	294
4.5.4.4. Soluções Individuais	294
4.5.5. Estudo para Demandas Futuras	295
4.5.5.1. Estimativa de Atendimento	295
4.5.5.2. Estimativa de Produção de Esgoto	296
4.5.5.3. Estimativa do Volume a ser Destinado ao Tratamento	297
4.5.5.4. Estimativa de Coleta de Esgoto	299
4.5.5.5. Estimativa de Expansão de Rede de Esgoto	299
4.5.5.6. Estações Elevatórias e Linhas de Recalque.....	302
4.5.5.7. Interceptores.....	302
4.5.6. Indicadores e Metas.....	302
4.5.7. Equilíbrio Econômico e Financeiro (CAPEX e OPEX).....	306
4.5.7.1. Cenário 1 – Implantação de Rede Separativa	309
4.5.7.2. Cenário 2 – Implantação de Rede Mista.....	310



4.6. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA	311
4.6.1. Definição dos Fatores Críticos.....	311
4.6.2. Matriz dos Cenários	312
4.6.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a Serem Adotadas no Serviço de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana	313
4.6.3.1. Coleta.....	314
4.6.3.2. Transporte.....	314
4.6.3.3. Triagem	315
4.6.3.4. Disposição Final	315
4.6.4. Estudo para Demandas Futuras	316
4.6.4.1. Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais.....	316
4.6.4.2. Resíduos da Coleta Seletiva.....	318
4.6.4.3. Resíduos do Serviço de Saúde (RSS).....	321
4.6.4.4. Resíduos da Construção Civil (RCC).....	322
4.6.5. Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)	324
4.6.6. Indicadores e Metas.....	326
4.6.7. Despesas com os Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	331
4.7. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.....	334
4.7.1. Diretrizes e Estratégias para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	334
4.7.2. Metas de Adequação de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	337
4.7.3. Alternativas para Atendimento das Demandas nos Serviços de Drenagem e de Manejo das Águas Pluviais	340



4.7.4. Horizontes Temporais para Execução do Planejamento	342
4.7.4.1. Microdrenagem	342
4.7.5. Equilíbrio Econômico-Financeiro (CAPEX e OPEX).....	343
4.7.5.1. Microdrenagem	345
4.7.6. Planejamento para o Serviço de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	346
4.7.6.1. Programas para a Adequação do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	353
4.8. CORRELAÇÃO DOS SISTEMAS.....	360
4.9. COMPATIBILIZAÇÃO COM O PMSB ANTERIOR.....	361
5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	375
5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	375
5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	379
5.3. SISTEMA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	387
5.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	394
6. REVISÃO DAS AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS.....	399
6.1. Avaliação das vulnerabilidades dos sistemas.....	399
6.1.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	400
6.1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário	400
6.1.3. Sistema de Resíduos Sólidos	401
6.1.4. Sistema de Drenagem Urbana	401
6.2. Categorização dos riscos/vulnerabilidades	401
6.2.1. Definições dos critérios de vulnerabilidade.....	401
6.3. Plano de ações de Emergências e Contingências	404
6.3.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	404



6.3.2.	Sistema de Esgotamento Sanitário	411
6.3.3.	Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	414
6.3.4.	Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	418
7.	MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO	421
7.1.	AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DOS OBJETIVOS E METAS PÓS REVISÃO	422
7.2.	INDICADORES DE DESEMPENHO	425
7.2.1.	Fonte para Coleta de Dados	427
7.2.2.	Meta dos Indicadores de Desempenho	428
7.2.3.	Atribuição de Responsabilidades	430
7.2.4.	Indicadores selecionados	431
7.3.	MECANISMOS PARA DIVULGAÇÃO DO PLANO	436
7.4.	MECANISMOS DE REPRESENTATIVIDADE DA SOCIEDADE	437
7.4.1.	Participação Social	439
7.4.2.	Educação Ambiental	439
7.5.	DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO ANUAL E DE REVISÃO DO PLANO	440
7.6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	442
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	444

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização.....	26
Figura 2 - Macrozoneamento de São Pedro da Aldeia.....	27
Figura 3 – Pirâmide etária de São Pedro da Aldeia.....	35
Figura 4 – Distribuição da população em São Pedro da Aldeia.	36
Figura 5 - Comunidade Caveira.....	48
Figura 6 - Dados climatológicos para São Pedro da Aldeia.....	50
Figura 7 – Geomorfologia de São Pedro da Aldeia.....	51
Figura 8 - Pedologia de São Pedro da Aldeia.	54
Figura 9 – Regiões Hidrográficas do Rio de Janeiro.	55
Figura 10 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica VI.....	56
Figura 11 – Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler.....	58
Figura 12 - Divisão dos Subcomitês do CBHLSJ.....	59
Figura 13 – Hidrografia São Pedro da Aldeia.	60
Figura 14 – Finalidades de Uso na RH-VI e a situação junto ao INEA, em junho de 2022.	62
Figura 15 – Uso de Água de São Pedro da Aldeia - 2022.	63
Figura 16 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João Jusante.	65
Figura 17 – Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio Una.	65
Figura 18 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia da Lagoa de Araruama.	66
Figura 19 - Curva de permanência - UHP VI-b.....	66
Figura 20 - Curva de permanência - UHP VI-d.....	67
Figura 21 - Curva de permanência - UHP VI-f.....	67
Figura 22 – Balanço Hídrico quantitativo.....	68
Figura 23 - Balanço hídrico por trechos de rio (Q95 como disponibilidade hídrica).....	70
Figura 24 - Balanço hídrico por trechos de rio (40% da Q95 como disponibilidade hídrica).....	70
Figura 25 – Boletim consolidado de qualidade das águas da RH -VI.	73
Figura 26 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI.....	74



Figura 27 - Pontos de monitoramento da UHP VI-b.....	74
Figura 28 - Pontos de monitoramento da UHP VI-d.....	75
Figura 29 - Pontos de monitoramento da UHP VI-f.....	75
Figura 30 - Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Rio de Janeiro na RH-VI.	78
Figura 31 - Vegetação de São Pedro da Aldeia.....	86
Figura 32 - Unidades de Conservação.....	87
Figura 33 - Localização Captação - Represa de Juturnaíba.	101
Figura 38 - Fluxograma Adutoras - São Pedro da Aldeia.....	103
Figura 35 - Fluxograma ETA Juturnaíba.	107
Figura 36 - Localização dos Boosters.	112
Figura 37 Localização dos Reservatórios.	114
Figura 38 - Localização dos Coletores de Tempo Seco.....	122
Figura 39 - Localização dos pontos de lançamento irregular de esgoto.....	123
Figura 40 - Localização dos Interceptores.	125
Figura 41 - Localização das Estações Elevatórias e respectivas Linhas de Recalque.	128
Figura 42 - Localização ETE São Pedro da Aldeia.	130
Figura 43 - Fluxograma ETE São Pedro.....	131
Figura 44 - Fluxograma SES São Pedro da Aldeia	134
Figura 45 - Fluxograma do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.	139
Figura 46 - Localização dos Cemitérios Municipais.....	163
Figura 47 - Histórico da Produção Per Capita de Resíduos Sólidos Urbanos no Município.....	168
Figura 48 - Fluxograma do Aterro Sanitário Dois Arcos.....	171
Figura 49 - Planta do Aterro Sanitário Dois Arcos.	173
Figura 50 - Perspectiva do Aterro Sanitário Dois Arcos.	174
Figura 51 - Movimento Rio de Águas Limpas (2023).....	178
Figura 52 - Coordenação da Ala 9: É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não ouve.....	179
Figura 53 - Áreas em recuperação - Passivo Ambiental.	183



Figura 54 – Isoietas de Precipitação Média Anual na Região de São Pedro da Aldeia.	192
Figura 55 – Precipitação média mensal.....	193
Figura 56 – Sub-bacias Hidrográficas de São Pedro da Aldeia.	194
Figura 57 – Distribuição Hidrográfica de São Pedro da Aldeia.....	195
Figura 58 – Intensa urbanização municipal no entorno da Lagoa de Araruama.....	196
Figura 59 – Esquematização de um Modelo de Drenagem Urbana Municipal.....	196
Figura 60 – Redes de drenagem da área urbana (parcial) e sistema TTS.....	198
Figura 61 – Áreas de Risco de Inundações, Deslizamentos e Alagamentos em Decorrencia de Chuvas Intensas.....	206
Figura 62 – Áreas com Suscetibilidade a Inundação em São Pedro da Aldeia.	207
Figura 63 – Áreas com Suscetibilidade a Movimento de Massa em São Pedro da Aldeia.	208
Figura 64 – Distribuição de Altitude pela Área do Município de São Pedro da Aldeia.	209
Figura 65 - Localização Centro, Canal do Mossoró.	214
Figura 66 - Localização Balneário das Conchas, Canal Rua José Antônio de Melo. ...	215
Figura 67 - Localização Praia Linda, Canal Rua Rio de Janeiro.	215
Figura 68 - Localização Flexeiras, Rio Piripiri.	216
Figura 69 - Localização Portal das Flores, Canal Estrada da Cruz.....	216
Figura 70 - Pontos para intervenção.....	221
Figura 71 – Despesa Total Anual com Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Município de 2018 a 2022.	223
Figura 72 – Despesa Total do Município de 2018 a 2022.....	224
Figura 73 - Esquema de planejamento de ações.	236
Figura 74 - Cenários para o planejamento estratégico.....	237
Figura 75 - Fatores críticos adotados para definição dos cenários do Abastecimento de Água.....	238
Figura 76 - Modelo de ligações Domiciliares.	247
Figura 77 - Variação do Consumo Durante 1 ano (SAA).	249
Figura 78 - Variação do Consumo Horário (SAA).....	250



Figura 79 - Fatores Críticos adotados para definição dos cenários do esgotamento sanitário.	288
Figura 80 - Fatores Críticos adotados para definição dos cenários do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana.	311
Figura 81 - Emissão de GEE do Cenário Desejável.	325
Figura 82 - Benefícios da análise dos objetivos e metas.	422
Figura 83 - Mídias de divulgação.	437
Figura 84 - Mecanismos de representatividade da sociedade.	438
Figura 85 - Diretrizes para avaliação e revisão do plano.	441

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subíndices do IFCA.....	32
Quadro 2- IDHM de São Pedro da Aldeia - 2010.	40
Quadro 3- Ocupação da população com 18 anos ou mais em São Pedro da Aldeia... ..	41
Quadro 4- Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.....	45
Quadro 5 - Morros e Colinas ³ existentes em São Pedro da Aldeia.	51
Quadro 6 - Cursos d'água de São Pedro da Aldeia (da esquerda p/ direita).	60
Quadro 7 - Vazões de referência para cada sub-bacia.....	64
Quadro 8 - Valores utilizados e resultado do balanço hídrico quantitativo por UHP... ..	69
Quadro 9- Categorias de resultados possíveis para o monitoramento das águas.	72
Quadro 10 - Caracterização hidráulica das classes de aquíferos.	79
Quadro 11 - Reserva reguladora e disponibilidade explotável (m ³ /s).....	81
Quadro 12 - Reserva reguladora e disponibilidade explotável (m ³ /s) - Q7,10 e Q95%.	82
Quadro 13 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por vazões mínimas) utilizados por poços.	82
Quadro 14 - Vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI.	84
Quadro 15 - Potencial poluidor (cargas difusas) - % em área.....	85
Quadro 16 - Médias mensais do nível do reservatório de Juturnaíba, em metros.....	94
Quadro 17 - Coordenadas geográficas dos pontos amostrais do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.	95
Quadro 18 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados em cada ponto amostral.	96
Quadro 19 - Resultados analíticos de amostragem da qualidade da água do Reservatório de Juturnaíba e do Rio São João.	97
Quadro 20 - Materiais e diâmetros das adutoras de São Pedro da Aldeia.....	104
Quadro 21 - Etapas do tratamento de água na ETA.	105
Quadro 22 - Capacidade dos módulos de tratamento das ETAs I e II.	106
Quadro 23- Análise do controle da qualidade da água.....	108
Quadro 24 - Boosters existentes em São Pedro da Aldeia.....	109



Quadro 25 - Reservatórios existentes em São Pedro da Aldeia.....	113
Quadro 26 – Estrutura tarifária Prolagos.....	115
Quadro 27 – Arrecadação – São Pedro da Aldeia.....	117
Quadro 28 – Infraestrutura de Coleta de Esgoto.	121
Quadro 29 – Estações Elevatórias Existentes – São Pedro da Aldeia.....	126
Quadro 30 – Etapas do tratamento de esgoto na ETE São Pedro.....	131
Quadro 31 – Análise ETE São Pedro.....	133
Quadro 32 – Programação de Coleta de RSU e RSS.....	142
Quadro 33 – Informações das Embalagens Plásticas de Óleo Lubrificante.....	148
Quadro 34 – Estimativa de Gravimetria dos Resíduos Gerados no Estado do Rio de Janeiro.....	165
Quadro 35 – Valores de Coeficiente per Capita de Produção de Resíduos Sólidos Domiciliares em Função da População Urbana.	167
Quadro 36 – Volume de Resíduos Sólidos Urbanos Coletados por Ano.	167
Quadro 37 – Relação dos Contratos de Serviços de Resíduos Sólidos.....	176
Quadro 38 – Informações e Indicadores da Área Urbana de São Pedro da Aldeia.....	197
Quadro 39 - Estimativa da Rede de Drenagem de São Pedro da Aldeia.	199
Quadro 40 – Indicadores Associados aos Riscos e a Drenagem Urbana.	210
Quadro 41 - Relatório de Limpeza.	213
Quadro 42 – Contratos Levantados de Serviços relacionados a Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	224
Quadro 43 - População de São Pedro da Aldeia ao longo dos anos.....	234
Quadro 44 - R^2 mais próximo de 1.	234
Quadro 45 - Projeção do Crescimento Populacional de São Pedro da Aldeia.	235
Quadro 46 - Cenários de São Pedro da Aldeia para o Abastecimento de Água.	239
Quadro 47– Informação necessária por tipo de captação.....	243
Quadro 48 – Índice de atendimento de água de São Pedro da Aldeia.	251
Quadro 49 - Projeção de demanda.	253
Quadro 50 - Projeção de reservação.	254
Quadro 51 - Projeção do incremento de rede, em metros.	255
Quadro 52 - Projeção do incremento de ligações.	256



Quadro 53 - Projeção de implantação e substituição de hidrômetros.	257
Quadro 54 - Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água.....	258
Quadro 55 - Metas dos ODS relacionadas com o Sistema de Abastecimento de Água.	259
Quadro 56 - Metas para o Sistema de Abastecimento de Água.....	260
Quadro 57 - CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia (R\$).	264
Quadro 58 - CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água Integrado.	266
Quadro 59 - Custo total adotado para mão de obra.....	268
Quadro 60 - Custo total de energia elétrica.....	270
Quadro 61 - Custo total referente aos produtos químicos utilizados.....	270
Quadro 62 - Custo total com lodo.....	271
Quadro 63 - Custo total com veículos.....	272
Quadro 64 - Custo total com Uniformes e EPI's.	272
Quadro 65 - Custo total com manutenção preventiva eletromecânica.....	273
Quadro 66 - Custo total com manutenção civil.	273
Quadro 67 - Custo total com planos de celular, internet e telefone.....	273
Quadro 68 - Custo total com monitoramento.....	274
Quadro 69 - Custo total com consultorias.	274
Quadro 70 - Custo total dos materiais.	274
Quadro 71 - Custo total para limpeza de reservatórios.	275
Quadro 72 - Custo total com outorgas e licenças ambientais.	275
Quadro 73 - Custo total com repavimentação.	276
Quadro 74 - Custo total com tarifa bancária.	276
Quadro 75 - Custo total com aluguéis.....	276
Quadro 76 - Custo total com programa de comunicação social e socioambiental.....	277
Quadro 77 - Custo total com programas de saúde, segurança e qualidade.	277
Quadro 78 - Custo total com Materiais, marketing e taxas.....	277
Quadro 79 - Custo total com seguros.	278
Quadro 80 - Custo total adotado para mão de obra.....	279
Quadro 81 - Custo total de energia elétrica.....	280



Quadro 82 - Custo total referente aos produtos químicos utilizados.....	280
Quadro 83 - Custo total com lodo.....	280
Quadro 84 - Custo total com veículos.....	281
Quadro 85 - Custo total com Uniformes e EPI's.....	281
Quadro 86 - Custo total com manutenção preventiva eletromecânica.....	282
Quadro 87 - Custo total com manutenção civil.	282
Quadro 88 - Custo total com planos de celular.....	283
Quadro 89 - Custo total com monitoramento.....	283
Quadro 90 - Custo total com consultorias.	284
Quadro 91 - Custo total dos materiais.	284
Quadro 92 - Custo total para limpeza de reservatórios.	284
Quadro 93 - Custo total com outorgas e licenças ambientais.	285
Quadro 94 - Custo total com repavimentação.	285
Quadro 95 - Custo total com tarifa bancária.	285
Quadro 96 - Custo total com aluguéis.....	286
Quadro 97 - Custo total com programa de comunicação social e socioambiental.....	286
Quadro 98 - Custo total com programas de saúde, segurança e qualidade.	286
Quadro 99 - Custo total com Materiais, marketing e taxas.....	287
Quadro 100 - Custo total com seguros.....	287
Quadro 101 - Cenários de São Pedro da Aldeia para o Esgotamento Sanitário.	289
Quadro 102-Estações de Tratamento de Esgoto de São Pedro da Aldeia.	291
Quadro 103 - Expressões Utilizadas para Determinar a Contribuição de Esgoto.....	293
Quadro 104 - Índice de atendimento coletivo de esgotamento sanitário.	295
Quadro 105 - Vazões do sistema de esgotamento sanitário.....	297
Quadro 106 - Estimativa do volume a ser destinado à ETE.	298
Quadro 107 - Estimativa da extensão de rede para o esgotamento sanitário nos cenários prospectados (m).....	300
Quadro 108 - Estimativa da extensão de rede para o esgotamento sanitário nos cenários prospectados (m).....	301
Quadro 109 - - Indicadores do Sistema de Esgotamento Sanitário.....	302



Quadro 110 - Metas dos ODS relacionadas com o Sistema de Esgotamento Sanitário.	303
Quadro 111 - Metas para o Sistema de Esgotamento Sanitário.	305
Quadro 112 - CAPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia (R\$).	309
Quadro 113 - CAPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia (R\$).	310
Quadro 114 - Cenários de São Pedro da Aldeia do Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.	313
Quadro 115 - Projeção da população atendida com coleta de resíduos.	317
Quadro 116 - Projeção de Materiais Secos Recuperados.	319
Quadro 117 - Projeção dos Resíduos Orgânicos Recuperados.	320
Quadro 118 - Projeção de Materiais recicláveis.	321
Quadro 119 - Projeção de RSS coletados por agentes executores ao longo do horizonte de estudo.	322
Quadro 120 - Projeção de RCC coletados por agentes executores ao longo do horizonte de estudo.	323
Quadro 121 - Inputs realizados na calculadora.	324
Quadro 122 - Emissões do Cenário Ideal (toneladas de CO ₂ -eq/ano).	325
Quadro 123 - Indicadores do Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.	326
Quadro 124 - Metas dos ODS relacionadas com o sistema de Resíduos Sólidos.	329
Quadro 125 - Metas para o Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.	330
Quadro 126 - Parâmetros para Projeção das Despesas do Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.	332
Quadro 127 - Projeção das despesas com resíduos sólidos.	332
Quadro 128 - Metas dos ODS relacionadas com o sistema de Drenagem Urbana.	338
Quadro 129 - Projeção Operacional do sistema de microdrenagem.	343
Quadro 130 - CAPEX do Sistema de microdrenagem de São Pedro da Aldeia.	345
Quadro 131 - Principais Demandas e Frentes de Ação para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.	346



Quadro 132 - Esquematização dos Programas, Objetivos e Ações para o Serviço de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	348
Quadro 133 - Programação de Execução das Ações de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	350
Quadro 134 - Escala de Atendimento.....	361
Quadro 135 - Atendimento das metas.	363
Quadro 136 - Investimentos realizados não previstos no PMSB anterior.	365
Quadro 137 - Atendimento das metas.	366
Quadro 138 - Investimentos realizados não previstos no PMSB anterior.	366
Quadro 139 - Atendimento das metas - Ações imediatas.	367
Quadro 140 - Atendimento das metas - Ações de curto prazo.	368
Quadro 141 - Atendimento das metas - Ações de médio prazo.	369
Quadro 142 - Atendimento das metas - Ações imediatas.	370
Quadro 143 - Atendimento das metas - Ações de curto prazo.	372
Quadro 144 - Atendimento das metas - Ações de médio prazo.	374
Quadro 145 - Programas e Ações - Abastecimento de Água.	377
Quadro 146 - Programas e Ações - Esgotamento Sanitário - Cenário 1.	380
Quadro 147 - Programas e Ações - Esgotamento Sanitário - Cenário 2.	384
Quadro 148 - Programas e Ações - Resíduos Sólidos.	388
Quadro 149 - Programas e Ações - Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.	395
Quadro 150 - Matriz de determinação da probabilidade.	402
Quadro 151 - Matriz de determinação do impacto/consequência.	402
Quadro 152 - Matriz de risco- Classificação do risco.	403
Quadro 153 - Classificação do risco.	404
Quadro 154 - Ações de emergência e contingência - SAA.	405
Quadro 155 - Ações de emergência e contingência - SES.	412
Quadro 156 - Ações de emergência e contingência - Resíduos Sólidos.	415
Quadro 157 - Ações de emergência e contingência - Drenagem Urbana.	419
Quadro 158 - Cumprimento de metas no Sistema de Abastecimento de Água.	423
Quadro 159 - Cumprimento de metas no Sistema de Esgotamento Sanitário.	423



Quadro 160 - Cumprimento de metas para a Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	423
Quadro 161 - Cumprimento de metas para a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	425
Quadro 162 - Variáveis para compor os indicadores de desempenho.	431
Quadro 163 - Indicadores dos serviços de abastecimento de água.....	434
Quadro 164 - Indicadores dos serviços de esgotamento sanitário.	434
Quadro 165 - Indicadores dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	435
Quadro 166 - Indicadores dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.	435
Quadro 167 - Indicadores da qualidade dos serviços e evolução do PMSB.	436



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – População de São Pedro da Aldeia.	36
Gráfico 2 – População residente e lugar de nascimento.	37
Gráfico 3 – Taxa bruta de natalidade.	38
Gráfico 4 – Taxa de mortalidade infantil.	39
Gráfico 5 – IDHM de São Pedro da Aldeia.	41
Gráfico 6 – Evolução do PIB per capita, a preços correntes (R\$ 1,00).....	43

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem como objetivo a atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMIGRS) do município de São Pedro da Aldeia. A atualização desses planos visa atender as diretrizes estabelecidas pelas Leis Federais nº 11.445/2007, que institui a política nacional de saneamento básico, nº 12.305/2010, que regulamenta a política nacional de resíduos sólidos, e nº 14.026/2020, que moderniza o marco legal do saneamento. Além disso, busca-se garantir o cumprimento de decretos regulamentadores e outros normativos pertinentes, promovendo uma gestão sustentável e eficiente dos serviços de saneamento e resíduos sólidos, em consonância com as legislações vigentes.

2. OBJETIVO

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento de política pública projetado para orientar a gestão dos serviços de saneamento básico, abrangendo abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, e drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Este documento tem como finalidade direcionar ações públicas e privadas que promovam a otimização dos recursos e garantam um acesso digno e justo aos serviços de saneamento para a população.

Adicionalmente, o PMSB agrega dados que identificam, quantificam e qualificam o sistema de saneamento do município, facilitando a atração de investidores para a área de serviços ambientais. Também orienta os geradores sobre suas responsabilidades na gestão dos componentes do saneamento básico. O plano estimula a participação ativa da população e a fiscalização das ações do poder público, com o objetivo de aprimorar a gestão do saneamento no município.



Plano Municipal de Saneamento Básico

Produto 02 - Diagnóstico

São Pedro da Aldeia/RJ

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

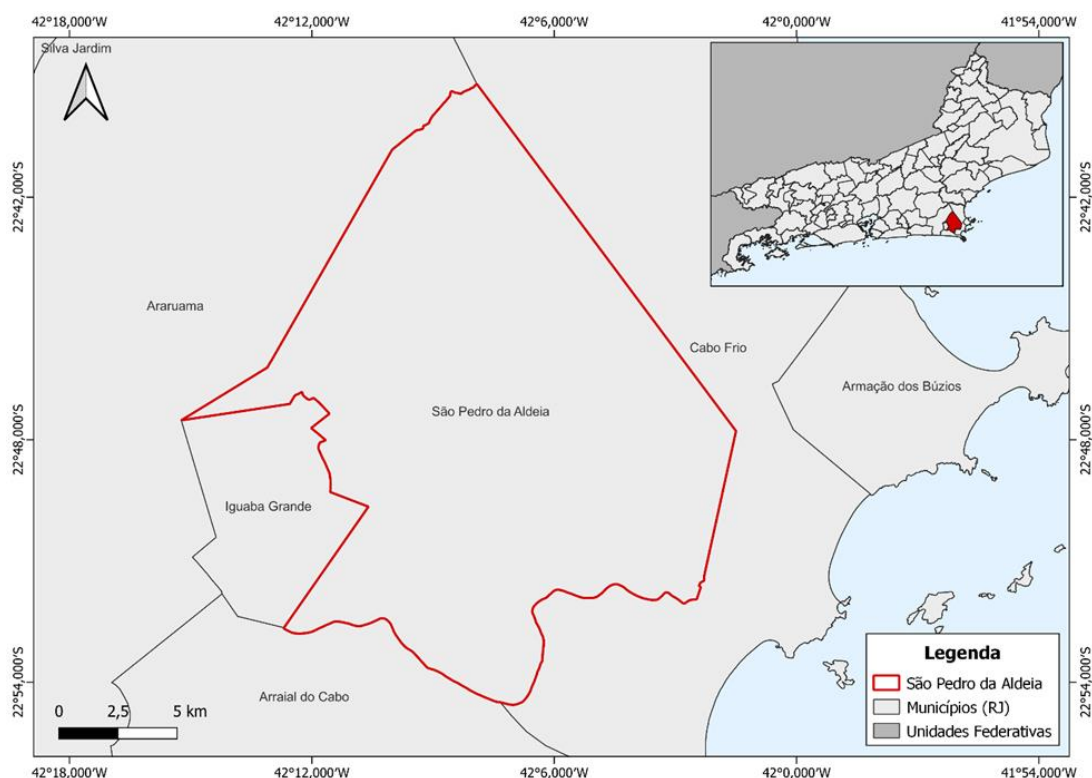
3.1. CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL

Neste capítulo, será conduzida a análise do diagnóstico situacional de São Pedro da Aldeia, com foco na caracterização territorial do município. O objetivo é obter uma visão detalhada das condições atuais do território, identificando necessidades e oportunidades que viabilizem um planejamento mais eficaz e direcionado para o desenvolvimento do município.

3.1.1. LOCALIZAÇÃO

São Pedro da Aldeia localiza-se na porção sudeste do estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas geográficas 22°50' de latitude e 42°06' de longitude. O município está inserido na Região Hidrográfica (RH) IV – Lagos São João, e situa-se na Região Hidrográfica da Lagoa de Araruama e do Cabo Frio. Seu mapa de localização é apresentado na **Figura 1**.

Figura 1 – Mapa de Localização.



Fonte: Autoria Própria (2024).

De acordo com o relatório de Divisão Territorial Brasileira de 2022, a cidade não possui distrito. Seu território é dividido em três macrozonas: (i) Macrozona de Restrição à Ocupação Urbana, (ii) Macrozona de Expansão Urbana, (iii) Macrozona Urbana e (iv) Macrozona Rural. A **Figura 2** ilustra essa divisão territorial.

[illegible]

Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro da Aldeia/RJ
Produto 07 - Versão Final do PMSB e PMGIRS

A Macrozona de Restrição à Ocupação Urbana é composta por áreas com condições físicas desfavoráveis, impróprias para urbanização, ou destinadas à proteção ambiental, onde a ocupação é regulada por critérios específicos. A Macrozona de Expansão Urbana, por sua vez, inclui áreas reservadas para o crescimento urbano, alinhadas aos vetores naturais de expansão da cidade. Já a Macrozona Urbana abrange as áreas já ocupadas ou comprometidas com a urbanização, dividindo-se em adensadas, próximas ao centro e subcentros comerciais, e não adensadas, com menor densidade populacional e urbanização. Por fim, a Macrozona Rural é destinada à manutenção da atividade agropecuária, incluindo áreas agrícolas, áreas impróprias para urbanização, e áreas que precisam ser preservadas para o equilíbrio ambiental.

3.1.2. LEGISLAÇÃO

A Lei 11.445/2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Ela visa universalizar e garantir a prestação adequada desses serviços, promovendo saúde pública e proteção ambiental. O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento essencial para implementar essas diretrizes, adaptando-as às necessidades locais com diagnósticos, metas e ações específicas.

A Lei 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento, reforçando os princípios da Lei 11.445/2007 e introduzindo medidas para aumentar a eficiência, competitividade e atração de investimentos privados. Esta lei exige a contratação de serviços via licitação e estabelece metas para universalizar o acesso à água potável e ao tratamento de esgoto até 2033.

O Plano Diretor, por sua vez, é um instrumento fundamental para o planejamento urbano e o ordenamento territorial dos municípios, definindo diretrizes para o desenvolvimento urbano sustentável. Ele estabelece normas para o uso e ocupação do solo, visando garantir o crescimento ordenado das cidades, a proteção ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população.

O Plano Diretor de São Pedro da Aldeia, estabelecido pela Lei Complementar nº 40 de 03 de fevereiro de 2005, é um instrumento essencial para o desenvolvimento do

município. Seu objetivo é garantir a qualidade de vida da população, proteger o patrimônio natural e cultural, e promover um ambiente urbano que respeite as características locais. O Plano é guiado por princípios como o cumprimento da função social da cidade, a promoção da inclusão social, a gestão democrática e a proteção do meio ambiente, assegurando direitos como moradia digna, acesso a serviços urbanos de qualidade e preservação da identidade cultural.

O zoneamento municipal definido pelo referido Plano Diretor divide o município em áreas com características semelhantes quanto ao uso, ocupação e condições físicas. Essas áreas, delimitadas por lei, têm funções sociais específicas. De acordo com o Plano, as seguintes zonas são estabelecidas no território de São Pedro da Aldeia:

- Zona Residencial – ZR;
- Zona Comercial – ZC;
- Zona Central de Comércio – ZCC;
- Zona de Centro de Bairro – ZCB;
- Zona de Indústria - ZI
- Zona de Indústria e Comércio – ZIC;
- Zona de Atividades Econômicas Especial – ZAEE;
- Zona Turística de Praia – ZTP;
- Zona Turístico Recreacional - ZTR;
- Zona de Uso Agropecuário – ZUAP;
- Preservação da Vida Silvestre – ZPVS;
- Zona de Conservação da Vida Silvestre – ZCVS;
- Zona de Proteção da Adutora – ZPA;
- Área de Especial Interesse Institucional – AEII;
- Área de Especial Interesse Social – AEIS;
- Área de Especial Interesse Histórico Cultural – AEIHC;
- Área de Especial Interesse Ambiental – AEIA;
- Área de Especial Interesse Salineiro – AEISAL;
- Área de Especial Interesse Pesqueiro – AEIP;
- Zona Especial – ZE; e

- Zona de Proteção – ZPLAT e ZPMCA.

O Plano Diretor de São Pedro da Aldeia ainda define diretrizes para uso do solo, infraestrutura e proteção ambiental e cultural, propondo a criação de áreas de proteção visual e paisagística. Também aborda a melhoria dos serviços de saúde, educação, cultura e lazer, ampliando a oferta de equipamentos e garantindo atendimento de qualidade. Promove a participação da população nas decisões de interesse público, garantindo acesso à informação e incentivando a gestão democrática da cidade.

O desenvolvimento sustentável é um conceito central no Plano, envolvendo aspectos econômicos, sociais, culturais, territoriais e ambientais, visando garantir qualidade de vida para as atuais e futuras gerações. A implementação de ações e programas é prevista a fim de garantir que os objetivos e diretrizes sejam cumpridos, promovendo um desenvolvimento urbano que respeite as características e necessidades do município.

Em relação ao saneamento básico, o Plano Diretor destaca sua importância para a qualidade de vida e a proteção ambiental. O Plano condiciona o licenciamento de novas construções à implantação de sistemas adequados de esgotamento sanitário e drenagem pluvial, promove o abastecimento universal de água e a gestão adequada de resíduos sólidos, e integra o saneamento às políticas públicas e à preservação ambiental. Além disso, aborda a regularização fundiária e urbanística como parte das ações para garantir um saneamento eficaz nas áreas urbanas.

A Lei Complementar nº 1.828, de 16 de março de 2005, instituiu as condições de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Pedro da Aldeia. Entre as principais disposições, está a divisão do território em zonas residenciais, comerciais, industriais, turísticas e especiais, cada uma com regras específicas.

A legislação também prevê a criação de novas áreas de especial interesse por meio de legislação específica, e os parâmetros urbanísticos para cada zona.

Essas alterações visam promover um desenvolvimento urbano sustentável, respeitando as características e necessidades das diferentes zonas do município, ao

mesmo tempo em que buscam garantir a preservação ambiental e a qualidade de vida dos habitantes.

3.1.2.1. ICMS Verde

De acordo com o artigo 158 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, 75% da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) permanecem nos estados, enquanto os 25% restantes são repassados aos municípios. A distribuição dessa fatia entre os municípios segue critérios fixados pela Constituição, mas cada estado tem autonomia para definir uma parte desses critérios.

No Estado do Rio de Janeiro, o ICMS Verde foi criado pela Lei Estadual nº 5.100/2007 e regulamentado pelos Decretos Estaduais nº 41.844/2009, nº 43.284/2011 e nº 43.700/2012, objetivando o ressarcimento dos municípios pela restrição ao uso de seu território, especialmente em relação às áreas protegidas, qualidade ambiental dos recursos hídricos e destinação de resíduos sólidos.

O índice que define a parcela do ICMS Verde a ser recebida por cada município é chamado de Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA), cujo cálculo fica a cargo da Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ), em cooperação técnica com os órgãos ambientais do Estado – SEA e o INEA.

No Rio de Janeiro, o percentual correspondente a cada componente do ICMS Verde é distribuído de acordo com três critérios principais:

- Unidades de Conservação: 45%
- Qualidade dos Recursos Hídricos: 30%
- Gestão de Resíduos Sólidos: 25%

O IFCA é composto por seis subíndices temáticos com pesos diferenciados, conforme apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1 - Subíndices do IFCA.

Índice	Critérios	Peso
Tratamento de Esgoto (IrTE)	É calculado com base no percentual da população urbana atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, na qualidade do tratamento oferecido e na eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto.	20%
Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos (IrDR)	Inclui fatores como o tipo de destinação dos resíduos, a gestão dos aterros, a existência, a abrangência e o tipo do sistema da coleta seletiva (se é porta a porta ou em pontos de coleta), a inclusão social de catadores, a participação do município em consórcios intermunicipais de gestão de resíduos e o tratamento adequado do óleo vegetal comestível.	20%
Remediação de Vazadouros (IrRV)	Avalia o estágio de remediação dos vazadouros de lixo (lixões) nos municípios.	5%
Mananciais de Abastecimento (IrMA)	Avalia os mananciais utilizados para abastecimento de água, analisando a bacia hidrográfica e a área de drenagem específica.	10%
Áreas Protegidas (IrAP)	É composto pela somatória de cada Resultado de Avaliação de Área Protegida (RAAP) dentro do município. O RAAP é calculado com base em três fatores principais: - Parcelas de Áreas Protegidas: a extensão da área protegida no território municipal por Unidades de Conservação (UCs). - Fator de Importância: varia conforme o grupo e a categoria das UCs, refletindo sua relevância ambiental. - Grau de Conservação e Implementação: avalia o estado de conservação e a eficácia das UCs, diferenciando UCs públicas de privadas.	36%
Áreas Protegidas Municipais (IrAPM)	Semelhante ao IrAP, mas relacionado apenas as Unidades de Conservação Municipais	9%

Fonte: Nota técnica – ICMS Ecológico do Estado do Rio de Janeiro - INEA (2023).

Cada subíndice é calculado com base em indicadores específicos e, em seguida, comparado aos subíndices dos outros municípios. O resultado final, do IFCA, determinado por:

$$\text{IFCA (\%)} = (10 \cdot \text{IrMA}) + (20 \cdot \text{IrTE}) + (20 \cdot \text{IrDR}) + (5 \cdot \text{IrRV}) + (36 \cdot \text{IrAP}) + (9 \cdot \text{IrAPM}),$$
 que indica o percentual do ICMS Verde que cabe ao município.

A correta apuração dos índices que compõem o IFCA é essencial, e devido a isso, as prefeituras, em parceria com as concessionárias, devem preencher cuidadosamente os dados necessários, assegurando que as informações refletem com precisão a realidade local.

Ademais, o Índice de Qualidade do Sistema Municipal de Meio Ambiente (IQSMMA) é um fator de bonificação aplicado aos subíndices que compõem o IFCA, incentivando municípios a aprimorar suas políticas ambientais. Para se habilitar ao IQSMMA, o município deve demonstrar a implementação parcial ou total de instrumentos de gestão ambiental, como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Plano Municipal de Conservação da Mata Atlântica, Plano Municipal de Saneamento Básico e o Programa Municipal de Educação Ambiental. A existência de licenciamento ambiental local e legislação específica para o Fundo Municipal de Meio Ambiente também são considerados.

O IQSMMA adiciona até 10% de bonificação nos subíndices em que o município pontua, aplicado antes do cálculo final do IFCA. Isso oferece uma vantagem significativa na distribuição do ICMS Verde, recompensando os municípios que investem em políticas ambientais robustas e sustentáveis.

3.1.3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

Neste capítulo, serão discutidas informações sobre a caracterização socioeconômica de São Pedro da Aldeia. O processo consiste em uma análise descritiva que visa avaliar a situação atual do município em termos econômicos e sociais. Esse tipo de estudo inclui a coleta e interpretação de dados estatísticos, informações demográficas, indicadores de qualidade de vida e condições de infraestrutura, entre outros fatores relevantes. O objetivo é proporcionar uma visão abrangente da realidade local.

3.1.3.1. Contexto Histórico

São Pedro da Aldeia teve sua origem em 1617 como a “Aldêa” de Sam Pedro do Cabo Frio, fundada pelos padres jesuítas em terras concedidas por Estevam Gomes, Capitão-Mor de Cabo Frio. A fundação seguiu o modelo de outras cidades, visando proteger Cabo Frio de ataques de corsários e apoiar o desenvolvimento local com a presença de indígenas.

Ao longo do século XVII, a aldeia prosperou rapidamente, com a Companhia de Jesus adquirindo grandes áreas de terra e influenciando a região significativamente. No entanto, a crescente influência dos jesuítas gerou conflitos com a Coroa Portuguesa, resultando na expulsão dos jesuítas em 1759. Após a extinção da Companhia, a administração dos índios passou para os padres Capuchos e, posteriormente, a aldeia foi oficialmente reconhecida como freguesia em 1795.

No século XIX, a aldeia passou a ser uma reserva indígena administrada por uma Conservatória, com os brancos começando a explorar as terras. Em 1878, a área deixou de ser reserva indígena, permitindo a aquisição das terras pelos brancos. O município recebeu visitas importantes, como a do Imperador D. Pedro II em 1847 e dos príncipes imperiais em 1868.

A Freguesia da Aldeia de São Pedro foi transformada em vila em 1892 e em cidade em 1929. O progresso acelerou com a construção da Estrada de Ferro Maricá (1937) e da Rodovia Amaral Peixoto (1938), facilitando o escoamento de produtos e o desenvolvimento urbano. A construção da Ponte Rio-Niterói em 1974 também foi crucial para o acesso e o crescimento turístico da cidade. Em 1957, São Pedro da Aldeia ganhou sua comarca e, em 1966, a Base Aérea Naval foi estabelecida na cidade. Hoje, o turismo é uma atividade econômica importante, contribuindo para o desenvolvimento contínuo da cidade.

3.1.3.2. Dinâmica Demográfica

As características gerais da população abrangem informações sobre o tamanho e a estrutura por idade e sexo, cor ou raça, distribuição da população, densidade demográfica e urbanização (IBGE, 2020). Já os aspectos da dinâmica demográfica incluem dados sobre os níveis e características da fecundidade, migração, natalidade e mortalidade (IBGE, 2020). As transformações socioeconômicas influenciam a dinâmica populacional. No século XX, observaram-se a evolução, o crescimento da população e o processo de urbanização no Brasil (Simões, 2016).

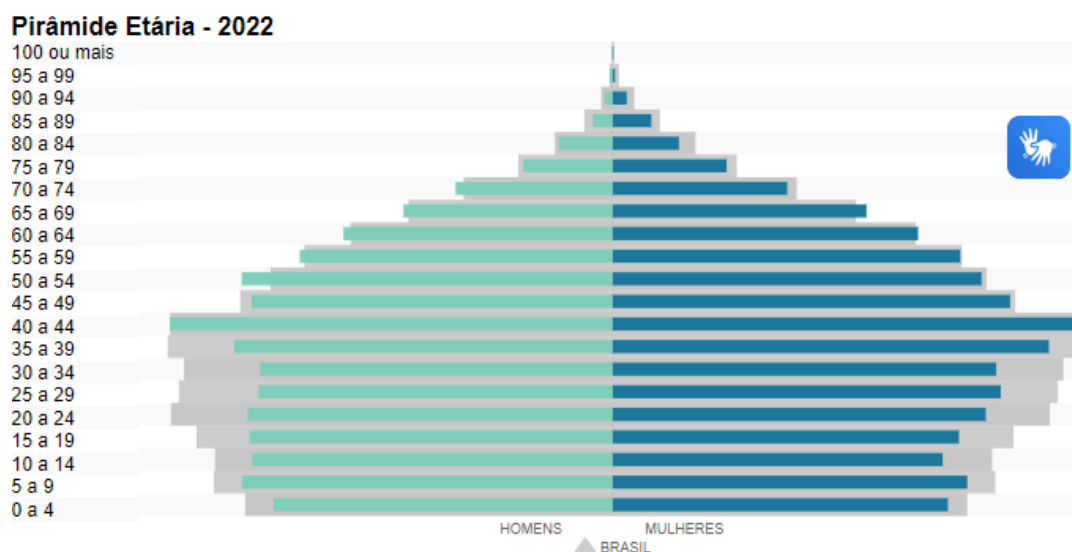
Nesse contexto, este item tem como objetivo avaliar a dinâmica populacional de São Pedro da Aldeia ao longo dos anos. A análise incluirá informações sobre o local de

residência, gênero, faixa etária, migração e as taxas de natalidade e mortalidade do município. Além disso, serão considerados aspectos como a densidade populacional, a distribuição por cor ou raça, e o grau de urbanização.

A demografia é fundamental para o desenvolvimento do turismo (Rezende, 2010), particularmente em municípios turísticos como São Pedro da Aldeia. A atividade turística traz elementos de modernização que têm um impacto significativo na dinâmica populacional (França, 2008). Essa transformação destaca a interação entre as características tradicionais da população e as novas influências do turismo, moldando o perfil demográfico e afetando o desenvolvimento econômico e cultural de São Pedro da Aldeia.

De acordo com o IBGE (2022), a população de São Pedro da Aldeia foi de 104.029 habitantes em 2022, com 51,57% sendo mulheres e 48,43% homens. A **Figura 3** apresenta a pirâmide etária, ilustrando a distribuição da população por faixa etária. Observa-se uma predominância de indivíduos na faixa de 40 a 44 anos, enquanto o topo da pirâmide é estreito, refletindo um menor número de aposentados. Esse padrão indica uma necessidade de atenção futura, considerando a tendência de aumento da longevidade e o eventual alargamento da faixa etária mais avançada.

Figura 3 – Pirâmide etária de São Pedro da Aldeia.

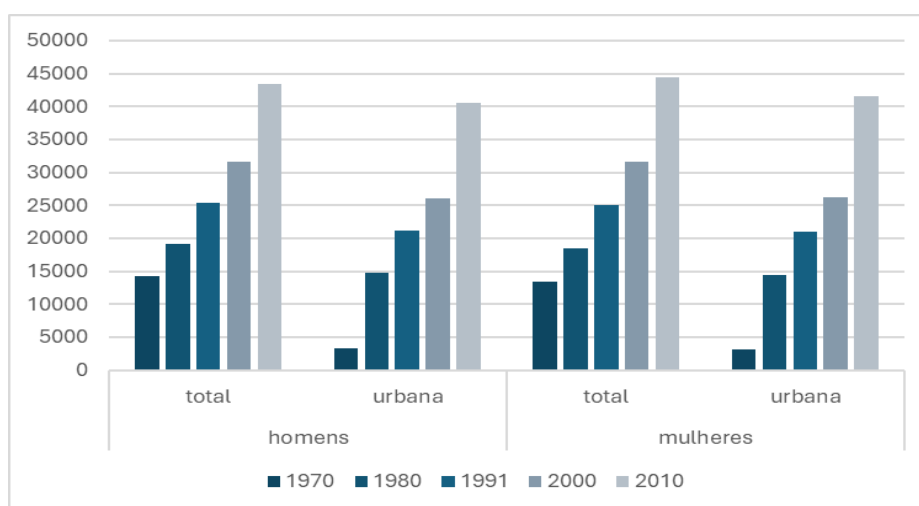


Fonte: IBGE (2022).

Conforme o Censo Demográfico de 2022, da população total do município 42,59% se declaram branca, 43,71% parda, 13,51% pretas e 0,14% indígena. É relevante observar que, para os fins do Censo 2022, foram consideradas indígenas tanto as pessoas que residem em áreas indígenas e se identificam como tal em resposta ao quesito "cor ou raça" ou ao quesito "se considera indígena", quanto aquelas que, embora vivam fora dessas áreas, se declararam indígenas no quesito "cor ou raça".

A série histórica de dados do IBGE para São Pedro da Aldeia é dividida entre o período em que Iguaba Grande era um distrito do município, até o censo de 1991, e os anos de 2000 e 2010, após a emancipação de Iguaba Grande. De acordo com os dados apresentados, a população de São Pedro da Aldeia é detalhada no gráfico a seguir.

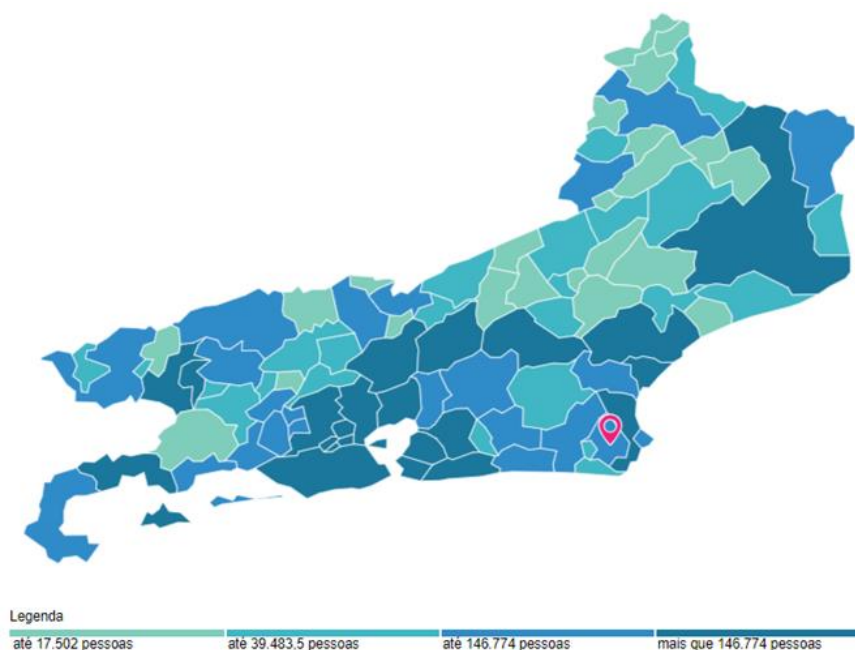
Gráfico 1 – População de São Pedro da Aldeia.



Fonte: IBGE – Censo Demográfico série histórica.

De acordo com o censo de 2022, a cidade apresentou uma densidade demográfica de 312,88 hab/km², ocupando a 27ª posição em comparação aos demais municípios do estado do Rio de Janeiro. A **Figura 4** ilustra a distribuição da população do município em relação ao estado do Rio de Janeiro.

Figura 4 – Distribuição da população em São Pedro da Aldeia.

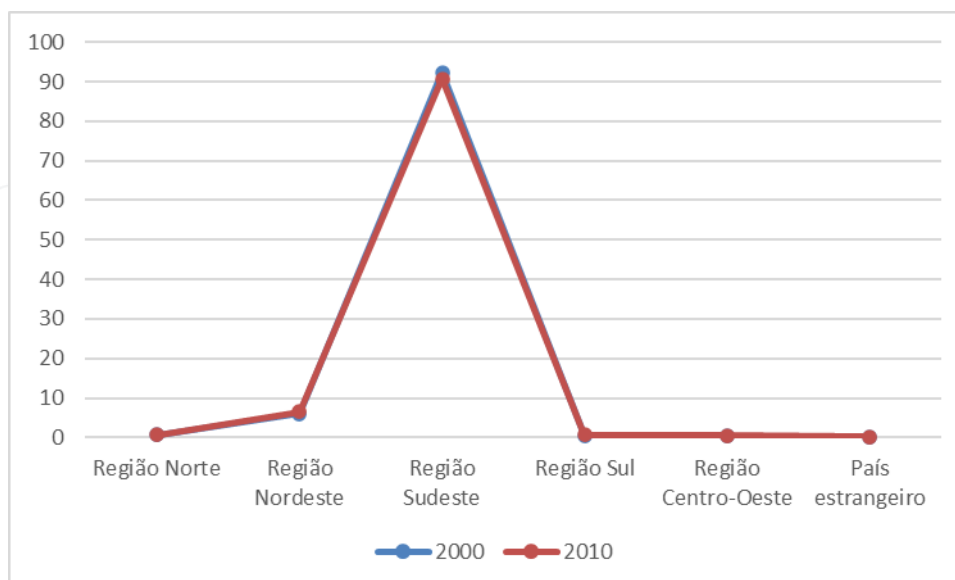


Fonte: IBGE (2022).

A migração refere-se ao movimento de pessoas de um lugar para outro, podendo ser interna, dentro de um país, ou internacional. Segundo o IBGE, a migração é um fenômeno demográfico que influencia a composição populacional de uma região, afetando a distribuição por idade, sexo e outras características demográficas.

De acordo com os dados do IBGE de 2010, a população residente em São Pedro da Aldeia nascida fora do estado do Rio de Janeiro era de 12.285 habitantes, representando aproximadamente 14% da população total da época. O **Gráfico 2** ilustra a distribuição da população residente em São Pedro da Aldeia de 2000 e 2010, destacando as regiões de nascimento dos moradores.

Gráfico 2 – População residente e lugar de nascimento.

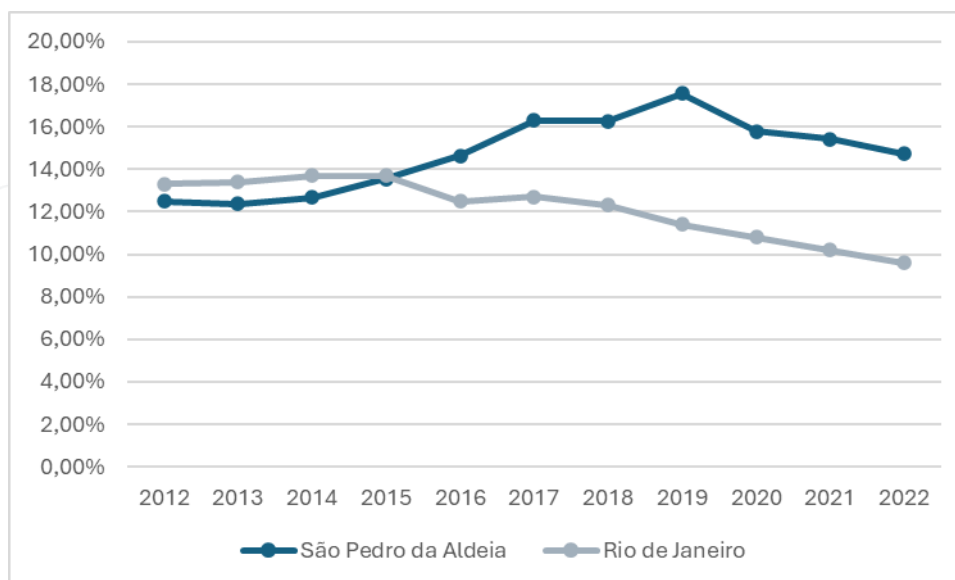


Fonte: IBGE (2010).

Há uma tendência geral de estabilidade na porcentagem de residentes nascidos fora do estado do Rio de Janeiro entre os anos de 2000 e 2010, com algumas exceções. A Região Sudeste, que é a mais expressiva, apresentou uma redução de residentes de cerca de 1,6% entre os anos de 2000 e 2010. A Região Sudeste teve um leve aumento de cerca de 0,5% na porcentagem de residentes no mesmo período. As Regiões Norte, Sul e Centro-Oeste, além dos residentes estrangeiros tiveram as menores contribuições, não ultrapassando 1%. Esses dados indicam uma estabilidade na diversidade regional dos residentes de São Pedro da Aldeia.

A taxa de natalidade, que reflete o número de nascimentos vivos por 1.000 habitantes em um período específico, apresentou uma mediana de aproximadamente 1.584 nascimentos vivos por ano em São Pedro da Aldeia entre 2012 e 2022. Essa taxa mostrou uma tendência de redução ao longo dos anos. O **Gráfico 3** ilustra a taxa de natalidade de São Pedro da Aldeia no período mencionado e a compara com a taxa de natalidade do Rio de Janeiro.

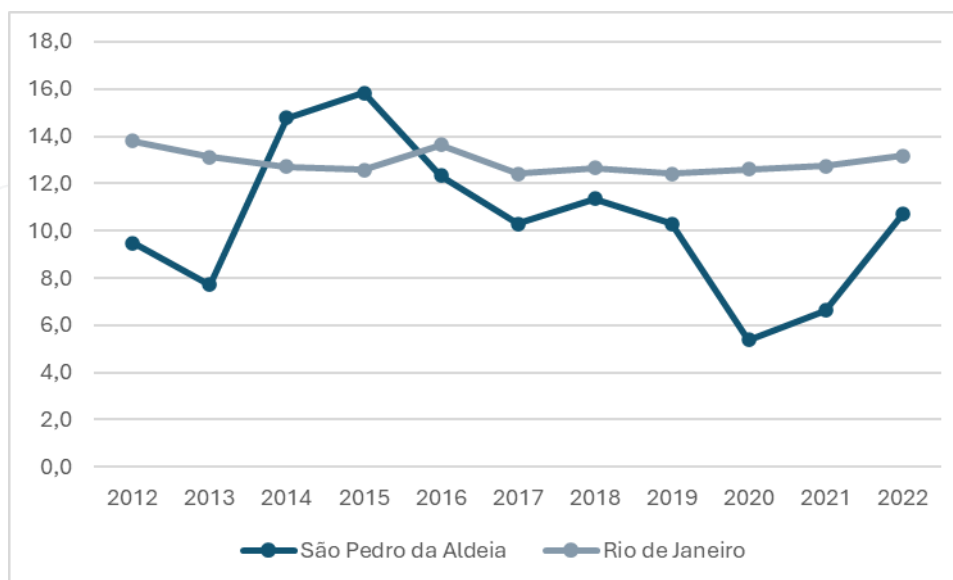
Gráfico 3 - Taxa bruta de natalidade.



Fonte: DATASUS (2012 – 2022).

A taxa de mortalidade infantil, que mede o número de óbitos de crianças menores de um ano por mil nascidos vivos em um determinado período, registrou em São Pedro da Aldeia seu maior valor em 2015, atingindo uma taxa de 15,83 óbitos para cada 1.000 nascidos vivos conforme dados do DATASUS (2012-2022). Ao longo dos anos, essa taxa apresentou variações, sendo registrada uma taxa de 10,73 para cada 1.000 nascidos vivos em 2022. De maneira geral, a taxa de mortalidade infantil no município manteve-se predominantemente abaixo dos resultados observados no estado do Rio de Janeiro, como ilustrado no **Gráfico 4**.

Gráfico 4 – Taxa de mortalidade infantil.



Fonte: DATASUS (2012 – 2022).

3.1.3.3. Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma métrica que avalia o desenvolvimento de um país ou região com base em três dimensões principais: saúde, educação e renda. Calculado a partir da expectativa de vida ao nascer, do nível de escolaridade e da renda per capita, o IDH fornece uma visão abrangente da qualidade de vida e do bem-estar das populações. Sua importância reside na capacidade de fornecer um panorama do progresso social e econômico, permitindo a comparação entre diferentes localidades e a identificação de áreas que necessitam de políticas e investimentos específicos para melhorar as condições de vida.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma adaptação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), projetado para avaliar o desenvolvimento em nível municipal. Conforme o Censo do IBGE de 2010, o IDHM de São Pedro da Aldeia era de 0,712, o que classifica o município com um índice alto. Em 2010, a dimensão da longevidade foi o principal fator contribuinte para o valor do IDHM, como ilustrado no **Quadro 2**.

Quadro 2– IDHM de São Pedro da Aldeia – 2010.

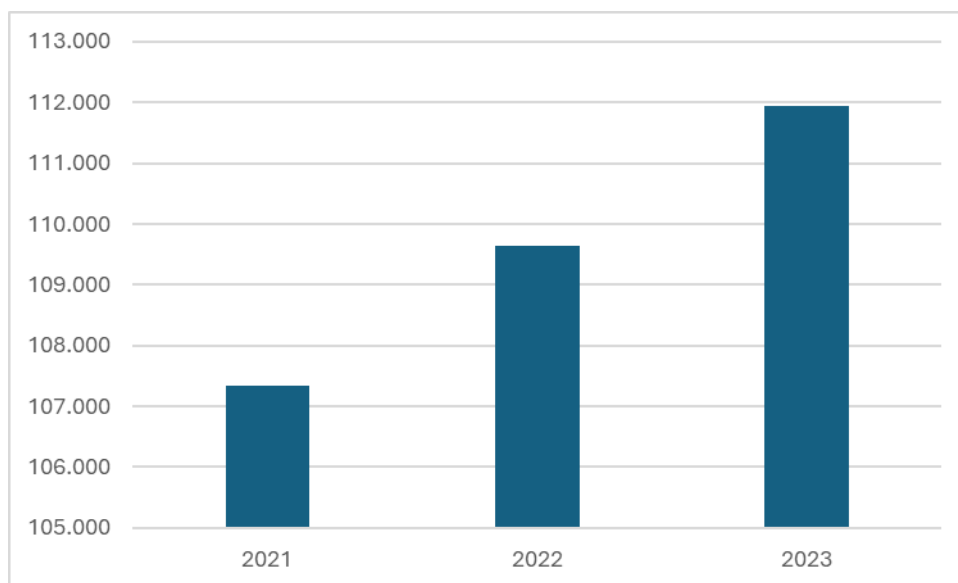


Territorialidades	IDHM	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação
São Pedro da Aldeia (RJ)	0,712	0,721	0,801	0,626

Fonte: IBGE (2010).

O IDHM de 2010 revela uma melhoria no indicador em relação aos anos anteriores, conforme mostrado no **Gráfico 5**.

Gráfico 5 – IDHM de São Pedro da Aldeia.



Fonte: IBGE (2010).

3.1.3.4. Atividades Econômicas

Em 2022, de acordo com o IBGE, o salário médio mensal dos trabalhadores formais correspondia a 2,8 salários-mínimos (s.m). A taxa de ocupação em relação à população total do município era de 22,18%. Além disso, os dados do IBGE apresentaram a taxa de desocupação e o grau de escolaridade da população ocupada, conforme ilustrado no **Quadro 3**, mostrando a evolução entre 2000 e 2010.

Quadro 3- Ocupação da população com 18 anos ou mais em São Pedro da Aldeia.

Anos	2000	2010
Taxa de desocupação - 18 anos ou mais de idade	14,94	10,31
% dos ocupados com ensino fundamental completo	43,51	61,94
% dos ocupados com ensino médio completo	26,37	44,19
% dos ocupados com ensino superior completo	4,02	9,13

Fonte: IBGE (2000) e IBGE (2010).

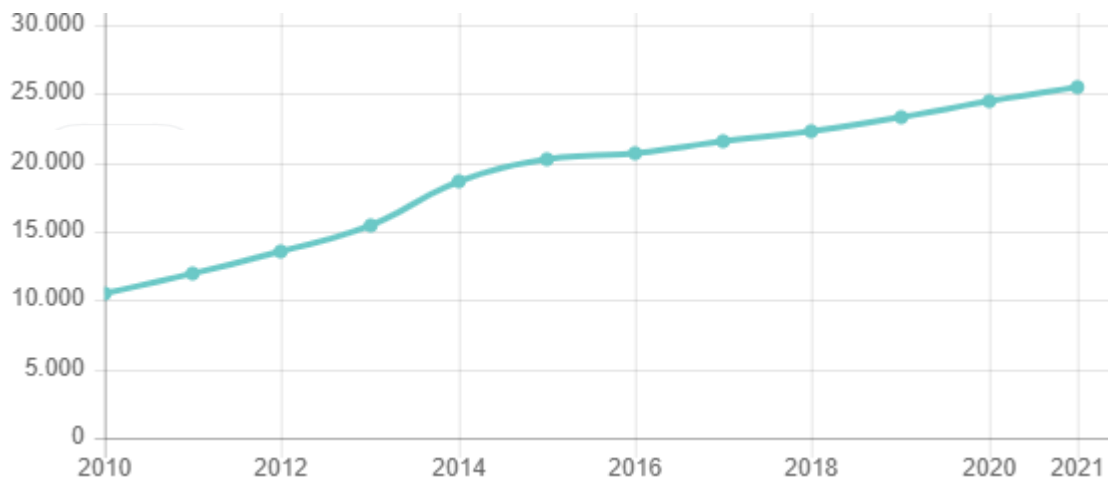
Em 2010, a maioria da população ocupada estava concentrada no setor de serviços (53,16%), seguido pelo comércio (19,65%) e construção (12,63%). Os demais setores empregavam percentuais menores: agropecuário (3,73%), serviços industriais de utilidade pública (1,24%) e extrativo mineral (1,50%).

Em 2022, esse comportamento não se alterou significativamente. O setor de serviços continuou predominando, ocupando 12.097 trabalhadores, seguido pelo comércio com 5.748 trabalhadores e indústria com 1.230 trabalhadores.

No que diz respeito ao Produto Interno Bruto (PIB), o PIB a preços correntes representa o valor total de todos os bens e serviços finais produzidos dentro de uma determinada jurisdição durante um período específico, avaliado a preços de mercado vigentes nesse período. Esse indicador abrange a soma dos valores adicionados por todas as atividades econômicas, sem ajustes pela inflação. Para a cidade de São Pedro da Aldeia, o PIB a preços correntes foi de R\$ 2.743.661 (1.000) em 2021, conforme os dados fornecidos pelo IBGE.

O PIB per capita, por sua vez, é uma métrica que quantifica a média do valor econômico gerado por indivíduo em um período específico, geralmente anual. Esse indicador é obtido pela divisão do PIB total de uma região pela sua população total. Em 2021, o PIB per capita de São Pedro da Aldeia foi de R\$ 25.509,14. O **Gráfico 6** apresenta a evolução do PIB per capita, a preços correntes, do município.

Gráfico 6 – Evolução do PIB per capita, a preços correntes (R\$ 1,00).



Fonte: IBGE (2022).

O Índice de Gini é uma medida de desigualdade econômica que quantifica a distribuição de renda ou riqueza em uma população. Variando de 0 a 1, onde 0 representa a perfeita igualdade (todos possuem a mesma renda) e 1 representa a máxima desigualdade (uma única pessoa detém toda a renda), o Índice de Gini é utilizado para avaliar a desigualdade na distribuição de recursos econômicos dentro de um país, região ou município. Para o município de São Pedro da Aldeia, o Índice de Gini foi de 0,50 de acordo com o Censo de 2010. Dados atualizados não foram disponibilizados pelo IBGE ou pela ONU.

3.1.3.5. Educação

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é um indicador utilizado para avaliar a qualidade da educação básica nas escolas públicas do Brasil. Ele é calculado a partir da combinação de duas métricas principais: o desempenho dos alunos em avaliações de aprendizado e as taxas de aprovação. O IDEB é utilizado para medir o progresso das escolas e das redes de ensino, e seus valores variam de 0 a 10, com metas estabelecidas até 2021 para melhorar continuamente a qualidade da educação.

Em 2021, o IDEB para os anos finais do ensino fundamental na rede pública foi de 4,9, sendo a meta do município de 5,4. Os índices para os anos iniciais do ensino fundamental são superiores aos índices para os anos finais (5,9 e 4,9, respectivamente).

O Censo Escolar de 2023, realizado pelo Inep, reportou um total de 23.398 matrículas no ensino básico das escolas municipais, distribuídas da seguinte forma: 14.665 para educação infantil (creche e pré-escola), 15.305 para o ensino fundamental e 3.428 para o ensino médio.

Ainda nesse contexto, o Plano Municipal de Educação (PME) atua como um documento estratégico que estabelece as diretrizes e metas para o desenvolvimento da educação no município. Sua elaboração e revisão são obrigatórias por lei, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), com o objetivo de garantir a melhoria da qualidade educacional e a equidade no acesso e permanência dos alunos na escola. O PME deve ser elaborado com participação social e revisado a cada 4 anos.

A Lei nº 2.606, de 22 de junho de 2015, aprovada pela Prefeitura da Municipal de São Pedro da Aldeia, estabelece o Plano Municipal de Educação (PME) para o decênio de 2015 a 2025. O principal objetivo do PME é assegurar a melhoria da educação no município, alinhando-se às diretrizes da Lei Federal nº 13.005, de 25 de junho de 2014.

A lei define várias diretrizes para orientar a educação local, incluindo a erradicação do analfabetismo, a universalização do atendimento escolar, a superação das desigualdades educacionais, a melhoria da qualidade da educação, a formação para o trabalho e cidadania, a valorização dos profissionais da educação, e a promoção dos direitos humanos e da diversidade.

Além disso, estabelece que o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei de Orçamentos Anual (LOA) devem ser formulados de forma a garantir recursos financeiros compatíveis com as diretrizes e metas do PME, assegurando sua execução efetiva. O município deve colaborar com a União e o Estado para alcançar as metas do PME, e a execução do plano será monitorada por diversas instâncias, incluindo comitês de acompanhamento e avaliação, para garantir a transparência e eficácia das ações implementadas.

O Município de São Pedro da Aldeia possui a Política Pública de Educação Ambiental, que foi instituída através da Lei nº 3.200, de 14 de maio de 2024, e o

Programa Municipal de Educação Ambiental, instituído através do Decreto nº 097, de 22 de agosto de 2024.

3.1.3.6. Saúde

A saúde e o saneamento são áreas intrinsecamente conectadas, pois a qualidade dos serviços de saneamento impacta diretamente a saúde pública. Em São Pedro da Aldeia, de acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), existem 47 estabelecimentos de saúde de gestão municipal, dos quais 46 prestam atendimento ao Sistema Único de Saúde (SUS).

A Lista Morb CID-10, disponível no DATASUS, contém informações detalhadas sobre “Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)”, conforme categorizado por SOUZA et al. (2015). Esta base de dados, que classifica a morbidade hospitalar no SUS por local de internação, é essencial para a análise epidemiológica e o planejamento de intervenções em saúde pública. Ao oferecer um detalhamento abrangente, a Lista Morb CID-10 permite identificar padrões de doenças e sua distribuição geográfica, facilitando a implementação de estratégias mais eficazes para a promoção da saúde. O **Quadro 4** apresenta as DRSAI.

Quadro 4- Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.

Categoria	Doenças
Doenças de transmissão feco-oral	Diarreias
	Febres entéricas
	Hepatite A
Doenças transmitidas por inseto vetor	Dengue
	Febre Amarela
	Leishmanioses
	Filariose linfática
	Malária
	Doença de Chagas
Doenças transmitidas através do contato com a água	Esquistossomose
	Leptospirose
Doenças relacionadas com a higiene	Doenças dos olhos
	Doenças de pele

Categoria	Doenças
Geohelmintos e teníases	Helmintíases
	Teníases

Fonte: Adaptado de COSTA et al. (2002).

Analisando os dados do primeiro semestre de 2024, foram constatadas 16 internações classificadas pelo Capítulo I do CID-10 como "Algumas doenças infecciosas e parasitárias". Nesse período, ocorreram 2 óbitos, resultando em uma taxa de mortalidade de 12,5%. Em comparação, no primeiro semestre de 2023, foram registradas 22 internações para o mesmo grupo de doenças, com 1 óbito, correspondendo a uma taxa de mortalidade de 4,55%. Observa-se um aumento na taxa de mortalidade entre os dois períodos, o que sugere um agravamento das condições de saúde relacionadas a doenças infecciosas e parasitárias.

Nesse sentido, o Plano Municipal de Saúde surge como um documento estratégico que orienta as ações e investimentos na área da saúde em um município, geralmente com um horizonte de quatro anos. Ele inclui um diagnóstico situacional, estabelece metas e objetivos claros com indicadores de desempenho, detalha os recursos financeiros necessários, e deve ser compatível com os Planos Estaduais e Nacional de Saúde.

O "Plano Municipal de Saúde 2022-2025" de São Pedro da Aldeia é um documento estratégico destinado a orientar as ações e serviços de saúde no município, alinhado às diretrizes do SUS. O plano aborda a estrutura da Vigilância em Saúde, dividida em quatro áreas: Vigilância Epidemiológica, Vigilância Sanitária, Vigilância Ambiental e Vigilância em Saúde do Trabalhador. Cada área tem responsabilidades específicas, como o monitoramento de doenças, o controle de riscos sanitários e ambientais, e a proteção da saúde do trabalhador.

O documento define ainda metas específicas e indicadores de desempenho para monitorar a eficácia das ações de saúde, incluindo a proporção de ações de vigilância sanitária realizadas e o desempenho dos Centros de Atenção Psicossocial (CAPS) em relação às metas quadrimestrais.

Quanto ao saneamento o Plano destaca que as condições do abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, são cruciais para a saúde da população. Melhorar essas condições é uma prioridade para reduzir doenças relacionadas ao saneamento inadequado. O plano enfatiza a integração das políticas de saneamento com as ações de saúde, promovendo uma abordagem intersetorial onde as condições de saneamento são consideradas fatores determinantes para a saúde.

A vigilância sanitária inclui a monitoramento da qualidade da água, controle de vetores e gestão de resíduos para prevenir surtos de doenças e garantir um ambiente saudável. Além disso, o plano destaca a importância da educação e conscientização da população sobre práticas de higiene e saneamento adequado, sugerindo campanhas educativas para informar a comunidade.

3.1.3.7. Remanescentes de Comunidades Quilombolas

Os remanescentes das comunidades de quilombos representam um importante símbolo de resistência e luta no Brasil. Formadas por descendentes de africanos escravizados, essas comunidades surgiram inicialmente como refúgios de liberdade. Reconhecidos na Constituição de 1988, os quilombos foram definidos como grupos que, ao longo do tempo, mantiveram suas terras e tradições, reforçando sua identidade cultural. Hoje, essas comunidades continuam a desempenhar um papel central na preservação da cultura afro-brasileira, mantendo viva a memória e a resistência de seus ancestrais através da ocupação e uso coletivo das terras que historicamente lhes pertencem.

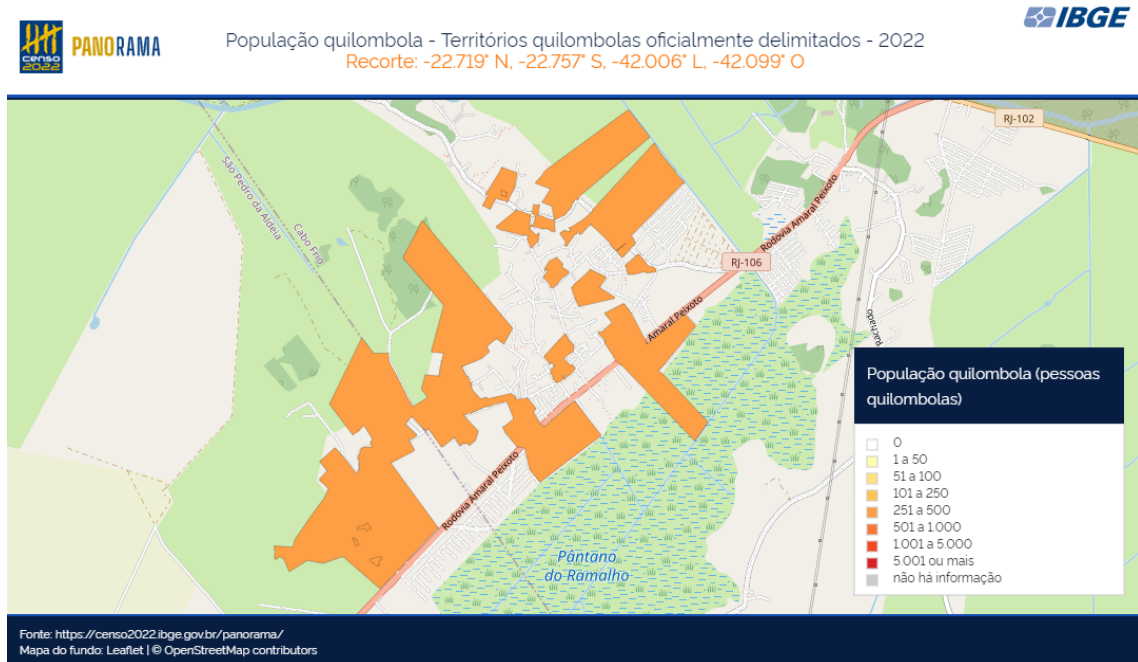
A seguir, é descrita a comunidade quilombola existente no município de São Pedro da Aldeia.

- **Comunidade Caveira**

O município de São Pedro da Aldeia abriga uma importante comunidade quilombola conhecida como Quilombo Caveira. Localizado no bairro Botafogo, uma área rural que faz limites com o município de Cabo Frio, o Quilombo da Caveira foi

oficialmente certificado como remanescente das comunidades de quilombo pela Fundação Cultural Palmares em 2004. De acordo com o Censo de 2022, a comunidade é composta por 370 pessoas, e sua localização é apresentada na **Figura 5** a seguir.

Figura 5 - Comunidade Caveira.



Fonte: Censo (2022).

A história do Quilombo da Caveira remonta ao início do século XX, quando as primeiras famílias negras começaram a ocupar a região. Segundo relatos dos anciãos da comunidade, esses primeiros moradores descendem de três homens que foram trabalhar nas lavouras da antiga Fazenda Campos Novos. Essa fazenda, que era parte de um grande complexo agrícola administrado inicialmente pelos jesuítas, utilizou o trabalho de negros escravizados e, mais tarde, tornou-se um ponto de distribuição para os escravizados que chegavam da África pelos navios negreiros. Aqueles que desembarcavam em Búzios e estavam debilitados pelas terríveis condições das viagens eram enviados para a Fazenda Campos Novos para se recuperarem antes de serem vendidos.

O nome "Caveira" tem origem nas práticas realizadas na antiga fazenda. Segundo um dos membros mais antigos da comunidade, "Caveira" era o local onde as carcaças de gado morto eram deixadas, com os esqueletos dos animais expostos. Além disso, era o lugar onde os corpos dos escravizados falecidos eram enterrados, tornando-se um símbolo da história de sofrimento e resistência daquela terra.

Hoje, apesar das muitas mudanças e do crescimento de famílias não quilombolas na região, a comunidade da Caveira ainda gira em torno da produção agrícola e do trabalho no setor de turismo. No entanto, os moradores enfrentam desafios significativos devido à precariedade dos serviços públicos, como a falta de saneamento básico, dificuldades de acesso à saúde e problemas no transporte público.

3.1.4. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

O diagnóstico do meio físico do município oferece uma análise abrangente das características ambientais que influenciam diretamente ou indiretamente o sistema de saneamento e a qualidade ambiental. Este item examina aspectos essenciais como as condições climáticas, a cobertura vegetal atual e outras características específicas do ambiente natural. A compreensão dessas condições é fundamental para avaliar como elas interagem com o sistema de saneamento e impactam a saúde ambiental do município. Ao considerar esses fatores, o diagnóstico busca identificar como o meio físico contribui para os desafios e oportunidades na gestão ambiental e no desenvolvimento de estratégias de saneamento eficazes.

3.1.4.1. Condições Climáticas e Meteorológicas

A compreensão da dinâmica climática e meteorológica do município é essencial para o planejamento adequado de obras e serviços relacionados ao saneamento básico, impactando diretamente a eficácia da implementação das ações previstas. Dessa maneira, foi adotada a classificação climática de Köppen-Geiger, conforme definida pelo INMET, a qual combina duas dimensões: a influência do clima e a umidade associada à precipitação. Esta classificação baseia-se na premissa de que a vegetação natural de uma região reflete o clima predominante. A determinação dos tipos climáticos é

realizada considerando a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação.

A cidade de São Pedro da Aldeia possui um clima tropical, caracterizado por uma diferença significativa nas chuvas entre as estações do ano. No inverno, chove consideravelmente menos do que no verão. De acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger, o clima da região é do tipo Aw. A temperatura média predominante na cidade é de 23,1°C, conforme indicam os dados estatísticos. Anualmente, a precipitação média atinge aproximadamente 1012 mm. A seguir, é possível observar **Figura 6** a seguir apresenta os dados climatológicos para São Pedro da Aldeia.

Figura 6 - Dados climatológicos para São Pedro da Aldeia.

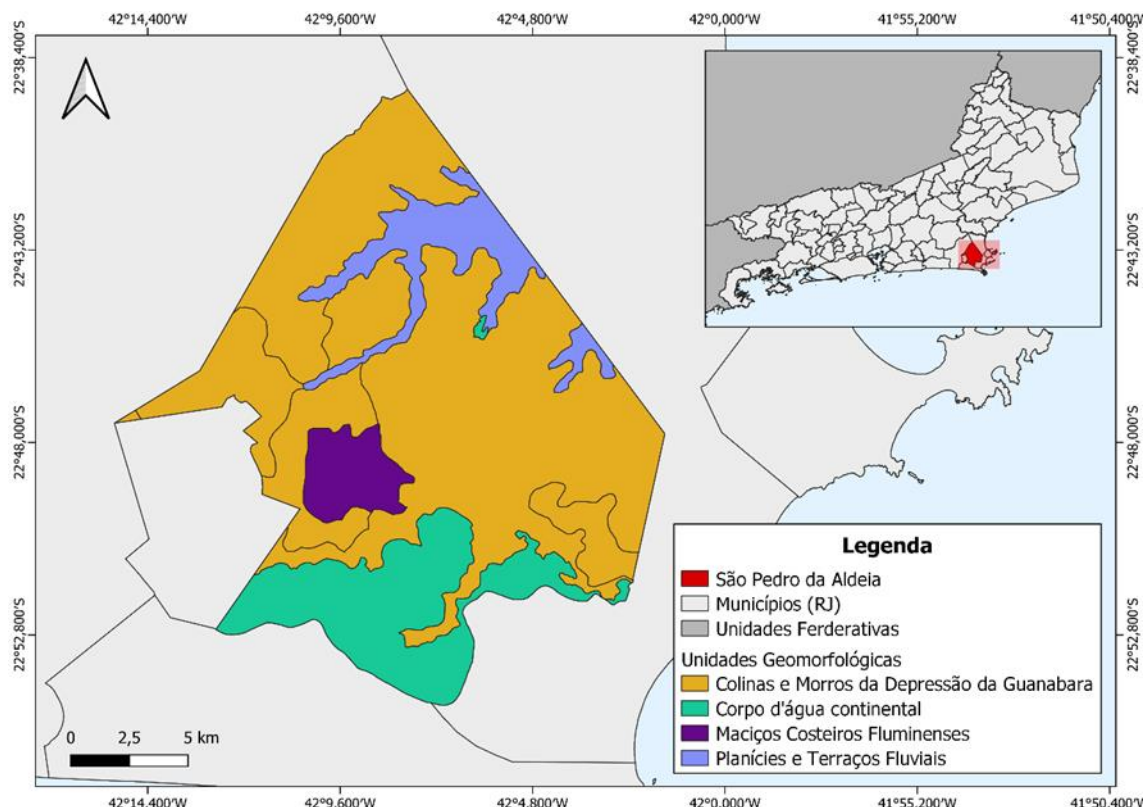
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.2	25.5	25.2	24.1	22.1	21.4	20.8	21	21.6	22.5	23.2	24.5
Temperatura mínima (°C)	23.6	23.8	23.6	22.4	20.3	19.4	18.8	19.1	19.8	20.8	21.6	22.8
Temperatura máxima (°C)	27.4	27.8	27.3	26.2	24.2	23.7	23.3	23.6	24.1	24.9	25.3	26.6
Chuva (mm)	129	82	128	70	63	37	40	36	61	80	140	146
Umidade(%)	83%	83%	84%	81%	79%	80%	78%	78%	77%	79%	82%	84%
Dias chuvosos (d)	8	6	10	9	8	5	6	6	7	7	10	10
Horas de sol (h)	10.3	10.4	9.2	8.5	7.8	7.6	7.5	7.7	7.6	8.0	8.4	9.4

Fonte: Climate Data (2021).

3.1.4.2. Geomorfologia

De acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA), o município está inserido nos domínios geomorfológicos dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos e dos Depósitos Sedimentares Quaternários. As principais unidades geomorfológicas da região incluem as Colinas e Morros da Depressão da Guanabara, as Planícies e Terraços Fluviais e os Maciços Costeiros Fluminenses, conforme ilustrado na **Figura 7**.

Figura 7 – Geomorfologia de São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024); BDIA (2024).

A seguir, no **Quadro 5**, será apresentada a listagem dos morros e colinas existentes no município de São Pedro da Aldeia, conforme a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município.

Quadro 5 - Morros e Colinas³ existentes em São Pedro da Aldeia.

Identificação	Altitude	Localização
Morro dos Pinheiros	60m	Região Norte
Morro das Acácias 1	81m	Região Norte
Morro das Acácias 2	71m	Região Norte
Morro dos Milagres	175m	Região Norte e Leste
Morro da Baleia 1	64m	Região Sul
Morro da Baleia 2	64m	Região Sul
Morro Porangaba	40m	Região Sul
Morro do Boqueirão	63m	Região Sul
Morro do Mossoró/Morro do Galo	42m	Região Sul
Colina Guarani	21m	Região Sul



Identificação	Altitude	Localização
Morro do Monte Verde	62m	Região Leste
Morro do Pau Ferro	47m	Região Leste
Morro do Frade	195m	Região Leste
Colina Diuana	25m	Região Leste
Morro da Colina	42m	Região Leste
Morro Lagoa Verde	41m	Região Leste
Morro São Francisco	91m	Região Leste
Morro São João	96m	Região Leste
Morro do Estoril	47m	Região Leste
Colina Maracanã	27m	Região Leste
Morro Alto Brasil	47m	Região Leste
Colina do Ambrósio	31m	Região Leste
Morro do Vinhateiro	42m	Região Leste
Morro das Torres	71m	Região Leste
Morro Porto do Carro	47m	Região Leste
Morro do Chaparral	65m	Região Leste
Morro Primavera	61m	Região Leste
Morro das Guaiquicas	71m	Região Leste
Morro do Alecrim	61m	Região Leste
Morro do Candido	40m	Região Oeste
Morro Bela Vista	83m	Região Oeste
Morro da Praia Linda	79m	Região Oeste
Colina da Ponta d'Água	24m	Região Oeste
Morro do Pereira	70m	Região Oeste
Colina do Balneário	35m*	Região Oeste
Morro do Cancela	32m*	Região Oeste
Morro dos Índios	115m	Região Oeste
Morro do Piripiri	72m	Região Oeste
Morro da Flecheira	50m	Região Oeste
Colina de São João	17m	Região Oeste
Colina do Horto	31m*	Região Oeste
Morro de Sapiatiba – Serra de Sapiatiba	316m	Região Oeste e Z.Rural
Morro do Macedo	72m	Região Oeste e Z.Rural
Morro Santa Rita (Limite c/Iguaba)	52m	Zona Rural
Morro do Alambique	56m	Zona Rural
Morro de Sapeatiba Mirim	249m	Zona Rural
Colina do Cutindiba	46m	Zona Rural

Identificação	Altitude	Localização
Morro da Sergeira	83m	Zona Rural
Morro do Capim Melado (Limite c/Iguaba)	41m	Zona Rural
Morro de Igarapiapunha (Limite c/Iguaba)	116m	Zona Rural
Morro da Posse (Limite c/Araruama)	63m	Zona Rural
Morro do Pau Rachado 1	62m	Zona Rural
Morro do Pau Rachado 2	61m	Zona Rural
Morro da Jaqueira	61m	Zona Rural
Morro do Goiabal	63m	Zona Rural

* Estabelecimento de ZCVS a partir da cota 20 metros.

(3) O termo colina foi utilizado para identificar os relevos inferiores a 40 metros, com exceção do Morro do Cancela, denominação esta já consagrada no local.

Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024).

3.1.4.3. Pedologia

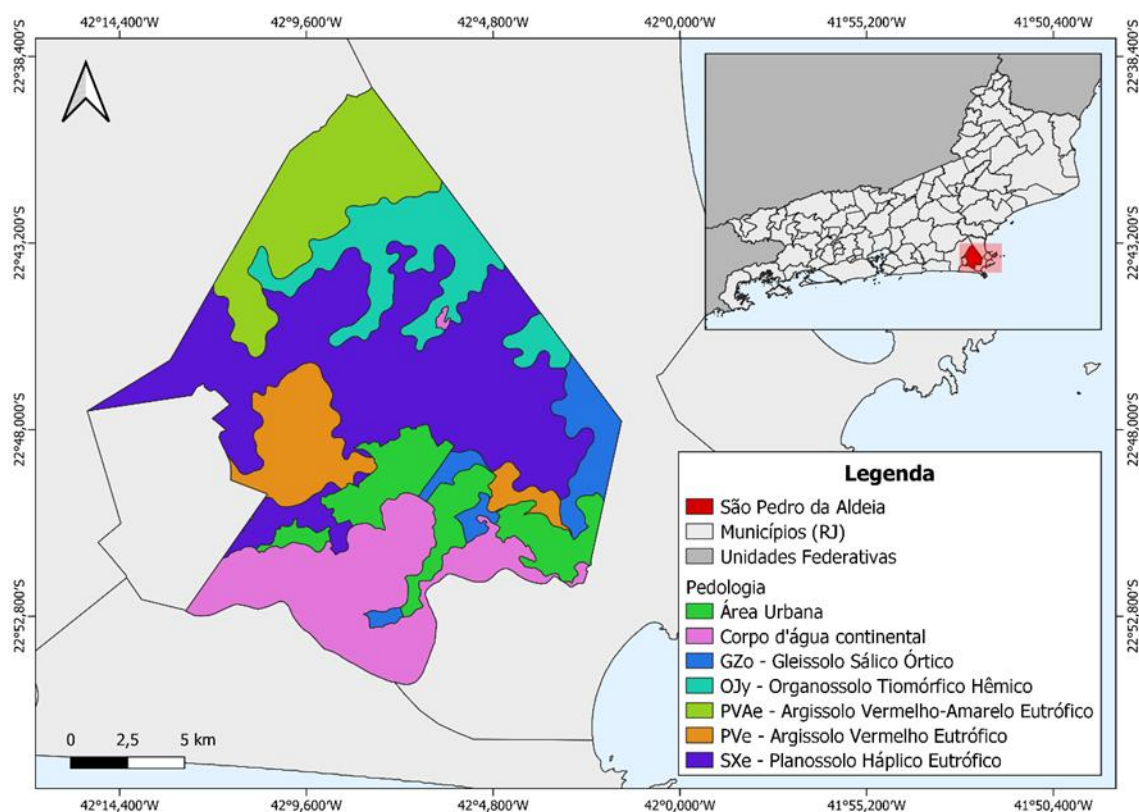
A pedologia é a ciência que estuda a formação, classificação, distribuição e as propriedades dos solos. Ela é fundamental para o entendimento da relação entre o solo e o ambiente, desempenhando um papel crucial em áreas como agricultura, engenharia civil, gestão ambiental e planejamento urbano. A pedologia permite identificar diferentes tipos de solos, suas características e capacidades, fornecendo informações essenciais para o uso sustentável e a preservação do solo.

No município de São Pedro da Aldeia, a pedologia revela uma diversidade de solos, classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). As ordens predominantes são o argissolo, gleissolo, organossolo e planossolo.

É importante destacar que uma parte considerável do território de São Pedro da Aldeia é classificada como "outros" no BDiA, uma categoria que coincide com áreas urbanas, como observado na

Figura 8. Nessas regiões, o solo original foi significativamente alterado pelas atividades humanas, como construção e urbanização.

Figura 8 - Pedologia de São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024); BDIA (2024).

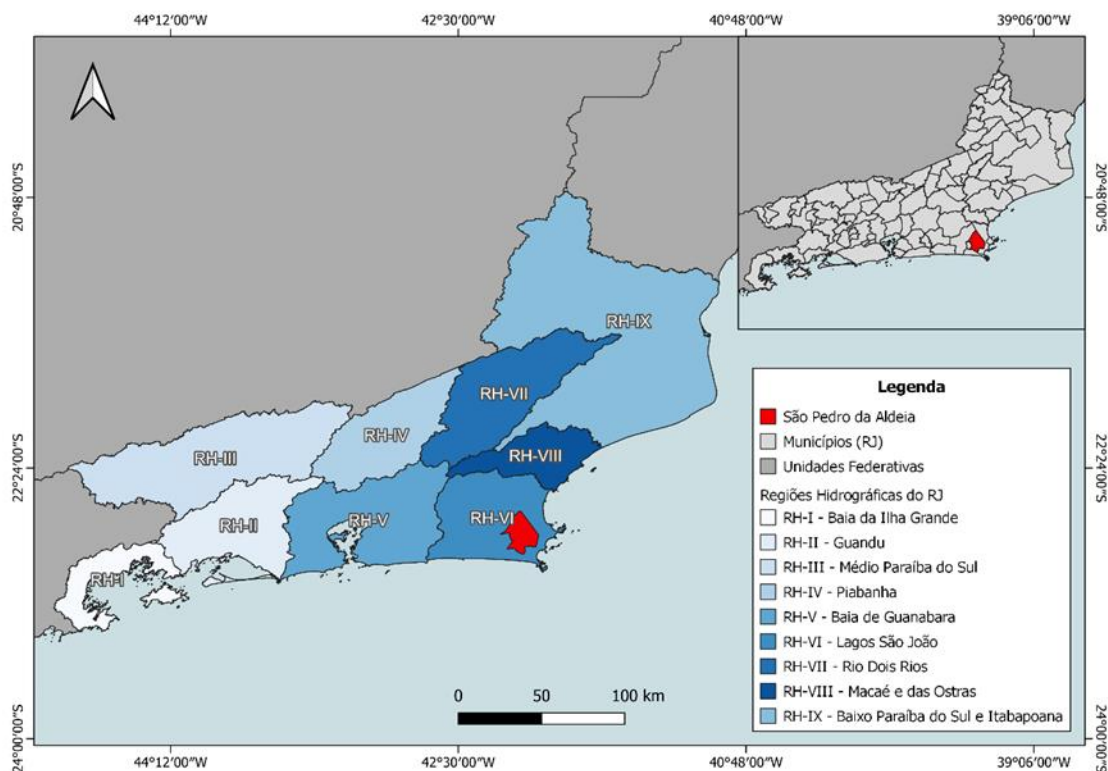
3.1.4.4. Recursos Hídricos Superficiais

O Estado do Rio de Janeiro está inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, que também abrange os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná. Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA), essa região ocupa 25% do território brasileiro e é a mais densamente povoada entre as regiões hidrográficas do país, apresentando uma densidade demográfica seis vezes maior que a média nacional.

O estado do Rio de Janeiro é ainda subdividido em nove regiões hidrográficas, conforme ilustrado na **Figura 9**. Essa subdivisão é regulamentada pela Resolução nº

107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ) e tem como objetivo viabilizar um planejamento hidrográfico e uma gestão territorial mais eficazes e precisos.

Figura 9 – Regiões Hidrográficas do Rio de Janeiro.



Fonte: Autoria Própria (2024); INEA (2023).

O município de São Pedro da Aldeia está totalmente inserido na Região Hidrográfica Lagos São João (RH VI). Essa região é composta pelas bacias hidrográficas (BH): BH das Lagoas de Saquarema, Jacaré e Jacarepiá; BH da Lagoa de Araruama e do Cabo Frio; RH do Rio Una e do Cabo de Búzios; RH do Rio São João e Represa de Juturnaíba.

Ainda nesse sentido, o município faz parte do Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), juntamente com os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Maricá, Rio Bonito, Rio das Ostras, Armação dos Búzios, Saquarema e Silva Jardim. O Comitê da Bacia Lagos São João (CBHLSJ) gerencia a RH-VI e é composto por representantes do governo, usuários das águas e organizações da sociedade civil, e possui funções normativas, deliberativas

e consultivas, estando integrado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR).

Além disso, a RH-VI é organizada em Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs). A UHP foi adotada como a maior escala de planejamento no PERHI-RJ para a análise das disponibilidades e demandas de recursos hídricos. Para a RH-VI, o PERHI dividiu a região em quatro UHPs distintas. Entretanto, durante a Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, foi proposta uma nova divisão das Unidades Hidrológicas de Planejamento para a RH-VI. Essa nova divisão se organiza em VI-a1 - Rio São João (a montante do reservatório de Juturnaíba), VI-a2 - Rio São João (a jusante do reservatório de Juturnaíba), VI-b - Rio Una e VI-c - Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama (CILSJ, 2024) A **Figura 10** apresenta o mapa das UHPs.

Figura 10 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica VI.



Fonte: CILSJ (2024).

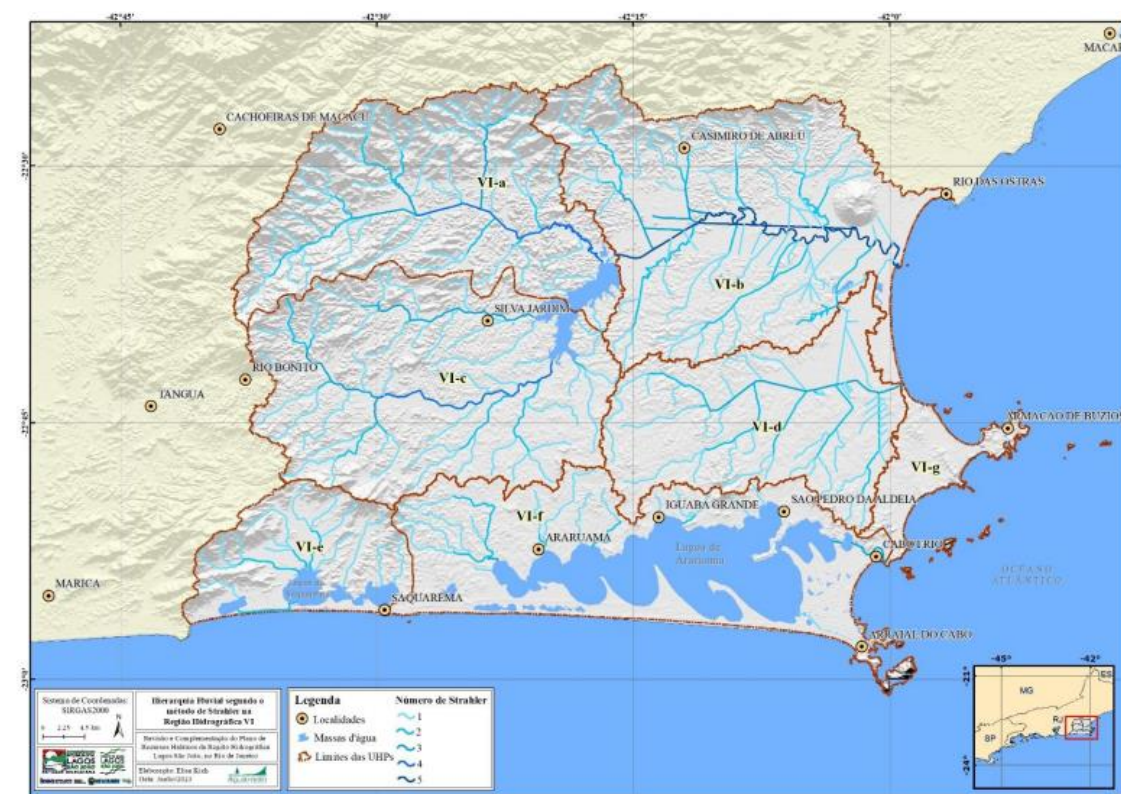
Os principais rios incluem o rio São João, que atravessa as UHPs VI-a e VI-b e deságua no litoral, na Barra de São João; os rios Capivari e Bacaxá, localizados na UHP VI-c, que desaguam na represa da Juturnaíba; e o rio Una, situado na UHP VI-d, que desemboca no oceano próximo à praia Rasa, em Armação dos Búzios. As outras UHPs abrigam rios menores, que contribuem localmente para as lagoas ou deságuam no oceano.

Entre os principais afluentes do rio São João, destacam-se os rios Dourado, Aldeia Velha, Maratuã, Indaiaçu, Lontra, Valas do Consórcio e Jacaré, entre outros. No caso do rio Una, os afluentes mais notáveis são os rios Iriri e Jundiá. Já nos rios Bacaxá e Capivari, os principais afluentes incluem os rios Vermelho, Catimbau Grande, Ouro, Jaguaripe, Piripiri, Boa Esperança e das Onças.

Um dos principais ecossistemas aquáticos da região são as lagoas, com mais de 30 delas estimadas, embora uma tenha sido extinta com a construção do reservatório de Juturnaíba (CILSJ, 2024). A Lagoa de Araruama é a mais importante, situada ao sul da RH-VI, entre São Pedro da Aldeia, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio. É considerada o maior corpo de água costeiro hipersalino permanente do mundo, ocupando uma área de aproximadamente 220 km², inteiramente na UHP VI-f.

São Pedro da Aldeia está situado na UHP VI-b, do Rio São João – jusante do reservatório de Juturnaíba (2,24% do território municipal), na UHP VI-d, do Rio Una (65,15%) e na UHP VI-f, da Lagoa de Araruama (32,62%). A unidade do Rio São João é caracterizada por corpos hídricos como o Rio São João, o Rio da Aldeia Velha, o Rio Dourado, a Vala do Consórcio e o Rio Lontra. A UHP VI-d destaca-se pelo Rio Una, o Rio Papicu, o Rio Carijojó, o Córrego da Bogá e o Rio Godinho. Enquanto a UHP V–f tem como principais corpos hídricos as lagoas de Araruama, Vermelha e de Jacarepiá, além dos rios Santana ou Regamé e o do Limão. E a figura adiante apresenta a hierarquia fluvial da região.

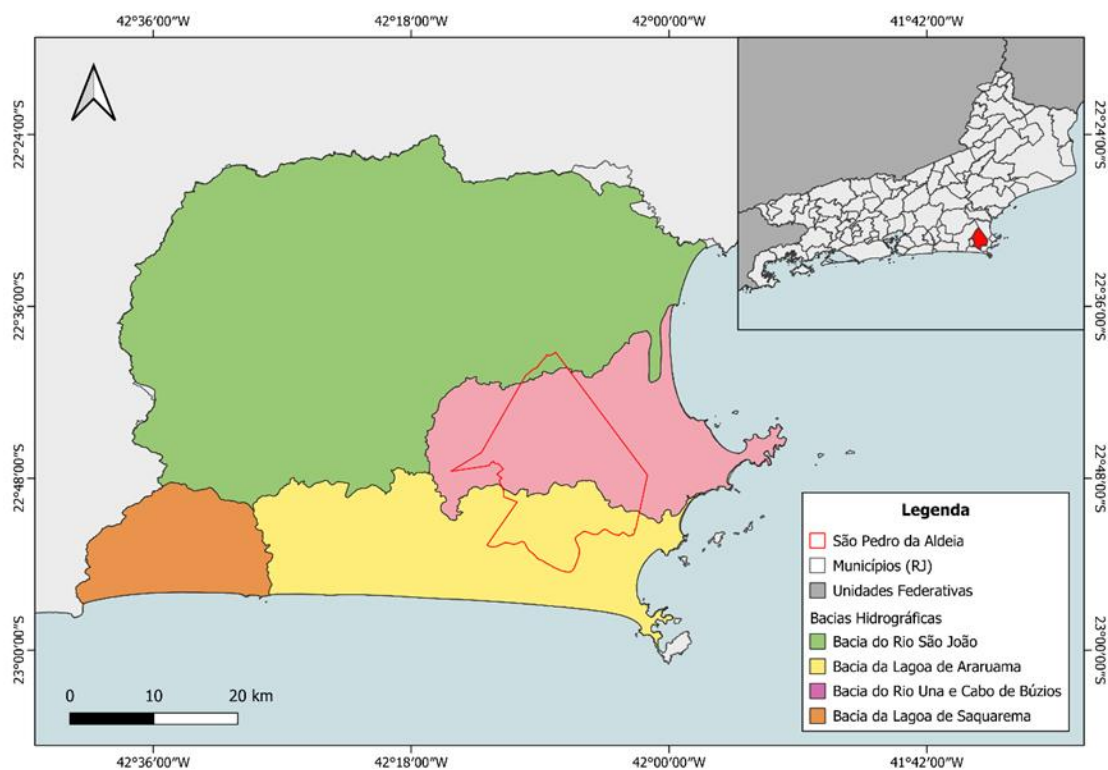
Figura 11 – Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler.



Fonte: CILSJ (2024).

Para a gestão dos recursos hídricos ainda existem subcomitês que foram estabelecidos pela Plenária do CBHLSJ através da Resolução CBHLSJ nº 45/2011, e posteriormente atualizados pela Resolução CBHLSJ nº 76/2018. Os Subcomitês são: Subcomitê da Bacia Hidrográfica da Lagoa de Araruama; Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Rio Una e Cabo Búzios; Subcomitê da Bacia Hidrográfica da Lagoa de Saquarema; e Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Rio São João. A **Figura 12** ilustra a divisão dos subcomitês.

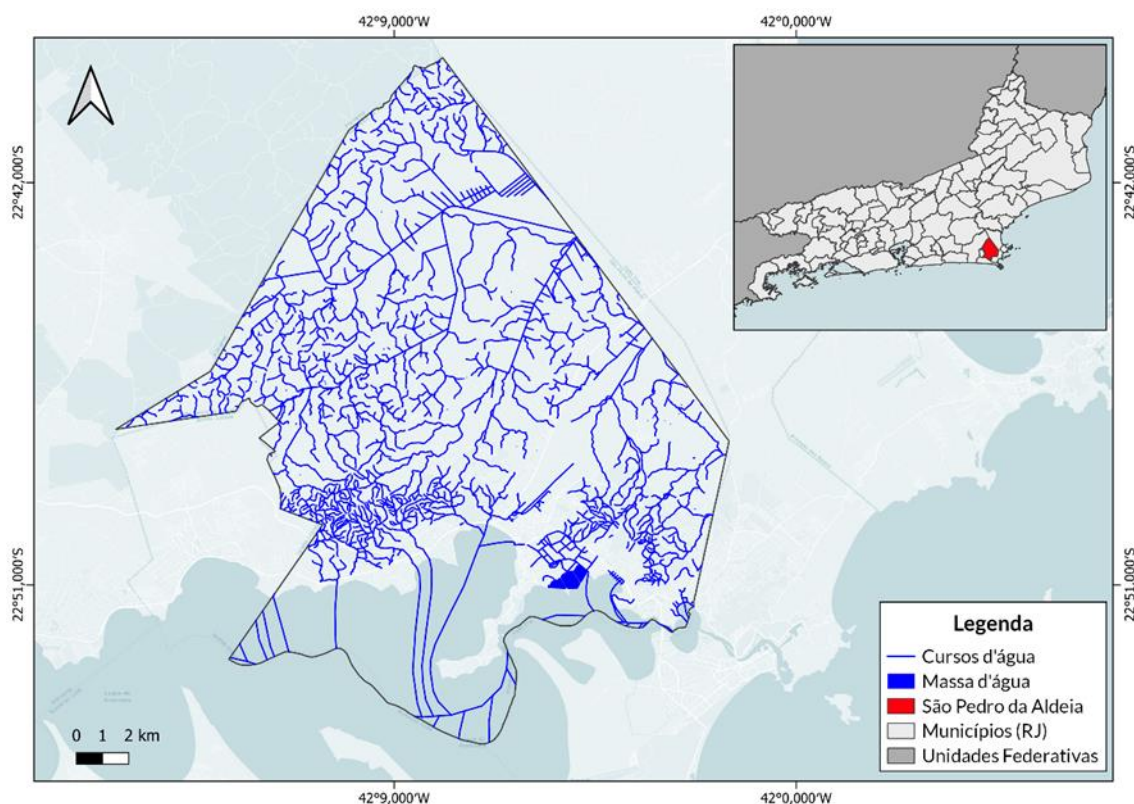
Figura 12 - Divisão dos Subcomitês do CBHLSJ.



Fonte: CBHLSJ (2012).

As águas interiores, como rios e lagoas, são áreas de atuação do CBHLSJ. O diagnóstico ambiental elaborado pelo CILSJ em 2024 classificou os rios principais e seus afluentes a partir do método de Strahler (1954). O Rio São João, abaixo da barragem de Juturnaíba, é o único classificado como Classe 5 na RH VI, enquanto o Rio Una é classificado como Classe 3 em sua foz. A **Figura 13** mostra a hidrografia de São Pedro da Aldeia.

Figura 13 – Hidrografia São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024); INEA (2023).

A seguir, no **Quadro 6**, será apresentada a listagem de cursos d'água existentes no município de São Pedro da Aldeia, conforme a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município.

Quadro 6 - Cursos d'água de São Pedro da Aldeia (da esquerda p/ direita).

Cursos d'água	Região
Córrego das Acácias	Região Norte
Canal da Base	Região Norte
Canal do Mossoró	Região Norte e Sul
Valão do Fluminense	Região Norte e Sul
Córrego da Bogá	Região Norte e Zona Rural
Valão do Monte Verde	Região Leste
Valão do Diuana	Região Leste
Valão da Pedreira	Região Leste
Valão da Colina	Região Leste
Valão do São João	Região Leste

Cursos d'água	Região
Valão do Maracanã	Região Leste
Valão do Camarão	Região Leste
Valão do Ambrósio	Região Leste
Riacho do Porto do Carro	Região Leste
Córrego dos Campos Novos	Região Leste
Córrego do Alecrim	Região Leste
Riacho do Candido	Região Oeste
Riacho de Praia Linda	Região Oeste
Riacho do Pereira	Região Oeste
Córrego do Pereira	Região Oeste
Riacho do Balneário	Região Oeste
Córrego do Piripiri	Região Oeste
Riacho Joaquim Mota	Região Oeste
Rio Una	Zona Rural
Rio Conceição ²	Zona Rural
Rio Godinho ¹	Zona Rural
Rio Papicu ¹	Zona Rural
Rio Cutindiba ¹	Zona Rural
Córrego do Pau Rachado ¹	Zona Rural
Rio Flecheira ¹	Zona Rural
Córrego do Retiro ¹	Zona Rural
Córrego do Ramalho ¹	Zona Rural
Rio Carijó ²	Zona Rural
Córrego do Cortiço ²	Zona Rural
Córrego Três Meninas ²	Zona Rural
Córrego da Jaqueira ²	Zona Rural
Córrego Cabista ²	Zona Rural
Rio Itaí ²	Zona Rural

(1) Afluentes da Margem Direita do Rio Una

(2) Afluentes da Margem Esquerda do Rio Una

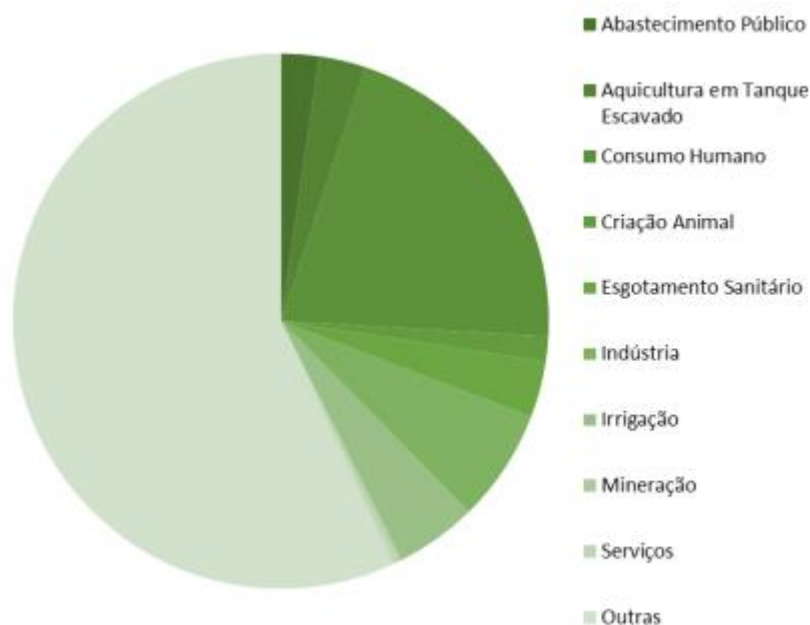
Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024).

➤ Uso da Água

Segundo o Comitê da Bacia, em 2022, a maior parte das interferências cadastradas na RH VI era classificada como “outros”, seguida pelo consumo humano e indústrias, como pode ser observado na **Figura 14**. Observou-se que a maioria dessas

interferências foram registradas como de uso insignificante, predominantemente associadas a empreendimentos dos setores de hotelaria e imobiliário.

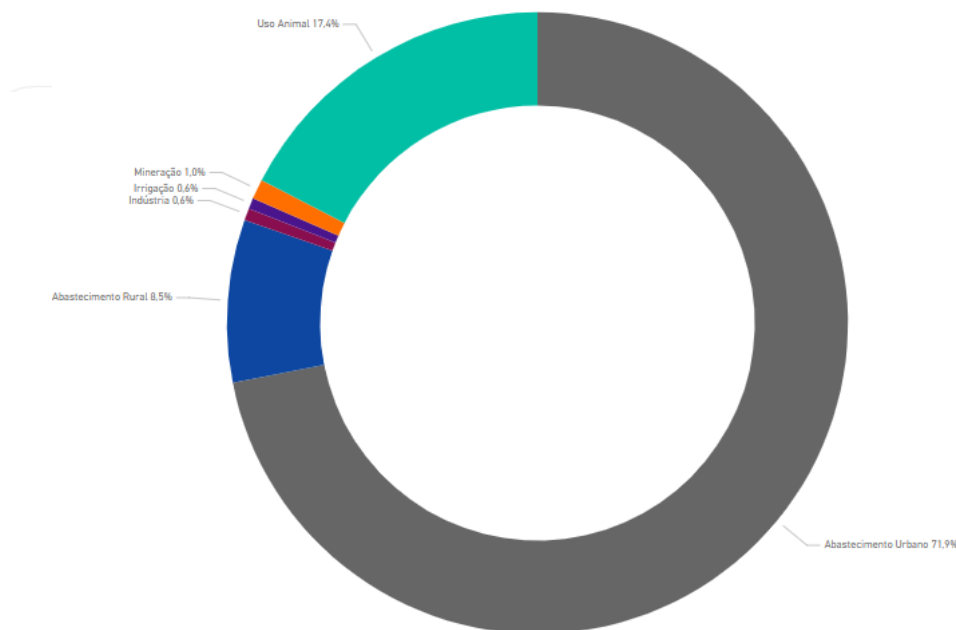
Figura 14 – Finalidades de Uso na RH-VI e a situação junto ao INEA, em junho de 2022.



Fonte: CBHLSJ (2022).

Segundo o Painel de Indicadores Municipais da ANA, em 2022, São Pedro da Aldeia consumiu 71,9% da água para abastecimento urbano, 17,4% para uso animal, 8,5% para abastecimento rural, 1,03% para mineração, 0,56% para irrigação, 0,63% para usos industriais, como ilustrado a **Figura 15**.

Figura 15 – Uso de Água de São Pedro da Aldeia - 2022.



Fonte: ANA (2022).

➤ Disponibilidade Hídrica

O INEA determina a disponibilidade hídrica usando dados do banco de usuários outorgados na bacia, fornecidos pelo Serviço de Hidrologia e Hidráulica (SEHID). A vazão de referência é calculada com base em estudos de regionalização de vazões mínimas ou nas séries históricas da estação mais próxima ao local em questão. O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado para um ponto específico no curso d'água, usando o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) para definir a bacia de contribuição e determinar a vazão disponível.

De acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005, a vazão de referência é obtida por meio de estudos hidrológicos, analisando séries históricas de vazões e complementando com estudos estatísticos e regionalização de dados. Os órgãos gestores utilizam dois valores de referência para a outorga da água: a vazão Q95%, que é superada em 95% do tempo, e a vazão Q7,10, que representa a menor vazão média em 7 dias consecutivos com um período de retorno de 10 anos, indicando condições de estiagem. No Estado do Rio de Janeiro, a vazão de referência adotada é a Q7,10, e a

vazão máxima outorgável é fixada como 50% dessa vazão. A disponibilidade hídrica é então calculada subtraindo a vazão já outorgada da vazão máxima outorgável.

O CILSJ, em sua revisão do diagnóstico ambiental do Plano de Recursos Hídricos da RH VI (2024), apresentou algumas vazões de referência para as sub-bacias da região, que podem ser vistas no **Quadro 7**.

Quadro 7 - Vazões de referência para cada sub-bacia.

Sub-bacia	UHP VI-a Rio São João Montante	UHP VI-b Rio São João Jusante	UHP VI-c Rios Capivari e Bacaxá	UHP VI-d Rio Una	UHP VI-e Lagoa Saquarema	UHP VI-f Lagoa de Araruama	UHP VI-g Armação de Búzios
Área (km ²)	617	807	733	463	250	677	100
Q5 (m ³ /s)	48,24	169,31	103,72	34,78	7,13	36,94	13,12
Q10 (m ³ /s)	35,97	125,66	78,71	24,67	5,33	26,67	9,76
Q30 (m ³ /s)	19,54	63,15	39,46	10,11	3,02	9,75	5,14
Q50 (m ³ /s)	13,79	42,89	26,87	6,18	2,26	5,74	3,5
Q70 (m ³ /s)	10,61	32,08	20,01	4,07	1,77	3,5	2,34
Q90 (m ³ /s)	8,17	24	15,28	2,54	1,42	1,91	1,5
Q95 (m ³ /s)	7,57	22,47	14,26	2,23	1,29	1,68	1,29
Q méd (m ³ /s)	18,93	62,38	38,61	10,52	2,99	10,37	4,83
Q máx (m ³ /s)	198,24	866,31	482,68	173,45	32,6	162,22	50,17
Q mín (m ³ /s)	5,8	18,93	11,36	1,71	1,05	1,33	0,63
Q 7,10 (m ³ /s)	6,34	18,4	11,8	1,87	1,1	1,25	0,64

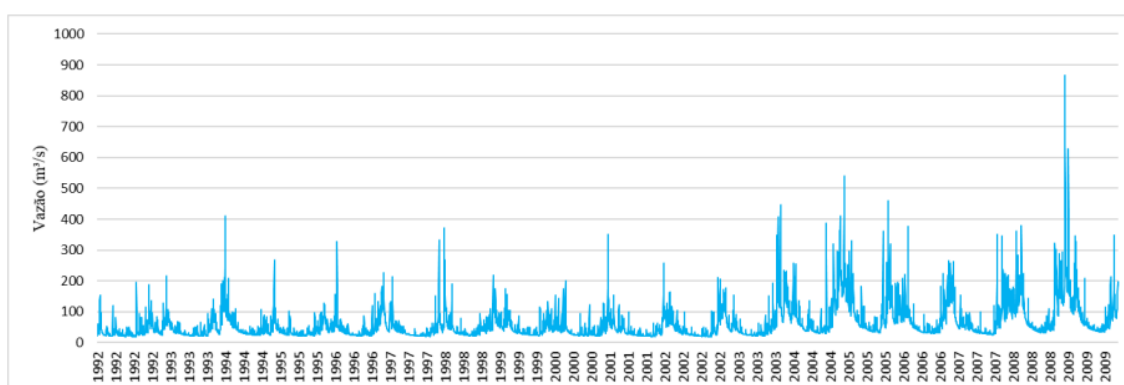
Fonte: CILSJ (2024).

Nesse contexto, é possível notar que as maiores vazões estão localizadas na bacia do Rio São João, a jusante do Reservatório de Juturnaíba, devido à contribuição de vazão das UHPs VI-b e VI-c a montante, além de formar a maior sub-bacia do estudo.

Em 2024, o Comitê de Bacia elaborou o Diagnóstico Ambiental, no qual a disponibilidade hídrica superficial foi estimada com base na vazão natural dos rios, desconsiderando retiradas, reservatórios ou transposições. Para as UHPs da RH-VI, foi utilizado um modelo hidrológico chuva-vazão, que foi calibrado e validado com dados de estações de monitoramento na bacia do rio São João. Esse modelo foi aplicado a todas as UHPs da região, exceto na UHP VI-g (Armação dos Búzios), onde, devido à falta de drenagem aparente, a estimativa de vazões de referência foi realizada por meio da regionalização de vazões, que se baseia na similaridade espacial de algumas variáveis.

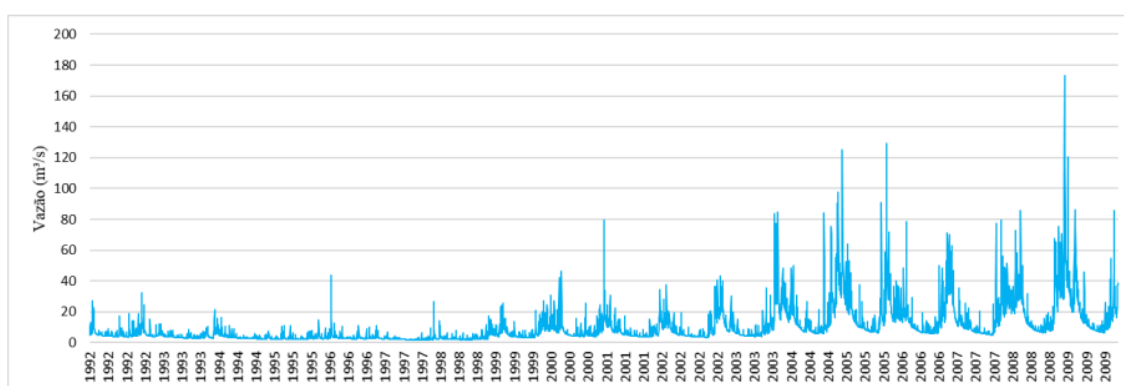
A **Figura 16**, **Figura 17** e **Figura 18** apresentam o resultado das vazões regionalizadas para a UHP VI-b, UHP VI-d e UHP VI-f, respectivamente.

Figura 16 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João Jusante.



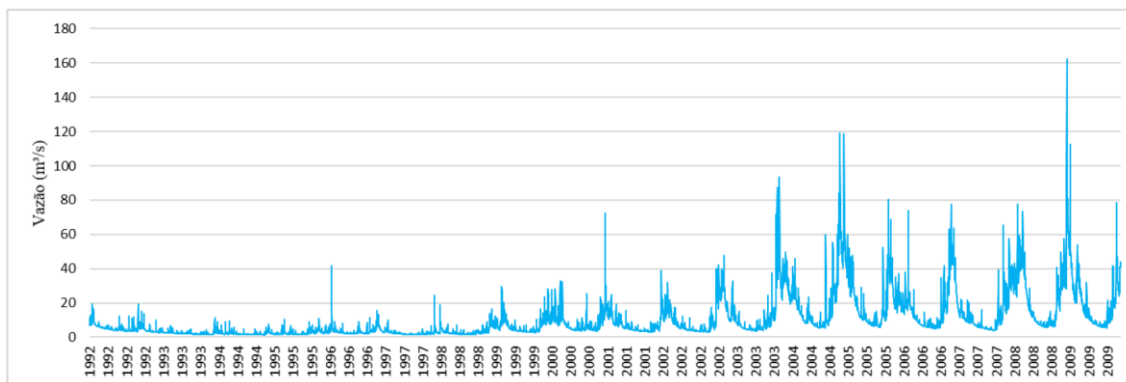
Fonte: CILSJ (2024).

Figura 17 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio Una.



Fonte: CILSJ (2024).

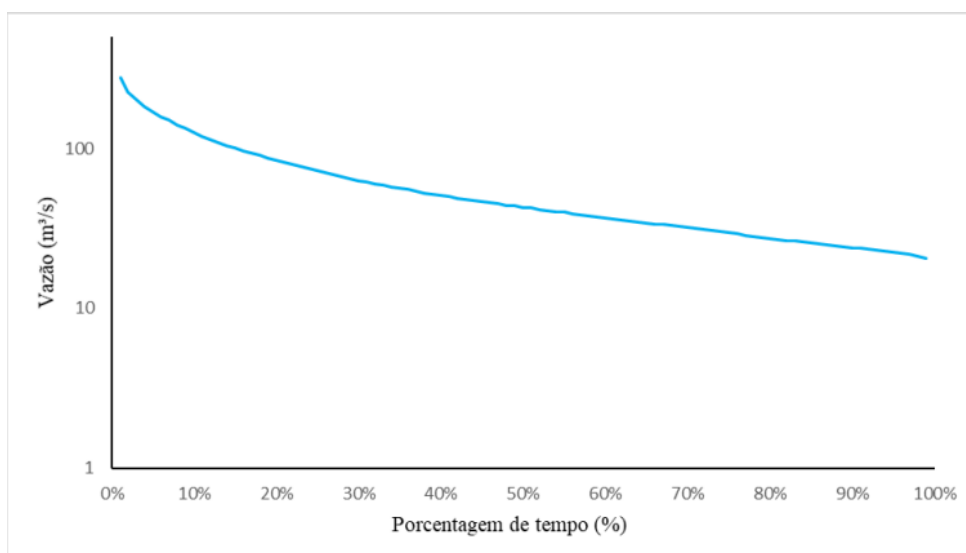
Figura 18 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia da Lagoa de Araruama.



Fonte: CILSJ (2024).

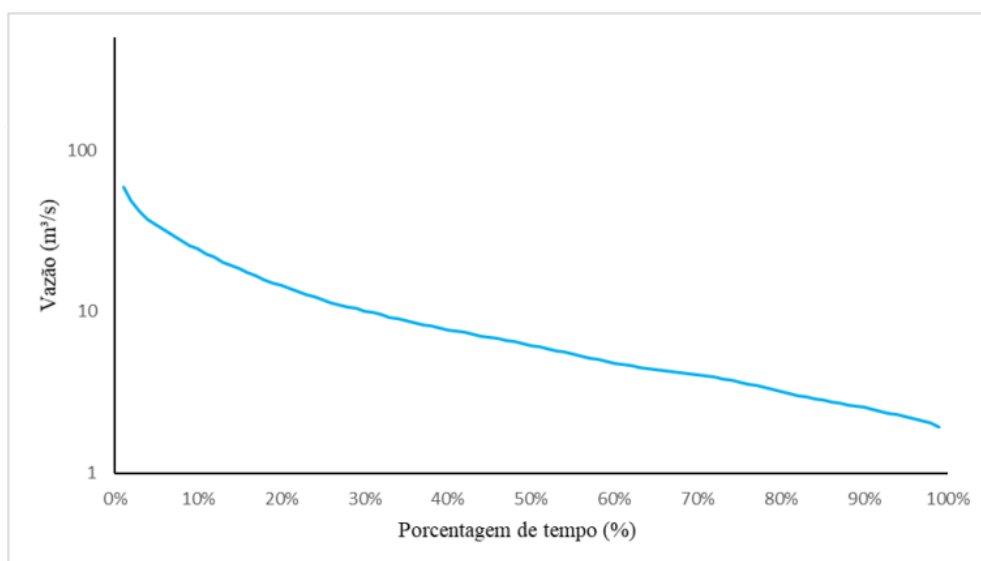
A curva de permanência é uma ferramenta hidrológica utilizada para representar a distribuição da vazão de um rio ao longo do tempo. Ela mostra a relação entre a vazão de um curso d'água e a porcentagem de tempo em que essa vazão é igualada ou superada. Em outras palavras, a curva indica a frequência com que diferentes vazões ocorrem em um determinado período de observação. A **Figura 19**, a **Figura 20** e a **Figura 21** apresentam a curva de permanência para a UHP VI-b, UHP VI-d e UHP VI-f, respectivamente.

Figura 19 - Curva de permanência - UHP VI-b.



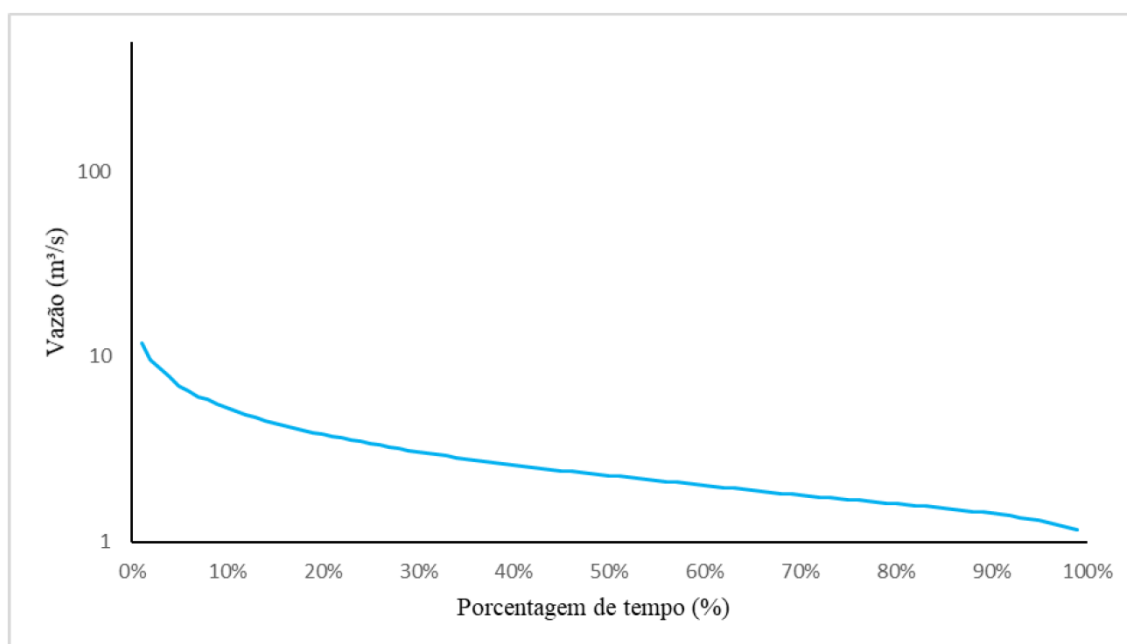
Fonte: CILSJ (2024).

Figura 20 - Curva de permanência - UHP VI-d.



Fonte: CILSJ (2024).

Figura 21 - Curva de permanência - UHP VI-f.

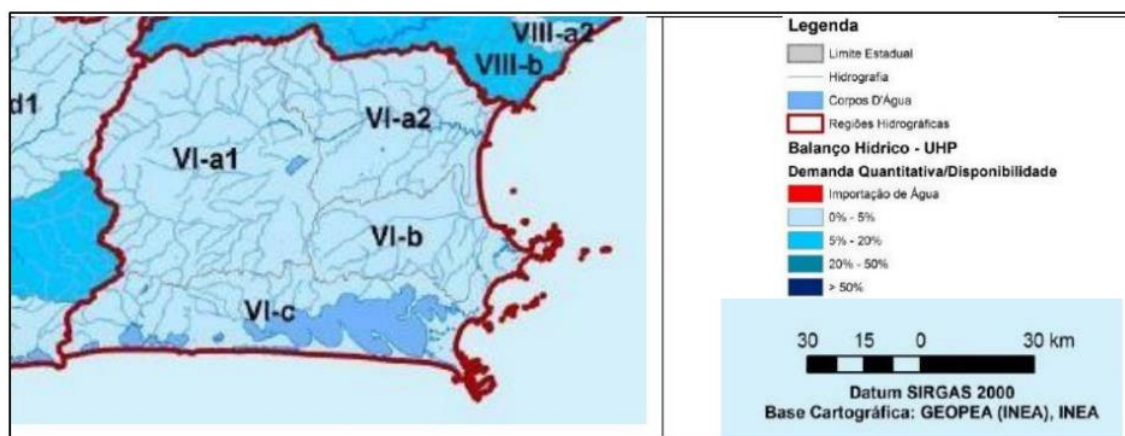


Fonte: CILSJ (2024).

A disponibilidade hídrica em cada UHP foi usada para calcular o balanço hídrico quantitativo, estimando os percentuais de vazões disponíveis para diferentes setores de consumo, tanto no presente quanto em cenários futuros.

O PERHI-RJ calculou dois indicadores para avaliar o comprometimento da disponibilidade hídrica nas UHPs. O primeiro indicador compara as vazões efetivamente consumidas com a disponibilidade hídrica, refletindo o balanço hídrico quantitativo. De acordo com o CBHLSJ, atualmente, toda a área da RH VI apresenta comprometimento da vazão disponível entre 0% e 5%, indicando uma situação relativamente pouco crítica em comparação com outras regiões do Estado, como ilustrado na **Figura 22**.

Figura 22 – Balanço Hídrico quantitativo.



Fonte: CBHLSJ (2022).

Adicionalmente, o Diagnóstico Ambiental do CILSJ (2024) realizou o Balanço Hídrico Quantitativo, estabelecido a partir da relação entre a disponibilidade de recursos hídricos e as demandas por água. Dessa forma, foi possível identificar os principais problemas da bacia em termos de comprometimento hídrico. O balanço hídrico foi elaborado para as UHPs com base nos resultados de disponibilidade hídrica, os quais foram gerados por meio do modelo MGB e regionalização, em conjunto com os resultados da avaliação das demandas de água na região, obtidos a partir dos metadados da ANA.

O resultado do balanço hídrico foi obtido de maneira generalizada para cada UHP e detalhado por trechos de rio. O modelo foi aplicado a todas as UHPs, com exceção da UHP VI-g, uma vez que nesta não há drenagem aparente. Para o cálculo do balanço da RH-VI, consideraram-se dois cenários distintos de vazões de disponibilidade hídrica, os quais foram obtidos a partir dos resultados da modelagem hidrológica. Em um cenário,

considerou-se a vazão Q95 (vazão com 95% de permanência no tempo), enquanto no outro foi adotado 40% da vazão Q95. Essas vazões foram analisadas porque, no Estado do Rio de Janeiro, de acordo com a Resolução INEA nº 171/2019, “o cálculo de disponibilidade hídrica dos corpos hídricos tem como referência a vazão Q95, e a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q95”.

Os resultados do balanço hídrico quantitativo são apresentados por meio da distribuição dos valores do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), organizados em classes de 0% a 100%, que representam, respectivamente, o menor e o maior nível de comprometimento. Esse índice reflete o percentual de vazão utilizada pelas demandas em relação ao total disponível. Assim, foram consideradas as disponibilidades hídricas obtidas em cada exutório (Q95), bem como as demandas totais de cada UHP. Esses valores, juntamente com o resultado do balanço hídrico, estão apresentados no **Quadro 8** a seguir.

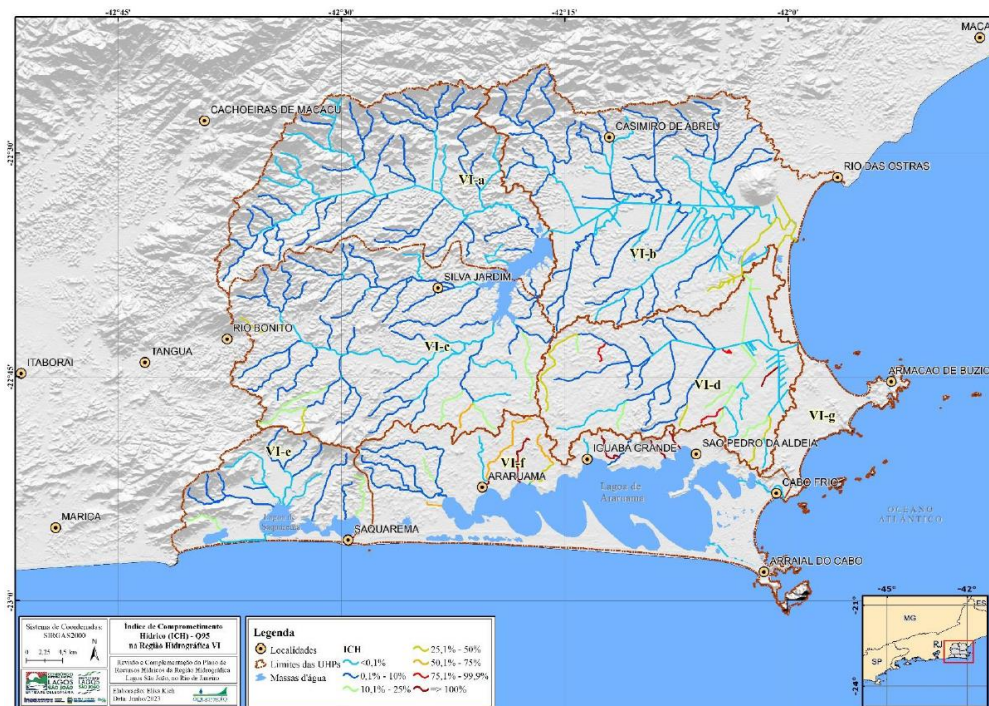
Quadro 8 - Valores utilizados e resultado do balanço hídrico quantitativo por UHP.

UHP	Q95 (m³/s)	Demanda total (m³/s)	IEH (%)
VI-a Rio São João Montante	7,57	0,02932	0,39
VI-b Rio São João Jusante	22,47	0,61174	2,72
VI-c Rios Capivari e Bacaxá	14,26	0,21447	1,5
VI-d Rio Una	2,23	0,34194	15,33
VI-e Lagoa Saquarema	1,29	0,1163	9,02
VI-f Lagoa de Araruama	1,68	1,10322	65,67
VI-g Armação de Búzios	1,29	0,58798	45,58

Fonte: CILSJ (2024).

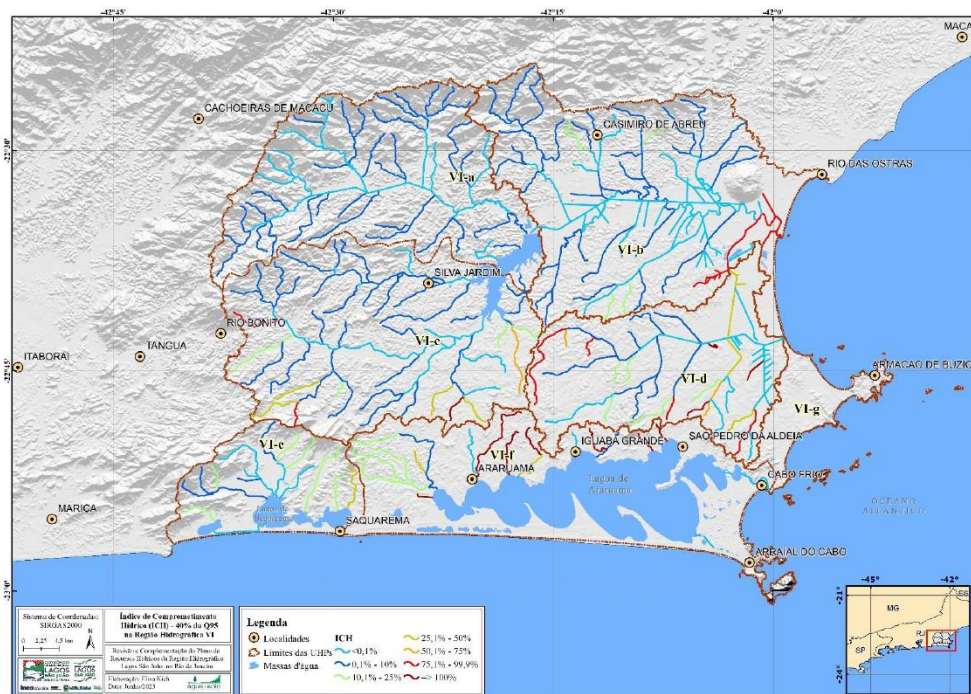
A **Figura 23** e **Figura 24** a seguir apresentam os resultados do balanço hídrico por trechos de rio, considerando os dados das demandas de água por ottobacia, para o cenário considerando a vazão de referência Q95 e 40% da Q95, respectivamente.

Figura 23 - Balanço hídrico por trechos de rio (Q95 como disponibilidade hídrica).



Fonte: CILSJ (2024).

Figura 24 - Balanço hídrico por trechos de rio (40% da Q95 como disponibilidade hídrica).



Fonte: CILSJ (2024).

O balanço hídrico na RH-VI revela que, na maior parte da bacia, não há comprometimentos significativos na disponibilidade hídrica. No entanto, na sub-bacia UHP VI-d, que abrange o Rio Una, o balanço discretizado por trechos de rio indica que, em alguns pontos, a disponibilidade hídrica é bastante comprometida quando se considera a vazão de referência Q95. Ao analisar o cenário de máxima vazão outorgável, identificam-se trechos que já atingiram esse limite (captando 100% dessa vazão) e outros que estão próximos de alcançar esse valor máximo.

Contudo, os maiores níveis de comprometimento hídrico ocorrem nos afluentes; ao analisar o curso principal do rio, observa-se que ele consegue se recuperar quantitativamente.

A análise do balanço hídrico realizada por UHP destaca valores significativos de comprometimento nas disponibilidades das sub-bacias UHP VI-f e UHP VI-g. A UHP VI-f, em particular, apresenta o maior volume de demanda, sobretudo para abastecimento urbano. Considerando apenas essa análise, percebe-se um alto grau de comprometimento em vários trechos da UHP VI-f.

Na sub-bacia UHP VI-g, devido à ausência de drenagem aparente, não foi possível realizar o balanço por trechos de rio; por isso, essa análise específica não foi conduzida. No entanto, o balanço hídrico por UHP revelou um alto grau de comprometimento da disponibilidade hídrica nessa bacia, com a demanda superando 40% da vazão Q95.

➤ **Qualidade da água**

O Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA) é uma iniciativa da ANA que visa premiar os Estados brasileiros pelo cumprimento de metas relacionadas ao monitoramento e à divulgação de dados sobre a qualidade da água. Essas metas seguem as diretrizes estabelecidas na Resolução ANA nº 643/2016 e incluem objetivos de padronização, capacitação e melhoria das práticas de laboratório, com o intuito de melhorar a qualidade das informações geradas. A certificação do cumprimento dessas metas é realizada semestralmente para as metas de monitoramento e anualmente para as metas estruturantes.

No Estado do Rio de Janeiro, a adesão ao QUALIÁGUA foi formalizada com a manifestação de interesse do Governador em 20 de agosto de 2015, designando o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) como a instituição responsável pela execução do programa. Posteriormente, em 30 de agosto de 2016, foi assinado o Acordo de Cooperação Técnica nº 011/2016/ANA entre a ANA e o Estado do Rio de Janeiro, com vigência a partir da assinatura, e publicado no Diário Oficial da União em 9 de novembro de 2016. Mais recentemente, o Contrato nº 021/2023/ANA entrou em vigor em 1º de setembro de 2023, com uma vigência de 60 meses.

Atualmente, o INEA possui 321 pontos de amostragem distribuídos por diversos corpos d'água em todo o Estado do Rio de Janeiro, abrangendo rios, baías, lagoas e reservatórios. O Instituto calcula o Índice de Qualidade da Água (IQA) com base na análise de diferentes parâmetros, como oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura da água, nitrogênio total e fósforo total, entre outros. Esses parâmetros são coletados e analisados em laboratório, e os resultados são consolidados em um único valor que reflete a qualidade da água em cada ponto de monitoramento.

O IQA é utilizado para categorizar a qualidade da água em faixas que variam de resultados de “Muito Ruim” a “Excelente”, conforme a **Quadro 9**. É uma ferramenta crucial para a gestão ambiental e a formulação de políticas públicas voltadas à preservação e recuperação dos recursos hídricos no estado.

Quadro 9- Categorias de resultados possíveis para o monitoramento das águas.

Categoria de Resultados	Excelente	Boa	Média	Ruim	Muito Ruim
IQA	$100 \geq IQA \geq 90$	$90 > IQA \geq 70$	$70 > IQA \geq 50$	$50 > IQA \geq 25$	$25 > IQA \geq 0$
Significado	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público			Águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados	

Fonte: INEA (2022).

Na Região Hidrográfica VI - Lagos São João, há 15 pontos de monitoramento. De acordo com o Boletim Consolidado de Qualidade das Águas da Região Hidrográfica VI,

em 2023, 60% desses pontos foram classificados com IQA médio, 20% com IQA ruim, 13,33% com IQA péssimo, e apenas um ponto (6,67%) foi classificado com IQA bom, como pode ser observado na **Figura 25**.

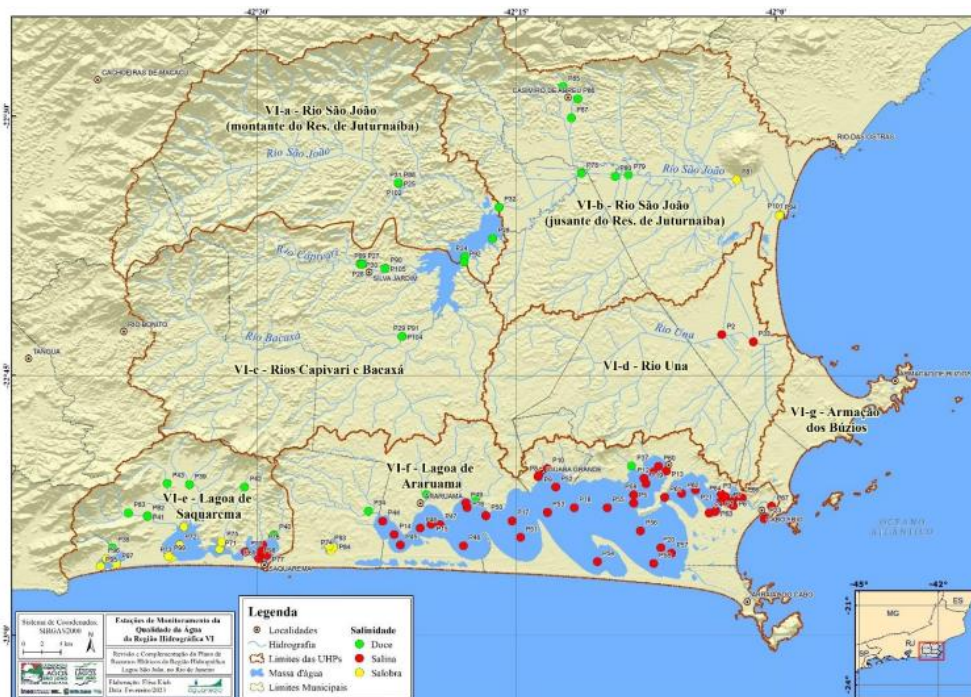
Figura 25 – Boletim consolidado de qualidade das águas da RH -VI.

Estação de amostragem	Localização	Município	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	IQA _{MSF} Média 2023
BC0002	Rio Bacaxá	Silva Jardim			64,8				74,5		69,0				69,4
CP0002	Rio Capivari				67,1				69,2		61,5				65,9
GJ0010	Rio Grande Jaconé	Saquarema	55,3				78,1		83,7			80,1			74,3
JN0500	Rio Jundiá				54,6		75,8			49,5		57,3			
MO0000	Rio das Moças				44,4		50,7		34,6		32,3		40,5		
MT0000	Rio Mataruna		Araruama	32,2				18,2		13,4		29,7		23,4	
PD0230	Rio do Padre	Saquarema	33,2				20,3		14,4			19,6			21,9
PI0000	Rio Piripiri	S.P. da Aldeia	46,0				16,9		23,2			25,9			28,0
RD0015	Rio Roncador	Saquarema	51,5				72,2		70,4			68,0			65,5
SE0200	Rio Seco			38,3					73,9						56,1
SJ0003	Rio São João	Silva Jardim			64,9				78,5		65,2				69,6
SJ0012					64,7				72,1		59,6			65,5	
SL0000	Rio Salgado	Araruama	36,0				36,3		24,7			18,5			28,9
TN0020	Rio Tingui	Saquarema	43,8				71,4		66,5			47,7			57,3
UN0100	Rio Una	Cabo Frio			51,6						55,7				53,6
Categoria de Resultados			EXCELENTE			BOA			MÉDIA			RUIM		MUITO RUIM	
IQA _{MSF}			100 ≥ IQA ≥ 90			90 > IQA ≥ 70			70 > IQA ≥ 50			50 > IQA ≥ 25		25 > IQA ≥ 0	
Significado			Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público									Águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados			

Fonte: INEA (2023).

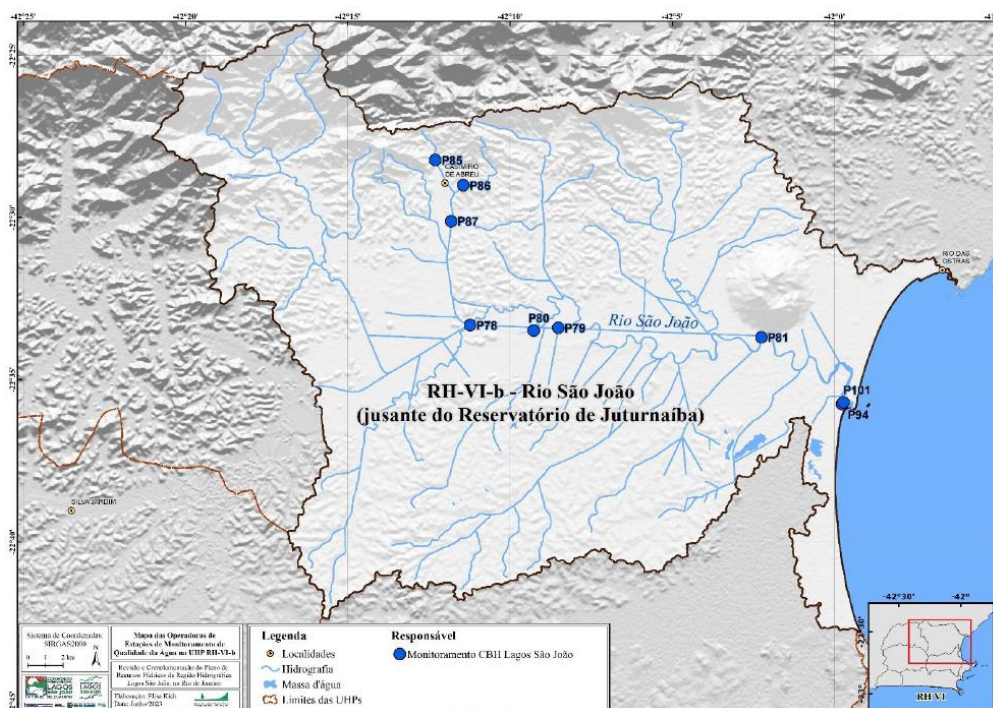
Ainda nesse contexto, o diagnóstico ambiental realizado pelo CBHLSJ identificou 106 pontos de monitoramento na RH-VI, sob responsabilidade das concessionárias Prolagos e Águas de Juturnaíba, do INEA, do SISAGUA e do próprio CBHLSJ. A **Figura 26** mostra a distribuição desses pontos, enquanto a **Figura 27**, **Figura 28**, **Figura 29** destacam os pontos da UHP VI-b, VI-d e VI-f.

Figura 26 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI.



Fonte: CILSJ (2024).

Figura 27 - Pontos de monitoramento da UHP VI-b.



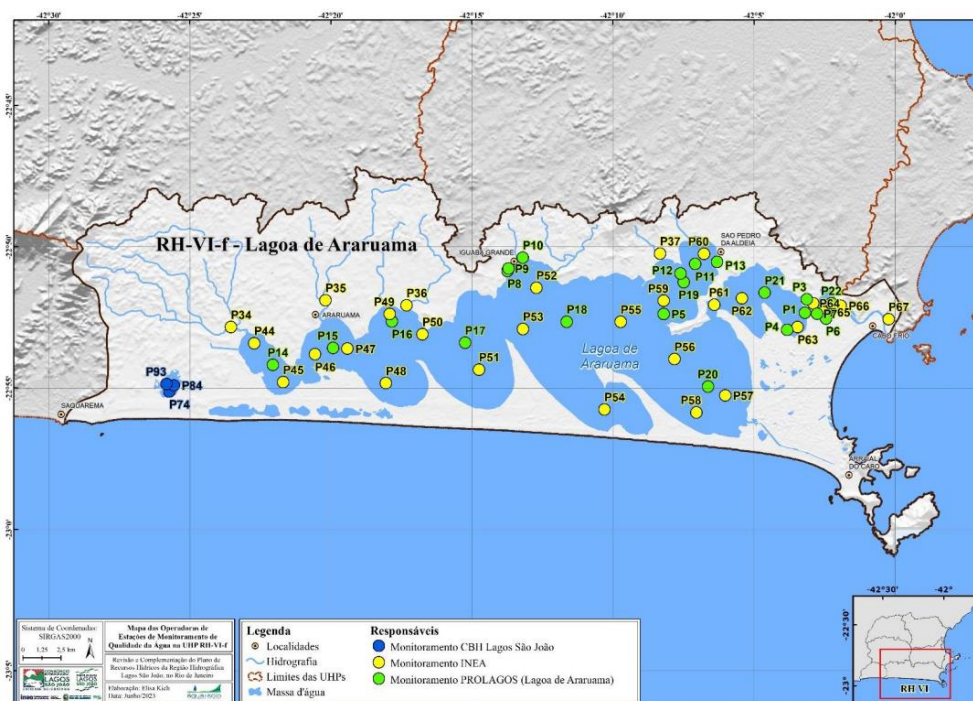
Fonte: CILSJ (2024).

Figura 28 - Pontos de monitoramento da UHP VI-d.



Fonte: CILSJ (2024).

Figura 29 – Pontos de monitoramento da UHP VI-f.



Fonte: CILSJ (2024).

O enquadramento dos corpos de água é regulamentado pela Resolução CONAMA 357/2005, em conformidade com a Lei Federal 9.433/1997. Esta legislação estabelece a classificação dos corpos hídricos e define diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de especificar as condições e padrões para o lançamento de efluentes e outras medidas necessárias. O principal objetivo do enquadramento dos corpos hídricos é definir metas de qualidade da água que sejam compatíveis com os usos preponderantes desejados, como abastecimento público, recreação, preservação da vida aquática, irrigação e outros. Isso assegura que a qualidade da água seja adequada para esses usos, estabelecendo metas a serem alcançadas ou mantidas ao longo do tempo.

Segundo o Art. 42 da Resolução CONAMA, enquanto os enquadramentos específicos não forem aprovados, as águas doces devem ser classificadas como classe 2, e as águas salinas e salobras como classe 1, a menos que a qualidade atual seja superior, caso em que a classe mais rigorosa correspondente deve ser aplicada.

A Resolução Nº 12/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabelece que as Agências de Água, dentro de sua área de atuação, devem propor ao respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com os usos predominantes, conforme a legislação vigente. Na ausência de Agências de Água, essa responsabilidade pode ser assumida por consórcios intermunicipais de bacias hidrográficas, com a participação dos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente. A proposta de enquadramento deve ser desenvolvida em alinhamento com os Planos de Recursos Hídricos (nacional, estadual e de bacia), seguindo etapas como o diagnóstico do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, o prognóstico do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, a elaboração da proposta de enquadramento e a aprovação dessa proposta e seus respectivos atos jurídicos.

Segundo o Comitê de Bacias Lagos São João, até o momento, não existe uma proposta de enquadramento para os corpos de água da Região Hidrográfica IV. Dessa maneira, conforme o artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005, as águas doces da

RH-IV serão consideradas classe 2, e as águas salinas e salobras serão classificadas como classe 1.

A partir da proposta de enquadramento para a Região Hidrográfica do Guandu, um grupo de trabalho multidisciplinar foi criado no INEA para planejar e executar ações relacionadas ao Projeto de Enquadramento dos Corpos d'Água no Estado do Rio de Janeiro. Segundo notícias divulgadas pelo CILSJ, o Comitê está concentrando seus esforços na consolidação de uma base de dados geográficos, com o objetivo de reunir informações sobre a bacia hidrográfica, que serão fundamentais para um diagnóstico mais preciso do uso e ocupação do solo, etapa crucial para a elaboração da proposta de enquadramento.

3.1.4.5. Recursos Hídricos Subterrâneos

Os recursos hídricos subterrâneos são valiosos e limitados, cuja disponibilidade depende de uma série de fatores naturais e humanos. Entre esses fatores, destacam-se a geologia, que envolve os tipos e características das rochas e solos, além das estruturas geológicas e do relevo, interações hidráulicas e clima.

Um aquífero é uma formação geológica que possui a capacidade de armazenar e transmitir águas subterrâneas, graças aos espaços vazios, como poros ou fraturas presentes nas rochas e solos. Essa capacidade permite que a água circule e seja utilizada como um recurso hídrico essencial.

Em âmbito nacional, grande parte das águas subterrâneas é extraída por poços tubulares, também conhecidos como poços artesianos ou semiartesianos. Esses poços são capazes de retirar grandes volumes de água e são comumente utilizados por indústrias, comércios, condomínios, entre outros.

Segundo a Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), estima-se que existam mais de 2,5 milhões de poços tubulares no país, responsáveis pela extração de 17.580 milhões de m³ de água por ano). A exploração de águas subterrâneas, é inversamente proporcional ao tamanho dos municípios (FUNDAJ, 2020). Em cidades com mais de 500

mil habitantes, por exemplo, apenas 2% utilizam exclusivamente águas subterrâneas para o abastecimento.

Em 2001, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) elaborou um mapa hidrogeológico do estado do Rio de Janeiro com o objetivo de caracterizar seu potencial hidrogeológico. O estudo revelou que 84,5% da área cristalina do estado é classificada com favorabilidade acima da mediana (Barreto et al., 2001).

A RH-VI, por sua vez, apresenta características mediana a baixa, desfavorável e com favorabilidade restritiva nos sistemas litorâneos (CILSJ, 2024), como ilustrado na Figura 30.

Figura 30 - Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Rio de Janeiro na RH-VI.



SISTEMAS AQUIFEROS SEDIMENTARES		SISTEMA AQUIFERO CRISTALINO			
		FAVORABILIDADE	VAZÕES ESTIMADAS	RELEVO	SOLOS
Formação Barreiras: Argilas latéricas, e areias com óxido de ferro, sobrepostas ao embasamento cristalino. Aquíferos livres, pouco produtivos, vazões máximas na ordem de 2m ³ /h e capacidade específica média de 0,33m ³ /t/m. Águas normalmente ferruginosas.		Alta a muito alta	Vazões maiores que 5m ³ /h. Podem atingir valores da ordem de 60m ³ /h em alguns locais.	Rebaltado com ondulações suaves. Planícies aluviais.	Geralmente espessos e muito permeáveis.
Alúvio-Lacustre: Areias e argilas intercaladas com matéria orgânica, intensa variação composicional. Aquíferos livres, sobrepostos tanto ao embasamento cristalino quanto a sedimentos mais antigos. Espessuras em torno de 20m, com importância hidrogeológica local. Podem atingir localmente espessuras da ordem de 100m, como nos alúvios dos rios Macacu, Guandu, Guapiçu, Macaé e Iguaçu, tendo um maior potencial, vazões superiores a 10m ³ /h. Água normalmente de boa qualidade a levemente ferruginosa.		Mediana	Vazões variando entre 1 e 5m ³ /h.	Moderadamente ondulado (Talvegues nas áreas serranas).	Localmente espessos e de permeabilidade média a elevada.
Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos: Areias razoavelmente selecionadas, com matriz siltica a argilosa, granulometria fina a grossa. Aquíferos livres, rasos e normalmente salinizados. Aproveitamento restrito.		Baixa	Vazões menores que 1m ³ /h.	Fortemente ondulado (Encostas).	Pouco espessos. Localmente ausentes.
Argilas Orgânicas Costeiras: Sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, restritos a ambientes de manguezais. Águas salinas com altos teores de ferro e cloretos, sem condições para utilização da água subterrânea.		Desfavorável		Escarpas.	Pouco espessos. Normalmente ausentes.

Fonte: CILSJ (2024).

Além disso, um estudo realizado pela CPMR em 2021 registra classes de produtividade a partir da avaliação de dados como: capacidade específica (Q/s), transmissividade (T), condutividade hidráulica (K) e vazão (Q), com faixas de variação em seis classes que variam de 1 a 6, como apresentado no **Quadro 10**.

Quadro 10 – Caracterização hidráulica das classes de aquíferos.

Classe	Q/s (m ³ /h/m)	T (m ² /s)	K (m/s)	Q (m ³ /h)	Produtividade
1	≥ 4,0	≥ 10 ⁻²	≥ 10 ⁻⁴	≥ 100	Muito Alta
2	2,0 ≤ Q/s < 4,0	10 ⁻³ ≤ T < 10 ⁻²	10 ⁻⁵ ≤ K < 10 ⁻⁴	50 ≤ Q < 100	Alta
3	1,0 ≤ Q/s < 2,0	10 ⁻⁴ ≤ T < 10 ⁻³	10 ⁻⁶ ≤ K < 10 ⁻⁵	25 ≤ Q < 50	Moderada
4	0,4 ≤ Q/s < 1,0	10 ⁻⁵ ≤ T < 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷ ≤ K < 10 ⁻⁶	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada
5	0,04 ≤ Q/s < 0,4	10 ⁻⁶ ≤ T < 10 ⁻⁵	10 ⁻⁸ ≤ K < 10 ⁻⁷	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa
6	< 0,04	< 10 ⁻⁶	< 10 ⁻⁸	< 1	Pouco Produtiva ou Não Aquífera

Fonte: Adaptado de CPRM (2021).

De modo geral, a Região Hidrográfica Lagos de São João possui uma produtividade classificada entre 5 e 6. No município de São Pedro da Aldeia, 89% do território está na classe de produtividade 5, enquanto 11% estão na classe 6. No que se refere ao domínio hidrogeológico, verifica-se que a RH-VI é composta por 62,5% de domínios cristalinos e 36,8% de domínios sedimentares. Em São Pedro da Aldeia, o domínio cristalino aflora em aproximadamente 76,77% do território, enquanto o domínio sedimentar ocupa cerca de 23,23%.

➤ **Cadastro de poços**

O cadastro de poços é crucial para a gestão eficiente dos recursos hídricos subterrâneos, sendo essencial para a análise do diagnóstico da situação atual e o planejamento do uso futuro das reservas hídricas. Esses cadastros devem conter dados sobre aspectos geológicos, litológicos, hidrodinâmicos e hidroquímicos dos aquíferos, servindo de base para decisões informadas e sustentáveis.

A outorga do direito de uso de recursos hídricos subterrâneos é um dos principais instrumentos de gestão previstos na Política Estadual de Recursos Hídricos. No Rio de Janeiro, ela é concedida por meio de um ato administrativo do INEA, que autoriza o uso da água subterrânea por um período determinado, assegurando que a exploração dos aquíferos ocorra de maneira regulada e sustentável.

Segundo o Diagnóstico Ambiental do CILSJ, o banco de dados de outorgas do INEA, atualizado em abril de 2023, registrou 479 pontos de água subterrânea na RH-VI, com 451 dentro de seus limites. Desses, cerca de 66,3% referem-se a situações de uso insignificante de recursos hídricos.

Na distribuição por UHP, a maioria dos poços na RH-VI está localizada na UHP VI-f (Lagoa de Araruama), com 58,5% dos poços. Em seguida, a UHP VI-e (Lagoa de Saquarema) abriga 78 poços, representando 27% da vazão total. A vazão média por poço na RH-VI é de 2,24 m³/h, com máximos de 100 m³/h e 108 m³/h em poços localizados em Arraial do Cabo e Casimiro de Abreu, respectivamente.

Em São Pedro da Aldeia há 8 poços, sendo 7 deles com dados de vazão, que somam um total de 7,48 m³/h.

Além disso, o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) é uma base de dados de poços que é constantemente atualizada e equipada com módulos que permitem consultas e pesquisas. Esse sistema registrou somente 12 poços na RH-VI, sendo 7 na UHP VI-e, 1 na UHP VI-e, 2 em VI-b e 2 em VI-c (CILSJ, 2024).

➤ **Disponibilidade Hídrica**

A disponibilidade dos recursos hídricos refere-se à quantidade de água disponível em uma determinada região para usos múltiplos e varia devido à precipitação, condições hidrogeológicas, características dos poços, qualidade da água, entre outros fatores. Nas Bacias Litorâneas Estaduais do Rio de Janeiro, onde está localizada São Pedro da Aldeia, a disponibilidade hídrica subterrânea é avaliada por meio da recarga potencial direta e da recarga potencial explotável.

A recarga potencial direta, estimada em 36,23 m³/s (ANA, 2024), corresponde ao volume de água que infiltra no solo e alimenta os aquíferos, principalmente a partir das chuvas, representando a quantidade total que poderia recarregar os aquíferos em condições naturais. Já a recarga potencial explorável, estimada em 11,66 m³/s (ANA, 2024), indica o volume de água que pode ser extraído dos aquíferos de forma sustentável, sem comprometer sua capacidade de regeneração a longo prazo. Esses dados são cruciais para a gestão sustentável dos recursos hídricos, assegurando que o uso da água não ultrapasse a capacidade de renovação natural dos aquíferos.

De acordo com o Diagnóstico Ambiental realizado pelo CILSJ, a RH-VI possui um potencial aquífero limitado, mas que pode ser uma importante fonte local complementar. A recarga dos aquíferos depende das chuvas, da infiltração no solo e nas rochas, além do relevo. Nas áreas planas da RH-VI, a infiltração ocorre com maior facilidade, enquanto em regiões com declives acentuados, como partes de São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Armação dos Búzios, o escoamento superficial tende a prevalecer.

As reservas reguladoras consideram principalmente aquíferos livres e suas interações com cursos d'água superficiais, sem incluir porções confinadas ou recargas profundas. Essas reservas representam o volume de água renovável que anualmente entra nos aquíferos, conhecido como recarga efetiva, e dependem diretamente da infiltração sazonal.

Nesse contexto, o comitê calculou a reserva reguladora por recarga potencial direta e a disponibilidade explorável para cada UHP, levando em conta a precipitação pluviométrica média anual, uma taxa de infiltração de 4% para litologias do Cristalino, 20% para aluviões e 10% para terrenos litorâneos, conforme os valores recomendados pela ANA, e as unidades de afloramento dos aquíferos. Os resultados em m³/s por UHP podem ser observados no **Quadro 11**.

Quadro 11 – Reserva reguladora e disponibilidade explorável (m³/s).

UHP	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total
Reserva Reguladora	3,05	5,71	3,12	1,65	0,89	1,25	0,33	15,99

UHP	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total
Disponibilidade Explotável	1,22	2,18	1,25	0,59	0,33	0,41	0,10	6,08

Fonte: CILSJ (2024).

O diagnóstico também estima a disponibilidade hídrica com base nas vazões Q7,10 e Q95%, considerando a reserva reguladora como o valor dessas vazões e a disponibilidade explotável como 50% delas. Os resultados obtidos foram superiores em comparação com os apresentados no quadro anterior, conforme demonstrado no **Quadro 12** seguir.

Quadro 12 - Reserva reguladora e disponibilidade explotável (m³/s) - Q7,10 e Q95%.

UHP/ Indicadores	Reserva reguladora (m³/s)		Disponibilidade explotável (m³/s)	
	Q7,10	Q95%	50% de Q7,10	50% de Q95%
VI-a	4,38	7,22	2,19	3,61
VI-b	5,73	9,44	2,87	4,72
VI-c	5,21	8,57	2,6	4,29
VI-d	3,29	5,41	1,64	2,71
VI-e	1,78	2,93	0,89	1,46
VI-f	4,81	7,91	2,4	3,96
VI-g	0,71	1,18	0,36	0,59
RH-VI	25,9	42,66	12,95	21,33

Fonte: CILSJ (2024).

Ao comparar os usos registrados com as estimativas de disponibilidade hídrica baseadas em vazões mínimas, os resultados mostram uma utilização que varia de 0,02% a 3,29% das reservas reguladoras e de 0,04% a 6,57% da disponibilidade explotável, com os maiores valores observados nas UHPs VI-e e VI-f (CILSJ, 2024). Os percentuais específicos para cada UHP estão apresentados no **Quadro 13**.

Quadro 13 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por vazões mínimas) utilizados por poços.

UHP / Indicadores	Vazão total - outorgas (m³/s)	% Reserva reguladora		% Disponibilidade explotável	
		Q 7,10	Q 95%	50% de Q 7,10	50% de Q 95%
VI-a	0,006	0,13	0,08	0,25	0,15
VI-b	0,037	0,65	0,4	1,31	0,79

UHP / Indicadores	Vazão total - outorgas (m³/s)	% Reserva reguladora		% Disponibilidade explotável	
		Q 7,10	Q 95%	50% de Q 7,10	50% de Q 95%
VI-c	0,011	0,21	0,13	0,43	0,26
VI-d	0,001	0,03	0,02	0,07	0,04
VI-e	0,058	3,29	2	6,57	3,99
VI-f	0,096	2	1,21	4	2,43
VI-g	0,006	0,89	0,54	1,79	1,09
RH-VI	0,216	0,83	0,51	1,67	1,01

Fonte: CILSJ (2024).

➤ Qualidade da Água

A qualidade das águas subterrâneas é fundamental para a saúde pública e o meio ambiente, sendo influenciada por diversos fatores. Ela pode ser comprometida por contaminantes naturais, como metais pesados e minerais, bem como por fontes antropogênicas, como produtos químicos industriais, pesticidas e resíduos sólidos. Além disso, as características qualitativas das águas subterrâneas estão diretamente relacionadas com as rochas e minerais com os quais elas entram em contato.

Atualmente, não há uma rede de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. No entanto, o Comitê Intermunicipal conduziu uma avaliação da RH-IV com base nos poços existentes e em publicações técnico-científicas.

Na base geral de outorgas, de 376 poços na RH-VI, apenas 8 a 25 tinham dados de qualidade de água. A classificação das águas foi feita usando o programa QualiGraf (FUNCEME, 2014) e os diagramas de Piper (1944), com base em íons maiores como cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e ânions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-}). Os resultados mostraram que as águas de Cabo Frio e Silva Jardim eram sódicas cloretadas, enquanto as de Araruama variavam entre mista bicarbonatada e sódica mista (CILSJ, 2024).

O Comitê revisou as não conformidades de acordo com as diretrizes da Portaria GM/MS nº 888/2021 e, na ausência desta, seguiu as Resoluções CONAMA 396/2008 e 420/2009. Na base geral de outorgas (INEA, 2023), foram identificadas poucas não conformidades, principalmente relacionadas a turbidez, indicadores microbiológicos,

ferro, manganês, alumínio e nitrato. Em São Pedro da Aldeia foi constatado 20 poços, de uso insignificante, com indicadores microbiológicos fora dos parâmetros.

Na base SIAGAS/CPRM, entre os 12 poços na RH-VI, 6 possuem dados de qualidade. Destes, 4 apresentaram valores acima dos Valores Máximos Permitidos (VMP) para ferro e 3 para manganês, todos localizados em Saquarema. Os demais parâmetros analisados não apresentaram não conformidades.

O CILSJ determinou a vulnerabilidade dos aquíferos, que reflete a suscetibilidade natural a contaminação. O levantamento foi baseado no Mapa Hidrogeológico do Estado do RJ (CPRM, 2021) e utilizou o método GOD (Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table), desenvolvido pela OMS. Esse método avalia o tipo de aquífero, as litologias e a profundidade do nível d'água. Os resultados podem ser observados no **Quadro 14**.

Quadro 14 - Vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI.

UHP	Nome - UHP	Classificação da vulnerabilidade (% em área)			
		Alta	Média	Baixo	Insignificante
VI-a	Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	14,60%	26,60%	44,80%	14,10%
VI-b	Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	32,80%	42,50%	19,30%	5,40%
VI-c	Rios Capivari e Bacaxá	17,50%	47,60%	34,60%	0,30%
VI-d	Rio Una	11,90%	66,10%	11,10%	10,90%
VI-e	Lagoa de Saquarema	20,10%	31,80%	36,00%	12,10%
VI-f	Lagoa de Araruama	4,20%	80,30%	9,10%	6,40%
VI-g	Armação dos Búzios	3,30%	39,80%	18,50%	38,40%
Total por classe de vulnerabilidade - RH-VI		17,00%	50,00%	24,90%	8,10%

Fonte: CILSJ (2024).

Além disso, é importante identificar atividades com alta carga contaminante que ocorrem em áreas de elevada vulnerabilidade, pois essas atividades têm maior probabilidade de impactar negativamente os recursos hídricos.

Atualmente, a RH-VI não possui um inventário detalhado de fontes potenciais de contaminação. No entanto, o Comitê Intermunicipal realizou um levantamento

preliminar no Diagnóstico Ambiental de 2024. A análise das cargas poluidoras difusas, associada ao uso do solo, revelou que áreas urbanas, especialmente nas zonas costeiras e ao redor de lagoas, apresentam maior potencial poluidor. O **Quadro 15** apresenta os resultados para a RH-VI.

Quadro 15 – Potencial poluidor (cargas difusas) - % em área.

UHP	Elevado	Moderado	Reduzido	Sem classificação
VI-a	0,10%	27,00%	61,30%	11,60%
VI-b	4,40%	52,40%	30,90%	12,40%
VI-c	1,30%	61,90%	24,30%	12,50%
VI-d	5,80%	71,40%	10,80%	12,00%
VI-e	9,10%	28,00%	34,40%	28,40%
VI-f	22,00%	20,80%	11,10%	46,10%
VI-g	22,60%	25,40%	18,00%	34,00%
RH-VI - %	7,31	44,14	28,39	20,16

Fonte: Adaptado de CILSJ (2024).

O Cadastro de Áreas Contaminadas (CAC) do INEA, atualizado em 2022, mapeia e classifica áreas contaminadas no estado do Rio de Janeiro, focando principalmente em locais associados a postos de combustíveis. As 11 áreas da listagem que constam na RH-VI são classificadas como "sob Investigação" ou "sob Intervenção", dependendo do nível de contaminação e risco. Os principais contaminantes são compostos orgânicos como BTEX, PAHs e TPH, geralmente resultantes de vazamentos de derivados de petróleo.

No cadastro, foi identificada uma área contaminada sob investigação com restrição ao uso de água subterrânea em São Pedro da Aldeia.

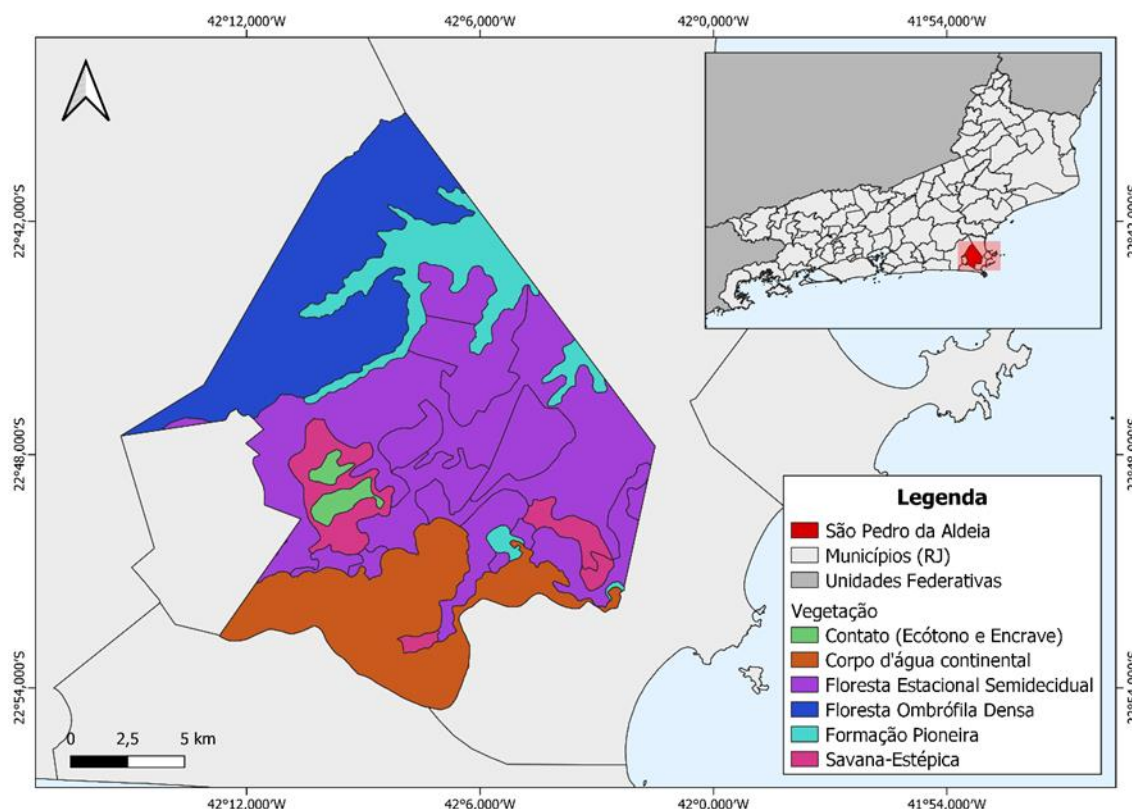
3.1.4.6. Vegetação

A vegetação original era predominantemente formada pela Mata Atlântica, com áreas aluviais cobertas por vegetação herbácea, e zonas de praias, dunas e restingas apresentando uma combinação de vegetação arbórea e herbácea. No início do século XVI, as florestas abrangiam grande área, enquanto o restante era ocupado por campos naturais temporariamente inundados, brejos em planícies aluviais alagadas, além de

restingas e savanas estépicas. As florestas costeiras eram especialmente ricas em pau-brasil, que foi intensivamente explorado, restando hoje poucas áreas dessa vegetação, como a Serra das Emerências.

De acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA), a maior parte do território de São Pedro da Aldeia é coberta por vegetação de Floresta Ombrófila Densa, conforme mostrado na **Figura 31**.

Figura 31 – Vegetação de São Pedro da Aldeia.

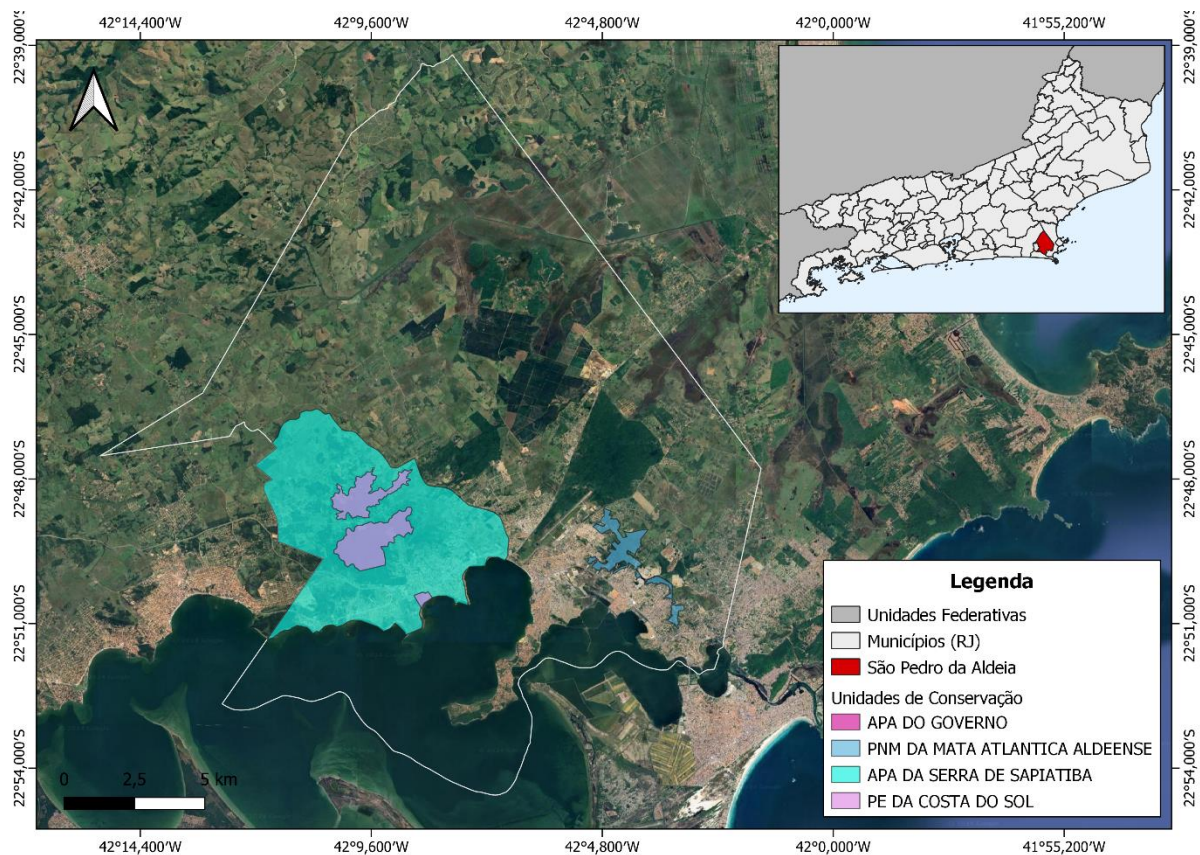


Fonte: Autoria Própria (2024); BDIA (2024).

3.1.4.7. Áreas de Relevância Ambiental

O município possui áreas de relevância ambiental em grande parte do seu território, apresentando normas e programas governamentais que visam preservar os recursos naturais. Áreas de relevância ambiental incluem zonas de importância ecológica, como habitats críticos, ecossistemas raros ou sensíveis, e áreas de proteção da biodiversidade. Essas áreas serão descritas a seguir.

Figura 32 - Unidades de Conservação.



Fonte: Autoria Própria (2024); INEA (2023).

➤ Parque Estadual da Costa do Sol

O Parque Estadual da Costa do Sol foi instituído pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro em 18 de abril de 2011, através do Decreto nº 42.929. Com uma área total aproximada de 9.840,90 hectares, o parque é dividido em quatro setores, que englobam uma ou mais áreas distintas nos municípios de Araruama, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Saquarema e São Pedro da Aldeia.

Entre seus principais objetivos estão a preservação das áreas remanescentes de Mata Atlântica e dos ecossistemas associados à região das baixadas litorâneas, além da recuperação de áreas degradadas. O parque também oferece oportunidades para visitação, recreação e pesquisas científicas.



➤ **Parque Municipal da Mata Atlântica Aldeense**

Instituído pelo Decreto nº 116 de 13/09/2013, habilitada no ICMS Verde (2016 – Ano Fiscal 2017 e possui cerca de 268,51 ha.

➤ **APA da Serra de Sapiatiba**

A Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra de Sapiatiba foi criada pelo Decreto nº 15.136, de 20 de julho de 1990 e possui cerca de 6.000,00 hectares.

3.2. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece diretrizes gerais para o saneamento básico no Brasil, abrangendo, entre outros, o sistema de abastecimento de água. O foco central dessa legislação em relação ao abastecimento de água é promover a universalização do acesso à água potável, visando assegurar a saúde pública, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população.

Um sistema de abastecimento de água compreende um conjunto integrado de atividades, serviços, instalações e infraestrutura, conforme definido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Esse sistema é responsável pela execução das seguintes etapas: captação, tratamento, reservação e distribuição de água potável aos usuários. O processo se inicia na captação e se estende até as ligações prediais.

A Lei Nº14.026/2020 atualiza o Marco Legal do Saneamento, e, por sua vez, modifica alguns artigos da Lei Nº11.445/2007. Um dos pontos de atenção da nova lei é que, pelo novo marco do saneamento, todos os contratos deverão ter como foco metas de universalização, garantindo 99% da população seja abastecida com água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033, com exceção a locais que estudos licitatórios apontarem inviabilidade financeira para esta data, onde para estes casos ficará permitido a extensão do prazo, desde que não ultrapasse 1 de janeiro de 2040 e a Agência Reguladora confirme a veracidade.

Neste capítulo, será realizado um diagnóstico detalhado do sistema de abastecimento de água de São Pedro da Aldeia, examinando todas as suas unidades constitutivas. O objetivo é oferecer uma análise abrangente e minuciosa de cada componente do sistema, desde a captação da água bruta até a distribuição da água tratada aos usuários.

A concessionária Prolagos S.A teve seu início do contrato de concessão em 1998. Desde então ela é responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação, manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto de áreas urbanas do município de São Pedro da Aldeia.

A Concessionária Prolagos possui Licença de Operação (LO IN nº IN053092) válida até 13 de dezembro de 2030 para a realização de atividades de sistema de abastecimento de água.

Em áreas não atendidas pela Prolagos, há predominância de soluções individuais, como poços de pequena profundidade. Esses poços, muitas vezes próximos a fossas e com pouca fiscalização da Prefeitura, estão em risco de contaminação devido à profundidade, proximidade à cunha salina e ao alto nível do lençol freático, o que pode comprometer a qualidade da água para consumo humano.

De acordo com o SINISA 2024, referente ao ano de 2023, o índice de atendimento de água no município de São Pedro da Aldeia é de 98%.

Este capítulo visa identificar áreas críticas e oportunidades para aprimoramento, com o intuito de melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços prestados pelo sistema de abastecimento de água de São Pedro da Aldeia.

3.2.1. MANANCIAL

Os mananciais são as fontes naturais de água que fornecem a matéria-prima essencial para o abastecimento de água de um município. Os mananciais incluem rios, lagos, represas, nascentes e aquíferos subterrâneos. A qualidade e a quantidade de água disponível em um manancial são fundamentais para garantir a eficácia e a sustentabilidade do sistema de abastecimento. Além disso, o gerenciamento adequado dos mananciais é de suma importância para assegurar o fornecimento contínuo de água potável, prevenindo a poluição e preservando os recursos hídricos.

O principal manancial no município é a Represa de Juturnaíba, formada sobre o Rio São João, que é um manancial da vertente oceânica da Serra do Mar, localizado a jusante da confluência dos rios Bacaxá, Capivari e São João. A Represa de Juturnaíba é responsável pelo suprimento de água para abastecimento público de 100% da população urbana da bacia, em especial dos municípios da zona costeira. Originalmente, a superfície da lagoa era de 8 km², e após a construção da represa esse valor passou para 43 km², com a capacidade de acumular um volume da ordem de 10 milhões de m³ (Bidegain e Volcker, 2003).

Atualmente a Concessionária Prolagos é responsável pela operação e manutenção de rotina da barragem e da Lagoa de Juturnaíba. As responsabilidades da concessionária Prolagos quanto a operação da barragem da represa de Juturnaíba, são:

- **Manutenção das barragens de Terra:** As estruturas analisadas são referentes a barragem de terra, com 2.200 m de extensão, ao dique de terra da sela topográfica entre as Ilhas da Madureira e das Crioulas e a Barragem de Terra de fechamento junto a Ombreira Esquerda, com 1.300 m de extensão. Nestas estruturas são realizadas inspeções periódicas para identificações de possíveis ocorrências, tais como: erosão interna ou superficial, perda de resistência do solo no corpo da barragem, instabilidade dos taludes, entre outros, conforme estabelecido pelo Contrato de Concessão da empresa. A fim de garantir a integridade das estruturas de terra, assim como possibilitar uma correta inspeção dos taludes o corte das vegetações e remoção das vegetações é realizada de forma quinzenal ou sempre que identificada a necessidade.

- **Operação da barragem:** A situação ideal de operação do reservatório é aquela que mantenha a cota de 8,40 metros. Assim, deve ser aberto 01 (um) descarregador de fundo (comporta), a fim de garantir a vazão mínima para o rio, quando houver incidência em cota abaixo de 8,40 m e fechados tão logo o nível retorne ao normal, ou seja, a cota de 8,40 m, conforme indica a RESOLUÇÃO CBHLSJ N° 167 (de 28 de janeiro de 2022), que descreve a forma de operação das comportas da Barragem de Juturnaíba, nos termos do Manual de Operação aprovado pela AGENERSA.

O Rio São João tem suas nascentes na Serra do Mar, próximo à localidade de Cachoeiras de Macacu. Ele drena uma área de 2.190 km², dos quais cerca de 70% são compostos por terrenos planos ou suavemente ondulados localizados na baixada litorânea da Região dos Lagos.

O talvegue principal do rio apresenta uma forte declividade nos primeiros 5 quilômetros, com uma queda de aproximadamente 600 metros nesse trecho. No curso

médio, o rio se estende por 20 quilômetros em terrenos ondulados, e o trecho final abrange 85 quilômetros na planície litorânea, desembocando no Oceano Atlântico. A maior parte da bacia é ocupada por propriedades rurais, predominantemente voltadas para a pecuária, embora também haja atividades agrícolas de grãos e frutas, além de projetos de reflorestamento.

Represa de Juturnaíba

Construída em 1980, a Represa de Juturnaíba está localizada sobre a Bacia do Rio São João, tendo uma área de drenagem de 1360 km², o que representa cerca de 62% da área total da bacia. O local do barramento dista cerca de 40 km do centro de Araruama.

A represa é abastecida pelos rios São João, Capivari, Bacaxá e das Onças. A bacia do alto e médio São João contribui com cerca de 650 km², a bacia do Rio Bacaxá com 510 km² e a bacia do Rio Capivari com 200 km².

Os principais objetivos estão voltados para aumentar o volume de água disponível, controlar as cheias na baixada do Rio São João e garantir a irrigação de 31.800 hectares de terras agrícolas na baixada. Estas áreas foram selecionadas pelo Proálcool e destinam-se a diversos cultivos.

A represa possui um formato irregular com quatro braços distintos. O braço norte corresponde ao brejo inundado do vale do rio São João, enquanto o braço central abrange o vale submerso do rio das Onças. Quando cheia, a água atinge uma cota de 8,4 metros acima do nível do mar. Nessa condição, a represa cobre uma área de 43 km², tem um perímetro de 85 km, uma largura máxima de 4,0 km e um comprimento máximo de 15 km. A profundidade máxima é de 8,0 metros e a média é de 2,3 metros.

Disponibilidade Hídrica

Conforme mencionado, a represa é formada pelos rios São João, Capivari e Bacaxá, resultando no maior reservatório de água doce destinado ao abastecimento humano no estado do Rio de Janeiro e recebe investimentos das duas concessionárias que operam

na região. A Concessionária Prolagos é responsável pela operação do local, e realiza o monitoramento diário do nível do Reservatório de Juturnaíba.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos OUT nº IN028665, concebida pelo INEA à Concessionária Prolagos S/A para a captação de água bruta superficial na Lagoa de Juturnaíba uma vazão média de 7200 m³/h, em um período de 24h por dia, 30 dias por mês, era válida até o dia 30 de outubro de 2016. No entanto, tendo em vista que foi solicitada pela Concessionária a renovação da referida outorga dentro do prazo de 90 dias prévios ao prazo de validade da outorga, encontra-se em conformidade.

No **Quadro 16** a seguir, estão apresentados os dados das médias mensais do nível do reservatório de Juturnaíba, conforme monitorado diariamente pela Prolagos, entre julho de 2021 até setembro de 2024.

Quadro 16 - Médias mensais do nível do reservatório de Juturnaíba, em metros.

Mês	2021	2022	2023	2024
Janeiro	-	8,99	8,69	8,56
Fevereiro	-	8,83	8,67	8,59
Março	-	8,63	8,50	8,57
Abril	-	8,80	8,59	8,50
Maio	-	8,25	8,51	8,44
Junho	-	8,31	8,48	8,44
Julho	8,46	8,25	8,46	8,42
Agosto	8,51	8,39	8,47	8,42
Setembro	8,53	8,47	8,47	8,34
Outubro	8,60	8,50	8,44	-
Novembro	8,68	8,59	8,44	-
Dezembro	8,71	8,58	8,45	-
Média anual	8,58	8,55	8,51	8,48

Fonte: Prolagos (2024).

Qualidade das águas

A avaliação da qualidade da água é essencial para garantir a saúde pública e a sustentabilidade ambiental, especialmente em corpos d'água que fornecem abastecimento para a população e suportam diversos usos.

Para avaliar a qualidade da água do Rio São João e do Reservatório de Juturnaíba, o Consórcio Intermunicipal Lagos São João disponibiliza os dados das amostras de água superficial coletadas em 13 pontos distintos ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio São João. Esses pontos foram selecionados para representar adequadamente diferentes áreas da bacia e fornecer uma visão abrangente das condições da água na região. Suas respectivas localizações estão apresentadas no **Quadro 17** a seguir.

Quadro 17 - Coordenadas geográficas dos pontos amostrais do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
01	PONTE RJ 106 - RIO BACAXÁ	22°42'44.54"S	42°21'37.19"O
02	ESTRADA DE FERRO - RIO CAPIVARI	22°38'48.15"S	42°22'35.88"O
03	PÓRTICO S. JARDIM PONTE CAPIVARI	22°38'33.32"S	42°24'0.89"O
04	INDAIAÇU	22°28'13.94"S	42°12'18.39" O
05	JUSANTE DO CONDOMÍNIO INDUSTRIAL	22°29'0.53"S	42°11'26.68"O
06	JUSANTE DE CASIMIRO DE ABREU	22°30'6.99"S	42°11'48.96"O
07	BR 101 PONTE (Bacia do Alto Médio São João)	22°33'52.83"S	42°21'49.69"O
08	JUTURNAÍBA INÍCIO REPRESA	22°38'26.79"S	42°18'1.35"O
09	INDAIAÇU FOZ (Bacia Baixo São João)	22°33'19.11"S	42°11'14.07"O
10	ANTES AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'29.18"S	42° 9'16.51"O
11	AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'24.08"S	42° 8'31.09"O
12	SÃO JOÃO MORRO DELTA (Bacia Baixo São João)	22°33'41.47"S	42° 2'15.31"O
13	SÃO JOÃO FOZ (Bacia Baixo São João)	22°35'45.17"S	41°59'46.18"O

Fonte: Autoria Própria (2024); CILSJ (2023).

Com o intuito de avaliar a qualidade da água dos diferentes ecossistemas compreendidos no presente monitoramento, foram analisados diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. A relação de parâmetros analisados por ponto está apresentada no **Quadro 18** e **Quadro 19** a seguir.

Quadro 18 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados em cada ponto amostral.

Parâmetros	Pontos Amostrais												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Alumínio Dissolvido (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cádmio Total (mg/L)											x		
Chumbo Total (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Clorofila-a (µg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Cobre Dissolvido (mg/L)											x		
Condutividade (µS/cm)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cor Verdadeira (uH)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DBO - 5 Dias (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Enterococcus faecalis (NMP/100mL)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Feofitina-a (µg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ferro Dissolvido (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fitoplâncton (Cels/mL)								x					
Fosfato (como P) (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fósforo Total (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Índice de Fenóis (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manganês Total (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Níquel Total (mg/L)											x		
Nitrato (como N) (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitrito (como N) (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitrogênio Total (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
pH	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salinidade (ppt)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sólidos em suspensão totais (mg/L)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatura (°C)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Turbidez (UNT)	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vazão por Molinete (m³/h)	X	x					x		x				x
Zinco Total (mg/L)											x		

Fonte: Autoria Própria (2024), CILSJ (2023).

Quadro 19 - Resultados analíticos de amostragem da qualidade da água do Reservatório de Juturnaíba e do Rio São João.

Pontos Amostrais													
Parâmetros	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,024	0,035	0,026	0,006	0,071	0,014	0,033	0,042	0,201	0,104	0,123	0,072	0,034
Cádmio Total (mg/L)											<0,0005		
Chumbo Total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Clorofila-a (µg/L)	0,27	1,14	0,53	<0,01	0,3	1,53	0,27	1,19	1,07	10,15	1,6	3,56	1,07
Cobre Dissolvido (mg/L)											N.D.		
Condutividade (µS/cm)	79	47	43	32	42	53	20	59	37	36	35	108	20500
Cor Verdadeira (uH)	25	15	50	5	100	10	100	20	10	250	50	250	50
DBO - 5 Dias (mg/L)	14	5	18	5	9	10	5	17	5	19	5	42	5
DQO (mg/L)	23	14	31	<10	17	19	<10	19	<10	42	12	341	23
Enterococcus faecalis (NMP/100mL)	228	<1,0	195	422	987	985	<1,0	10	1	15,4	<1,0	4,1	74,8

Pontos Amostrais													
Parâmetros	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Feofitina-a (µg/L)	0,11	0,72	0,96	0,68	0,12	0,08	0,85	1,93	1,74	11,53	0,83	9,52	1,17
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,259	0,481	0,227	0,037	1,094	0,024	0,195	0,117	1,071	0,162	0,297	0,487	0,021
Fitoplâncton (Cels/mL)								5037					
Fosfato (como P) (mg/L)	0,07	0,09	0,1	N.D.	<0,06	0,27	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	N.D.
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,05	0,05	<0,01	0,02	0,14	<0,01	0,02	0,02	0,1	0,01	0,51	<0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Manganês Total (mg/L)	0,025	0,074	0,077	0,018	0,079	0,045	0,025	0,017	0,064	1,183	0,062	0,333	0,017
Níquel Total (mg/L)											<0,001		
Nitrato (como N) (mg/L)	0,39	0,39	0,33	0,19	0,31	0,45	0,15	0,14	0,17	0,24	0,13	0,17	0,11
Nitrito (como N) (mg/L)	0,01	0,03	0,03	<0,01	0,03	0,13	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,08	N.D.	0,05	0,15	0,13	0,07	0,06	0,07

Pontos Amostrais													
Parâmetros	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Nitrogênio Total (mg/L)	1,1	2,6	0,7	0,8	1,1	23	0,5	0,8	2	2,2	0,7	1,7	1,7
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,4	4,5	4,74	4,95	4,8	4	4,9	4,58	5,41	5,63	5,51	3,98	4,38
pH	6,71	6,23	6,26	6,59	6,8	6,66	6,55	7,6	6,84	6,16	6,44	7,15	8,1
Salinidade (ppt)	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	12,22
Sólidos em suspensão totais (mg/L)	23,5	11,5	10	3	2	12	12	11	26	140,5	5	579,5	12,5
Temperatura (°C)	27,44	26,62	27,19	25,54	29,53	28,41	28,1	28,86	29,77	28,45	28,66	28,4	27,1
Turbidez (UNT)	35,4	11,7	13,4	2,9	8,1	8	12,7	25,2	10,2	104	20,2	281	10,5
Vazão por Molinete (m³/h)	1,73	1,168					11,21		-				49,275
Zinco Total (mg/L)											0,06		

Fonte: Autoria Própria (2024); CILSJ (2023)

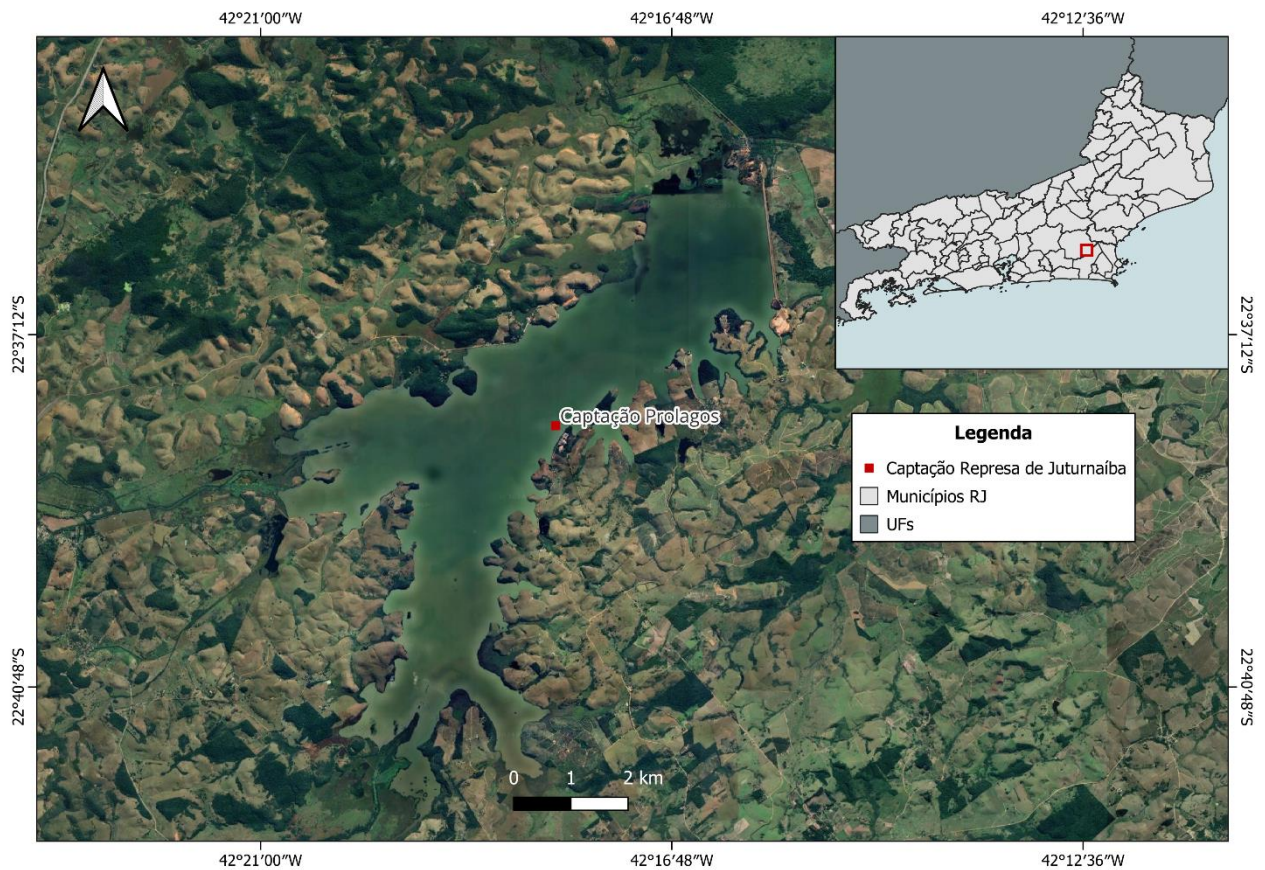
3.2.2. CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A captação e adução de água bruta são etapas fundamentais no processo de abastecimento de água. A captação é o processo inicial que envolve a obtenção da água a partir de mananciais naturais, como rios, lagos, represas ou aquíferos. Nesta fase, são utilizadas estruturas como bombas, comportas e sistemas de filtragem preliminar para coletar a água bruta, garantindo que a quantidade necessária para atender à demanda seja capturada de maneira eficiente e sustentável.

A adução refere-se ao transporte da água bruta captada até as estações de tratamento. Este transporte é realizado por meio de tubulações ou canais, que devem ser projetados para minimizar perdas e garantir a integridade da água ao longo do percurso. O sistema de adução deve ser cuidadosamente planejado para lidar com variações no fluxo e garantir a entrega contínua de água à planta de tratamento.

A água bruta utilizada no sistema é captada do lago do reservatório de Juturnaíba (**Figura 33**). A partir das instalações de captação, essa água é direcionada para a estação de tratamento com uma vazão de cerca de 1.800 L/s, dividida entre duas unidades de tratamento: a ETA I e a ETA II.

Figura 33 – Localização Captação – Represa de Juturnaíba.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Na ETA I, a captação ocorre por gravidade, conduzindo a água do flutuante até a margem da lagoa, onde as bombas, localizadas na margem, realizam o bombeamento. A ETA I opera com duas bombas, com capacidade total de 300 L/s, podendo chegar até a 500 /s. Já a ETA II conta com quatro bombas, das quais três estão em operação e uma permanece em reserva. Cada bomba da ETA II possui uma capacidade de bombeamento de 500 L/s, transportando a água bruta por meio de três adutoras de diferentes diâmetros.

A água produzida nas Estações de Tratamento de Água Juturnaíba (ETA I e ETA II) é transportada para o reservatório do Morro da Crista, que funciona como um ponto de transição entre o recalque e a gravidade, por meio de três linhas paralelas. Cada linha tem um comprimento de 2.550 metros.

Uma das linhas, com diâmetro de 600 mm, é a primeira seção da antiga adutora Bacaxá, anteriormente pertencente à Cia. Álcalis. A outra linha, com diâmetro de 700 mm, foi adicionada durante a ampliação da ETA I em 1998. Posteriormente foi construída uma terceira linha de 1000 mm. As bombas da Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), localizadas na ETA, enviam a água para um barrilete, do qual se distribui para as essas linhas. O sistema é equipado com válvulas situadas a montante e a jusante de cada linha, permitindo o isolamento de cada uma para manutenção, quando necessário.

Devido à grande extensão dessas adutoras e ao percurso com pouca variação altimétrica, foram instalados boosters ao longo das linhas para assegurar uma pressão adequada e a eficiência do sistema de transporte da água.

Para o abastecimento do município de São Pedro da Aldeia, a adução é realizada por meio de diferentes materiais, com diâmetros variando de 250 mm a 700 mm, totalizando uma extensão de 248,65 km de adução.

O **Quadro 20** a seguir demonstra as extensões totais por diâmetro e materiais das tubulações das principais adutoras de São Pedro da Aldeia.

Quadro 20 - Materiais e diâmetros das adutoras de São Pedro da Aldeia.

Adutora ou Subadutora	Diâmetro	Material
São Pedro da Aldeia	250 a 700	Ferro Fundido
		PVC DEFOFO
		Fibra de Vidro

Fonte: Autoria Própria (2024), Prolagos (2024).

3.2.3. TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento de água é uma etapa essencial no sistema de abastecimento, responsável por transformar a água bruta captada de mananciais em água potável adequada para o consumo humano. Neste processo são removidas as impurezas, os contaminantes e patógenos, garantindo que a água seja segura e atenda os padrões de qualidade para consumo.

O tratamento de água geralmente envolve várias etapas, começando com a coagulação e floculação, onde produtos químicos são adicionados para aglutinar partículas pequenas e formar flocos maiores. Esses flocos são então removidos através da sedimentação, onde a água é deixada em repouso para que os sólidos se depositem no fundo.

Após a sedimentação, a água passa pelo processo de filtração, onde é conduzida através de camadas de material filtrante (como areia e carvão ativado) para remover as partículas remanescentes e melhorar a clareza da água. Em muitos casos, um processo de desinfecção é aplicado para eliminar patógenos, utilizando métodos como cloração, ozonização ou radiação ultravioleta.

Finalmente, a água pode passar por uma correção de pH e ajustes finais para garantir que esteja dentro dos padrões de qualidade e segurança estabelecidos.

ETA Juturnaíba

A Estação de Tratamento de Água Juturnaíba é composta por 2 unidades produtoras agregadas: a antiga ETA da Companhia Álcalis (ETA I) e a nova ETA (ETA II), esta ampliação ocorreu em decorrência da necessidade de atendimento da alta demanda. Ambas possuem tratamento do tipo convencional, englobando as etapas descritas no **Quadro 21** a seguir.

Quadro 21 - Etapas do tratamento de água na ETA.

Etapa	Descrição
Coagulação/ Mistura rápida	Consiste na primeira etapa do processo de tratamento e talvez a mais importante da cadeia de tratamento. Conceitualmente, denomina-se de coagulação, o processo unitário (e, portanto, químico) de desestabilização coloidal imposto à água bruta aduzida, no início do tratamento.
Floculação	A floculação é a primeira operação unitária após a coagulação e a segunda etapa do processo de tratamento. Sua função é fornecer energia externa de forma controlada, a massa de água para que as partículas desestabilizadas pela coagulação, possam ser aglutinadas por colisão entre si, formando partículas de tamanhos maiores que posteriormente possam ser removidas por sedimentação. A água coagulada, após a floculação, passa a ser denominada de água floculada.
Decantação	Trata-se de uma separação de fases: líquido-sólido, onde os flocos previamente formados e condicionados na etapa anterior (floculação) são removidos por decantação. É uma operação de clarificação que finaliza o pré-tratamento da água aduzida.
Filtração	A filtração é praticamente a última etapa do processo de tratamento antes da distribuição da água para consumo. A filtração consiste basicamente na passagem da água previamente condicionada, no pré-tratamento, em um meio poroso. A passagem da água por esse meio poroso está associada a atuação de uma série de mecanismo típicos que são responsáveis, em conjunto, pela filtração.
Desinfecção	Esta etapa visa a adição de agente desinfetante, no caso da ETA Juturnaíba por dosagem de solução de hipoclorito de sódio, a fim de garantir que a água fique isenta de bactérias e vírus.
Fluoretação	A aplicação de compostos à base de flúor na água visa contribuir para a redução da incidência de cárie dentária.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Conforme mencionado anteriormente, a água bruta é proveniente do lago do reservatório de Juturnaíba, sendo enviada para o tratamento com uma vazão de cerca de 1800 L/s - após a ampliação da ETA e o aumento dos filtros - que é repartida entre as duas unidades de tratamento mencionadas. A ETA fica resguardada das variações do corpo. No **Quadro 22** a seguir, está representada essa divisão.

Quadro 22 - Capacidade dos módulos de tratamento das ETAs I e II.

Etapa	Vazão ETA I (L/s)	Vazão ETA II (L/s)
Coagulação/Mistura rápida	-	1800
Floculação	300	1500
Decantação	300	1500
Filtração	600	1500

Fonte: Prolagos (2024).

A água bruta, através do canal de água coagulada da ETA II, alimenta os 4 floculadores existentes. Essas unidades são do tipo mecanizado e contam com agitadores verticais do tipo turbina, com velocidade variável por inversor de frequência.

Os 4 floculadores e os 4 decantadores estão dispostos em conjunto, havendo uma cortina de distribuição para alimentação dos decantadores através dos floculadores, com passagens distribuídas de maneira uniforme para equalizar a vazão. Depois dessas etapas, a água é direcionada para a filtração através de um canal comum.

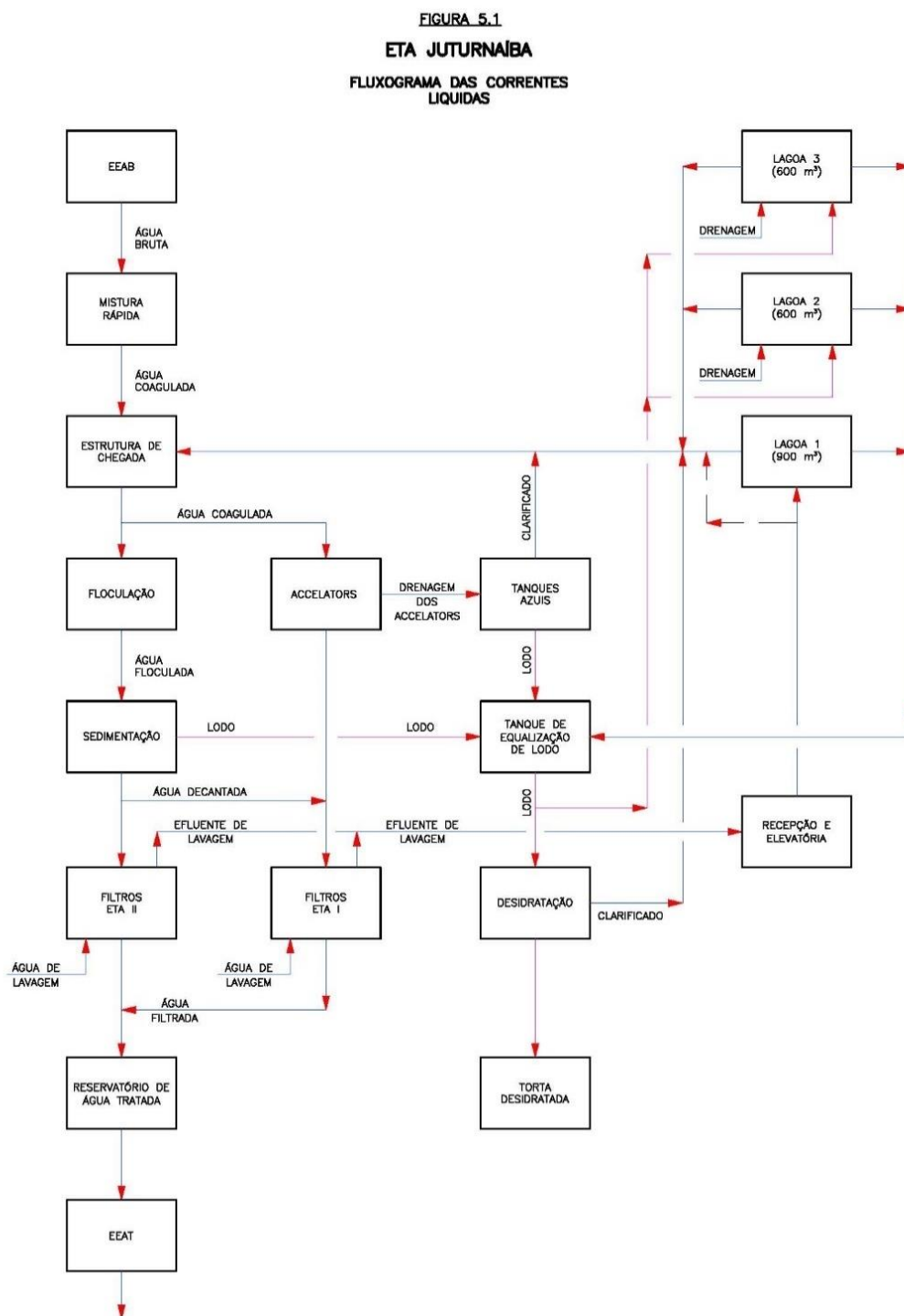
Os filtros existentes na ETA I e II são de fluxo descendente, tendo dupla camada (areia e antracito), funcionando no regime de taxa constante e possuem autolavagem.

Completando o processo de tratamento há uma etapa de desinfecção final com hipoclorito de sódio e posterior fluoretação. Para o processo de coagulação aplica-se poli cloreto de alumínio 18%.

O lodo proveniente do processo de tratamento é encaminhado ao tanque de homogeneização que serve como pulmão do sistema de adensamento e desidratação do lodo. Após ser adensado e desidratado, o lodo é transportado para disposição final em aterro sanitário de São Pedro da Aldeia, devidamente licenciado.

A **Figura 35** apresenta o fluxograma da ETA Juturnaíba.

Figura 35 – Fluxograma ETA Juturnaíba.



Fonte: Prolagos (2024).

A Prolagos realiza programa de monitoramento de qualidade da água distribuída, em cumprimento à Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde. Os dados obtidos da análise de junho de 2022 estão apresentados no **Quadro 23** a seguir.

Quadro 23- Análise do controle da qualidade da água.

Parâmetros	Unidade	V.M.P.	Resultado
Cor Aparente	Hz	15	10
Gosto e Odor	Intensidade	6,0	1,0
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5	0,102
Sódio	mg/L	200	14,23
Ferro	mg/L	0,3	0,056
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	60
Manganês	mg/L	0,1	0,003
Dureza Total	mg/L	500	12,19
Alumínio	mg/L	0,2	0,057
Cloreto	mg/L	250	23,5

Fonte: SISAGUA (2022).

3.2.4. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA E BOOSTERS

As estações elevatórias de água tratada e os boosters garantem que a água tratada seja transportada de forma eficiente pelas redes de distribuição, especialmente em áreas com variações de altitude ou onde a pressão natural não é suficiente. As estações elevatórias utilizam bombas para impulsionar a água, superando desníveis e longas distâncias, enquanto os boosters atuam como reforços localizados na rede, assegurando a manutenção da pressão adequada até os pontos mais distantes ou elevados. Juntos, esses equipamentos são essenciais para garantir que a água chegue a todos os consumidores com a pressão necessária e em condições adequadas, contribuindo para um fornecimento contínuo e confiável, independentemente das características geográficas ou da demanda local.

O quadro a seguir apresenta as características dos 45 boosters existentes no município de São Pedro da Aldeia. Adicionalmente, a figura a seguir ilustra a localização dos mesmos.

Quadro 24 - Boosters existentes em São Pedro da Aldeia.

Estações	Situação	Tensão	Bairro	Endereço	Lat. e Long.
BOOSTER ALECRIM	Operante	220v	Porto do Carro	Rua Maria Dias Curvello	-22.844882, -42.037001
BOOSTER BALEIA I (Booster Poço Fundo I)	Operante	220v	Poço Fundo	Est. Do Boqueirão	-22.863375° - 42.109381°
BOOSTER BALEIA II (Booster Ponta da Areia II)	Operante	220v	Ponta da Area	Rua José Costa	-22.875256° - 42.110849°
BOOSTER POÇO FUNDO	Operante		Poço Fundo	Rua Alameida dos Mairalles	-22.860565, -42.107935
BOOSTER BALNEÁRIO DAS CONCHAS	Operante	220v	Balneário das Conchas	Rua Francisco de Souza Beltrão	-22.833494° - 42.147882°
BOOSTER BOTAFOGO	Operante	440v	Botafogo	Estrada da Caveira	-22.768044° - 42.079222°
BOOSTER BRAGA	Operante	440v	Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, -42.060743
BOOSTER CAMPO DAS COLINAS I	Operante	220v	São João	Est. Dos Passageiros	-22.847383° - 42.063723°
BOOSTER CAMPO DAS COLINAS II	Operante	220v	Campo Redonda	Rua Levino Elias da Silveira	-22.839528, -42.069252
BOOSTER CAMPO REDONDO	Operante	220v	Campo Redonda	Rod. Márcio Corrêa	-22.834914° - 42.079012°
BOOSTER OLGA ZACHARIAS	Operante		Cond. Olga Zacharias	Rod. Márcio Corrêa	-22.843942, -42.069502
BOOSTER 2 ARCOS	Operante	220v	Boa Vista	Rua Pref. Waldir da Silva Lobo	-22.812587° - 42.072475°
BOOSTER CANUDOS	Operante	220v	Campo Redonda	Est. Pau Ferro	-22.832204° - 42.072129°
BOOSTER CRUZ	Operante	220v	Cruz	Est. Do Pau Rachado	-22.793189, -42.144634
BOOSTER ESTAÇÃO DE CONTROLE ALECRIM	Operante	220v	Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, -42.060743



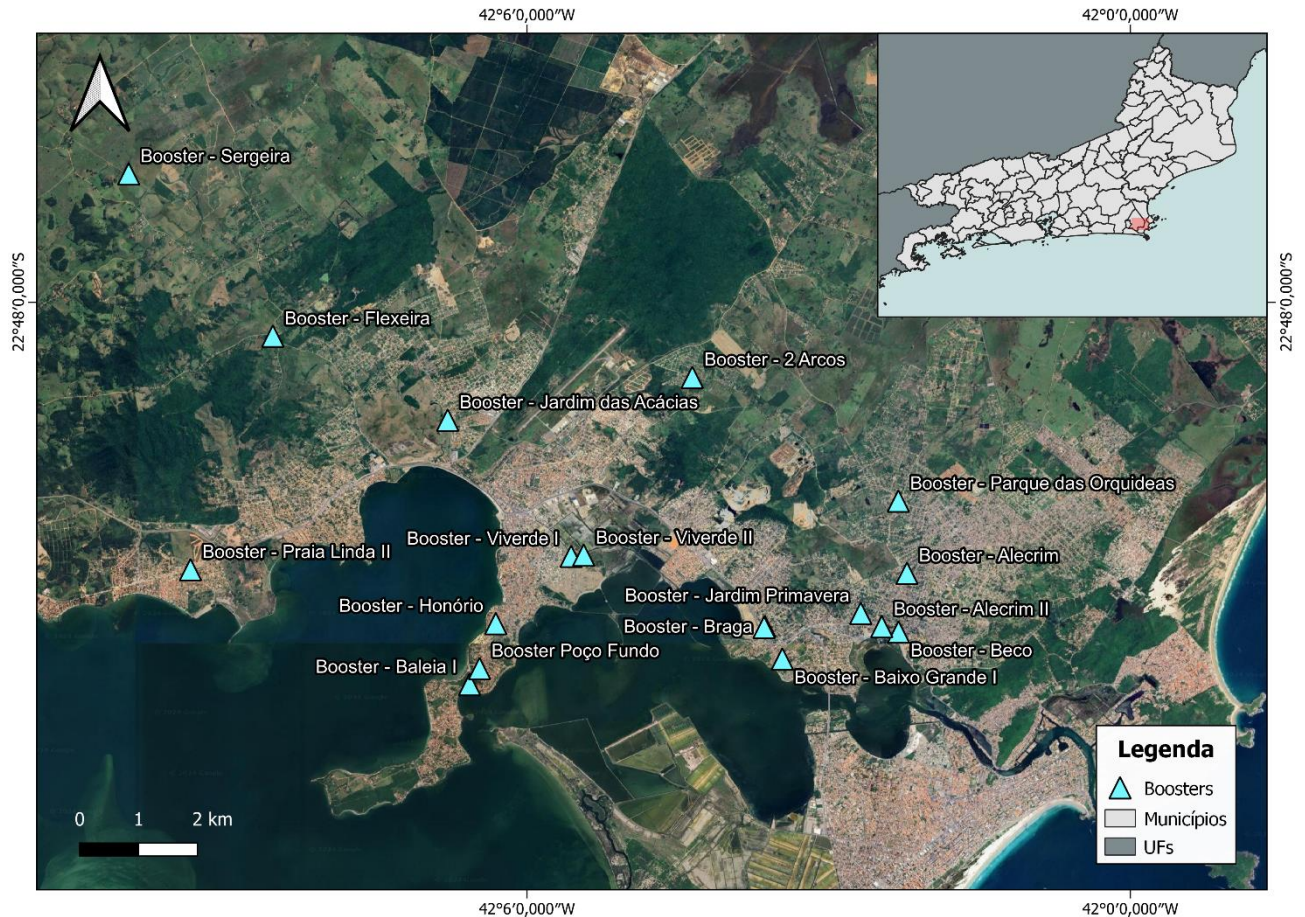
Estações	Situação	Tensão	Bairro	Endereço	Lat. e Long.
BOOSTER BAIXO GRANDE I	Operante	220v	Baixo Grande	Rua Júlia Soares de Macedo	-22.859100° - 42.057612°
BOOSTER ESTAÇÃO DE CONTROLE BAIXO GRANDE	Operante	220v	Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, - 42.060743
BOOSTER SP1	Operante	380v	Praia da Aldeia	Est. Da Cruz	-22.819554° - 42.112929°
BOOSTER BAIXO GRANDE II	Operante	220v	Baixo Grande	Rua Turibio Rodrigues da Fonseca	-22.855828° - 42.052534°
BOOSTER FLEXEIRA	Operante	220v	Fleixeira	Est. Da Flexeira	-22.805568, - 42.142012
BOOSTER HONÓRIO TINOCO	Operante	220v	Porto da Aldeia	Rua Germiniando Lôbo	-22.853856° - 42.104678°
BOOSTER JARDIM DAS ACÁCIAS	Operante	220v	Praia da Aldeia	Est. Da Cruz	-22.819554° - 42.112929°
BOOSTER JARDIM PRIMAVERA	Operante	220v	Vinhateiro	R. Amadeu F. de Medeiros	-22.851550, - 42.044665
BOOSTER MORRO DOS MILAGRES	Operante	220v	Morro do Milagre	Rua Pref. Waldir da Silva Lobo	-22.829508° - 42.087735°
BOOSTER PARQUE DAS ORQUIDEAS	Operante	220v	Alecrim 2	Est. Do Arruda	-22.832942, - 42.038421
BOOSTER PARQUE DOIS MENINOS	Operante	220v	Balneario das Conchas II	R. Mariano de Assis	-22.831007° - 42.134843°
BOOSTER PARQUE ESTORIL	Operante	220v	Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, - 42.060743
BOOSTER POLO RURAL	Operante	380v	Cruz	Av. da Adutora	-22.802407° - 42.135478°
BOOSTER PRAIA AZUL	Operante	220v	Baleia	Est. Do Boqueirão	-22.882417° - 42.121204°
BOOSTER PRAIA LINDA I	Operante	220v	Praia Linda	Rua Juvenal Maria de Oliveira	-22.843719° - 42.170198°



Estações	Situação	Tensão	Bairro	Endereço	Lat. e Long.
BOOSTER PRAIA LINDA II	Operante	220v	Praia Linda - Jardim Arcos Iris	Rua das Azaleias	-22.844335° - 42.155749°
BOOSTER PRAIA LINDA III	Operante	220v	Praia Linda	Rua Cinco	-22.844526° - 42.159334°
BOOSTER RECANTO DO SOL	Operante	220v	Jardim Morada da Aldeia	Rua Dirceus Guimarães	-22.820574, - 42.110344
BOOSTER SÃO JOÃO	Operante	220v	São João	Rua 13 de Outubr	-22.843956, - 42.060056
BOOSTER SÃO MATHEUS	Operante	220v	São Mateus	Rod. Amaral Peixoto	-22.780649, - 42.086102
BOOSTER SERGEIRA	Operante		Pau Rachado	Est. Do Sergeira	-22.778735, - 42.165981
BOOSTER PROLOTES	Inoperante	220V	Praia Linda	Est. Velha de Iguaba	-22.837303° - 42.149474°
BOOSTER VINHATEIRO	Operante	440v	Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, - 42.060743
BOOSTER LINHA JARDIM ESPERANÇA	Operante		Parque Estoril	Rod. Márcio Corrêa	-22.853785, - 42.060743
BOOSTER VIVERDE I	Operante	220V	Jardins de São Pedro	Rua G	-22.842117, - 42.092657
BOOSTER VIVERDE I - PARTE ALTA	Operante		Jardins de São Pedro		-22.846689, - 42.095871
BOOSTER VIVERDE II	Inoperante	220V	Mossoro	Cond. Reviver II	-22.848242° - 42.093253°
BOOSTER BOTAFOGO III	Operante		Botafogo	Deocracio Avelino	-22.753644, - 42.066780
BOOSTER ALECRIM II	Operante		Porto do Carro	Est. Dos Passageiros	-22.853713 - 42.040918
BOOSTER BALNEARIO DAS CONCHAS II	Operante	220v	Bosque Pomerade	Trv. Flexeira	-22.814836° - 42.123999°

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Figura 36 - Localização dos Boosters.



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.2.5. RESERVAÇÃO

O sistema de reservação de água é uma etapa fundamental no Sistema de Abastecimento de Água. Sua importância reside na capacidade de equilibrar as variações de consumo ao longo do dia, garantir a pressurização adequada da rede de distribuição e manter uma reserva estratégica para emergências. Além de assegurar a continuidade do fornecimento, a reservação contribui diretamente para a estabilidade operacional e a eficiência do sistema, proporcionando um fornecimento de água seguro e de qualidade. O sistema integrado de abastecimento de água da Prolagos conta com reservatórios estratégicos que desempenham funções cruciais na adução e distribuição da água tratada, como o Reservatório ETA Juturnaíba e o Reservatório Morro da Crista.

Esses reservatórios de adução são fundamentais para a operação integrada do sistema de abastecimento de água da Prolagos. Eles asseguram que a água tratada seja

distribuída de maneira eficiente e confiável, atendendo às necessidades de toda a população dos municípios interligados.

Em relação especificamente ao município de São Pedro da Aldeia, o município possui 4 reservatórios responsáveis pela distribuição de água tratada para a população, conforme o **Quadro 25** abaixo. Adicionalmente, a figura a seguir ilustra a localização dos mesmos.

Quadro 25 - Reservatórios existentes em São Pedro da Aldeia.

Reservatório	Volume (m³)	Situação	Material	Tipo	Localização
Mossoró	1250	Operante	Concreto	Apoiado	-22.847105, - 42.096588
Vinhateiro	8000	Operante	Concreto	Apoiado	-22.852711, - 42.056311
Viverde I	457	Operante	Concreto	Apoiado	-22.847105, - 42.096588
Viverde II	435	Operante	Concreto	Apoiado	-22.845427, - 42.089269

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Figura 37 Localização dos Reservatórios.



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.2.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO, LIGAÇÕES E HIDRÔMETROS

A rede de distribuição de água é responsável por transportar a água tratada dos reservatórios até os consumidores, garantindo fornecimento contínuo e pressão adequada. Composta por tubulações, válvulas e bombas, sua eficiência assegura que a água chegue com qualidade e segurança.

De acordo com informações fornecidas pela Concessionária, a rede de distribuição de água em São Pedro da Aldeia possui uma extensão total de 517,79 km.

As ligações prediais de água, equipadas com hidrômetros, são componentes cruciais no Sistema de Abastecimento de Água, garantindo que a água tratada chegue diretamente às propriedades. Cada ligação inclui uma conexão à rede de distribuição e um hidrômetro, que mede o volume de água consumido por cada usuário. Os hidrômetros desempenham um papel essencial na gestão do consumo de água,

permitindo a aplicação de tarifas baseadas no uso real, incentivando o consumo consciente e sustentável.

De acordo com o SINISA 2024, São Pedro da Aldeia possuía 44.854 ligações ativas de água, e um índice de hidrometração de 99,8% em sua área de concessão.

A partir da mobilização social e com o objetivo de garantir a participação ativa da população, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca elaborou um questionário direcionado às Associações de Moradores, com perguntas específicas sobre os problemas e sugestões para os quatro componentes do saneamento básico do município. Quanto ao sistema de abastecimento de água, a resposta ao questionário contou com a contribuição de quatro bairros (Baixo Grande, Parque das Orquídeas, Porto do Carro e Recanto do Sol), que apresentaram suas demandas e dificuldades locais, conforme é mostrado abaixo.

- **Baixo Grande:** Dificuldades de abastecimento durante a alta temporada;
- **Parque das Orquídeas:** Abastecimento irregular, com interrupções frequentes, agravadas na alta temporada, com relatos de desligamento de bombas;
- **Porto do Carro:** Constantes interrupções e abastecimento limitado a parte da Rua Antenor da Fonseca;
- **Recanto do Sol:** Não há menção específica sobre problemas de água.

3.2.7. ESTRUTURA TARIFÁRIA

O município de São Pedro da Aldeia segue a estrutura tarifária apresentada no **Quadro 26** a seguir.

Quadro 26 – Estrutura tarifária Prolagos.

Estrutura Tarifária	Faixa de consumo	Tarifa (R\$/m³)
Tarifa Social	-	R\$ 8,21
Residencial	0 a 10 m³	R\$ 16,58
	11 a 15 m³	R\$ 21,72
	16 a 25 m³	R\$ 34,78
	26 a 35 m³	R\$ 41,73
	36 a 45 m³	R\$ 50,08
	46 a 55 m³	R\$ 61,49

Estrutura Tarifária	Faixa de consumo	Tarifa (R\$/m³)
	56 a 65 m³	R\$ 78,10
	Acima de 65 m³	R\$ 88,82
Comercial	0 a 10 m³	R\$ 42,97
	11 a 20 m³	R\$ 53,63
	21 a 30 m³	R\$ 82,79
	Acima de 30 m³	R\$ 131,36
Industrial	0 a 20 m³	R\$ 82,45
	21 a 30 m³	R\$ 104,57
	Acima de 30 m³	R\$ 131,36
Poder Público	0 a 20 m³	R\$ 23,16
	21 a 30 m³	R\$ 34,84
	Acima de 30 m³	R\$ 54,31
Água de Reuso	-	R\$ 21,13

Fonte: Prolagos (2024).

A tarifa é aplicada sobre o volume total consumido em um determinado mês. O sistema tarifário difere de acordo com a diversidade regional, sendo levado em consideração fatores técnicos e econômicos que podem influenciar nos custos dos serviços prestados. O sistema considera, portanto, o perfil dos consumidores quanto renda, o nível da qualidade dos serviços, além do tipo de setor atendido.

A Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA) ratificou a deliberação da Tarifa Social de água para clientes de baixa renda. Os moradores da Região dos Lagos atendidos pela concessionária Prolagos (São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia) passaram a ter direito deste benefício.

A Tarifa Social é um desconto na conta de água que será concedido aos usuários que preencherem todos os quatro requisitos, que são cumulativos:

- renda familiar de até 3 salários-mínimos;
- imóvel com construção de até 50 m²;
- fazer parte de algum programa de proteção social do governo (estadual ou federal);
- ter média de consumo anual de 10 m³ de água.

A Deliberação da AGENERSA exclui da Tarifa Social os clientes que, mesmo preenchendo todos os requisitos, estejam inadimplentes junto à concessionária ou que tenham utilizado qualquer tipo de fraude nas instalações para fornecimento de água. A não renovação do cadastro e a ultrapassagem da média anual de 10 m³ de consumo também são motivos para deixar de receber o benefício. A Tarifa Social deverá contemplar 5% dos consumidores da concessionária, conforme previsto na Deliberação AGENERSA nº 638 de 10/11/210. Conforme informações da Concessionária, em 2023, havia 4.821 ligações contempladas por tarifa social em São Pedro da Aldeia (SINISA 2024).

De acordo com dados disponibilizados pela Concessionária Prolagos, o histórico de arrecadação do município de São Pedro da Aldeia é apresentado no **Quadro 27** a seguir.

Quadro 27 – Arrecadação – São Pedro da Aldeia.

Município	2022	2023
São Pedro da Aldeia	R\$94.199.329	R\$105.827.734

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

3.2.8. RESUMO DOS PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Foram identificados diversos problemas no Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia destacando-se os seguintes pontos:

- Sazonalidade, especialmente durante o verão, quando a população aumenta significativamente devido ao turismo. Para enfrentar essa demanda extra, a concessionária adota o "Plano Verão", que inclui a instalação de bombas móveis como medida emergencial para assegurar o abastecimento de água durante os períodos de pico;
- Precariedade no abastecimento de água no bairro Alecrim devido a problemas com clandestinidade;
- Após visita técnica, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca encaminhou a demanda de alguns bairros através de suas associações de



moradores. No bairro Baixo Grande, foi solicitado melhorar o abastecimento de água durante a alta temporada;

- Dificuldade de ações de fiscalização em áreas de vulnerabilidades sociais.

3.3. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece diretrizes gerais para o saneamento básico no Brasil, abrangendo, entre outros, o sistema de esgotamento sanitário. O foco central dessa legislação em relação ao esgotamento sanitário é promover a universalização do acesso aos serviços de coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, visando assegurar a saúde pública, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população.

Um sistema de esgotamento sanitário compreende um conjunto integrado de atividades, serviços, instalações e infraestrutura, conforme definido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Esse sistema é responsável pela execução das seguintes etapas: coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários. O processo se inicia nas ligações prediais e se estende até a destinação final, que pode incluir a produção de água de reuso ou o lançamento seguro dos efluentes no meio ambiente.

A Lei Nº14.026/2020 atualiza o Marco Legal do Saneamento, e, por sua vez, modifica alguns artigos da Lei Nº11.445/2007. Um dos pontos de atenção da nova lei é que, pelo novo marco do saneamento, todos os contratos deverão ter como foco metas de universalização, garantindo 99% da população seja abastecida com água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033, com exceção a locais que estudos licitatórios apontarem inviabilidade financeira para esta data, onde para estes casos ficará permitido a extensão do prazo, desde que não ultrapasse 1 de janeiro de 2040 e a Agência Reguladora confirme a veracidade.

Neste capítulo, será realizado um diagnóstico detalhado do sistema de esgotamento sanitário de São Pedro da Aldeia, examinando todas as suas unidades constitutivas. O objetivo é oferecer uma análise abrangente e minuciosa de cada componente do sistema, desde a coleta inicial dos esgotos até a disposição final dos efluentes.

A concessionária Prolagos S.A teve seu início do contrato de concessão em 1998. Desde então ela é responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação,

manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto de áreas urbanas do município de São Pedro da Aldeia.

Em áreas não atendidas pela Prolagos, onde o sistema de esgotamento sanitário não conta com uma rede coletora, as soluções individuais predominam, sendo a mais comum a utilização de fossas sépticas, filtros e sumidouros. Além disso, em alguns condomínios são utilizadas fossa séptica com filtração biológica e também anaeróbia.

De acordo com o SINISA 2024, referente ao ano de 2023, o índice atendimento de esgoto em São Pedro da Aldeia é de 90%.

Este capítulo visa identificar áreas críticas e oportunidades para aprimoramento, com o intuito de melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços prestados pelo sistema de esgotamento sanitário de São Pedro da Aldeia.

3.3.1. LIGAÇÕES PREDIAIS, REDE COLETORA E COLETORES PRINCIPAIS

A coleta de esgoto sanitário é uma etapa fundamental do sistema de saneamento básico, conforme definido pelo Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020). Este processo abrange todas as atividades e infraestruturas necessárias para garantir que os esgotos gerados sejam adequadamente coletados e transportados até as instalações de tratamento. Dentre os componentes principais de um sistema de coleta de esgoto, destacam-se:

- **Ligações Prediais:** Conexão direta dos imóveis à rede pública de esgoto, permitindo o transporte dos efluentes para o sistema de esgotamento sanitário.
- **Rede Coletora:** Conjunto de tubulações instaladas nas vias públicas para captar os esgotos provenientes das ligações prediais. Essas redes, que podem ser do tipo separadora (coleta exclusivamente esgoto) ou mista (coleta tanto o esgoto quanto as águas pluviais), são responsáveis por transportar os efluentes para as próximas etapas do sistema, como elevatórias, interceptores e estações de tratamento.

O **Quadro 28** a seguir apresenta informações referentes à rede coletora do município de São Pedro da Aldeia de acordo com dados fornecidos pela Prolagos.

Quadro 28 – Infraestrutura de Coleta de Esgoto.

Rede Coletora	64,03 km
Linha de Recalque	17,77 km

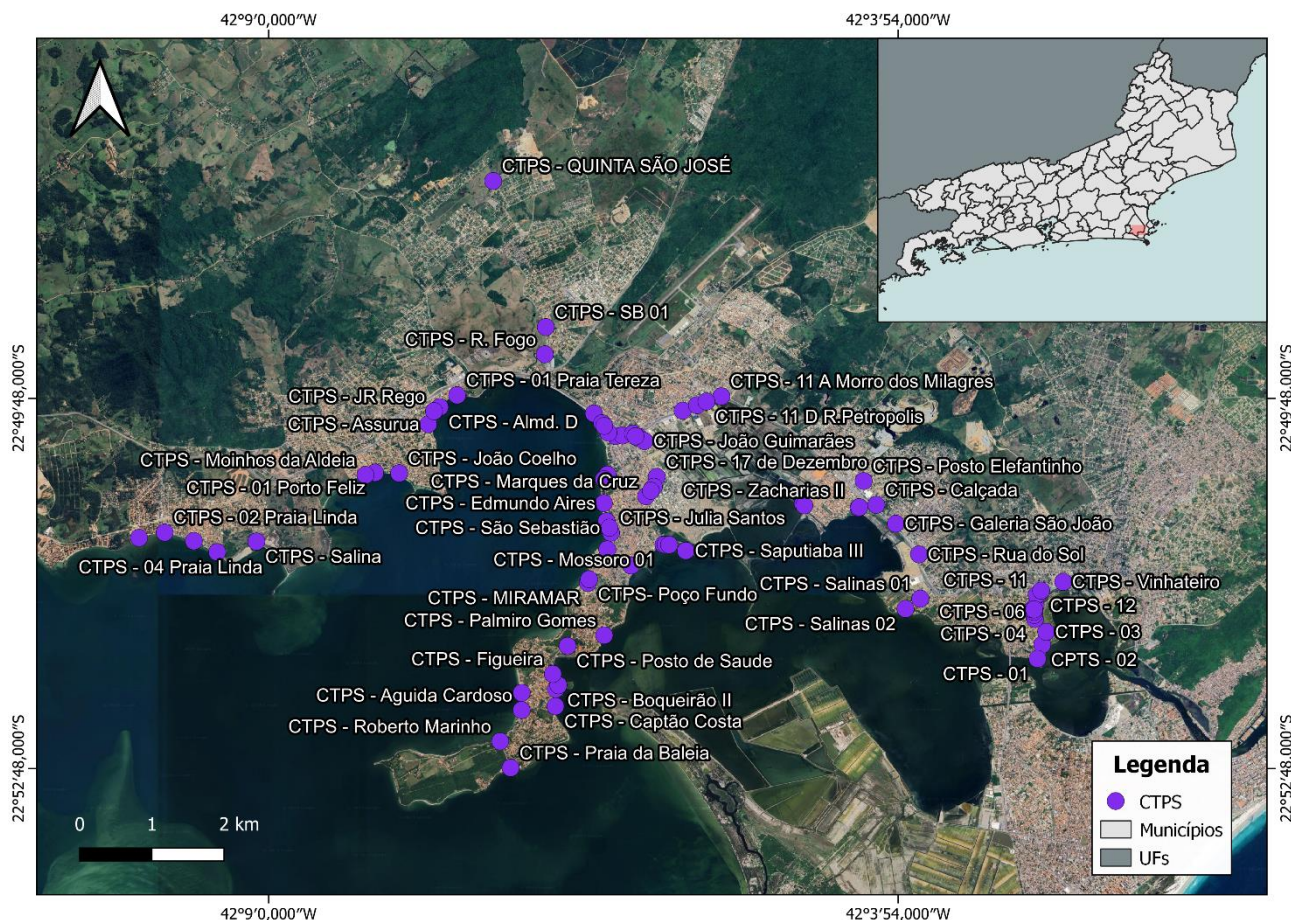
Fonte: Prolagos (2024).

Conforme análise realizada a partir das informações fornecidas pela Prolagos, a rede coletora separativa de esgoto totaliza cerca de 13% do total do município, enquanto a rede mista caracteriza-se por 87% do quantitativo de rede de São Pedro da Aldeia.

O município conta com o sistema de tomada de tempo seco, que consiste na interceptação da rede de drenagem antes de ser realizado o lançamento no corpo receptor através de Caixa de Tempo Seco (CTPS). No interior destas caixas existe uma barreira que direciona a vazão para uma tubulação (Cinturão) direcionando este fluxo para estações de bombeamento, quando não chove e, posteriormente, para Estação de Tratamento de Esgoto.

O sistema de tomada em tempo seco foi implementado em São Pedro da Aldeia como uma resposta à grave poluição da Lagoa de Araruama, causada pelo descarte de esgoto in natura no principal corpo hídrico da região. Essa poluição levou à eutrofização da lagoa, especialmente em torno do ano 2000. Como resultado, as concessões dos municípios aceleraram os investimentos no sistema de esgotamento sanitário. Após a realização de estudos, concluiu-se que a melhor solução na época era a adoção do sistema de captação em tempo seco, que ajudou a mitigar os impactos da poluição na lagoa. Atualmente, o município conta com 63 coletores de tempo seco. A figura a seguir ilustra a localização dessas caixas.

Figura 38 - Localização dos Coletores de Tempo Seco.



Fonte: Autoria Própria (2024).

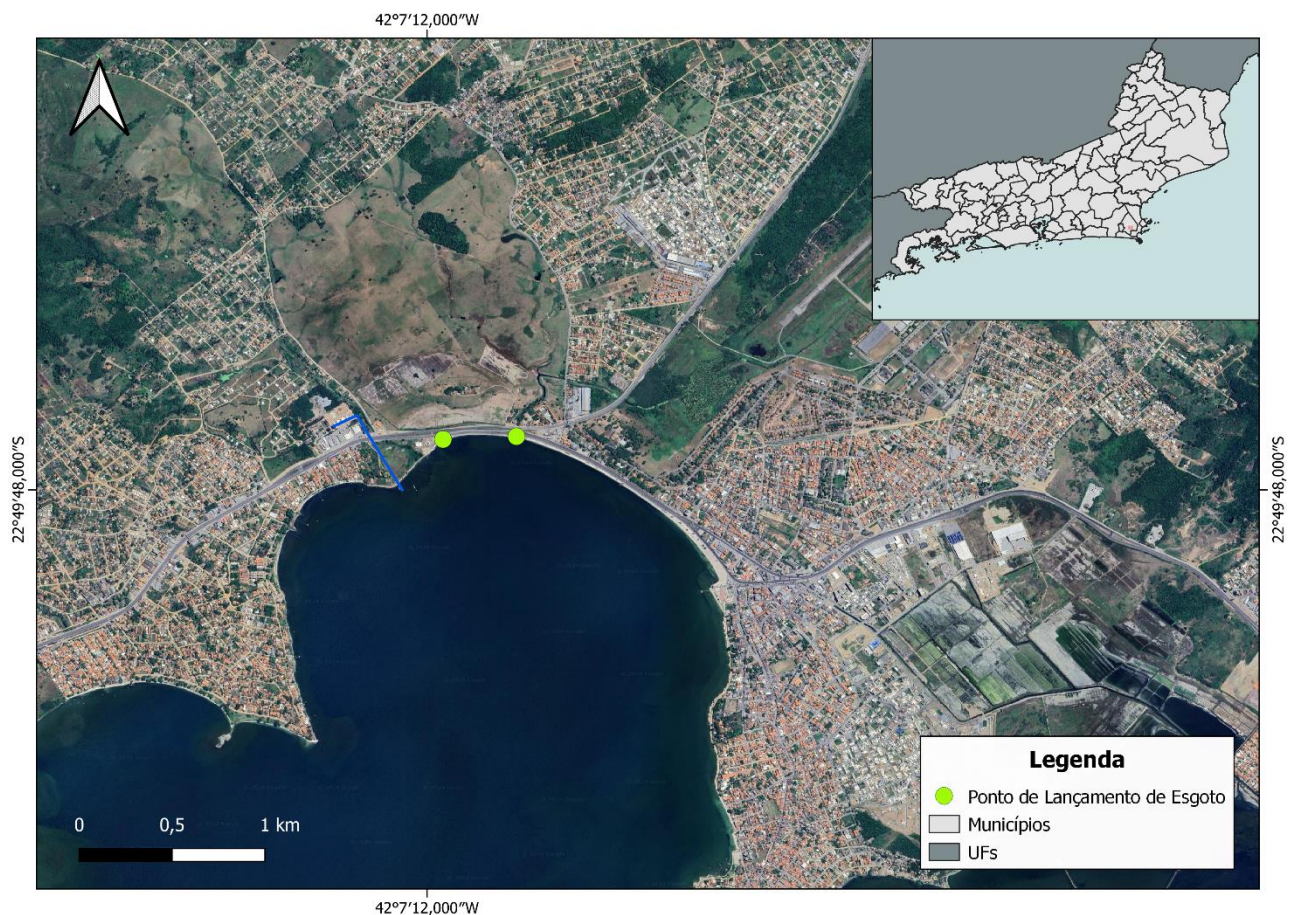
Conforme informações fornecidas durante a visita técnica realizada em outubro de 2024, o bairro Botafogo possui um projeto em desenvolvimento para a implantação de rede de esgoto pela Prolagos, entretanto, ainda não há previsão para sua execução. Enquanto isso, a solução adotada são sistemas individuais de tratamento.

Adicionalmente, há registros de problemas relacionados ao descarte de óleo tanto nas redes de drenagem quanto nas de esgoto. Entre os pontos críticos de lançamento de esgoto, destacam-se Poço Fundo, Mossoró, Bairro São João e Maracanã, onde ocorrem ligações diretas à rede de drenagem, sem a devida instalação de fossas, filtros e sumidouros.

Também foi identificado dois pontos de lançamento de esgoto para a Lagoa de Araruama, conforme apresentado na **Figura 39** a seguir. Além das seguintes áreas críticas de despejo irregular de esgoto, identificadas pela Prefeitura:

- Avenida Porto Feliz, Balneário São Pedro;
- Rua Nossa Senhora de Fátima, Balneário São Pedro;
- Rua Dr. Alberto Pontes, Recanto do Sol;
- Rua da Paz, São Matheus;
- Rua Corretor José Zapone, Jardim Primavera.

Figura 39 - Localização dos pontos de lançamento irregular de esgoto.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Conforme citado anteriormente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca elaborou um questionário direcionado às Associações de Moradores, com perguntas específicas sobre os problemas e sugestões para os quatro componentes do saneamento básico do município. Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, a resposta ao questionário contou com a contribuição de quatro bairros (Baixo Grande,

Parque das Orquídeas, Porto do Carro e Recanto do Sol), que apresentaram suas demandas e dificuldades locais, conforme é mostrado abaixo.

- Baixo Grande: Falta de rede coletora nas áreas mais elevadas;
- Parque das Orquídeas, Porto do Carro e Recanto do Sol: Todo o bairro carece de sistema de esgoto.

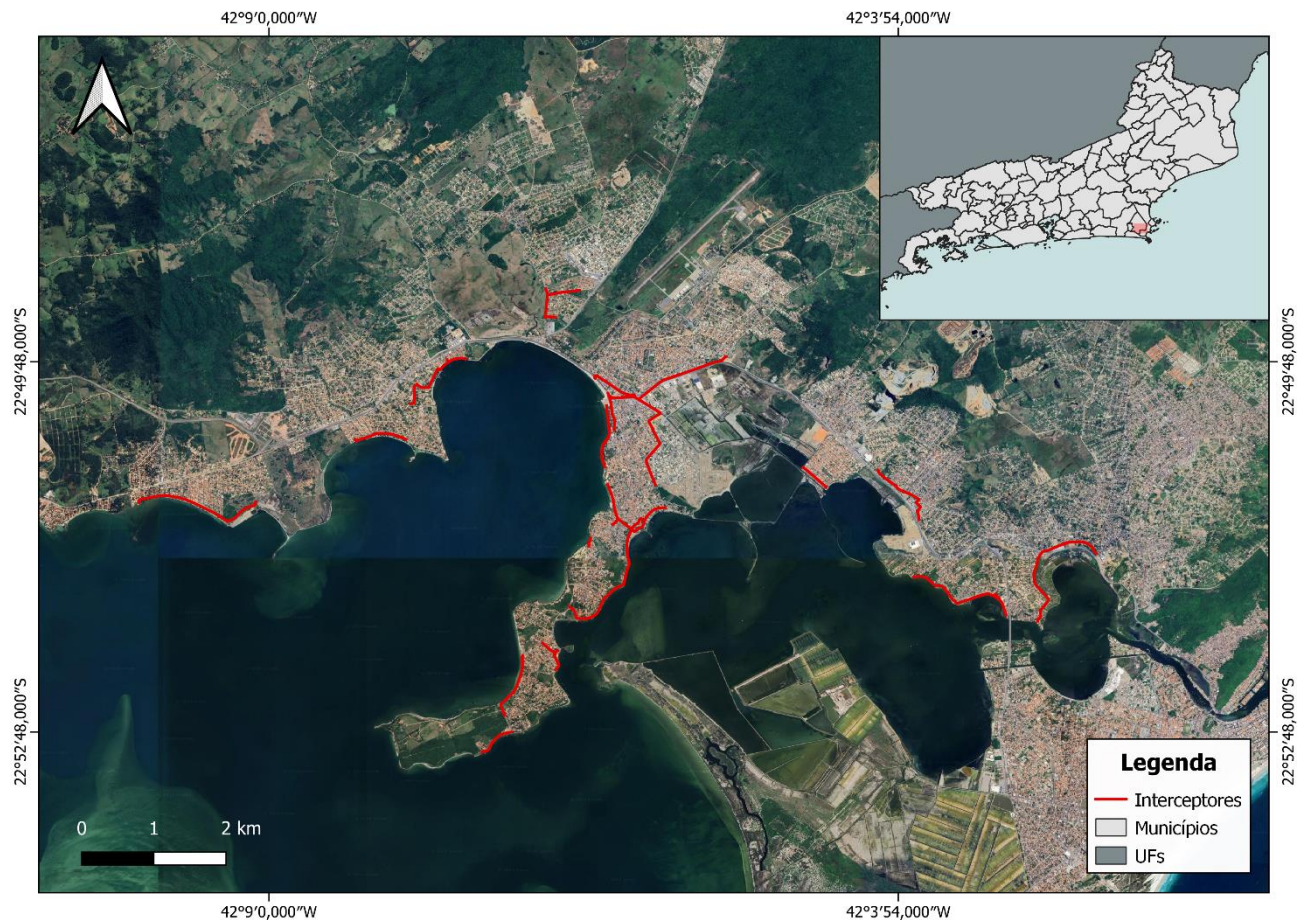
3.3.2. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Emissários são tubulações ou condutos projetados para transportar o esgoto tratado das estações de tratamento até o ponto de lançamento final, que pode ser um corpo d'água, o solo ou uma infraestrutura de disposição final específica.

No sistema de esgotamento sanitário de São Pedro da Aldeia, a infraestrutura conta uma calha de lançamento dos esgotos tratados até o Córrego Flexeira. Este córrego deságua na Lagoa de Araruama. O emissário possui uma extensão de 0,12 km e desempenha um papel crucial no transporte dos efluentes tratados para o corpo receptor.

Os interceptores desempenham um papel essencial na prevenção da contaminação dos corpos d'água, uma vez que interceptam os esgotos antes que estes possam ser descarregados diretamente no ambiente, protegendo assim a qualidade das águas da Lagoa de Araruama. Em São Pedro da Aldeia os cordões interceptores são de materiais como PVC, manilha de concreto e ferro fundido e diâmetros variados, totalizando cerca de 22.2 km. Sua localização pode ser vista na **Figura 40** a seguir.

Figura 40 - Localização dos Interceptores.



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.3.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

As estações elevatórias de esgoto são instalações fundamentais no sistema de esgotamento sanitário. Elas têm a função de bombear o esgoto de áreas mais baixas para níveis mais altos, superando diferenças de elevação no terreno que dificultariam o fluxo gravitacional dos efluentes.

Essas unidades permitem o transporte dos efluente para locais onde o fluxo gravitacional não seria eficiente, garantindo a continuidade do fluxo até a estação de tratamento de esgoto. Dessa forma, contribuem para a eficiência geral do sistema, assegurando que o esgoto seja direcionado adequadamente e, conseqüentemente, reduzindo o risco de extravasamentos e contaminação ambiental.

Dentre os componentes principais de uma estação elevatória de esgoto, destacam-se:

- **Bombas:** As bombas são os equipamentos centrais da estação elevatória de esgoto, responsáveis por impulsionar o esgoto através do sistema. Elas são projetadas para lidar com grandes volumes de efluentes e variam em tamanho e capacidade conforme as necessidades da estação.
- **Tubulações:** São responsáveis por conduzir o esgoto desde o ponto de captação até o próximo estágio do transporte ou tratamento. Elas devem ser robustas e bem dimensionadas para suportar o fluxo constante de resíduos e evitar obstruções ou vazamentos.
- **Reservatórios/Poços de sucção:** São estruturas onde o esgoto é temporariamente armazenado antes de ser bombeado. Eles permitem que o sistema armazene e regule o fluxo de efluentes, facilitando o gerenciamento de picos de volume e garantindo uma operação contínua.
- **Painéis de controle:** São sistemas eletrônicos que desempenham um papel fundamental na automação e monitoramento da estação. Eles gerenciam o funcionamento das bombas e de outros equipamentos, garantindo que a estação opere de maneira eficiente e segura.

No município de São Pedro da Aldeia, as estações elevatórias de esgoto estão detalhadas no **Quadro 29** a seguir. Adicionalmente, a **Figura 41** ilustra a localização delas.

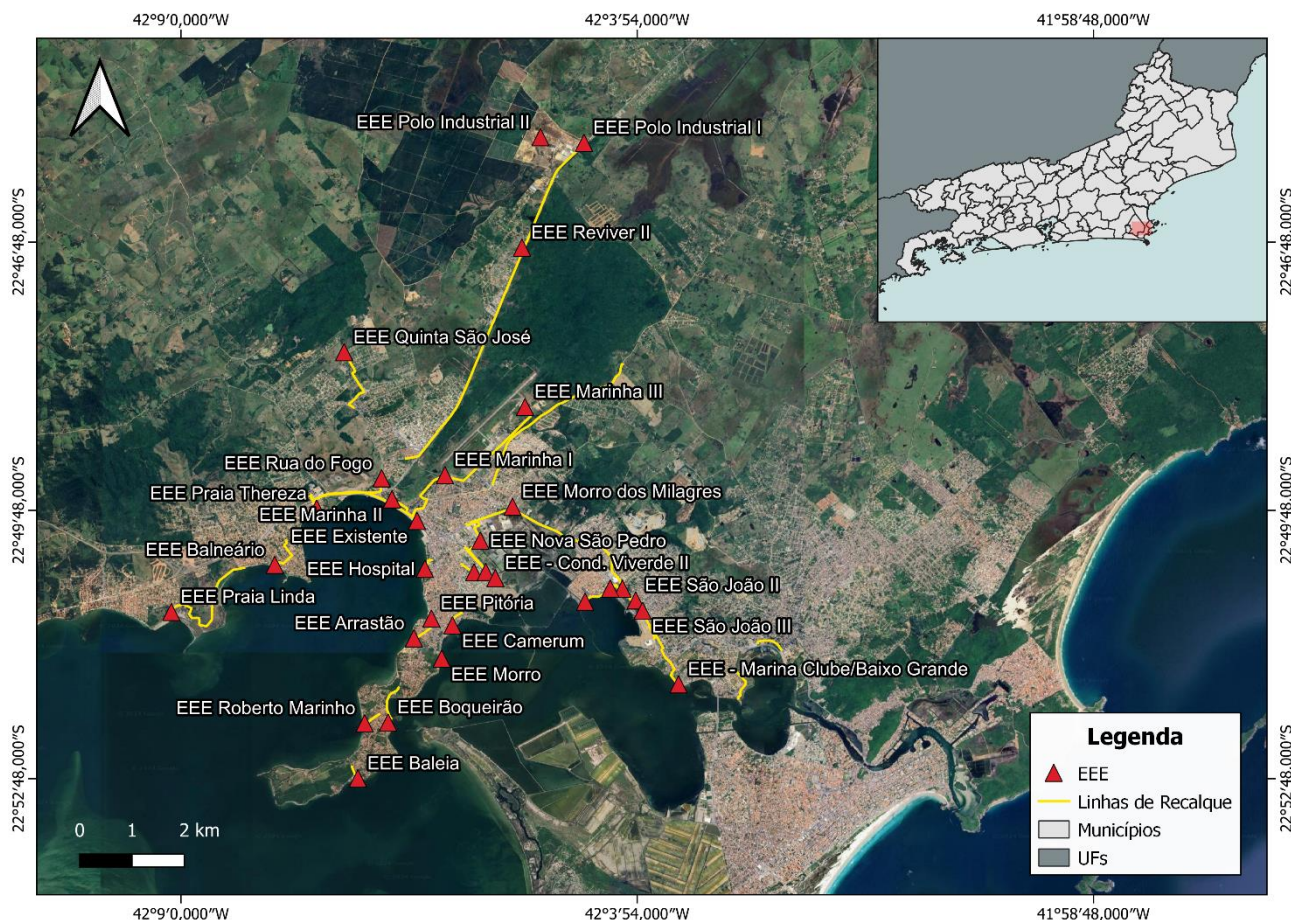
Quadro 29 – Estações Elevatórias Existentes – São Pedro da Aldeia.

Estação Elevatória	Localização	Características
EEE Existente	-22.831902, -42.106000	• Potência = 22 kw; • Vazão de 65 L/s
EEE SB 2.1 (Baleia)	-22.879803, -42.116938	• Potência = 2,9 kw; • Vazão = 3,0 L/s
EEE SB 2.2 (Roberto Marinho)	-22.869644, -42.115770	• Potência = 3,7 kw; • Vazão = 9 L/s
EEE SB 2.3 (Boqueirão ou Ponta da Areia)	-22.869374, -42.111291	• Potência = 3,7 kw; • Vazão = 14,5 L/s
EEE SB 2.4 (Arrastão)	-22.853857, -42.106451	• Potência = 2,9 kw; • Vazão = 10 L/s
EEE SB 2.5 (Camerum)	-22.851394, -42.099246	• Potência = 22 kw; • Vazão = 34,2 L/s

Estação Elevatória	Localização	Características
EEE SB 2.5-A (Morro)	-22.857496, -42.101471	- Potência = 3,7 kw; - Vazão = 9,7 L/s
EEE SB 2.5-B (Pitória)	-22.850151, -42.103278	Sem informações
EEE SB 1.2 (Hospital)	-22.840878, -42.104553	- Potência = 3 kw; - Vazão = 5,5 L/s
EEE SB 1.1 (Morro dos Milagres)	-22.829392, -42.088310	- Potência = 3,7 kw; - Vazão = 6 L/s
EEE Praia Thereza	-22.829601, -42.124603	Sem Informações
EEE Praia Linda (SB 7.1)	-22.848902, -42.151696	- Potência = 3,7 kw; - Vazão = 8 L/s
EEE Balneário (SB 6.3)	-22.840042, -42.132410	- Potência = 18,4 kw; - Vazão = 32,4 L/s
EEE Rua do Fogo (4.1)	-22.824005, -42.112680	- Potência = 11,04 kw; - Vazão = 12,62 L/s
EEE São João I	-22.844538, -42.067724	Sem informações
EEE São João II	-22.846413, -42.064955	Sem informações
EEE São João III	-22.848671, -42.064029	Sem informações
EEE Vinhateiro	-22.854643, -42.042557	- Potência = 14,7 kw; - Vazão = 15 L/s
EEE Marina / Baixo Grande	-22.862344, -42.057178	- Potência = 7,4 kw; - Vazão = 15 L/s
EEE Jardim São Pedro (Teatro)	-22.840611, -42.096425	- Potência = 2,2 kw; - Vazão = 5 L/s
EEE Olga Zacharias I	-22.846986, -42.074677	- Potência = 7,4 kw; - Vazão = 20 L/s
EEE Marinha I	-22.823470, -42.100496	- Potência = 7,4 kw; - Vazão = 20 L/s
EEE Marinha II	-22.827732, -42.110066	- Potência = 2,7 kw; - Vazão = 3 L/s
EEE Marinha III	-22.811136, -42.085513	- Potência = 0,4 kw; - Vazão = 0,5 L/s
EEE Quinta São José	-22.801169, -42.118086	Sem informações
EEE Nova São Pedro	-22.835320, -42.093769	Sem informações
EEE Polo Industrial I	-22.762679, -42.076301	Sem informações
EEE Polo Industrial II	-22.762752, -42.076543	Sem informações
EEE Condomínio Viverde I	-22.842144, -42.092667	Sem informações
EEE Condomínio Viverde II	-22.841901, -42.092625	Sem informações
EEE Olga Zacarias II	-22.844509, -42.070088	Sem informações
EEE Ponta do Ambrósio	-22.865162, -42.046136	Sem informações
EEE Condomínio Reviver II	-22.780916, -42.085285	Sem informações

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Figura 41 - Localização das Estações Elevatórias e respectivas Linhas de Recalque.



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.3.4. TRATAMENTO DE ESGOTO E CORPO RECEPTOR

O tratamento de esgoto é um processo essencial para remover contaminantes e patógenos dos resíduos líquidos antes de seu lançamento no meio ambiente. Existem várias etapas e abordagens para o tratamento, que podem ser aplicadas tanto em sistemas coletivos quanto individuais. A escolha entre esses sistemas depende de fatores como densidade populacional, infraestrutura existente, e características geográficas e econômicas da região.

O tratamento coletivo de esgoto envolve a coleta e tratamento centralizado do esgoto gerado por uma comunidade inteira ou região urbana. Esse sistema é comum em áreas densamente povoadas, onde a infraestrutura permite o transporte eficiente do esgoto até uma estação de tratamento. Dentre as etapas do tratamento coletivo, estão incluídos:

- **Tratamento preliminar:** Remove sólidos grandes e detritos por meio de grades e peneiras.
- **Tratamento primário:** Sedimenta sólidos suspensos em tanques de decantação, formando um lodo primário.
- **Tratamento secundário:** Utiliza processos biológicos, como lodos ativados ou reatores anaeróbios, para degradar matéria orgânica.
- **Tratamento terciário:** Remoção adicional de nutrientes (nitrogênio e fósforo), usando desinfecção.

O tratamento individual de esgoto é aplicável em áreas rurais ou regiões com baixa densidade populacional, onde a implantação de uma rede de coleta centralizada não é viável. Este sistema trata o esgoto no local onde é gerado, utilizando soluções como fossas sépticas e rudimentares.

O sistema do tipo Fossa Séptica + Filtro Biológico/Sumidouro são comuns em áreas menos adensadas. Consistem em uma fossa séptica, onde ocorre a sedimentação de sólidos e digestão anaeróbia parcial, seguida por um filtro biológico ou sumidouro, onde o efluente é filtrado através do solo. Este sistema é eficaz para pequenas cargas de esgoto, mas sua eficiência depende da manutenção regular e das características do solo local.

Já as fossas rudimentares são escavações simples no solo, utilizadas para a disposição de esgoto em áreas sem infraestrutura adequada. Embora sejam de baixo custo, apresentam sérios riscos à saúde pública e ao meio ambiente, devido à contaminação do lençol freático e à proliferação de vetores de doenças. A substituição por sistemas mais avançados é recomendada sempre que possível.

O sistema de tratamento de esgoto de São Pedro da Aldeia será apresentado a seguir.

ETE São Pedro da Aldeia

A ETE de São Pedro da Aldeia (**Figura 42**) possui o tratamento biológico com lodos ativados, sendo do tipo terciário. A capacidade média de tratamento da estação é de 120 L/s.

Figura 42 – Localização ETE São Pedro da Aldeia.

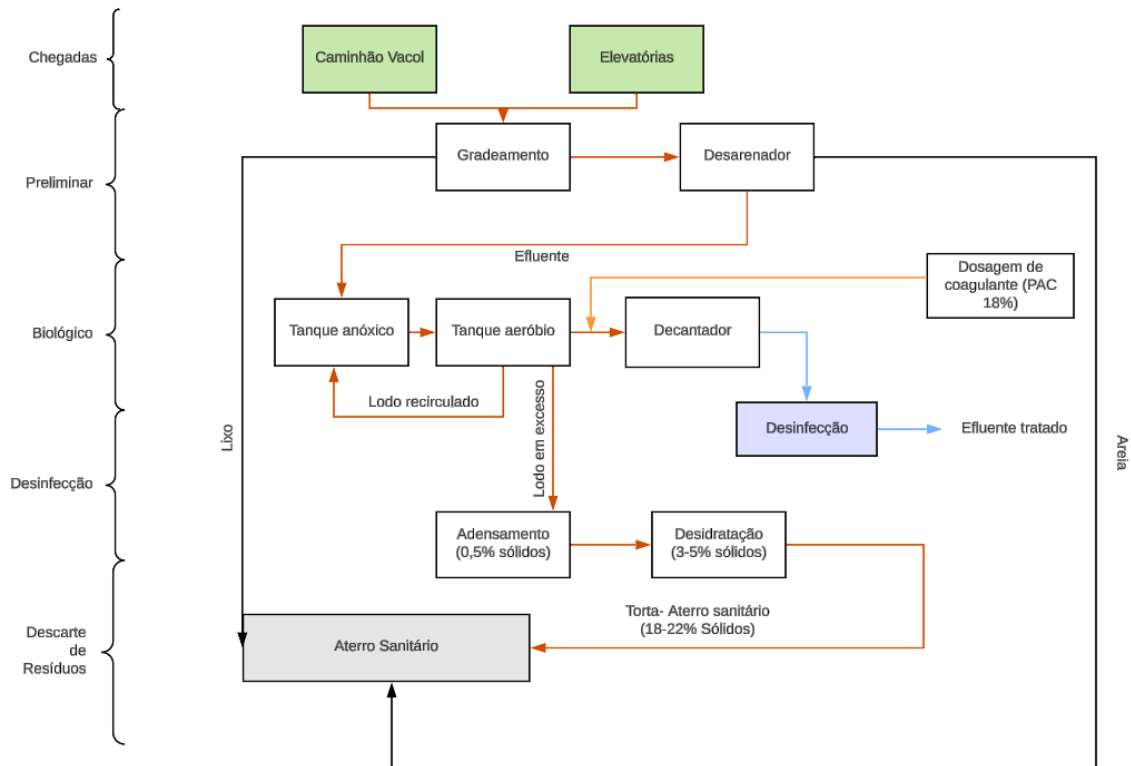


Fonte: Autoria Própria (2024).

A Concessionária Prolagos possui autorização ambiental de funcionamento (AAF nº IN100427), concebida pelo INEA, válida até 19 de dezembro de 2026. Ressalta-se que no documento supracitado, é informado que a vazão total da ETE é de 253,40 L/s.

O **Quadro 30** a seguir apresenta as etapas de tratamento de esgoto na ETE São Pedro, enquanto a **Figura 43** apresenta o fluxograma da ETE São Pedro.

Figura 43 – Fluxograma ETE São Pedro.



Fonte: Prolagos (2024).

Quadro 30 – Etapas do tratamento de esgoto na ETE São Pedro.

Etapa	Descrição
Tratamento preliminar	O tratamento preliminar consiste em reter os sólidos mais grosseiros e a areia. Com esta retenção, evita-se que tubulações ou equipamentos da sequência do tratamento sejam danificados, protegendo, dessa forma, as próximas etapas do processo. Os mecanismos nesta etapa de remoção são de ordem física, sendo que o fluxo típico do esgoto nessa etapa de tratamento corresponde à passagem do efluente em uma grade ou peneira, para remoção de sólidos grosseiros, depois em um desarenador, para remover areia através do processo de sedimentação, em alguns casos também se faz presente o sistema de remoção de gordura, e por fim, a etapa de medição de vazão.
Tratamento Biológico	O tratamento biológico visa promover a decomposição da matéria orgânica presente no esgoto, por meio de processos físicos e biológicos, onde no caso da maioria das Estações de Tratamento de Esgoto operadas pela Prolagos, é realizada por parte de um conjunto de bactérias aeróbias. O tanque aeróbio também é responsável pela primeira etapa na cadeia de remoção do nitrogênio (N), a nitrificação.
Remoção de Fósforos Totais	O fósforo é removido do esgoto por precipitação físico-química, ou seja, por meio de dosagem de coagulantes (PAC – Policloreto

Etapa	Descrição
	de Alumínio), onde o fósforo na forma íon fosfato (PO ₄ ³⁻) reage com o Alumínio (AL ³⁺) do PAC e forma flocos finos que sedimentam para o fundo dos decantadores com o lodo. É importante que haja uma boa sedimentabilidade do lodo, para que o fósforo seja retirado com eficiência apropriada.
Desinfecção	A etapa de desinfecção consiste em sanitizar/desinfetar ao efluente líquido.

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Segundo a Concessionária Prolagos, a vazão média de esgoto tratado no município de São Pedro da Aldeia é de 340.004 m³/mês.

Quanto aos resíduos gerados, o lodo removido da ETE São Pedro passa por um processo de adensamento, seguido de desidratação. O lodo desidratado é encaminhado periodicamente para o pátio de secagem da ETE Jardim Esperança em caçamba semi-aberta, e posteriormente descartado de forma adequada no Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia, em local devidamente licenciado. De acordo com a Prolagos, nos últimos 5 anos, foram geradas cerca de 7378 toneladas de lodo da ETE São Pedro.

Já em relação aos resíduos e areia também gerados na ETE São Pedro, a empresa Pro Ambiental por meio do contrato 033/2024 realiza a limpeza a cada 3 dias, ou de acordo com a demanda da unidade. O material é transportado em caminhão do tipo caçamba aberta até a disposição final no Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia, em local devidamente licenciado. De acordo com a Prolagos, nos últimos 5 anos, foram geradas cerca de 6729 toneladas de areia e lixo da ETE São Pedro.

O corpo receptor é o ambiente natural que recebe o efluente tratado, como rios, lagos ou oceanos. A qualidade do efluente deve atender aos padrões ambientais para minimizar impactos negativos, como a eutrofização e a contaminação por patógenos. O estado do corpo receptor é influenciado por fatores como a carga de poluentes, a capacidade de autodepuração, e a sazonalidade das condições hidrológicas.

No contexto de São Pedro da Aldeia, o corpo receptor é o Rio Piripiri, que desagua na Lagoa do Araruama. A outorga de direito de uso de recursos hídricos para lançamento de efluentes tratados para o ponto de lançamento da ETE São Pedro, de acordo com o

Processo E-07/101.673/02, não há necessidade de outorga para essa finalidade, mas que os padrões de lançamento deverão obedecer à legislação vigente.

A Prolagos realiza programa de monitoramento nos corpos receptores da ETE São Pedro da Aldeia, em atendimento à Licença de Operação nº IN 018437e a Notificação Inea nº SELLAJNOT/00005233 de outubro/2009. Os dados referentes à média mensal da análise de setembro de 2024 estão apresentados no **Quadro 31** a seguir.

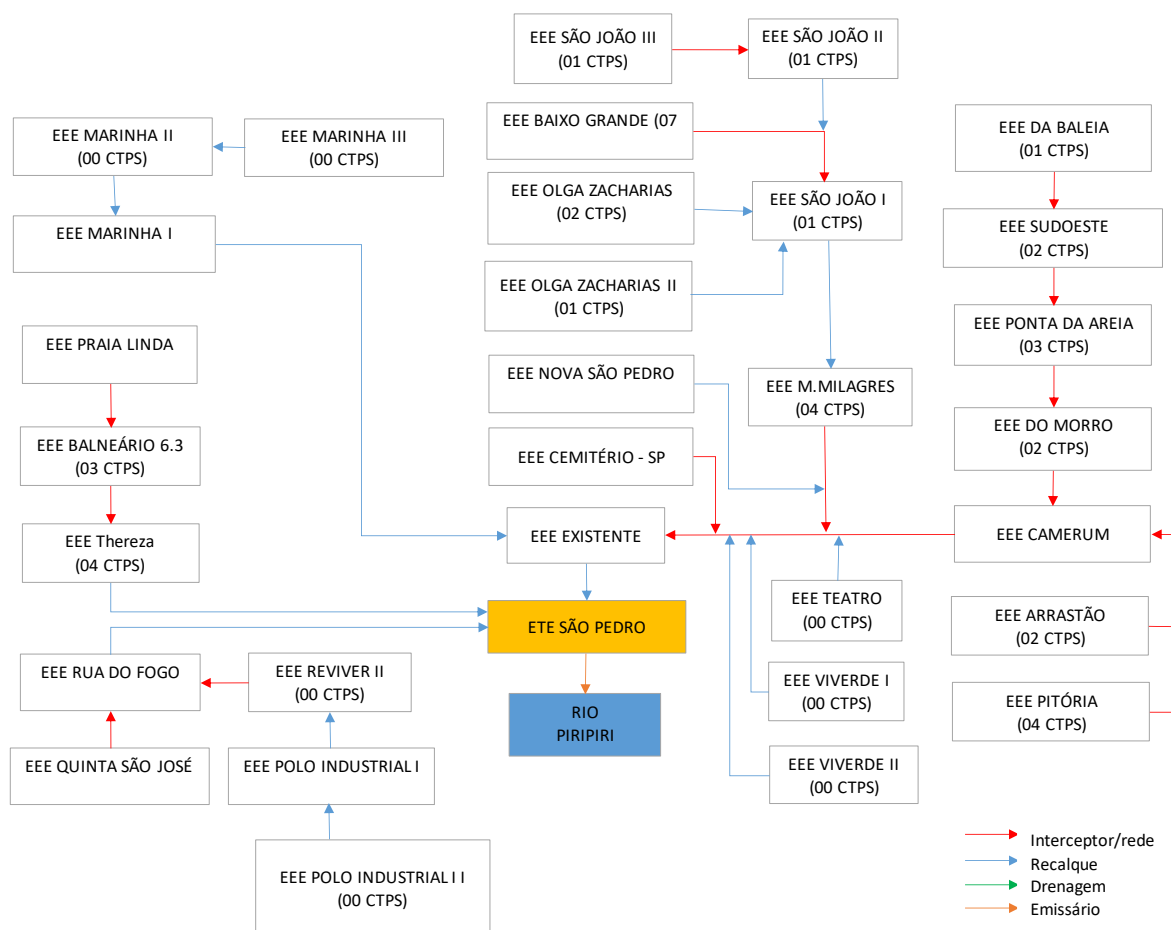
Quadro 31 – Análise ETE São Pedro.

Parâmetros	Unidade	LQ	Efluente	Afluente
Vazão	m³/dia	-	10.989,4	-
Cond.	µS/cm	-	1.009,2	-
MBAS	mg/L	2,00	0,28	-
pH	-	5 a 9	7,4	-
Temperatura	°C	40,0	26,4	-
SST	mg/L	40,0	28,3	118,2
DBO	mg/L	40,0	23,8	144,3
S Sed.	mL/L	1,0	0,1	-
DQO	mg/L	200,00	39,75	-
Cloreto	mL/L	-	438,65	-
P Tot.	mg/L	1,00	0,85	-
N Tot.	mg/L	10,00	0,00	-
Coli Termo.	NMP/100 mL	-		-
OGm	mg/L	20	5	-
N Am Tot.	mg NNH4/L	20,0	18,97	-
Coli Fec.	NMP/100 mL	-	10.675	-

Fonte: Prolagos (2024).

A **Figura 44** apresenta o fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário da ETE São Pedro da Aldeia.

Figura 44 - Fluxograma SES São Pedro da Aldeia



Fonte: Prolagos (2024).

3.3.5. ESTRUTURA TARIFÁRIA

Não há uma tarifa específica para água e outra para esgoto no quadro praticado pela Concessionária Prolagos. Com efeito, apesar do desenho original da Concessão (conforme 'cláusula décima segunda – do sistema tarifário', em seu parágrafo sexto) ter estabelecido a cobrança fracionada em água e esgoto, de forma paritária integral, essa formulação foi alterada pela Deliberação ASEP-RJ/CD 546/2004, recepcionada no II Termo Aditivo ao Contrato de Concessão, considerando o sistema de captação de esgotos ser através da rede de drenagem, conforme acordado através dos Termos de Ajustamento de Conduta nº. 39/03 e 63/04 com o Ministério Público Estadual.

A cobrança das tarifas de água e esgoto de forma unificada é expressamente autorizada pelo art. 29, I da Lei nº 11.445/2007, regulamento máximo relativo ao saneamento básico no ordenamento jurídico brasileiro:

“Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;”.

Desse modo, a tarifa praticada pela Prolagos, previamente homologada pela Agência Reguladora, é unificada e destina-se a preservar o equilíbrio econômico-financeiro do Contrato de Concessão.

3.3.6. RESUMO DOS PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Foram identificados alguns problemas no Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia, destacando-se os seguintes pontos:

- Falta de manutenção na rede de drenagem, causando assoreamento e prejuízo às captações de tempo seco;
- Obstruções na Rede coletora devido ao lançamento inadequado de gordura, resultando em frequentes obstruções e na geração de maus odores;
- Ligações incorretas em galerias de águas pluviais.

3.4. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A caracterização dos serviços de gestão de resíduos e limpeza urbana é um aspecto crucial para a promoção de um ambiente saudável e sustentável nas cidades. Esses serviços englobam uma série de atividades essenciais, como a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos, além da limpeza de vias e logradouros públicos. A eficiência na execução dessas tarefas é fundamental para mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da produção e descarte inadequado de resíduos.

A regulamentação desses serviços no Brasil está pautada por dois principais marcos legais: a Lei Federal nº 11.445/2007 e a Lei Federal nº 12.305/2010. A Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos como componentes essenciais. Essa legislação define os serviços públicos especializados e as responsabilidades do poder público na gestão dos resíduos gerados nas atividades cotidianas, incluindo tanto os resíduos domésticos quanto aqueles originados por atividades comerciais e industriais em pequena escala.

Já a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), traz uma abordagem mais ampla e integrada para a gestão dos resíduos sólidos. A PNRS estabelece diretrizes para o gerenciamento de diferentes tipos de resíduos, como os industriais, da construção civil, de serviços de saúde e outros, que serão especificados nos próximos capítulos.

Essas leis, em conjunto, fornecem o arcabouço jurídico necessário para que os municípios desenvolvam e implementem estratégias de gestão que visem não apenas a disposição final dos resíduos, mas também a redução na geração, o incentivo à reutilização e reciclagem, e a promoção de práticas sustentáveis. Assim, a caracterização dos serviços de gestão de resíduos e limpeza urbana se apresenta como uma peça-chave na busca por soluções que almejam a sustentabilidade ambiental e a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Neste capítulo, será realizado um diagnóstico detalhado dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de São Pedro da Aldeia, examinando todas as suas unidades constitutivas, visando identificar áreas críticas e oportunidades para aprimoramento, com o intuito de melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de São Pedro da Aldeia.

Em São Pedro da Aldeia, os serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos são realizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca (SEMMAP). De acordo com o SNIS 2022, referente ao ano de 2022, a população total atendida em São Pedro da Aldeia com coleta regular de pelo menos uma vez por semana era de 100.546 pessoas.

3.4.1. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL MUNICIPAL

A operação municipal de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em São Pedro da Aldeia envolve uma série de atividades e responsabilidades distribuídas entre diferentes secretarias e empresas terceirizadas, que trabalham em conjunto para garantir a eficácia do sistema de gestão ambiental do município.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca desempenha um papel central na execução da Política Municipal de Meio Ambiente. Ela promove a reciclagem de pneus através do programa RECICLANIP e o reaproveitamento do óleo vegetal de cozinha através de parceria com a Empresa Óleo de São Pedro Comércio Ltda. A secretaria acompanha ainda a recuperação ambiental do antigo lixão. A Secretaria também preside e administra o Conselho Municipal de Meio Ambiente garantindo a participação ativa da comunidade na gestão ambiental.

A Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Trabalho, administra o Horto Escola Artesanal e o Viveiro de Mudas, além de supervisionar a trituração, compostagem e vermicompostagem de resíduos orgânicos em pequena escala.

A Secretaria Municipal de Saúde é responsável por supervisionar e fiscalizar o manejo de resíduos de serviços de saúde, tanto do setor público quanto do privado. Esta função é crucial para garantir que os resíduos perigosos, como os infectantes e perfurocortantes, sejam tratados de forma adequada, minimizando riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

A Secretaria Municipal de Fazenda tem a função de fornecer os recursos financeiros necessários para a execução dos diversos programas, projetos e serviços relacionados à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Este apoio financeiro é essencial para a continuidade e qualidade dos serviços prestados no município.

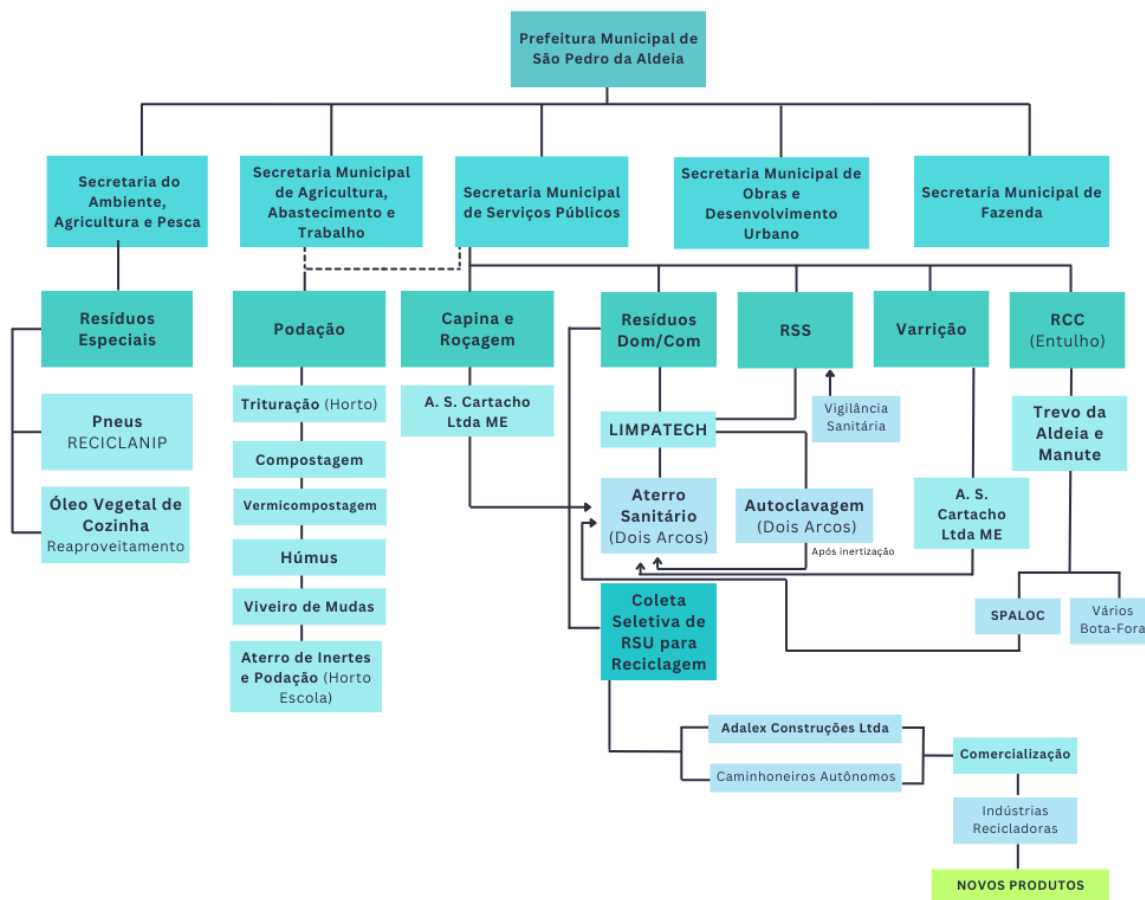
A Secretaria Municipal de Serviços Públicos gerencia os contratos com prestadores de serviços que realizam as atividades diárias de limpeza urbana e manejo de resíduos, conforme o item Contrato de Serviços.

Além dessas, a empresa Dois Arcos, Transporte e Tratamento de Resíduos Sólidos Ltda é responsável pela operação do aterro sanitário de São Pedro da Aldeia, pela operação da unidade de inertização (autoclavagem) de resíduos de serviços de saúde, e pela remediação do antigo lixão localizado na Estrada do Pau Ferro.

3.4.1.1. Estrutura Organizacional de Manejo de Resíduos de Limpeza Urbana

A gestão municipal do setor de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é distribuída conforme a **Figura 45**.

Figura 45 - Fluxograma do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.



Fonte: SÃO PEDRO DA ALDEIA (2024). Adaptado pelo Autor (2024).

3.4.2. RESÍDUOS SÓLIDOS POR CATEGORIA

A gestão adequada de resíduos sólidos é fundamental para a preservação do meio ambiente e para a saúde pública. Segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), resíduos sólidos são definidos como qualquer 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 técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A classificação dos resíduos sólidos é essencial para garantir a sua correta destinação final, protegendo o meio ambiente e a saúde pública. Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à origem ou periculosidade.

De acordo com a Lei nº 12.305/2010 e a NBR nº 10.004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à sua periculosidade, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas:

- **Resíduos Perigosos (Classe I):** 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.
- **Resíduos Não Perigosos (Classe II):** podem ser enquadrados em Classe IIA - Não Inertes ou Classe IIB - Inertes. Os resíduos classificados como Classe IIA - Não Inertes, são aqueles que, apesar de não serem perigosos, podem se decompor, liberando substâncias que podem contaminar o meio ambiente. Já os Classe IIB - Inertes, são os resíduos que não se decompõem ou que, quando expostos ao meio ambiente, não liberam substâncias prejudiciais.

Já a classificação dos resíduos sólidos quanto à origem permite identificar a natureza e a fonte dos resíduos, facilitando a implementação de práticas de destinação final apropriadas. Os resíduos podem ser classificados de acordo com a atividade que os gera, conforme apresentado a seguir.

3.4.2.1. Resíduos Sólidos Urbanos

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é fundamental para a manutenção da saúde pública, a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades. Esse processo envolve a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados nas áreas urbanas.

Há no município, 3 caminhões carroceria; 1 triturador e 10 compactadores para gerir os resíduos sólidos da região. Além disso, não há taxa de lixo e nem tarifa para o serviço no município.

3.4.2.1.1. Resíduos Domiciliares e Comerciais (RDO)

Os resíduos domiciliares são aqueles provenientes de atividades domésticas em residências urbanas, resultando em uma geração constante de materiais descartados, como restos de alimentos, embalagens, papéis, plásticos, vidros e metais.

Os resíduos comerciais são aqueles gerados por estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, excluindo-se os resíduos de limpeza urbana, saneamento básico, saúde, construção civil e transporte. Eles compartilham características similares aos resíduos domiciliares, como natureza, composição ou volume são semelhantes. No entanto, em alguns casos, a gestão desses resíduos pode ser de responsabilidade direta dos geradores, conforme estabelecido por legislação ou normativas locais.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os resíduos sólidos públicos (RPU) são recolhidos junto com os resíduos sólidos domiciliares (RDO). Ainda de acordo com o SNIS, foram coletadas 42.299,0 toneladas de resíduos sólidos no ano de 2022, englobando tanto os resíduos domiciliares (RDO) quanto os resíduos públicos (RPU). Tendo-se em vista uma população atendida de 100.546 habitantes (SNIS, 2022), a produção per capita é de 1,15 kg/habitante por dia.

O município de São Pedro da Aldeia teve uma despesa total com o serviço de coleta de resíduos domiciliares/comerciais e resíduos públicos no valor de R\$ 9.005.390,83 (SNIS, 2022).

Segundo informações prestadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024), o serviço de coleta e destinação de Resíduos Sólidos Domiciliares Urbanos é prestado pela empresa terceirizada Adalex Construções LTDA pelo contrato nº. 65/2019, tendo coletado e destinado nos últimos cinco anos um total de cerca de 27.503,40 toneladas de RDO. Além disso, o serviço de coleta e disposição dos RDO possui rotas de coleta periódica e são acondicionados em caminhão compactador e caminhão carroceria. O serviço possui dez equipes, compostas cada uma por 3 coletores um motorista. Além disso, o serviço possui uma quantidade de 9 caminhões compactadores (15m³) e um caminhão carroceria a disposição. Dentre os equipamentos e materiais utilizados, se tem: 30 vassouras e 30 pás, com os resíduos sendo destinados para o Aterro Sanitário Dois Arcos.

De acordo com a Secretaria de Serviço Público, o modelo de coleta realizada no município é porta a porta, coletando .100% da área do município.

A frequência de coleta dos resíduos domiciliares, comerciais e hospitalares ocorre por 14 rotas, com a programação sendo distribuída conforme o **Quadro 32** abaixo e sendo todas em horário diurno.

Quadro 32 – Programação de Coleta de RSU e RSS.

Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Equipe
ROTA 01	ROTA 01	ROTA 01	ROTA 01	ROTA 01	ROTA 01	ROTA 01	EQUIPE 01
ROTA 02	ROTA 02	ROTA 02	ROTA 02	ROTA 02	ROTA 02	ROTA 02	EQUIPE 02
-	ROTA 03	ROTA 03	ROTA 03	ROTA 03	ROTA 03	ROTA 03	EQUIPE 03
-	ROTA 04	ROTA 04	ROTA 04	ROTA 04	ROTA 04	ROTA 04	EQUIPE 04
-	-	ROTA 05	-	ROTA 05	-	ROTA 05	EQUIPE 05
-	ROTA 06	-	ROTA 06	-	ROTA 06	-	
-	-	ROTA 07	-	ROTA 07	-	ROTA 07	EQUIPE 06
-	ROTA 08	-	ROTA 08	-	ROTA 08	-	
-	-	ROTA 09	-	ROTA 09	-	ROTA 09	EQUIPE 07
-	ROTA 10	-	ROTA 10	-	ROTA 10	-	
-	-	ROTA 11	-	ROTA 11	-	ROTA 11	EQUIPE 08
-	ROTA 12	-	ROTA 12	-	ROTA 12	-	EQUIPE 09
-	-	ROTA 13	-	ROTA 13	-	ROTA 13	
-	ROTA 14	ROTA 14	ROTA 14	ROTA 14	ROTA 14	ROTA 14	EQUIPE 10

Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia. Adaptado por Autoria Própria (2024).

Também se tem que as rotas citadas incluem os seguinte bairros e regiões:

- Rota 1: Centro;
- Rota 2: Porto da Aldeia, Poço Fundo, Boqueirão, Praia do Sudoeste, Campo Redondo e Baleia;
- Rota 3: Praia Linda e Jardim Arco Iris;
- Rota 4: Balneário e São João;
- Rota 5: Nova São Pedro, Estação e Baixo Grande;
- Rota 6: São José, Fluminense, Jardim Soledade, Morro dos Milagres e Boa Vista;
- Rota 7: Ponta do Ambrósio, Vinhateiro e Jardim Primavera;
- Rota 8: Campo Redondo, Colinas e Parque Estoril;

- Rota 9: Parque Dois Meninos, Balneário, Balneário Conchas e Praia Linda;
- Rota 10: Jardim Morada da Aldeia, Jardim das Acácias, Rua do Fogo, Santo Antônio, Pinheiros e Recanto do Sol;
- Rota 11: Porto do Carro, Alecrim, R. das Orquídeas, Retiro e Parque Arruda;
- Rota 12: São Mateus e Botafogo;
- Rota 13: Flexeira, Cruz, Pau Rachado, Itaí, Sapeatiba Mirim, Três Vendas e Sergeira;
- Rota 14 (Hospitalar): Morro dos Milagres, Centro, Orquídea, Alecrim, Parque Arruda, Retiro, São Matheus, Botafogo, Flexeira, Rua do Fogo, Três Vendas, Cruz, Baixo Grande, Ponta do Ambrósio, Vinhateiro, Porto do Carro, Campo Redondo, São João, Colina, Morro dos Milagres, Fluminense, Bela Vista, Balneário, Praia Linda, Porto da Aldeia e Poço Fundo.

Uma gestão adequada de resíduos sólidos deve considerar a logística de coleta, que precisa ser funcional, eficiente e racional. Portanto, a setorização do município, a programação da coleta e a aquisição de veículos apropriados são essenciais para a eficácia do sistema.

3.4.2.1.1.1. Resíduos Orgânicos

Os resíduos orgânicos são materiais biodegradáveis resultantes principalmente de restos de alimentos, resíduos de jardinagem e outros materiais de origem vegetal ou animal. Esses resíduos incluem cascas de frutas e legumes, restos de alimentos preparados, borra de café, folhas, grama, galhos, e até mesmo pequenos ossos e cascas de ovos.

Esses resíduos têm um grande potencial, pois podem ser utilizados como matéria orgânica em atividades como jardinagem e cultivo de hortas, por exemplo. Por meio do processo de compostagem, esses materiais são reaproveitados como fonte de nutrientes, contribuindo para a diminuição do volume de lixo enviado aos aterros sanitários.

O município não realiza a separação dos resíduos sólidos orgânicos dos resíduos domésticos e comerciais. A segregação da fração orgânica, que representa mais de 50% dos resíduos urbanos, permitiria combiná-los com resíduos de poda e capina, que, após

trituração, poderiam ser destinados a processos como compostagem, vermicompostagem, produção de bioenergia e briquetagem.

Foi informado em visita técnica ao município que São Pedro da Aldeia possui uma central de compostagem no Polo Rural, onde o resíduo produzido pelo triturador de galhos (poda) é transformado em substrato para o cultivo de mudas.

3.4.2.1.1.2. Resíduos Recicláveis

Os resíduos recicláveis são materiais que podem ser reprocessados e reutilizados na fabricação de novos produtos, contribuindo para a economia circular e a redução do consumo de recursos naturais. Esses resíduos incluem papel, papelão, plásticos, metais, vidros e embalagens em geral.

A separação e o descarte corretos desses materiais são essenciais para facilitar o processo de reciclagem, diminuindo o impacto ambiental e economizando energia e recursos. Nesse contexto, a reciclagem desempenha um papel crucial na redução do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, atribuindo a esses materiais um novo valor, muitas vezes com potencial econômico.

O município não possui um sistema formal de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2022).

Atualmente, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que está concluindo a regularização documental da cooperativa de catadores existente para avançar na etapa de instalação e estruturação do local onde será realizado o serviço. Atendendo a Lei nº 2.736, de 15 de setembro de 2017, Política Municipal de Resíduos Sólidos, que dispõe sobre a coleta seletiva municipal em seu artigo 20.

3.4.2.1.1.3. Rejeitos

Conforme estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), os rejeitos são definidos como os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade além da disposição final ambientalmente adequada.

No município de São Pedro da Aldeia, os rejeitos (como fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes higiênicos, trapos, cacos de cerâmica, tijolos, cotonetes, entre outros) são coletados, acondicionados em conjunto com os materiais orgânicos e recicláveis e enviados para a destinação final ao aterro sanitário de DOIS ARCOS.

3.4.2.1.2. Resíduos de Limpeza Urbana

Conforme estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), os resíduos de limpeza pública, também conhecidos como resíduos de limpeza urbana, são aqueles originados dos serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de serviços como a remoção de detritos das calçadas, canteiros e áreas comuns.

A Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualizou o Marco Legal do Saneamento, define em seu artigo 3º as seguintes atividades:

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

Esses resíduos incluem folhas, galhos, terra, poeira, embalagens descartadas nas ruas e outros materiais que se acumulam nas áreas públicas.

Conforme mencionado anteriormente, e de acordo com o SNIS (2022), no município de São Pedro da Aldeia os resíduos de limpeza urbana são recolhidos junto com os resíduos domiciliares e comerciais.

Segundo as informações prestadas pela Prefeitura Municipal (2024), 100% do município recebe os serviços de coleta de resíduos e limpeza urbana. Além disso, a Prefeitura Municipal só dispõe de informações sobre a destinação final dos resíduos do serviço de coleta e destinação de Resíduos de Limpeza Urbana (RLU), que ocorre pelo contrato nº. 57/2023, tendo destinado nos últimos cinco anos um total de cerca de 45.156,24 toneladas de RLU. Além disso, o serviço de disposição dos RLU possui rotas de coleta periódica diária e são acondicionados em caminhão, tendo como destinação final o Aterro Sanitário Dois Arcos.

3.4.2.1.2.1. Varrição

Os resíduos de varrição são aqueles coletados durante a limpeza de vias públicas, calçadas e outros logradouros. Esses resíduos têm uma composição variada, dependendo do local e das condições em que são recolhidos. Em sua composição, estão incluídos materiais como folhas de árvores, galhos, grama, pequenos detritos como bitucas de cigarro, papéis, plásticos, restos de alimentos e, em alguns casos, animais mortos. A presença desses materiais pode variar conforme a intensidade de uso da via, o clima e a vegetação presente na área.

De acordo com o SNIS (2022), o município teve uma despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição no valor de R\$ 83.830,42. Ainda segundo o SNIS (2022), o município de São Pedro da Aldeia não teve despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição, gerando assim, uma despesa total com o serviço de varrição no valor de R\$ 83.830,42.

Atualmente, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que o serviço é realizado pela empresa terceirizada A. S. Cartacho Ltda ME sob o contrato nº. 54/2020 e na qual possui periodicidade diária, com a utilização de apenas três equipes, e sendo cada uma composta de 38 ajudantes de varrição, 22 ajudantes de capina e 16 roçadores. Além disso, se utilizam os seguintes equipamentos e materiais: 1 caminhão carroceria fixa e 16 roçadeiras costal motorizada.

3.4.2.1.2.2. Poda

Os resíduos de poda são gerados a partir da manutenção de árvores, arbustos e outras plantas em áreas urbanas. Esses resíduos consistem principalmente em galhos, ramos e folhas que são removidos para manter a segurança e a estética dos espaços públicos. Dependendo da espécie de planta e do tipo de poda realizada, esses resíduos podem variar em volume e densidade. A gestão adequada desses resíduos é importante para evitar acúmulo e para promover sua reutilização na prática de compostagem, por exemplo.

A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que o serviço é realizado pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos junto da Secretaria Municipal de Agricultura, e na qual os resíduos são acondicionados em caminhão carroceria, com

a utilização de apenas uma equipe composta de 5 ajudantes e um coordenador. Além disso, se utilizam os seguintes equipamentos e materiais: 1 triturador, 3 motopodas, 20 roçadeiras, sacos de lixo, ancinhos, vassouras, pás e carrinhos de mão. A destinação final dos resíduos sendo o Aterro Sanitário Dois Arcos.

Já em relação a poda dos munícipes, a secretaria de serviços públicos agenda a realização da coleta, que vai até o local com o caminhão e um triturador. Os resíduos triturados são distribuídos para compostagem e uso agrícola. Há também possibilidades de que esses resíduos triturados sejam utilizados juntamente com lodo de ETE. No entanto, a Prefeitura Municipal não possui uma estimativa desse material.

3.4.2.1.2.3. Capina/Roçada

Os resíduos de capina e roçada resultam da remoção de vegetação rasteira, como ervas daninhas e grama, em vias públicas, praças e outros espaços urbanos. Esse tipo de resíduo é predominantemente composto por vegetação herbácea, incluindo grama cortada, folhas de plantas e, ocasionalmente, pequenas raízes. Esses materiais, embora sejam naturais, podem acumular-se em grande volume e necessitam de um manejo adequado para evitar o entupimento de bueiros e a proliferação de vetores de doenças. A roçada também pode gerar resíduos de maior volume quando realizada em áreas com vegetação mais densa ou de crescimento rápido.

Os serviços de capina e roçada são realizados pela mesma empresa responsável pelo serviço de varrição, a A. S. Cartacho Ltda ME, por meio do contrato nº. 54/2020, com os resíduos sendo enviados para o Aterro Sanitário Dois Arcos.

3.4.2.1.3. Resíduos Eventos Públicos, Privados ou Público-privados

Os resíduos gerados em eventos públicos, privados ou público-privados abrangem uma ampla gama de festas e atividades. Independentemente do porte do evento, ele resulta em impacto ambiental significativo, pois gera uma quantidade considerável de resíduos sólidos, que precisam ser gerenciados de forma eficiente.

Segundo o SNIS 2022, no município de São Pedro da Aldeia não conta com uma frente de trabalho temporária quando há necessidade de prestação de serviços extraordinários ou intermitentes, por exemplo, limpeza urbana em períodos festivos,

reforço das equipes de manejo de resíduos sólidos em períodos de veraneio nos municípios litorâneos e entre outras situações.

Atualmente, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que a lavagem de logradouros públicos é realizada pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos e ocorre conforme a necessidade após festividades municipais, tendo a utilização de um caminhão pipa.

A limpeza de feiras é de responsabilidade da mesma secretaria citada acima, com ocorrência de 288 vezes ao ano e composta por uma equipe, tendo 2 funcionários. Utiliza-se os seguintes equipamentos e materiais: um caminhão basculante, um trator, 1 equipamento carroça, vassouras, pás, sacos de lixo e ancinhos.

3.4.2.1.4. Resíduos de Serviços de Transporte (portos, aeroportos e rodoviárias etc.)

A PNRS (2010) define os resíduos dos serviços de transporte como:

[...] j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; (BRASIL, 2010).

Os principais exemplos desse tipo de resíduo incluem restos de cargas, resíduos de papel e plástico, resíduos domésticos gerados em áreas de serviços de transporte, restos de mercadorias, pneus e veículos inutilizados. Também se incluem lubrificantes, vernizes, solventes e baterias usadas, que são considerados resíduos perigosos.

Quanto aos resíduos de óleos lubrificantes, de acordo com os Relatórios Anuais de Desempenho do Instituto Jogue Limpo, entre os anos de 2011 e 2023, o município de São Pedro da Aldeia registrou a coleta de um total de 34.850 kg de embalagens de óleo lubrificante na Central de Recebimento em Duque de Caxias, sendo 2.041 kg apenas referentes ao ano de 2023, e correspondendo também há um total de 154 recebimentos distribuídos por 19 pontos geradores. Assim, o **Quadro 33** esmiuça as informações desse período em relação ao município.

Quadro 33 – Informações das Embalagens Plásticas de Óleo Lubrificante.

Resultados por ano	Pontos geradores (qtd.)	Coletas (qtd.)	Coletado (kg)
2016	18	75	2.422

Resultados por ano	Pontos geradores (qtd.)	Coletas (qtd.)	Coletado (kg)
2017	15	88	1.969
2018	15	81	2.395
2019	15	102	2.106
2020	17	116	2.521
2021	18	139	2.145
2022	19	158	1.706
2023	19	14	2.041

Fonte: INSTITUTO JOGUE LIMPO (2024).

O município de São Pedro da Aldeia possui o terminal Rodoviário Prefeito Hermílio Sampaio, e é administrado pela Secretaria Municipal de Transporte. Anteriormente, os resíduos gerados eram armazenados temporariamente em depósito fechado, sendo coletados por empresa e destinados ao Aterro Sanitário Dois Arcos por veículo compactador (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013).

Porém, atualmente, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que não possui informações sobre o serviço de coleta e destinação final destes resíduos.

O terminal rodoviário não possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

3.4.2.1.5. Mercado de Peixes

O Mercado de Peixes municipal possui um conjunto de peixarias particulares que comercializam os pescados e frutos do mar. Segundo informações prestadas pela Prefeitura Municipal em visita in loco, os resíduos gerados no Mercado de Peixes são vendidos para empresas para a produção de ração.

3.4.2.1.6. Outros serviços municipais

A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que o serviço de limpeza de lagos e rios foi realizado pelo Programa Limpa Rio, do INEA. Já os serviços de limpeza de boca de lobos são de responsabilidade da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, que realizou a limpeza de 970 bocas-de-lobo nos últimos 12 meses,

e na qual utiliza duas equipes compostas cada uma por 1 motorista, 1 bombeiro hidráulico, 4 ajudantes, 1 pedreiro, 1 operador, 1 encarregado e 1 supervisor. Além disso, se tem que são utilizados os seguintes materiais e equipamentos: 2 retroescavadeiras, 1 caminhão caçamba de apoio, pá, enxada, picareta, vassoura, carrinho de mão, cavadeira articulada e cavadeira de ferro. No entanto, a Prefeitura Municipal não possui uma estimativa dos resíduos gerados durante a realização de tais serviços.

3.4.2.2. Resíduos de Sistema de Saúde (RSS)

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são gerados em atividades de atendimento à saúde humana ou animal, como hospitais e clínicas. Esses resíduos, que incluem materiais biológicos e químicos, representam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, e a gestão correta desses resíduos é essencial para prevenir contaminações e garantir a segurança de todos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define os RSS com base em normas do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e da Vigilância Sanitária (SNVS).

Além disso, os prestadores de serviços de saúde devem seguir o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme descrito nos itens anteriores. Eles são obrigados a identificar o tipo e a quantidade de resíduos gerados, além de adotar práticas adequadas para manejo, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem (se possível), e disposição final, quando gerarem 200 l/dia ou mais. A obrigatoriedade do PGRS é destacada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) no artigo 20:

“Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13 [...]” (BRASIL, 2010).

Ainda se tem no artigo 13, o seguinte trecho:

“[...] 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” (BRASIL, 2010).

Ademais, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222 da ANVISA, de 28 de março de 2018, regulamenta as práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de

Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro da Aldeia/RJ
Produto 07 – Versão Final do PMSB e PMGIRS

saúde. Os geradores de resíduos de saúde são todos aqueles que se encaixam na descrição do parágrafo 1º do Art. 2º:

“§ 1º Para efeito desta resolução, definem-se como geradores de RSS todos os serviços cujas atividades estejam relacionadas com a atenção à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de piercing e tatuagem, salões de beleza e estética, dentre outros afins” (BRASIL, 2018).

A mesma legislação é responsável pela definição dos resíduos sólidos de serviços de saúde no Anexo I, conforme abaixo:

“GRUPO A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

Subgrupo A1:

- I. Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os medicamentos hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos, atenuados ou inativados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;
- II. Resíduos resultantes da atividade de ensino e pesquisa ou atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;
- III. Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;
- IV. Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

Subgrupo A2: Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.

Subgrupo A3: Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou seus familiares.

Subgrupo A4:

- I. Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;

- II. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
- III. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons;
- IV. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
- V. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
- VI. Peças anatômicas (órgãos e tecidos), incluindo a placenta, e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica;
- VII. Cadáveres, carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos;
- VIII. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

Subgrupo A5:

- I. Órgãos, tecidos e fluidos orgânicos de alta infectividade para príons, de casos suspeitos ou confirmados, bem como quaisquer materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, suspeitos ou confirmados, e que tiveram contato com órgãos, tecidos e fluidos de alta infectividade para príons;
- II. Tecidos de alta infectividade para príons são aqueles assim definidos em documentos oficiais pelos órgãos sanitários competentes.

GRUPO B: Resíduos contendo produtos químicos que apresentam periculosidade à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e quantidade.

- I. Produtos farmacêuticos - Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados, reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;
- II. Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
- III. Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;
- IV. Demais produtos considerados perigosos: tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos.

GRUPO C: Qualquer material que contenha radionuclídeo em quantidade superior aos níveis de dispensa especificados em norma da CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

- I. Enquadra-se neste grupo o rejeito radioativo, proveniente de laboratório de pesquisa e ensino na área da saúde, laboratório de análise clínica, serviço de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução da CNEN e Plano de Proteção Radiológica aprovado para a instalação radiativa.

GRUPO D: Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

- I. Papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, gorros e máscaras descartáveis, resto alimentar de paciente, material utilizado em antisepsia e hemostasia de

venóclises, luvas de procedimentos que não entraram em contato com sangue ou líquidos corpóreos, equipo de soro, abaixadores de língua e outros similares não classificados como A1;

- II. Sobras de alimentos e do preparo de alimentos;
- III. Resto alimentar de refeitório;
- IV. Resíduos provenientes das áreas administrativas;
- V. Resíduos de varrição, flores, podas e jardins;
- VI. Resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde;
- VII. Forrações de animais de biotérios sem risco biológico associado;
- VIII. Resíduos recicláveis sem contaminação biológica, química e radiológica associada;
- IX. Pelos de animais.

GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; ponteiras de micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares”.

De acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o município conta com aproximadamente 179 estabelecimentos na área da saúde. Embora nem todos sejam obrigados a ter um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde, todos realizam serviços relacionados à saúde, seja na educação (escolas de medicina, odontologia, veterinária), na clínica (hospitais, clínicas, farmácias, postos de saúde, apoio psicológico), na estética (centros de estética e bem-estar) ou em serviços públicos (bombeiros, centros administrativos de saúde, entre outros).

Segundo o SNIS (2022), o município teve uma despesa com empresas contratadas para coleta de RSS no valor de R\$ 786.037,18.

De acordo com as informações prestadas pela Prefeitura Municipal (2024), a rota de coleta de hospitalar ocorre todos os dias e é descrita como:

- Rota 14 (Hospitalar): Morro dos Milagres, Centro, Orquídea, Alecrim, Parque Arruda, Retiro, São Matheus, Botafogo, Flexeira, Rua do Fogo, Três Vendas, Cruz, Baixo Grande, Ponta do Ambrósio, Vinhateiro, Porto do Carro, Campo Redondo, São João, Colina, Morro dos Milagres, Fluminense, Bela Vista, Balneário, Praia Linda, Porto da Aldeia e Poço Fundo.

Complementarmente, segundo informações prestadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024), o serviço de coleta e destinação de RSS é prestado pela empresa terceirizada Adalex Construções LTDA, e tendo coletado e destinado nos últimos cinco anos um total de cerca de 71,29 toneladas de RSS. Além disso, o serviço

de coleta e disposição dos RSS possui rotas de coleta periódica e são acondicionados em furgão do tipo fiorino. O serviço possui uma equipe e que é composta de um motorista e um coletor. Ademais, possui apenas um furgão tipo fiorino a disposição. Os resíduos coletados possuem destinação final no Aterro Sanitário Dois Arcos.

3.4.2.3. Resíduos de Construção Civil (RCC)

Os Resíduos de Construção Civil são gerados em atividades como construções, reformas, reparos, demolições e escavações. Eles incluem materiais como concreto, tijolos, madeira e terra. A Resolução CONAMA 307/2002 define esses resíduos, conforme abaixo:

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

“I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha; [...]” (CONAMA, 2002).

Marques Neto et al. (2005) destacam a crescente preocupação com o setor da construção civil, devido à sua significativa geração de resíduos, que representa de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos. Evangelista, Costa e Zanta (2010) acrescentam que a falta de áreas para transbordo, triagem e usinas de reciclagem em muitos municípios agrava ainda mais o problema. E em relação aos resíduos de construção civil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define no artigo 13:

“[...] 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” (BRASIL, 2010).

Além disso, os geradores de resíduos sólidos de construção civil estão sujeitos ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, nos moldes supracitados no item acima, ou seja, eles devem identificar o tipo e a quantidade de resíduos gerados, além de adotar práticas adequadas para manejo, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem (se possível), e disposição final. No entanto, para resíduos de construção civil (RCC), a exigência não se baseia na quantidade de 200 l/dia, mas sim no tipo de resíduo gerado, conforme estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010):

“Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

[...] 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; [...]” (BRASIL, 2010).

De acordo com o PMSB (2013), em São Pedro da Aldeia, os resíduos da construção civil normalmente eram acondicionados em contêineres ou descartados diretamente no solo, causando obstruções em calçadas e vias públicas. A coleta desses resíduos era realizada por empresa terceirizada, sempre que fosse solicitado à Secretaria responsável e devidamente autorizado.

Esse serviço era gratuito para o usuário, sendo a empresa remunerada pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia. Os resíduos coletados eram transportados e dispostos no Aterro Sanitário Dois Arcos (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013).

Anteriormente, além da SPALOC, outras duas empresas, TREVO DA ALDEIA e MAMUTE, ofereciam serviços de coleta por meio do aluguel de caçambas no modelo “disque entulho”. No entanto, existem diversos pontos de descarte não licenciados, conhecidos como “bota-fora”, que são usados irregularmente (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013).

Entretanto, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que não possui informações sobre o serviço de coleta e destinação final destes resíduos, além da informação de que esses resíduos são dispostos na empresa JM.

3.4.2.4. Resíduos Industriais

Os resíduos industriais são gerados durante os processos produtivos e nas instalações industriais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define esses resíduos, que podem incluir materiais tóxicos, perigosos ou de difícil decomposição. A gestão adequada desses resíduos é crucial para evitar contaminação ambiental, proteger a saúde pública.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 pode-se definir os resíduos sólidos industriais de acordo com o entendimento do artigo 2º da referida Lei:

“Art. 2º Para fins desta Resolução entende-se que:

I - resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição” (CONAMA, 2002).

Além disso, os geradores de resíduos industriais estão sujeitos ao PGRS, nos moldes citados anteriores, ou seja, devem identificar o tipo e a quantidade de resíduos gerados em seus serviços e indicar as práticas adequadas para manejo, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem (quando possível), e destinação final, caso gerem uma quantidade igual ou superior a 200 l/dia. E no que concerne a obrigatoriedade do PGRS, a Política Nacional de Resíduos Sólidos pontua no artigo 20:

“[...] f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais” (BRASIL, 2010).

Entretanto, não há registros de atividades industriais significativas em São Pedro da Aldeia. Os resíduos industriais eventualmente gerados no município são de responsabilidade do gerador, o qual deve providenciar a coleta, transporte e destinação final. A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que não possui informações sobre o serviço de coleta e destinação final destes resíduos.

3.4.2.5. Resíduos Especiais

De acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, se tem em seu artigo 33 a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de:

“I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

§ 1º Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no caput serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados” (BRASIL, 2010).

Complementarmente, o Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, que regulamenta a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece no Capítulo III, Seção II, os instrumentos e as diretrizes para a implementação da logística reversa, sendo:

“Art. 18. Os sistemas de logística reversa serão implementados e operacionalizados por meio dos seguintes instrumentos:

I - acordos setoriais;

II - regulamentos editados pelo Poder Público; ou

III - termos de compromisso” (BRASIL, 2022).

3.4.2.5.1. Logística Reversa de Pilhas e Baterias

Conforme já relatado acima, a pilhas e baterias pós consumo compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), no município de São Pedro da Aldeia existem pontos de entrega voluntários definidos para a coleta e destinação final destes resíduos, como no Atacadão da Rodovia RJ-140, na Drogarias Pacheco e no Mercado Extra da Avenida Getúlio Vargas.

3.4.2.5.2. Logística Reversa de Lâmpadas

Conforme já relatado acima, a lâmpadas pós consumo compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa

para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), no município de São Pedro da Aldeia existem pontos de entrega voluntários definidos para a coleta e destinação final destes resíduos, como no Atacadão da Rodovia RJ-140.

3.4.2.5.3. Logística Reversa de Pneus

Conforme já relatado acima, os pneus inservíveis compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

No município, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que os pneus são descartados pelo município na Sede da Secretaria Municipal de Serviços Públicos no Bairro Balneário das Conchas, após, a Policarpo recolhe e leva até um galpão temporário no Bairro Penha/RJ até a destinação final no Estado de São Paulo, e que o responsável por esse serviço é a Associação RECICLANIP/POLICARPO RECICLAGEM, por meio do Termo de Cooperação Técnica/Processo 11703/2014. E que nos últimos 5 anos foram reciclados 3.000 pneus de passeio por mês, tendo um total de 180.000 nos últimos três anos.

Também se tem que o serviço possui mecanismo de solicitação de coleta por agendamento por telefone e uma periodicidade de coleta quinzenal, em média. Além disso, os resíduos são acondicionados no Galpão da Secretaria Municipal de Serviços Públicos e que 4 colaboradores da SEPUB do Setor Manilha fazem o carregamento do caminhão. Ademais, a Reciclanip/Policarpo envia somente um caminhão por coleta.

3.4.2.5.4. Logística Reversa de Óleos lubrificantes (e seus resíduos e embalagens)

Conforme já relatado acima, os óleos lubrificantes (e seus resíduos e embalagens) compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de

fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), os pontos de coleta de óleo são os postos de combustíveis (serviços de troca de óleo, posto revendedor, posto de abastecimento) oficinas, concessionárias de veículos, entre outros. No entanto, não há informações sobre um programa definido para a coleta e destinação final destes resíduos no município de São Pedro da Aldeia.

3.4.2.5.5. Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)

Conforme já relatado acima, os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs) compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Pesca, o município possuía ponto de entrega voluntária de equipamentos eletrônicos, no entanto, há alguns meses foi desativada. Assim, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), a Loja Vivo da rua Doutor Antônio Alves é atualmente um ponto de recebimento de produtos eletrônicos como celulares, carregadores, fones de ouvido e produtos de telefonia em geral. Para outros tipos de descartes, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relatou que não possui informações sobre o serviço de coleta e destinação final destes resíduos.

3.4.2.5.6. Logística Reversa de Produtos Agrotóxicos (e seus resíduos e embalagens)

Conforme já relatado acima, os produtos agrotóxicos (e seus resíduos e embalagens) compreendem uma das categorias em que a PNRS (2010) estabelece a obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e

implementar sistemas de logística reversa para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

De acordo com o Instituto Nacional De Processamento De Embalagens Vazias (InpEV), entidade Gestora do Sistema Campo Limpo e Sistema Brasileiro de Logística Reversa de Embalagens Vazias de Defensivos Agrícolas, o município de São Pedro da Aldeia não possui unidades de recebimento desse tipo de resíduo.

3.4.2.5.7. Logística Reversa de Óleos de Cozinha Pós Consumo

Diferentemente dos demais itens citados acima, a logística reversa de óleos de cozinha pós consumo não é obrigatória pela PNRS (2010), entretanto, de acordo com o PMSB (2013), no município de São Pedro da Aldeia, há um programa específico para coleta desse material, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia em conjunto com o Horto Escola Municipal. Atualmente há uma parceria entre a Prefeitura e a Empresa Óleo de São Pedro Comércio Ltda, que realizam a coleta e a reutilização do óleo vegetal.

3.4.2.6. Resíduos Volumosos

Os resíduos volumosos são materiais de grandes dimensões, como móveis, utensílios domésticos inservíveis e grandes embalagens. Devido ao seu tamanho, peso e formato, não são coletados pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, exigindo manejo especializado. O principal impacto desses resíduos é o grande volume que ocupam, tornando sua gestão essencial para evitar o acúmulo em áreas urbanas e facilitar o descarte adequado.

Conforme informações da Prefeitura Municipal (2024), esses resíduos são encaminhados para o Aterro Dois Arcos.

3.4.2.7. Resíduos Cemiteriais

Os resíduos cemiteriais são, em grande parte, semelhantes aos resíduos domiciliares, pois, incluem materiais gerados em instalações administrativas, banheiros e cantinas. Além disso, há resíduos de manutenção das áreas públicas, como varrição e

poda, e resíduos de construção dos jazigos. Os cemitérios se assemelham a aterros sanitários devido ao tipo de resíduo enterrado, predominantemente matéria orgânica. Ademais, durante a decomposição dos corpos, substâncias tóxicas, como putrescina e cadaverina, são liberadas, formando o necrochorume, que pode contaminar águas subterrâneas pela lixiviação (ALMEIDA, MACEDO, 2005; SILVA et al., 2008).

Desta forma, a Resolução CONAMA nº 335, de 28 de maio de 2003 estabeleceu as diretrizes básicas para construção de um cemitério em caráter de preocupação ambiental.

“Art. 8º: Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente.

Parágrafo único: Fica vedado o emprego de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo sepultado com o meio que o envolve, exceto nos casos específicos previstos na legislação.

Art. 9º: Os resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos deverão ter destinação ambiental e sanitariamente adequada” (BRASIL, 2003).

Posteriormente, foi alterada pela Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. No artigo 5º lê-se:

“I - o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias” (BRASIL, 2006).

A garantia de que os locais onde os cemitérios estão dispostos está de acordo com a legislação ambiental vigente é da Prefeitura Municipal, bem como o possível questionamento acerca de maiores informações. Contudo, não foi encontrada nenhuma legislação municipal que reforce este ponto.

Segundo informações prestadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024), o serviço de coleta e destinação de Resíduos Cemiteriais é prestado empresa terceirizada Cunha Paraíso Ambiental LTDA, tendo coletado e destinado nos últimos cinco anos um total de cerca de 22,080 toneladas. Além disso, o serviço de coleta e disposição dos resíduos cemiteriais possui rotas de coleta periódica mensal e são acondicionados sacos para resíduos infectantes em caminhão ou e furgão do tipo fiorino até a sua destinação final. O serviço possui uma equipe composta por 1 motorista e dois ajudantes, além de um caminhão e um furgão tipo fiorino a disposição.



O município conta com 2 (dois) cemitérios municipais, sendo eles o Cemitério Municipal Jardim Park da Saudade, localizado no bairro Retiro, e o Cemitério Municipal de São Pedro da Aldeia, localizado no Centro, e podem ser vistos na **Figura 46** abaixo.

Figura 46 – Localização dos Cemitérios Municipais.



Fonte: Autoria Própria (2024).

O tratamento desses resíduos é regulamentado pela Resolução Conama nº 358/2005, que estabelece diretrizes e critérios para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, abrangendo também aqueles originados de exumações.

Conforme especificado pelo Conama nº 358/2005, os resíduos de exumação devem passar por tratamento específico, com o objetivo de minimizar impactos ambientais e proteger a saúde pública. O tratamento deve ser conduzido de maneira a eliminar ou reduzir ao máximo os riscos associados aos materiais resultantes desse processo.

3.4.2.8. Resíduos do Serviço de Saneamento

Os serviços de saneamento básico, como o tratamento de água, esgoto sanitário e a drenagem e manejo de águas pluviais, resultam na geração de resíduos, principalmente lodos. Quando não gerenciados de forma adequada, esses resíduos podem representar um alto risco de poluição e contaminação de corpos d'água e solos.

Segundo o artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, tais resíduos são classificados como:

“Art. 13 Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

[...] e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c” [...]” (BRASIL, 2010).

Ou seja, os resíduos dos serviços públicos de saneamento básico são considerados todos aqueles que não comparáveis aos domiciliares e de limpeza urbana.

A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relata que no município o serviço para coleta e destinação final dos resíduos de serviços de saneamento possui coleta periódica diária e com o acondicionamento feito por meio de caminhão tanque combinado modelo vácuo/alta pressão, e sendo efetuado por 2 equipes, com cada uma tendo 1 ajudante e 1 motorista. Complementarmente, o município possui 2 caminhões equipados com mangueira e hidrojato a disposição, e dentre os materiais e equipamentos utilizados se tem: pá, enxada, cavadeira articulada e cavadeira de ferro. Os resíduos têm destinação final no aterro sanitário Dois Arcos.

Ademais, conforme citado anteriormente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca elaborou um questionário direcionado às Associações de Moradores, com perguntas específicas sobre os problemas e sugestões para os quatro componentes do saneamento básico do município. Quanto ao sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a resposta ao questionário contou com a contribuição de quatro bairros (Baixo Grande, Parque das Orquídeas, Porto do Carro e Recanto do Sol), que apresentaram suas demandas e dificuldades locais, conforme é mostrado abaixo.

- Baixo Grande: Necessidade de equipe de limpeza fixa, como forma de promover limpeza contínua e geração de empregos;
- Parque das Orquídeas: Caminhão de lixo não atende todas as ruas;
- Porto do Carro: Limpeza limitada à via principal, com coleta parcial em ruas secundárias;
- Recanto do Sol: Caminhão de lixo faz coleta algumas vezes por semana, mas ainda há acúmulo de lixo nas ruas.

3.4.3. COMPOSIÇÃO FÍSICA/GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A composição física ou gravimétrica dos resíduos sólidos refere-se ao percentual de cada tipo de material presente em uma amostra, em relação ao peso total dos resíduos analisados. Essa caracterização é essencial para entender a natureza dos resíduos gerados e planejar sua gestão adequada.

Entretanto, como o município de São Pedro da Aldeia não possui uma análise da composição gravimétrica de seus resíduos, se consultou as informações obtidas na literatura para a arbitração da composição gravimétrica que será usada no presente estudo.

Para os resíduos sólidos domiciliares e comerciais, utilizou-se as estimativas presentes no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2013), conforme **Quadro 34** abaixo:

Quadro 34 – Estimativa de Gravimetria dos Resíduos Gerados no Estado do Rio de Janeiro.

Municípios	Matéria Orgânica	Papel/Papelão	Plásticos	Vidro	Metais	Outros
Pequeno Porte (população até 100.000 habitantes)	56,72%	13,45%	18,63%	2,83%	1,58%	6,79%
Médio Porte (população de 100.001 a 1.000.000 habitantes)	53,03%	16,57%	19,69%	2,95%	1,49%	6,27%
Grande Porte (população acima de 1.000.001 habitantes)	53,28%	15,99%	19,14%	3,28%	1,57%	6,74%

Fonte: RIO DE JANEIRO (2013).

Com base nestas informações e na população atual do município, que corresponde a faixa de pequeno porte, se tem que serão utilizadas as seguintes composições gravimétricas para o presente estudo (RIO DE JANEIRO, 2013):

- Matéria Orgânica: 53,03%;
- Papel/Papelão: 16,57%;
- Plásticos: 19,69%;
- Vidro: 2,95%;
- Metais: 1,49%;
- Outros materiais: 6,27%, onde se considera os resíduos secos que possuem potencial de reciclagem, composto por materiais menos nobres.

Em relação aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) será considerado, pelo estudo previamente citado, a seguinte composição gravimétrica (RIO DE JANEIRO, 2013):

- Resíduos comuns não-recicláveis: 47%;
- Resíduos infectantes: 40%;
- Resíduos comuns recicláveis: 13%.

Já em relação aos Resíduos da Construção Civil (RCC) também se utilizou da composição gravimétrica informada no estudo previamente citado (RIO DE JANEIRO, 2013), conforme abaixo:

- Concreto: 50%;
- Areia e solos: 20%;
- Cerâmicas: 15%;
- Pedras: 5%;
- Plásticos: 4%;
- E outros materiais: 6%.

3.4.4. GERAÇÃO PER CAPITA

A geração per capita refere-se à quantidade de resíduos urbanos produzidos diariamente por cada habitante de uma região. Analisar a geração per capita é fundamental para entender os hábitos de consumo e descarte da população. Esse dado fornece insights sobre o volume de resíduos que cada indivíduo contribui, ajudando a identificar padrões de comportamento e a eficácia das políticas ambientais em vigor. Além disso, a análise da produção per capita pode revelar a necessidade de ajustes nas estratégias de gestão de resíduos e fomentar a implementação de medidas para reduzir a produção de lixo, promover a reciclagem e melhorar a sustentabilidade ambiental.

3.4.4.1. Geração de RSU

Conforme mencionado anteriormente, Política Nacional de Resíduos Sólidos define e engloba nos resíduos sólidos urbanos – RSU, os resíduos domiciliares (RDO) e os resíduos de limpeza urbana (RLU - ou Resíduos Sólidos Públicos - RPU).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os resíduos sólidos públicos (RPU) são recolhidos junto com os resíduos sólidos

domiciliares (RDO). Ainda de acordo com o SNIS, foram coletadas 42.299,0 toneladas de resíduos sólidos no ano de 2022, englobando tanto os resíduos domiciliares (RDO) quanto os resíduos públicos (RPU). Tendo-se em vista uma população atendida de 100.546 habitantes (SNIS, 2022), a produção per capita é de 1,15 kg/habitante por dia.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), os índices estimativos de produção per capita de resíduos sólidos urbanos podem ser adotados de acordo com a população urbana, como disposto no **Quadro 35**.

Quadro 35 – Valores de Coeficiente per Capita de Produção de Resíduos Sólidos Domiciliares em Função da População Urbana.

População (habitantes)	Produção de resíduos sólidos (kg/hab.dia)
Até 25.000	0,7
De 25.001 a 100.000	0,8
De 100.001 a 500.000	0,9
Acima de 500.000	1,1

Fonte: CETESB (2022).

Desta forma, a comparação com a literatura abordada evidencia que sua produção per capita está acima da esperada para uma cidade de seu porte. O **Quadro 36** apresenta os volumes de resíduos domiciliares coletados no período de 2019 a 2022, de acordo com o SNIS.

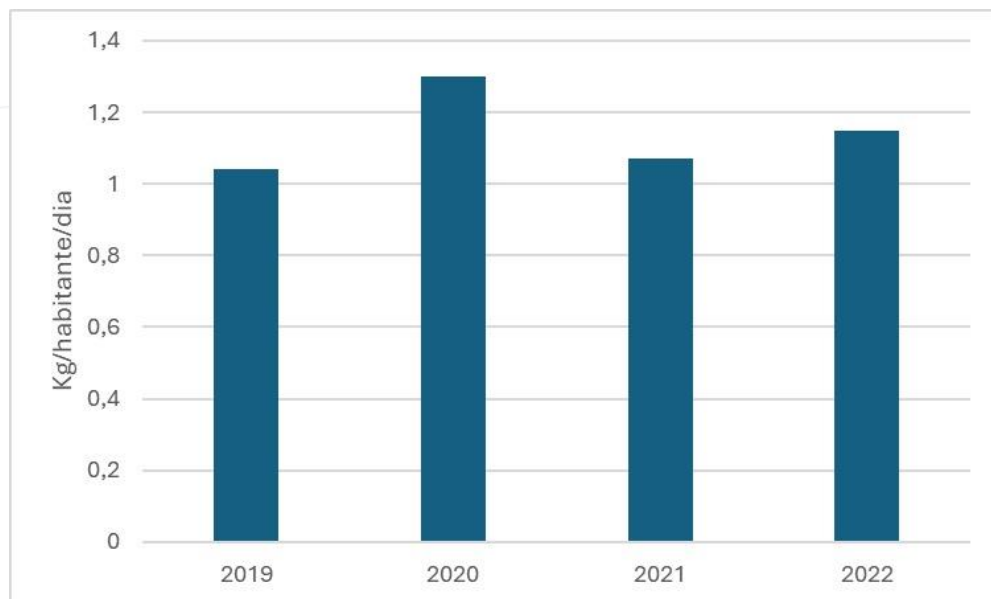
Quadro 36 – Volume de Resíduos Sólidos Urbanos Coletados por Ano.

Ano	Quantidade total de RDO e RPU coletada (ton)
2022	42.229,00
2021	42.163,60
2020	43.562,00
2019	39.536,30

Fonte: SNIS (2022).

Assim, a **Figura 47** apresenta o histórico da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares para o município no período de 2019 a 2022.

Figura 47 – Histórico da Produção Per Capita de Resíduos Sólidos Urbanos no Município.



Fonte: SNIS (2022). Adaptado por Autoria Própria (2024).

Ao analisar o histórico da geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) ao longo dos anos, observa-se um aumento significativo no ano de 2020, atingindo 1,3 kg/dia, possivelmente refletindo mudanças no consumo e nas práticas de descarte devido a eventos específicos, como a pandemia de COVID-19. No entanto, em 2021, a geração per capita diminuiu para 1,07 kg/dia, com um pequeno aumento no ano seguinte, alcançando 1,15 kg/dia em 2022.

3.4.4.2. Geração de RSS

A Política Nacional define os Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSS) como aqueles gerados nesses serviços, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), não foram apresentadas informações sobre a quantidade de RSS coletadas no ano de 2022. Além disso, não foi possível obter demais informações acerca da geração deste tipo de resíduo pela Prefeitura Municipal.

3.4.4.3. Geração de RCC

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define os resíduos da construção civil, como aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos e obras civis.

No caso do município de São Pedro da Aldeia, não há informações específicas disponíveis sobre a geração de RCC. Diante dessa lacuna, utilizou-se como referência o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (PERS, 2013), que fornece uma estimativa geral para a geração desse tipo de resíduo no estado. De acordo com o PERS (2013), a geração de RCC no Estado do Rio de Janeiro é estimada em aproximadamente 575 mil toneladas mensais.

Embora essa estimativa estadual não reflita diretamente a realidade local de São Pedro da Aldeia, ela serve como um indicativo do volume significativo de resíduos gerados por atividades de construção civil. Isso destaca a necessidade de uma gestão eficaz e de políticas específicas para o manejo adequado dos RCC no município, a fim de minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade no setor da construção civil.

3.4.5. ESTAÇÃO DE TRANSBORDO

A função principal de uma Estação de Transbordo é otimizar a logística do transporte de resíduos sólidos, reduzindo tanto o tempo quanto a distância percorrida pelos veículos coletores. Ela é localizada estrategicamente próximo ao centro de massa da geração de resíduos, e a estação permite que os resíduos sejam descarregados de caminhões menores e transferidos para veículos de maior capacidade, que realizam o transporte até o local de disposição final.

Isso não apenas diminui o número de viagens e o consumo de combustível, mas também contribui para a redução do desgaste das vias urbanas, emissão de gases poluentes e custos operacionais. Além disso, as Estações de Transbordo facilitam a gestão eficiente dos resíduos, melhorando a produtividade das operações e minimizando os impactos ambientais associados ao transporte de resíduos urbanos.

No município, a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) relata que não há estações de transbordo.

3.4.6. DISPOSIÇÃO FINAL

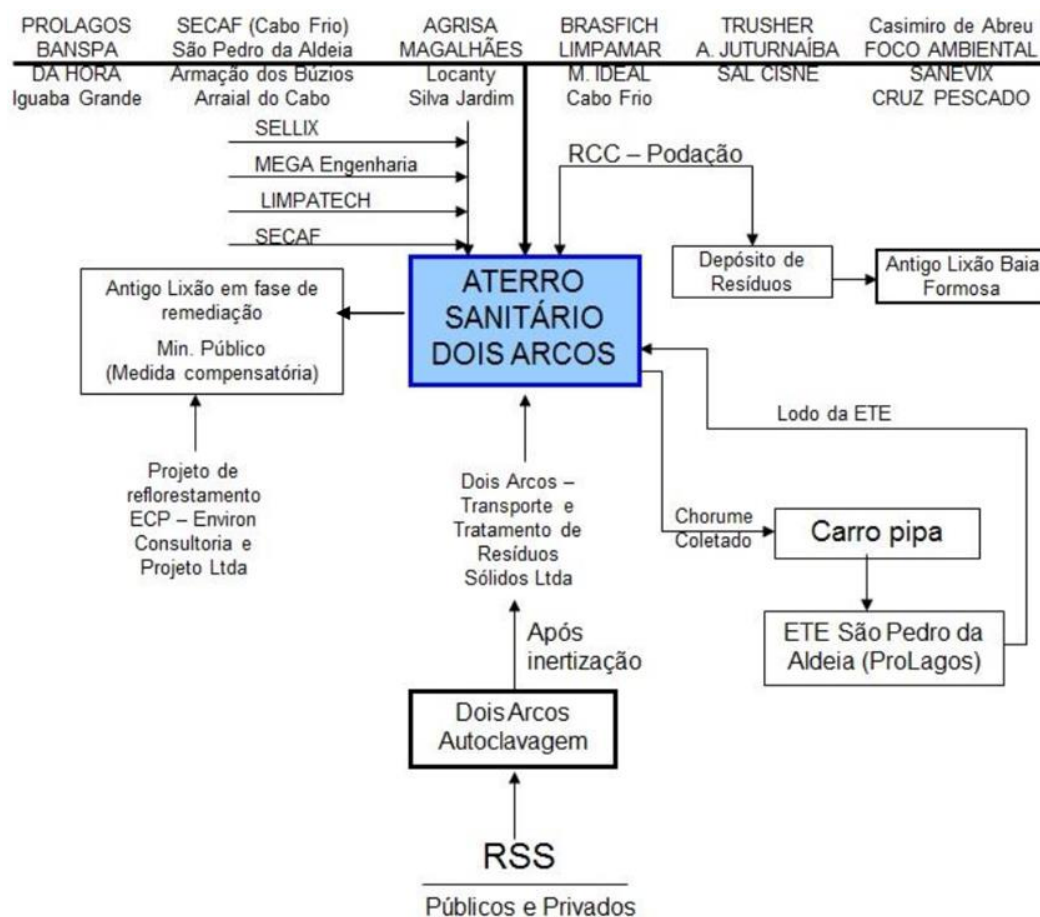
A disposição final de resíduos sólidos é uma etapa crítica no gerenciamento de resíduos, representando o destino último dos materiais que não podem ser reutilizados, reciclados ou tratados de forma econômica e ambientalmente viável. Após passar por processos de triagem, reciclagem e tratamento, os resíduos que não possuem potencial para reaproveitamento são encaminhados para a disposição final, que deve ser realizada de maneira controlada e segura para evitar contaminações e danos ao meio ambiente e à saúde pública.

Os principais métodos de disposição final incluem os aterros sanitários, aterros controlados, e, em alguns casos, a incineração. Aterros sanitários são instalações projetadas com sistemas de impermeabilização, drenagem de lixiviados e captação de gases, garantindo que os resíduos sejam confinados de maneira a minimizar impactos ambientais, como a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Já os aterros controlados, embora sejam uma melhoria em relação aos lixões, ainda apresentam limitações na gestão dos impactos ambientais.

A incineração, por sua vez, é uma alternativa que consiste na queima controlada dos resíduos para a redução do volume e potencial geração de energia. Contudo, é uma técnica que exige cuidado rigoroso devido às emissões atmosféricas e à necessidade de controle de poluentes gerados no processo.

A escolha da técnica de disposição final deve ser baseada em critérios técnicos, econômicos e ambientais, sempre priorizando a minimização dos impactos negativos. Além disso, o gerenciamento adequado da disposição final é essencial para garantir que os resíduos sejam tratados de forma responsável, reduzindo riscos ao meio ambiente e à saúde da população.

O município de São Pedro da Aldeia possui uma área licenciada para a disposição final de resíduos Classe II-A, não-inertes. Esse aterro sanitário privado localizado no município é da empresa DOIS ARCOS – Transporte e Tratamento de Resíduos Sólidos Ltda, e teve sua operação iniciada em novembro de 2007.



Fonte: PMSB (2013).

O PMSB (2013) relata que há estudos que indicam que a Vida Útil do aterro sanitário Dois Arcos poderá ser ampliada até o ano de 2029, e tendo um volume geométrico final para aterramento previsto de resíduos de 1.324.480,36 m³. Além disso, abaixo estão elementos componentes do projeto original:

- Impermeabilização por manta de PEAD de 2,0 mm;
- Área com cercamento, tendo barreira vegetal e revegetação;
- Cobertura com solo compactado ($h = 0,60\text{m}$, declividade 1%);
- Plano de monitoramento de efluentes líquidos do Aterro e das Massas de água do seu entorno, sub-superficiais;

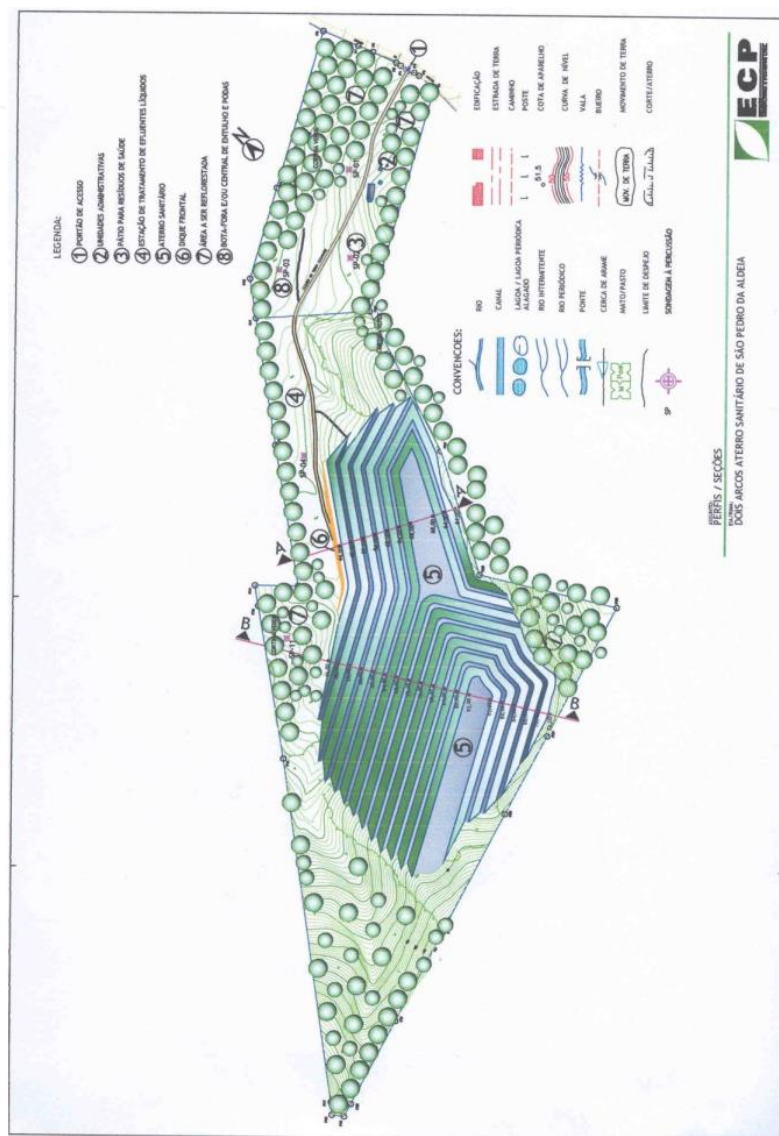
- 5 Poços de Monitoramento (NBR 14.623 e 13.895) em PVC – 2”;
- Marcos Planialtimétricos Referenciais (RN) – para controle das deformações;
- Piezômetros – marcos regulatórios;
- Chaminés para coleta dos gases drenados;
- Remediação do antigo lixão, com retirada dos catadores, cercamento da área, reflorestamento, cobertura vegetal, barreira vegetal com revegetação e reflorestamento, monitoramento do aquífero (3 poços);
- Vias de acesso, com Área de Guarita, Balança e Administração;
- Lagoa para coleta do chorume e tratamento de efluentes líquidos para 0,25 l/s / 0,54 l/s, DBO = 2.500 mg/l e DQO= 6.500 mg/l;
- Jazida interna de solos;
- Drenagem de águas pluviais superficiais, com tanques (02) de coleta;
- Tratamento do chorume por evaporação em dois módulos
- Geração de gases – 15 mil toneladas (PMSPA) e 31,76 mil toneladas (outros municípios);
- Projeto do aterro (básico) e áreas de expansão;
- Área de influência direta com raio de 1,0 km (ECP);
- Planta de locação da área, conforme **Figura 49** (ECP) e Planta do aterro projetado, conforme **Figura 50** (EIA/RIMA).

Figura 49 – Planta do Aterro Sanitário Dois Arcos.



Fonte: PMSB (2013).

Figura 50 – Perspectiva do Aterro Sanitário Dois Arcos.



Fonte: PMSB (2013).

Também se tem o Projeto de Reflorestamento no antigo lixão da Fazenda do Pau Ferro, realizado pela ECP – Environ Consultoria e Projetos Ltda, e que é uma medida compensatória determinada pelo Ministério Público. Possuindo os seguintes objetivos:

- Curto Prazo: Revegetação da área e mitigação do impacto visual;
- Médio Prazo: Estabelecimento de sucessão ecológica, melhoria das propriedades do solo e reaproveitamento da fauna;
- Longo Prazo: Garantir a sustentabilidade do processo de recuperação, promover a interação dinâmica entre solo, planta e animal, e possibilitar o uso futuro da área.

O Aterro Sanitário Dois Arcos funciona nos 7 dias da semana e nas 24 horas do dia, possui uma área licenciada é de 382.069,26 m², sendo utilizada a área de 170.363,45 m². E existe projeto previsto de expansão da área na escala de 203.956,98 m², e já pertencente a empresa. Ele possui Licença de Operação emitida pelo INEA de nº FE 013200.

O chorume (líquido percolado) do aterro sanitário é coletado em um tanque impermeabilizado com geomembrana e transportado por caminhão pipa de 11 m³ até a ETE São Pedro da Aldeia, gerida pela Prolagos. Como compensação, o lodo gerado na ETE é transportado pela Prolagos e descartado no aterro sanitário de Dois Arcos.

3.4.7. CONTRATO DE SERVIÇOS

O direito humano à água tratada, coleta e tratamento de esgoto e a um ambiente limpo e saudável é garantido na Constituição Federal de 1988 e, desta forma, são considerados direitos fundamentais. A garantia destes deu início aos primeiros esforços para a universalização dos serviços de saneamento básico.

De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2019), a ONU reconhece em seus relatórios a evolução no atendimento da população brasileiras dos anos 2000 a 2017, mesmo que de forma desigual e deficiente. Uma das justificativas para a ineficiência dos sistemas é a área continental do país e a defasagem entre os investimentos efetivamente realizados e o montante necessário para a universalização.

Desta maneira, a promulgação da Lei nº 11.445/2007 marcou os primeiros aspectos do processo de licitação e concessão dos serviços de saneamento, além de estabelecer as diretrizes nacionais para o saneamento básico, estipulando metas de atendimento.

“Art. 10. A prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação, nos termos do art. 175 da Constituição Federal, vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária” (BRASIL, 2007).

A gestão de resíduos sólidos é um dos quatro serviços de saneamento básico, estando intrinsecamente relacionado com o abastecimento de água tratada, a coleta de

esgoto e o manejo das águas pluviais. Sendo assim, é de suma importância na garantia do bem-estar social.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define que os resíduos devem ter uma destinação final ambientalmente correta quando esgotadas as suas possibilidades de reutilização e reciclagem. Esta destinação deve ser realizada por algum tratador autorizado e com licenciamento ambiental para tal atividade.

O município, desta maneira, possui contratos de serviços para atendimento das necessidades da população, conforme exemplificado no **Quadro 37**.

Quadro 37 – Relação dos Contratos de Serviços de Resíduos Sólidos.

Contrato	Ano	Vigência	Tipo	Valor	Objeto
57/2023/2024	2024	01/05/2025	Aditivo	R\$ 4.288.538,52	Contratação de empresa especializada e devidamente licenciada pelos órgãos competentes para realizar a prestação dos serviços de disposição final dos resíduos provenientes da coleta urbana, tratamento e disposição final dos resíduos provenientes dos serviços de saúde.
43/2021/2024	2024	23/05/2025	Aditivo	R\$ 679.512,00	Contratação de empresa para os serviços de coleta, transporte, armazenamento temporário e destinação final de resíduos resultantes do processo de exumação com fornecimento de sacos infectantes para a segregação dos resíduos. .
54/2020/2024	2024	07/12/2024	Aditivo	R\$ 3.033.030,72	Contratação de empresa especializada em prestação de serviços de varrição, capina e raspagem, caiação de guias de meio fio, postes e protetores de árvores nas ruas, praia e logradouros públicos em geral.
65/2019/2023	2023	30/09/2024	Aditivo	R\$ 11.682.637,08	Contratação de empresa ou consórcio de empresas de engenharia especializadas para a execução de serviços de coleta, transporte de resíduos domiciliares e/ou coleta de resíduos de serviços de saúde.

Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024); Autoria Própria (2024).

3.4.8. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PROGRAMAS AMBIENTAIS

Uma das primeiras menções legais à Educação Ambiental foi por meio da Lei nº 9.795, de 2 de abril de 1999, conhecida como Política Nacional de Educação Ambiental, onde há em seu artigo 1º:

“Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999).

A Educação Ambiental busca formar indivíduos conscientes e capazes de agir em seus territórios, levando em conta os problemas locais e globais, com foco em sociedades sustentáveis e consumo consciente. Segundo Sirvinskas (2003), essa educação deve estar alicerçada na ética ambiental, que trata dos valores e comportamentos humanos em relação ao meio ambiente, e isso envolve a compreensão da importância de preservar e conservar os recursos naturais essenciais para a continuidade da vida no planeta.

Com isso, se tem os programas e projetos de educação ambiental existentes no município:

Com isso, se tem os programas e projetos de educação ambiental existentes no município e as ações realizadas em 2023, conforme informações prestadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024):

- Ação de Conscientização da Comunidade Escolar sobre o descarte correto do lixo e a limpeza do bairro – (Escola Municipal Luiza Terra);
- Projeto: Adote uma árvore (Escola Municipal Antônio Vaz);
- Contação de Histórias - O mundinho (Escola Municipal Flonete Alexandrino e Escola Municipal Elízio Ignácio Rangel);
- Educação Ambiental na Prática, parceria com a Coordenação de Educação Inclusiva e com a Secretaria Municipal de Agricultura Abastecimento e Trabalho;
- Movimento Rio de Águas Limpas (2023) - Parcerias com empresas e ONG'S, para o desenvolvimento de projetos nas Unidades Escolares Municipais, em conjunto com a PROLAGOS e o Instituto Libertas, conforme **Figura 51**.

Figura 51 – Movimento Rio de Águas Limpas (2023).



Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024).

- Coordenação da Ala 9: É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não ouve, conforme **Figura 52**;

Figura 52 – Coordenação da Ala 9: É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não ouve.



Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024).

- Ed. Ambiental aplicada ao Ensino de Matemática (Escola Municipalizada Vidal de Negreiros);
- Experimento – Elaboração de horta escolar (Escola Municipal Luiza Terra de Andrade);
- Educação Ambiental Extramuros - Dia Mundial da Água: Plantio de árvores nativas (Escola Municipal Francisco Paes)
- Formação dos docentes da Rede Municipal de Educação de São Pedro da Aldeia:
 - Oficina de aproveitamento integral dos alimentos;
 - Oficina de elaboração de Horta Urbana;
 - Oficina de Sabão;
- Elaboração de documentos para a implementação da Política de Educação Ambiental, PROMEA e Pré- Conferência do CONAE com o Eixo 7: Educação comprometida com a justiça social, a proteção da biodiversidade, o desenvolvimento socioambiental sustentável para a garantia de uma vida com qualidade e enfrentamento das desigualdades e da pobreza;
- Formação Continuada com o Programa De Mentorias Aos Municípios INEA Ciclo ProMeas – 2023.

O Município de São Pedro da Aldeia possui a Política Pública de Educação Ambiental, que foi instituída através da Lei nº 3.200, de 14 de maio de 2024, e o Programa Municipal de Educação Ambiental, instituído através do Decreto nº 097, de 22 de agosto de 2024.

3.4.9. RECEITA E DESPESA MUNICIPAL COM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O município não cobra diretamente dos usuários os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, como por exemplo, a taxa de coleta de lixo convencional. Entretanto, o ICMS Verde arrecadado anualmente e transferido pelo INEA para a Prefeitura Municipal é utilizado como fonte de receita para os serviços.

Em relação as despesas, o SNIS (2022) mostra que a despesa média por empregado alocado nos serviços do manejo de RSU (IN002) foi de R\$ 63.711,34/ano. A incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura (IN003) ficou em torno de 3,08%. Por outro lado, se tem que a incidência das despesas com empresas contratadas para execução de serviços de manejo RSU nas despesas com manejo de RSU (IN004) ficou em 100%, e que 0% dos empregados no manejo do RSU são próprios da prefeitura (IN007), sendo 100% são do serviço terceirizado (IN008). Complementarmente se tem que 1,29% do total de empregados no manejo de RSU são do eixo gerencial e administrativo, e que 32,26% são coletadores ou motoristas (IN025).

Também se tem que o custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU) ficou em R\$ 213,25/tonelada (IN023) e a incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU (IN024) foi de 91,19%.

A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024) também relatou que nos últimos cinco anos houve um custo total operacional com a disposição final da limpeza urbana e do manejo de resíduos sólidos urbanos de cerca de R\$ 4.288.538,52.

3.4.10. ÁREAS CONTAMINADAS E PASSIVOS AMBIENTAIS

Passivo ambiental

O termo passivo ambiental refere-se às obrigações de uma empresa ou indivíduo em relação ao meio ambiente, particularmente no que diz respeito à recuperação de

áreas degradadas ou à reparação de danos ambientais. De acordo com Sánchez (2005), o reconhecimento mais comum de um passivo ambiental ocorre quando essas obrigações resultam de exigências legais, como, por exemplo, a necessidade de restaurar uma área contaminada ou de compensar os danos causados ao meio ambiente. O valor necessário para a recuperação ou reparação dessas áreas constitui o montante do passivo ambiental, refletindo diretamente nas responsabilidades econômicas da entidade envolvida.

Nesse contexto, a Resolução CONAMA 420, de 28 de dezembro de 2009, estabelece critérios e valores orientadores para a qualidade do solo em relação à presença de substâncias químicas. Além disso, a resolução define diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias, resultantes de atividades humanas. A norma é fundamental para orientar as ações de remediação e minimizar os impactos ambientais, determinando as responsabilidades e os procedimentos que devem ser adotados para a descontaminação do solo e a mitigação dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

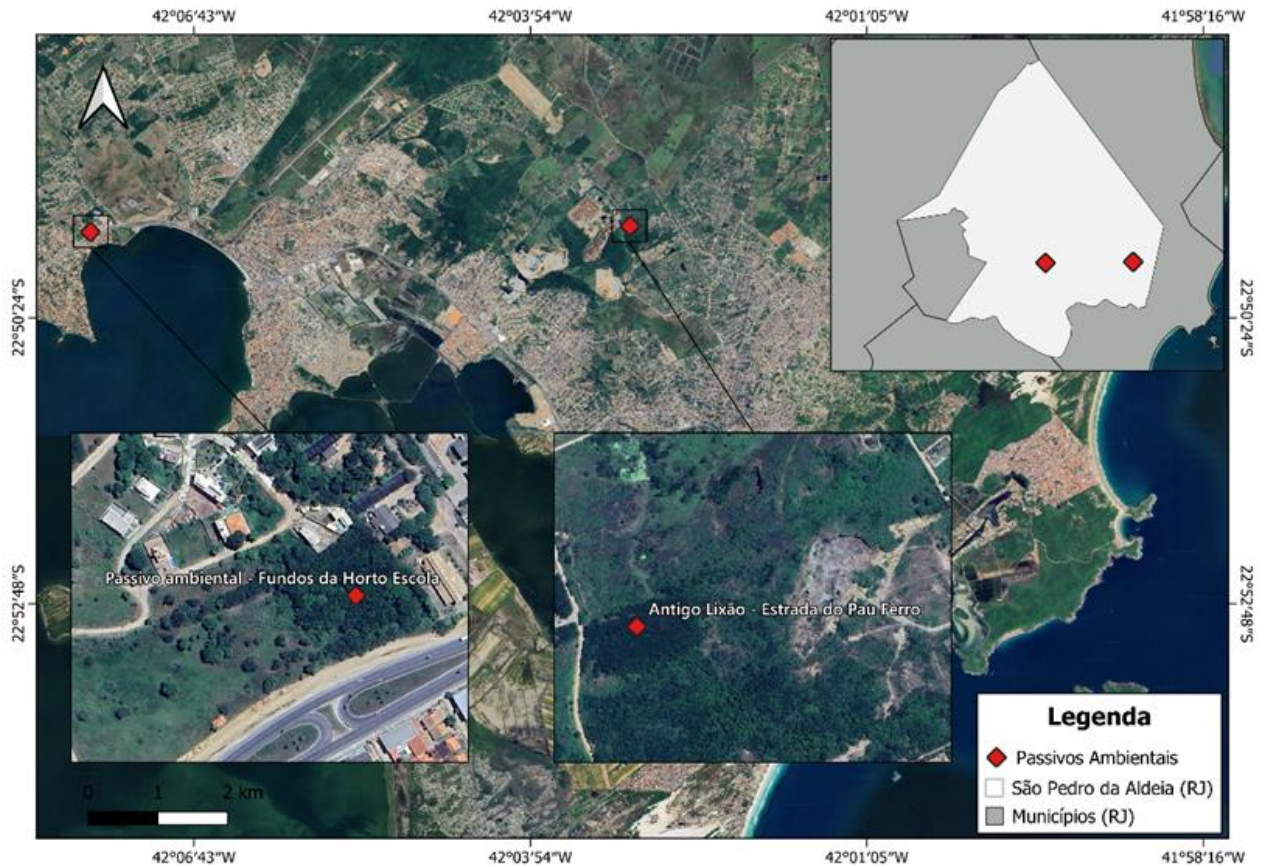
O passivo ambiental, portanto, não apenas implica uma responsabilidade legal e financeira para as empresas e indivíduos, mas também representa um compromisso ético com a sustentabilidade e a proteção do meio ambiente.

De acordo com o PMSB (2013), no município de São Pedro da Aldeia se tem 2 (duas) áreas consideradas como passivos ambientais, tendo em vista que já foram um lixão. A primeira delas está localizada no Horto Escola. Esta área está passando por um processo de recuperação (remediação) em conformidade com um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) firmado entre o Município e o Ministério Público.

A segunda área situa-se na Estrada Pau Ferro, em frente ao Aterro Sanitário DOIS ARCOS, onde estava localizado o antigo lixão de São Pedro da Aldeia. Esta área também está em plena recuperação (remediação), resultado de um acordo entre a Prefeitura Municipal, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), o Ministério Público e a Empresa DOIS ARCOS. A área, que atualmente está completamente cercada, já não apresenta vestígios superficiais do antigo lixão. Assim, a **Figura 53** mostra as áreas em recuperação.



Figura 53 – Áreas em recuperação – Passivo Ambiental.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Ademais, os pontos recorrentes de descarte irregular de lixo estão localizados principalmente às margens das estradas, com destaque para a Estrada Pau Ferro e a Estrada da Caveira. A Prefeitura realiza a coleta regular nesses locais de descarte inadequado.

3.4.11. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de São Pedro da Aldeia enfrenta diversos desafios que comprometem sua eficiência e sustentabilidade. Um dos principais problemas é o aumento populacional durante os períodos de veraneio, como Ano Novo e Carnaval, o que sobrecarrega o sistema de coleta e manejo de resíduos, resultando em acúmulos e ineficiências.

A ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolições, assim como a falta de ECOPONTOS, agrava o descarte inadequado desses

Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro da Aldeia/RJ
Produto 07 – Versão Final do PMSB e PMGIRS

resíduos, prejudicando o meio ambiente. Além disso, a inexistência de um programa estruturado de coleta seletiva urbana limita a reciclagem e aumenta a quantidade de resíduos enviados para aterros.

A implementação de uma taxa de lixo, cobrada pela Prefeitura Municipal pelos serviços de coleta regular, transporte e destinação final de resíduos sólidos urbanos (RSU), é uma medida necessária para garantir um financiamento mais adequado desses serviços.

Outro ponto importante é a falta de integração entre os diversos agentes municipais envolvidos na gestão de resíduos, o que resulta em uma fragmentação de esforços e reduz a eficácia das ações realizadas.

A ausência de um estudo ou plano voltado para a coleta seletiva de materiais orgânicos, que viabilize a ampliação de programas de compostagem, vermicompostagem ou produção de bioenergia, ressalta a necessidade urgente de estratégias para o aproveitamento sustentável desses resíduos. Além disso, a falta de acordos setoriais definidos para a logística reversa dificulta a gestão adequada de resíduos de destinação complexa, como eletroeletrônicos e embalagens.

A carência de programas que incentivem a coleta seletiva em grandes geradores de resíduos, como supermercados, escolas e órgãos públicos, também limita significativamente o potencial de reciclagem no município.

Em resumo, o diagnóstico do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de São Pedro da Aldeia revela várias deficiências estruturais e de gestão que exigem atenção urgente. Apesar de algumas iniciativas promissoras, é evidente a necessidade de uma abordagem mais integrada, planejada e regulamentada para assegurar um manejo eficiente, sustentável e inclusivo dos resíduos sólidos no município.

3.5. REVISÃO DO DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Neste capítulo, será realizado um diagnóstico detalhado dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais do município de São Pedro da Aldeia, examinando todas as suas unidades constitutivas. Seu objetivo é oferecer uma análise abrangente e minuciosa de cada componente do sistema.

Complementarmente, o presente capítulo visa identificar as áreas críticas e as oportunidades para aprimoramento, com o intuito de melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços prestados pelo sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais de São Pedro da Aldeia, tendo as seguintes seções:

Este capítulo apresenta o diagnóstico dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais no município de São Pedro da Aldeia e se divide nas seguintes seções:

- Seção 3.5.1 Considerações Iniciais
- Seção 3.5.2 Detalhamento do Sistema de Drenagem
- Seção 3.5.3 Principais riscos associados
- Seção 3.5.4 Manutenção do Sistema de Drenagem
- Seção 3.5.5 Arranjo Institucional do Sistema de Planejamento e Gestão
- Seção 3.5.6 Identificação de Planos, Programas e Projetos em desenvolvimento, já desenvolvidos ou em elaboração na temática da Drenagem Urbana
- Seção 3.5.7 Despesas de Custeio e Investimento
- Seção 3.5.8 Contratos de Serviços
- Seção 3.5.9 Análise Crítica do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

3.5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Por muito tempo, a drenagem urbana no Brasil foi negligenciada no planejamento das cidades, e com o rápido crescimento das áreas urbanas, a drenagem passou a ser um aspecto secundário no planejamento das expansões municipais.

Nesse momento, o sistema viário passou a incorporar as várzeas dos rios, com muitos córregos sendo retificados e canalizados, seja a céu aberto ou em galerias.

Embora essas soluções tenham diminuído os prejuízos nas áreas afetadas, acabaram por transferir as inundações para regiões mais a jusante.

A partir da década de 90, novos conceitos surgiram, propondo o retardamento do escoamento para aumentar os tempos de concentração e reduzir os picos de vazão, substituindo as soluções de escoamento rápido por estratégias que desaceleram o fluxo e amortecem a água. Atualmente, as soluções buscam reter os escoamentos nas áreas próximas a suas origens (RIBEIRO, 2021).

Conforme relata Pinheiro (2019), a implementação dos sistemas de drenagem urbana no Brasil ocorreu em três fases. Com a primeira, no século XIX, sendo a fase "higienista", marcada pelas primeiras canalizações de águas pluviais em cidades importantes do Brasil. Em seguida, na fase da "racionalização", desenvolveu-se o Método Racional, originado nos EUA e Inglaterra, que padronizou os cálculos hidrológicos para obras hidráulicas. Essa fase foi influenciada pelo estudo "Chuvvas Intensas no Brasil" (1957), do engenheiro Otto Pfafstetter do antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), que estabeleceu relações entre intensidade, duração e probabilidade de chuvas, essenciais para a aplicação do Método Racional no país.

Ademais, surgiu nesse momento o conceito de avenidas sanitárias, que integrava a macrodrenagem ao sistema viário, utilizando fundos de vale para o escoamento de efluentes. E tendo com ambas as fases resultando em extensas obras de canalização.

A terceira fase, "hidrologia urbana", surgiu nos anos 1970, inspirada em experiências de países desenvolvidos e focada em mitigar os impactos da urbanização no ciclo hidrológico, e que se beneficiaram, neste período, de tecnologias mais avançadas para a coleta de dados e para o desenvolvimento de modelagens hidráulicas e hidrológicas.

Atualmente, o Brasil está em transição para uma nova fase, ainda sem uma denominação específica, mas que tem sido referida como "drenagem sustentável" ou "manejo sustentável de águas pluviais".

No Brasil, uma das primeiras legislações sobre recursos hídricos foi o Decreto Federal nº 24.643, de 1934, conhecido como "Código das Águas", que abordava

questões relacionadas à água, incluindo seu uso em áreas urbanas. Posteriormente, em 1997, foi promulgada a Lei Federal nº 9.433, chamada de "Lei das Águas", que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos e teve um papel crucial na gestão dos recursos hídricos no país, abrangendo também o manejo das águas pluviais.

Em seguida, foi promulgada a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabeleceu a Política Nacional de Saneamento Básico, instituindo as diretrizes nacionais para o saneamento, com a drenagem urbana como um componente imprescindível. Esta lei definiu os princípios e as orientações para a prestação de serviços de saneamento, além das responsabilidades das diferentes instâncias de governo (União, estados e municípios) na promoção da drenagem urbana.

Atualmente, se tem a Lei 14.026/2020, conhecida como Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, e que trouxe atualizações importantes para a gestão do saneamento básico no Brasil, abordando a regulação e a prestação de serviços, incluindo a gestão da drenagem urbana. De acordo com essa lei, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas são:

(...) constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes" (BRASIL, 2020).

No âmbito estadual, destaca-se o Plano Estadual de Recursos Hídricos, definido pela Lei nº 3.239/1999, que orienta a gestão dos recursos hídricos e a proteção dos corpos d'água, incluindo as diretrizes de controle das cheias, a prevenção das inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas.

No âmbito do município de São Pedro da Aldeia, o principal instrumento normativo é o Plano Diretor Participativo, estabelecido pela Lei Complementar nº 40 de 2005 e que aborda a Drenagem Urbana e o Manejo das Águas Pluviais em alguns pontos, como em seu artigo nº. 79:

"Art. 79. O Plano Diretor de Drenagem tem por finalidade garantir o adequado escoamento das águas pluviais, evitando que as mesmas causem danos ao meio ambiente urbano, devendo para tanto, conter o seguinte conteúdo mínimo:

I - definição, das áreas de microdrenagem, de mesodrenagem e de macrodrenagem;

II - planejamento, implantação, manutenção, limpeza, licenciamento e fiscalização da rede de microdrenagem;

III - exigência de implantação de rede de drenagem pelo parcelador do solo;

IV - organização do cadastro da rede de drenagem, para apoio do planejamento e da conservação dos sistemas;

V - elaboração do plano de drenagem, em colaboração com o órgão estadual competente;

VI - preservação e conservação dos cursos de água do município;

VII - exigência da pavimentação imediata e adequada do logradouro em áreas de afluência acentuada, após a implantação da rede de drenagem, para garantia de sua preservação;

Parágrafo único. A exigência a que se refere o inciso VII considerará as taxas de permeabilização definidos para cada zona." (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2005).

Além disso, também se tem o artigo nº. 118 e o artigo nº. 119, ambos da Seção III (Do Programa de Drenagem) e contidos no Capítulo V (Da Política de Saneamento), e que tratam das definições e diretrizes do respectivo programa, conforme abaixo:

"Art. 118. O Programa de Drenagem compreende as ações relativas à micro drenagem e tem por objetivo a solução dos problemas relacionados ao escoamento de águas superficiais no Município.

Parágrafo único. Todos os projetos de obras de drenagem, inclusive aqueles a serem executados em áreas rurais por órgãos estaduais ou federais competentes ou ainda por iniciativa privada, deverão submeter ao órgão do meio ambiente municipal.

Art. 119. O Programa de Drenagem obedecerá às seguintes diretrizes:

I - elaboração de um Plano de Drenagem que estabelecerá normas e procedimentos relativos à implantação, despoluição ou reforma da rede existente e dos corpos hídricos utilizados para este fim;

II - criar um cadastro e desenvolver um plano de manutenção e conservação do sistema de drenagem superficial;

III - implantar uma rede de esgotamento pluvial com dimensões compatíveis com as áreas de contribuição, nos fundos de vales e nas áreas que apresentem enchentes nos períodos de chuvas;

IV - proteger as lagoas de modo que nenhuma intervenção possa ocorrer sem a prévia autorização pelo órgão do meio ambiente municipal." (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2005).

Com isso, se observa que o município, pelo seu Plano Diretor Participativo vigente, possui uma série de diretrizes visando a gestão completa da drenagem urbana e do manejo de águas pluviais.

Por fim, se tem que nos próximos subtópicos foi efetuado um diagnóstico detalhado do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de São Pedro da Aldeia, examinando todas as suas unidades constitutivas. Tendo como objetivo a realização de uma análise abrangente e minuciosa de cada componente do sistema, desde a etapa de macrodrenagem até a etapa de microdrenagem.

Atualmente, a gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de São Pedro da Aldeia é de responsabilidade da Secretária de Municipal de Serviços Públicos, conforme a Lei Complementar nº 184, de 28 de dezembro de 2021. Suas atribuições são:

- Conservar e manter a infraestrutura urbana da cidade, incluindo suas vias e cemitérios, além da prestação dos serviços de limpeza urbana e iluminação pública;
- Promover a execução dos serviços de limpeza das vias urbanas, coordenando e fiscalizando os serviços de utilidade pública de interesse da municipalidade;
- Coordenar, controlar e fiscalizar os serviços públicos concedidos ou permitidos, no que é pertinente à sua competência e atribuições;
- Planejar e executar a reciclagem de entulhos de obras, em articulação com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca;
- Efetuar pequenos reparos em vias e passeios públicos;
- Realizar pequenas obras em próprios municipais;
- Promover a guarda, conservação, reparos e manutenção de viaturas e equipamentos vinculados à Secretaria Municipal de Serviços Públicos;
- Administrar o cemitério público municipal, mantendo atualizados os livros de assentamentos obrigatórios;
- Levantar periodicamente as necessidades materiais do cemitério, suprindo-as de modo a manter o seu regular funcionamento;
- Manter, de forma atuante e permanente, um plantão social;
- Proceder à fiscalização de cemitérios pertencentes a entidades particulares;

- Gerenciar a utilização, tanto gratuita quanto onerosa, das capelas mortuárias;
- Executar os serviços de manutenção e conservação de estradas vicinais;
- Desempenhar outras atividades afins.

Além disso, a Secretaria de Municipal de Serviços Públicos possui o Setor de Saneamento, e que tem como competência:

- Executar as diretrizes de governo voltadas para as intervenções urbanas referentes às obras públicas de construção e de saneamento básico.

Entretanto, ocorre que diversos trechos da malha de drenagem do município são utilizados como separadores absolutos, e assim, são utilizados como malhas de esgotamento sanitário do tipo Coleta a Tempo Seco (CTS), e com esta etapa sendo de responsabilidade da Concessionária PROLAGOS, que realiza a gestão do esgotamento sanitário do município (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013).

3.5.2. DETALHAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

O sistema de drenagem é um componente essencial para a infraestrutura urbana, sendo projetado para gerenciar a água pluvial, prevenir inundações, minimizar a erosão e proteger o meio ambiente. E sua função é coletar, transportar e dispor adequadamente as águas pluviais, garantindo que não se cause danos às áreas urbanas e/ou rurais. Para a uma melhor compreensão desse sistema é útil dividi-lo em dois níveis principais: a microdrenagem e a macrodrenagem.

A microdrenagem é responsável pela gestão da água pluvial em áreas locais ou menores, como ruas, calçadas, pátios e estacionamentos. Esse sistema visa evitar as enchentes em ambientes urbanos, garantindo que a água da chuva seja coletada e direcionada para estruturas adequadas de escoamento, como bueiros, sarjetas e canais de menores diâmetros. Além disso, a microdrenagem também abrange a gestão das águas pluviais em propriedades individuais e em pequenas bacias hidrográficas.

Por outro lado, a macrodrenagem envolve os sistemas de drenagem de grande escala, como rios, córregos e bacias hidrográficas inteiras. Seu principal objetivo é controlar as enchentes e gerir os recursos hídricos de forma sustentável em áreas amplas. Além disso, a macrodrenagem inclui a construção de reservatórios, canais de

maiores diâmetros, diques e barragens para regular o fluxo de água durante períodos de chuvas intensas.

Ambos os níveis de drenagem, micro e macrodrenagem, desempenham papéis complementares na proteção contra as inundações e no gerenciamento sustentável dos recursos hídricos. O equilíbrio entre esses dois níveis é crucial para a eficácia do sistema de drenagem em qualquer região. Ademais, o planejamento adequado em conjunto com uma frequência de manutenção regular e a consideração das condições locais são fundamentais para garantir que o sistema de drenagem seja eficiente e sustentável.

3.5.2.1. Mapeamento do Sistema Hidrográfico

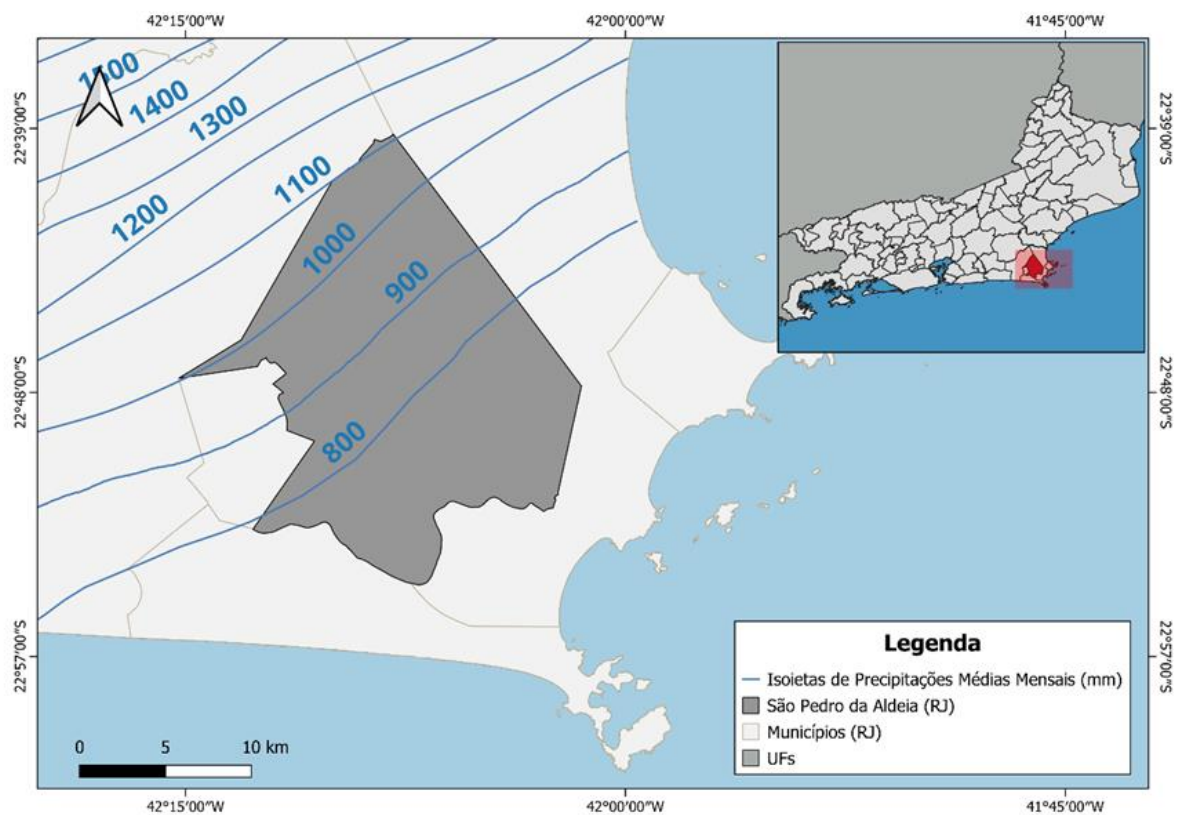
Este tópico explora o sistema hidrográfico do município de São Pedro da Aldeia, abordando desde as características pluviométricas da região até o mapeamento da hidrografia local, além das principais sub-bacias hidrográficas que influenciam o perímetro urbano. Ademais, também são discutidos outros aspectos relevantes para o estudo.

3.5.2.1.1. Caracterização da Pluviometria do Município

Em relação à precipitação, o Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2024) mostra que o município de São Pedro da Aldeia se situa em volta 4 (quatro) isoietas¹, com o seu território zona rural e mais ao norte estando entre as isoietas de precipitação média em torno de 800 mm/ano até 1100 mm/ano. Já a região a área urbana do município e demais regiões registram uma precipitação média em torno dos 800 mm/ano (SGB, 2023), como pode ser observado na Figura 54.

¹ As "isoietas" são linhas imaginárias que representam a distribuição espacial das precipitações pluviométricas em um determinado local ou região durante um período específico.

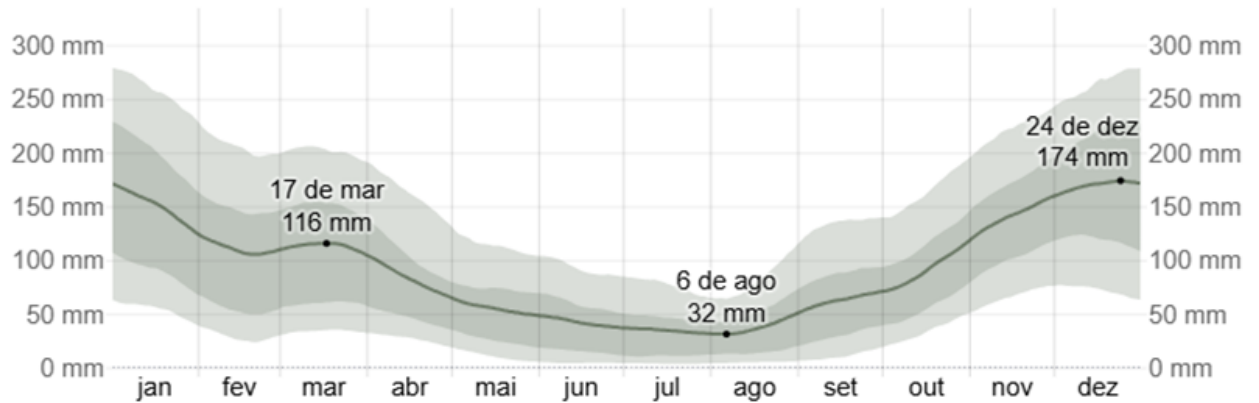
Figura 54 – Isoietas de Precipitação Média Anual na Região de São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024).

A Figura 55 mostra a precipitação média mensal do município, onde pode ser observado que o município registrou os níveis mais elevados de precipitação média mensal nos meses que abrangem de novembro a março, o que indica que esse período do ano se destaca como o mais crítico em termos de riscos associados a inundações e enchentes no município.

Figura 55 – Precipitação média mensal.



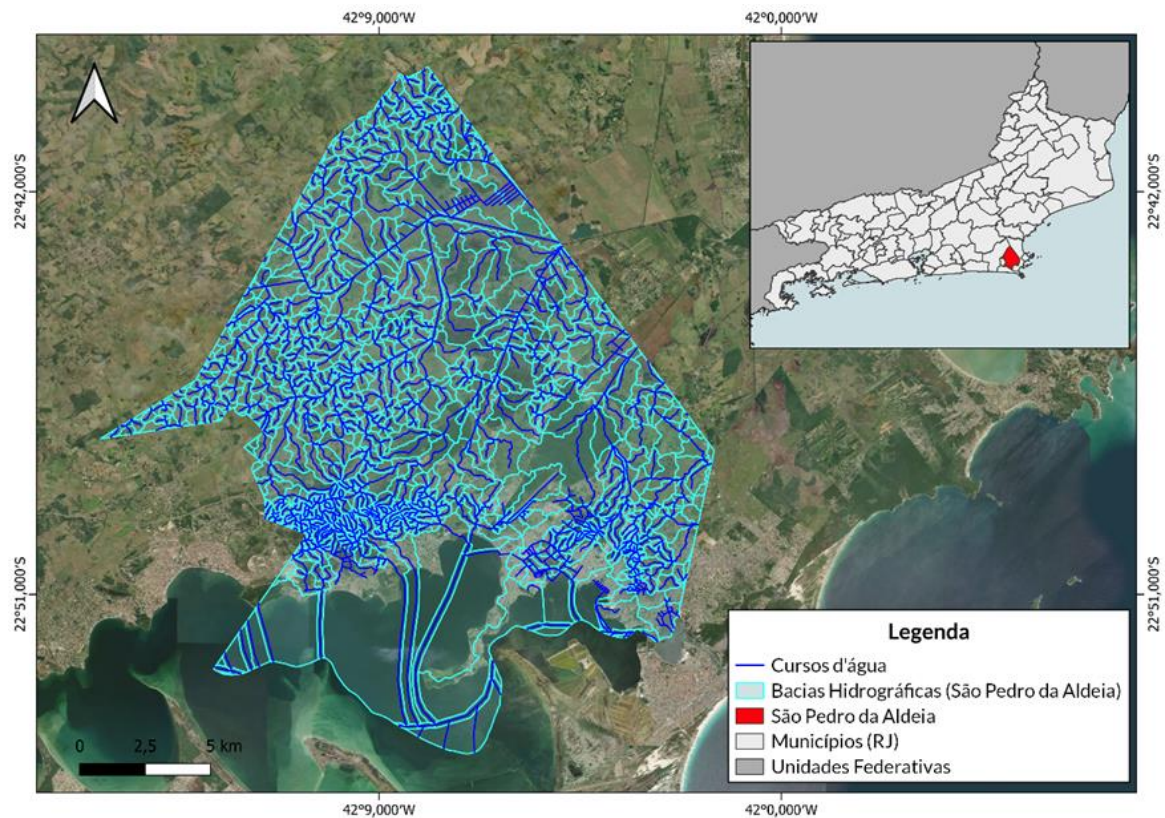
Fonte: WEATHER SPARK (2024).

3.5.2.1.2. Hidrografia do Município

O município de São Pedro da Aldeia, além da presença da Lagoa de Araruama, a sua hidrografia também tem a presença de outros cursos hídricos, como o Rio Una (CBHLSH, 2024a).

Em relação a divisão do município de São Pedro da Aldeia por sub-bacias, a **Figura 56** mostra que as sub-bacias mais significantemente representativas para o município são as sub-bacias no entorno da sua área urbana e pertencentes a Bacia da Lagoa de Araruama, como também as sub-bacias que são afluentes a bacia do Rio Una, na sua zona rural.

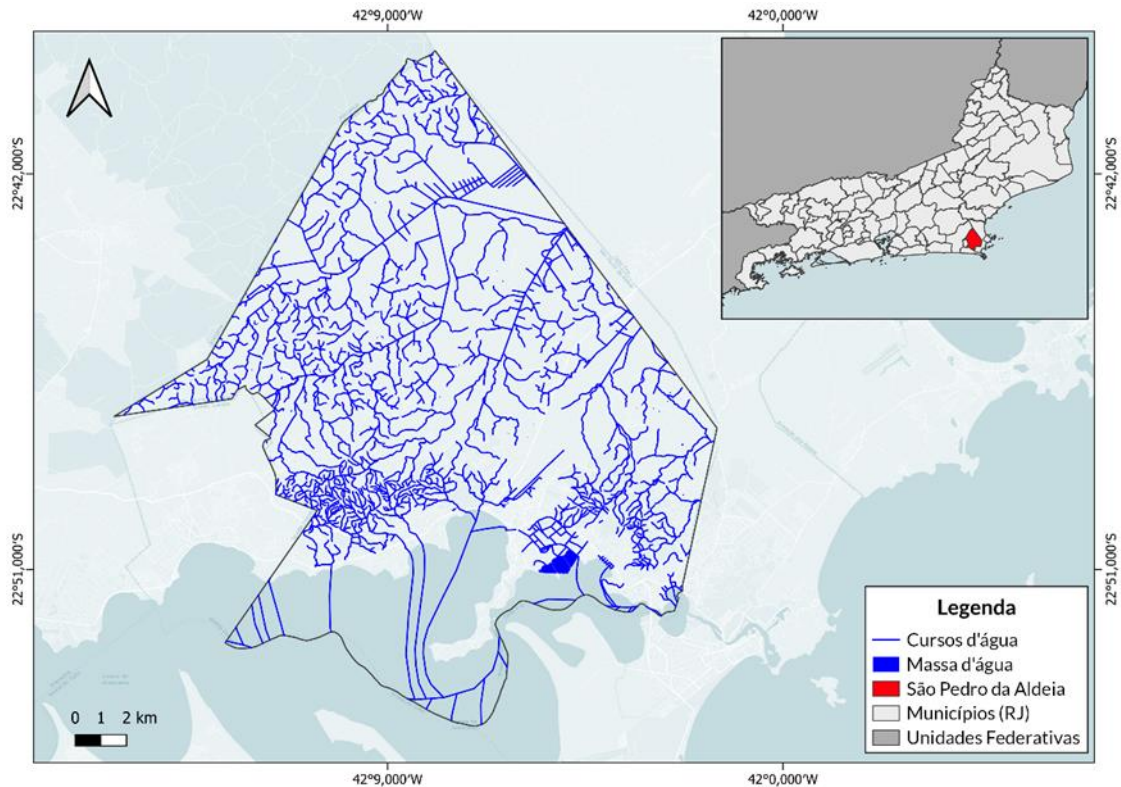
Figura 56 – Sub-bacias Hidrográficas de São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Em relação a sua hidrografia, a **Figura 57** mostra a sua distribuição hidrográfica, onde se vê que embora o município possua diversos rios. Sua hidrografia é ditada majoritariamente por sua disposição com a Lagoa de Araruama e pelos afluentes ao Rio Una.

Figura 57 – Distribuição Hidrográfica de São Pedro da Aldeia.

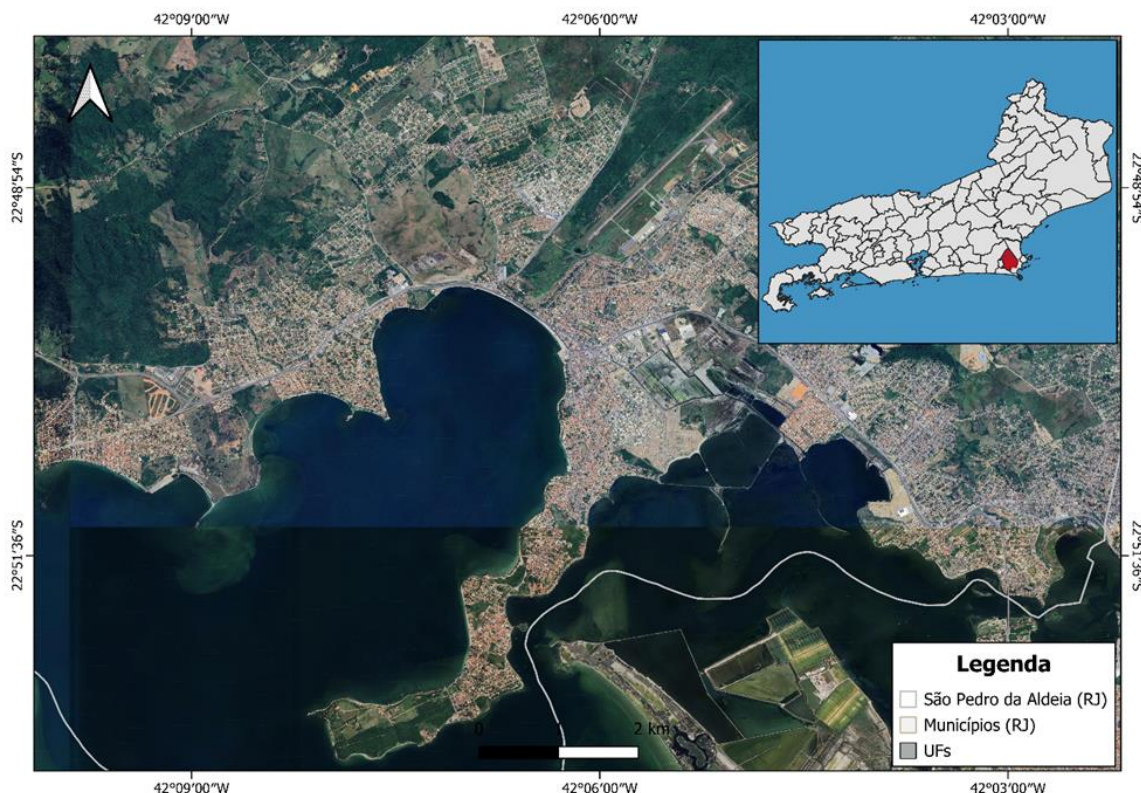


Fonte: Autoria Própria (2024).

As principais soluções de macrodrenagem do município de São Pedro da Aldeia são o Canal Centro/Mossoró (prolongamento da Rua Hermenegildo da Costa), o Canais laterais aos marnéis da Região do Mossoró, o Canal paralelo à Rodovia RJ-140 em direção ao Campo Redondo, o Canal Nova São Pedro que segue até a Rodovia Amaral Peixoto, os Canais do Baixo Grande, o Canal lateral ao Condomínio Olga Zacharias, o Bairro Porto do Carro, o Valão do Alecrim, o Canal Vinhateiro/Porto do Carro, o Canal Baixo São João e o Canal do Balneário das Conchas/Balneário São Pedro I. Portanto, os principais escoamentos de águas pluviais se dão por todo a área urbana que margeia a Lagoa de Araruama (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013). Os principais cursos d'água na área urbana são: Fleixeira, Piripiri e São João.

Ademais, a **Figura 58** apresenta a intensa urbanização da área municipal no entorno da Lagoa de Araruama.

Figura 58 – Intensa urbanização municipal no entorno da Lagoa de Araruama.

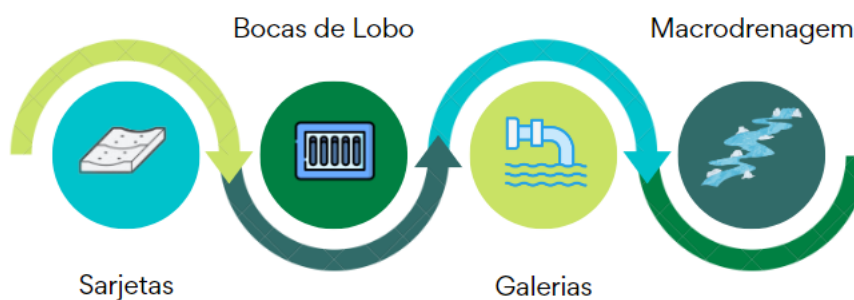


Fonte: Autoria Própria (2024).

3.5.2.2. Caracterização do Sistema de Microdrenagem

O sistema de microdrenagem é composto por elementos como vias, sarjetas, meios-fios, bocas de lobo, galerias, tubos e conexões, além de poços de visita. Na **Figura 59** é possível observar um exemplo de um esquema utilizando alguns destes elementos citados.

Figura 59 – Esquemática de um Modelo de Drenagem Urbana Municipal.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Em relação aos quantitativos do sistema de microdrenagem, as informações do SNIS de 2022 mostram que São Pedro da Aldeia possuía 59 bocas de lobo distribuídas no município (incluindo bocas de lobo múltiplas), resultando em uma densidade de captações de águas pluviais em áreas urbanas de 0,177 unidades/km². Também se registrou cerca de 1.000 unidades de poços de visita distribuídos no município de São Pedro da Aldeia (SNIS, 2022). Além disso, também se destaca que entre os anos de 2018, 2019, 2020 e 2021, o município declarou ao SNIS o quantitativo de 6.000 bocas de lobo (incluindo bocas de lobo múltiplas) e 3.000 poços de visita (SNIS, 2018, 2019, 2020, 2021).

As informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que 63,41% das áreas urbanas do município de São Pedro da Aldeia possuem cobertura de pavimentação e meio-fio, entretanto, apenas 36,59% das vias públicas da área urbana possuem redes ou canais pluviais subterrâneos, correspondendo a 150 km. Além disso, as demais informações e indicadores sobre as vias públicas do município são apresentados no **Quadro 38**.

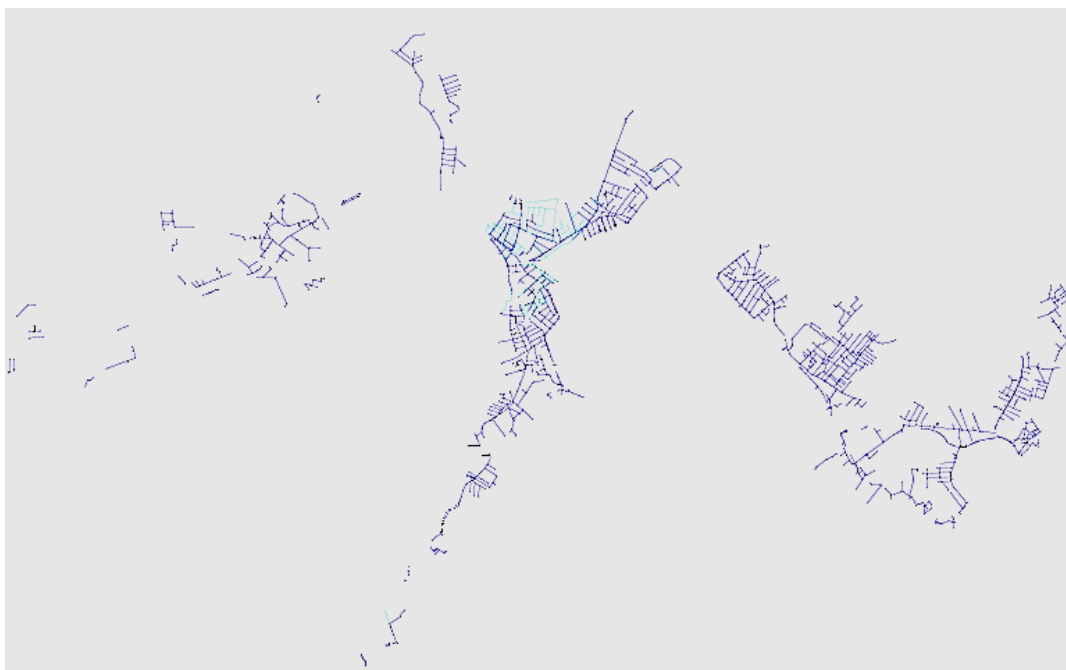
Quadro 38 – Informações e Indicadores da Área Urbana de São Pedro da Aldeia.

Informações e indicadores da Área Urbana de São Pedro da Aldeia (RJ)	
Extensão total de vias públicas urbanas do município	410 km
Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante)	260 km
Extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos	150 km
Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	63,41%
Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	36,59%

Fonte: SNIS (2022). Adaptado por Autoria Própria (2024).

De forma complementar, se tem pela **Figura 60** a rede de drenagem da área urbana (parte) do município que foi disponibilizada pela Prolagos (2024), onde também pode ser observado a rede de esgotamento sanitário do sistema CTS (cor azul clara) e que se conecta ao sistema de drenagem pluvial (cor azul escura). Foi informado que cerca de 127,092 km de rede pluvial e 13,867 km de rede de esgotamento sanitário.

Figura 60 – Redes de drenagem da área urbana (parcial) e sistema TTS.



Fonte: PROLAGOS (2024).

Adicionalmente, com base nas informações fornecidas pela Prolagos acerca do cadastro técnico das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município, foi realizado um levantamento com o objetivo de calcular a extensão da rede de drenagem de São Pedro da Aldeia. Para isso, adotaram-se as seguintes premissas.

- i. As redes de água traçadas em vias pavimentadas com asfalto, bloquete ou paralelepípedo foram computadas como rede de drenagem;
- ii. As redes coletoras de esgoto e os interceptores que não coincidem ou não seguem o mesmo traçado dessas redes de drenagem são consideradas redes mistas (ou redes unitárias de drenagem), e, portanto, também são incluídos no cálculo da extensão da rede de drenagem.

Os resultados desse levantamento indicaram que o município possui 108,98 km de rede de drenagem, sendo cerca de 37% exclusivo e 63% unitário, conforme apresentado no **Quadro 39** a seguir. Observa-se que foi adicionado o pequeno quantitativo de rede de drenagem disponibilizado também pela Prolagos.

Quadro 39 - Estimativa da Rede de Drenagem de São Pedro da Aldeia.

Município	Extensão da Rede (km)			
	Água	Esgoto	Drenagem	Total
São Pedro da Aldeia	38,68	68,14	2,16	108,98

Fonte: Autoria Própria (2024).

Ressalta-se que os resultados apresentados não são exatos, uma vez que o município não possui cadastro da rede de drenagem. A implicação deste levantamento teve como objetivo maior obter embasamento para o diagnóstico e posterior prognóstico do sistema de drenagem de São Pedro da Aldeia.

O SNIS (2022) mostra que 52,4% dos cursos d'água da área urbana possuem canalização aberta (3,93 km) e que 4,13% dos cursos d'água da área urbana possuem canalização fechada (0,31 km) em relação ao total de 7,5 km de cursos d'água em áreas urbanas do município. Também mostra que não há cursos d'água retificados na área urbana do município.

Ademais, conforme citado anteriormente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Pesca elaborou um questionário direcionado às Associações de Moradores, com perguntas específicas sobre os problemas e sugestões para os quatro componentes do saneamento básico do município. Quanto ao sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, a resposta ao questionário contou com a contribuição de quatro bairros (Baixo Grande, Parque das Orquídeas, Porto do Carro e Recanto do Sol), que apresentaram suas demandas e dificuldades locais, conforme é mostrado abaixo.

- Baixo Grande: Algumas ruas carecem de manilhamento e pavimentação;
- Parque das Orquídeas: Inexistência de sistema de drenagem;
- Porto do Carro: Manutenção necessária em galerias existentes;
- Recanto do Sol: Alagamentos frequentes em várias ruas, especialmente na Rua Irineu Vargas.

3.5.2.2.1. Cadastro Técnico e Georreferenciado do Sistema

Segundo o SNIS (2022), não existem projetos básicos, executivos ou "as built" para unidades operacionais de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Além disso, conforme informado pela Prefeitura Municipal, o município não possui cadastro técnico georreferenciado do sistema.

3.5.2.2.2. Tipo do Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem do município de São Pedro da Aldeia é caracterizado como um sistema do tipo combinado, o que significa que parte do sistema de drenagem é exclusivo (de 37%) e parte é unitário (63%), com a parte unitária projetada para receber tanto o fluxo de águas pluviais quanto o fluxo de esgotamento sanitário do município.

O sistema unitário pode ser classificado também como o sistema de coleta de tempo seco, que visa interceptar o esgoto sanitário durante períodos sem chuvas, encaminhando-o para tratamento adequado. No entanto, durante eventos de precipitação, o sistema desvia o fluxo pluvial diretamente para os corpos d'água, otimizando a gestão hídrica e reduzindo os impactos sobre o sistema de drenagem.

3.5.2.2.3. Identificação de Ligações Ilegais de Esgoto Sanitário ao Sistema de Drenagem

Conforme supracitado, o sistema de drenagem de São Pedro da Aldeia é do tipo combinado, com parte exclusiva (37%) e parte unitária (63%). Sendo que a parte unitária recebe tanto águas pluviais quanto esgoto sanitário.

Entretanto, a Prefeitura Municipal não possui cadastro ou programa de identificação de ligações ilegais de esgoto sanitário no sistema de drenagem urbana do tipo unitário, o que gera a necessidade de implantação de um programa de fiscalização e readequação dessas possíveis ligações ilegais ao sistema de drenagem do tipo unitário. Caso contrário, pode gerar um grande impacto aos corpos hídricos e meio ambiente do município, como também ao turismo e bem-estar social, pela disposição de esgoto em locais não ambientalmente adequados.

3.5.2.2.4. Novos Loteamentos e Condomínios a serem implantados

O Código de Posturas do Município de São Pedro da Aldeia (Lei Complementar Nº 41/2005) determina que o empreendedor execute a microdrenagem em novos loteamentos ou na abertura de ruas.

Além disso, a Lei de Parcelamento do Solo do município (nº 1.829/2005), em seu Capítulo VII (Da Abertura de Logradouros) também exige que, em novos loteamentos localizados em áreas urbanas, seja apresentado um projeto de galeria de águas pluviais, assegurando que o planejamento e a infraestrutura sejam adequados para o manejo das águas pluviais, conforme dispõe no artigo 26 abaixo:

(...)”Art. 26 - Os interessados na abertura de novos logradouros deverão realizar a sua custa, sem qualquer ônus para o município, todas as obras de terraplanagem, pavimentação, meios-fios, arborização, pontes, pontilhões, galerias, linhas adutoras, troncos alimentares e distribuidores, redes de escoamentos, muralhas e quaisquer outras obras que venham a ser necessárias para a contenção de talude e estabilidade de encostas, tudo de acordo com os respectivos projetos visados.”(São Pedro da Aldeia, 2005).

3.5.2.3. Capacidade Limite das Bacias Contribuintes para a Microdrenagem

Existem diversos métodos para determinar a capacidade limite das bacias contribuintes em sistemas urbanos de drenagem, que vão desde fórmulas empíricas e processos estatísticos até métodos conceituais. Além disso, esses métodos geralmente consideram características do terreno, como declividade, topografia, intensidade da precipitação e a área da bacia.

O método racional é um dos mais utilizados devido à sua simplicidade e eficiência, oferecendo estimativas satisfatórias. E ele utiliza como variáveis o coeficiente de escoamento (Coeficiente Runoff – C), a intensidade média de chuva na bacia (I), a área da bacia (A) e o coeficiente de distribuição (Cd).

Sendo a seguinte fórmula utilizada: $Cd = A - 0,15$ (onde tem-se que em valores de área inferiores a 1 hectare, considera-se a chuva uniformemente distribuída, com $Cd = 1$).

Com estas variáveis, é possível se estimar a vazão utilizando a fórmula geral do Método Racional, sendo:

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = C * I \text{ (mm/h)} * A \text{ (km}^2\text{)} * Cd.$$

Para avaliar a capacidade limite do sistema de microdrenagem, é fundamental dispor de um cadastro técnico detalhado, que inclua informações precisas sobre as dimensões das galerias e a localização das bocas de lobo, além de um levantamento topográfico detalhado realizado em campo (RIO DE JANEIRO, 2019).

No entanto, devido à ausência de um cadastro técnico do sistema de microdrenagem, não foi possível analisar a sua capacidade atual. Com isso, é essencial que seja realizado um levantamento atualizado do sistema de drenagem urbana do município, tanto para avaliar a capacidade atual do sistema existente quanto para elaborar um planejamento preciso, em questões de ampliações e adequações do sistema de drenagem urbana. Ademais, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana Municipal (PDDU) também permite um melhor planejamento e organização de todo o sistema de drenagem urbana municipal.

3.5.3. PRINCIPAIS RISCOS ASSOCIADOS

Os fenômenos naturais extremos que mais afetam as atividades humanas no país são predominantemente de natureza climática. Apesar de serem ocorrências naturais, a intervenção humana em áreas urbanas e rurais ao longo do tempo tem intensificado sua frequência, severidade e alcance geográfico.

Além disso, a expansão urbana desordenada acarreta várias consequências negativas para o meio ambiente, incluindo:

- Sobrecarga no sistema de drenagem urbana, devido ao crescimento da impermeabilização do solo e à redução da capacidade de infiltração;
- Desaparecimento da vegetação devido à expansão de superfícies impermeáveis, resultando na diminuição da capacidade de absorção da água no solo e no aumento da velocidade de escoamento;
- Escassez e degradação da qualidade dos recursos hídricos;
- Acúmulo de detritos sólidos nos componentes do sistema de drenagem, como canais, bueiros e caixas de esgoto, obstruindo essas estruturas e causando transbordamentos durante períodos de chuvas intensas;

- Crescimento da densidade populacional em áreas, especialmente aquelas com baixo potencial de valorização imobiliária, o que intensifica a velocidade do escoamento superficial, aumentando o potencial de erosão do solo e contribuindo para o transporte de sedimentos e o assoreamento de rios e lagos. Isso reduz a capacidade de armazenamento desses corpos d'água, elevando o risco de inundações.

Pelas características topográficas do município de São Pedro da Aldeia se percebe que uma grande parcela de sua área possui uma topografia suave, principalmente na região urbana da Sede. Essas áreas com baixas declividades podem apresentar uma situação de dificuldade para o escoamento das águas pluviais, no que pode gerar condições para inundações e que serão evidenciadas nos tópicos a seguir, onde serão apresentados os principais riscos identificados no município de São Pedro da Aldeia, tendo como base os eventos históricos registrados.

3.5.3.1. Áreas com Risco de Alagamentos

Os alagamentos ocorrem quando a capacidade de escoamento dos sistemas de drenagem urbana é excedida, resultando no acúmulo de água em ruas, calçadas e em outros elementos das infraestruturas urbanas, especialmente durante chuvas intensas e em áreas de topografia suave.

Além disso, a ocorrência desses alagamentos está diretamente ligada à eficiência dos sistemas de drenagem urbana, que têm como objetivo mitigar os riscos e os impactos das enchentes.

Assim, de acordo com os dados disponibilizados no Atlas Digital de Desastres no Brasil, se tem que o município de São Pedro da Aldeia não enfrentou nenhum (zero) evento dessa categoria no período analisado (BRASIL, 2023).

Complementarmente, foram identificadas áreas com risco de alagamento no município (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013, 2019), conforme abaixo:

- Alecrim (Recanto das Orquídeas);
- Bairro Jardim Arco Iris (Rua das Camélias e das Acácias);
- Balneário das Conchas;

- Base Aérea Naval (canal)
- Boa Vista;
- Boqueirão;
- Campo Redondo;
- Estação;
- Fluminense;
- Jardim das Acácias;
- Jardim Primavera;
- Jardim Soledade;
- Morro dos Milagres;
- Parque Dois Meninos;
- Poço Fundo;
- Porto de Aldeia;
- Porto do Carro;
- Praia Linda (R. Santa Catarina);
- Rua do Fogo;
- São João;
- São José;
- Sudoeste;
- Vila São João (Rua Marechal Castelo Branco);
- Vinhateiro;
- Balneários São Pedro I e II;
- Ponta do Ambrósio;
- Sapeatiba Mirim;
- Bairro Alecrim;
- Bairro Fleixeira.

A Estrada da Boa Vista, localizada no bairro Retiro, conta com um bolsão de drenagem natural que atua como uma zona de amortecimento das águas pluviais, sem que haja bombeamento dessa água para outro local.

Ademais, destacam-se os seguintes pontos de alagamento, relatados durante a vistoria técnica:

- Rua Professor Kós (Bairro Praia Linda);
- Rua Dona Guilhermina (Bairro Bal. São Pedro);
- Rua Mario Pereira de Souza/Rua Pureza (Bairro Bal. Conchas);
- Rua Hidelfonso de Souza Ramos/ Rua Emilio Antonio da Silva Lopes (Bairro Estação);
- Rua Rosa Lessa (Bairro Porto da Aldeia);
- Rua Pedro Monteiro/ Rua Dona Menina/ Rua dos inválidos (Bairro Rua do Fogo);
- Rua Silva Jardim/ Teresopolis (Bairro Fluminense);
- Estrada Washington Luiz (Bairro Jardim Primavera);
- Francisco Viana/ Porto Cararo;
- Nossa Senhora de Fatima (Bal. São Pedro);
- Bairro Alecrim.

De acordo com a Prefeitura Municipal, 80% dos casos de alagamento na cidade decorrem do pequeno diâmetro da rede de drenagem, bem como de obstruções, falta de limpeza e de manutenção adequadas.

3.5.3.2. Áreas Críticas de Inundações

As inundações ocorrem quando um curso d'água ultrapassa seus limites normais, submergindo as áreas que geralmente permanecem secas. Esse transbordamento acontece de maneira gradual, geralmente resultante de chuvas prolongadas em áreas de planície.

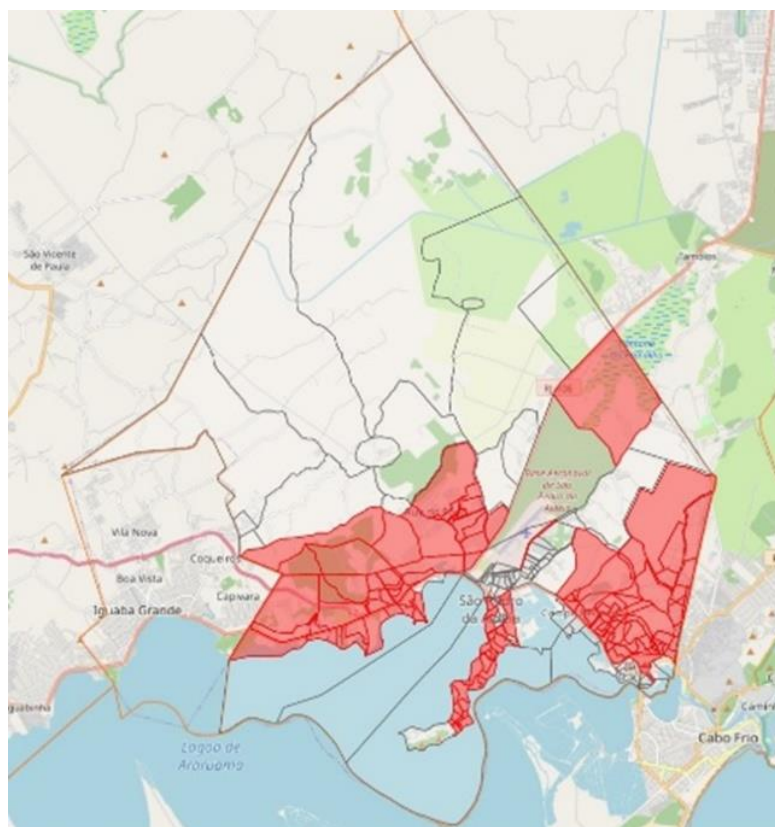
Assim, de acordo com os dados disponibilizados pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil, se tem que o município de São Pedro da Aldeia sofreu 1 (um) evento dessa categoria no período analisado e que ocorreu no ano de 2010 (BRASIL, 2023).

Este item fornece uma descrição dos principais problemas identificados na área urbana, que incluem o mau dimensionamento das redes de micro e macrodrenagem (por defasagem), o entupimento das galerias de drenagem e as obstruções dos emissários de drenagem, seja por acúmulo de areia ou pela disposição direta de esgotos nas galerias de águas pluviais, e a falta de manutenção da micro e macrodrenagem (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013).

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SINIRH) em seus dados de Vulnerabilidade a Inundações do Brasil, mostra que no município de São Pedro da Aldeia não há nenhum trecho cadastrado em nenhuma das categorias de frequência de ocorrência de inundações (SINIRH, 2014).

De acordo com as informações prestadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, se tem a **Figura 61** e que possui as áreas identificadas como de risco de inundações, deslizamentos e alagamento em decorrência de chuvas intensas, e que faz parte do Plano de Contingência (2023/2024) do município.

Figura 61 – Áreas de Risco de Inundações, Deslizamentos e Alagamentos em Decorrrência de Chuvas Intensas.



Fonte: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia (2024).

Complementarmente a isto, o estudo de PEDRAZZI e DE OLIVEIRA FILHO (2019), do Serviço Geológico do Brasil (SGB, antiga CPRM), cita diversas áreas suscetíveis a inundação e a movimentos de massa no município de São Pedro da Aldeia.

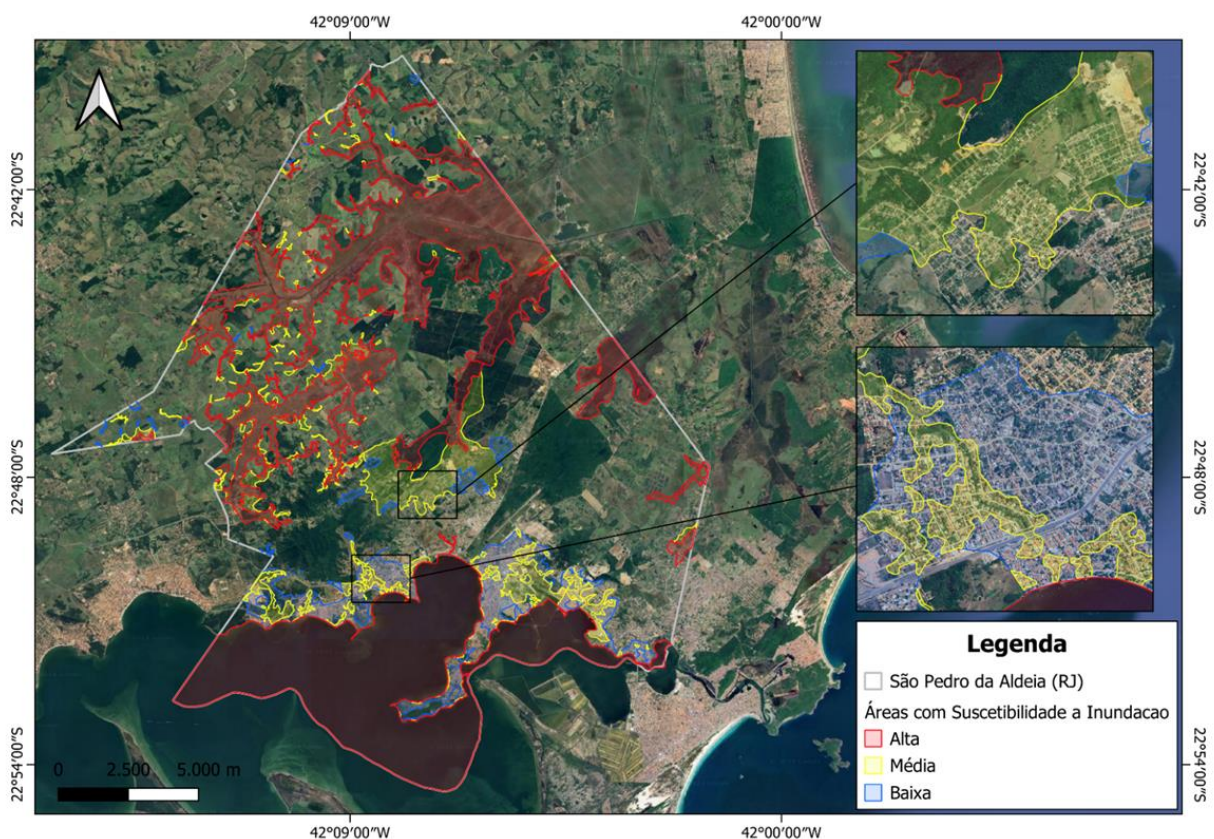
Nele pode ser visto que existem diversas regiões com média suscetibilidade a inundações na área urbana do município de São Pedro da Aldeia, entretanto, as regiões

caracterizadas como de alta suscetibilidade a inundações se encontram principalmente na sua zona rural, conforme se mostra na **Figura 62**.

Complementarmente, a **Figura 63** apresenta as áreas com suscetibilidade a movimentos de massa no município de São Pedro da Aldeia, onde pode ser visto que existem diversas áreas de média e alta suscetibilidade na área urbana do município, sobretudo nas margens da Lagoa de Araruama.

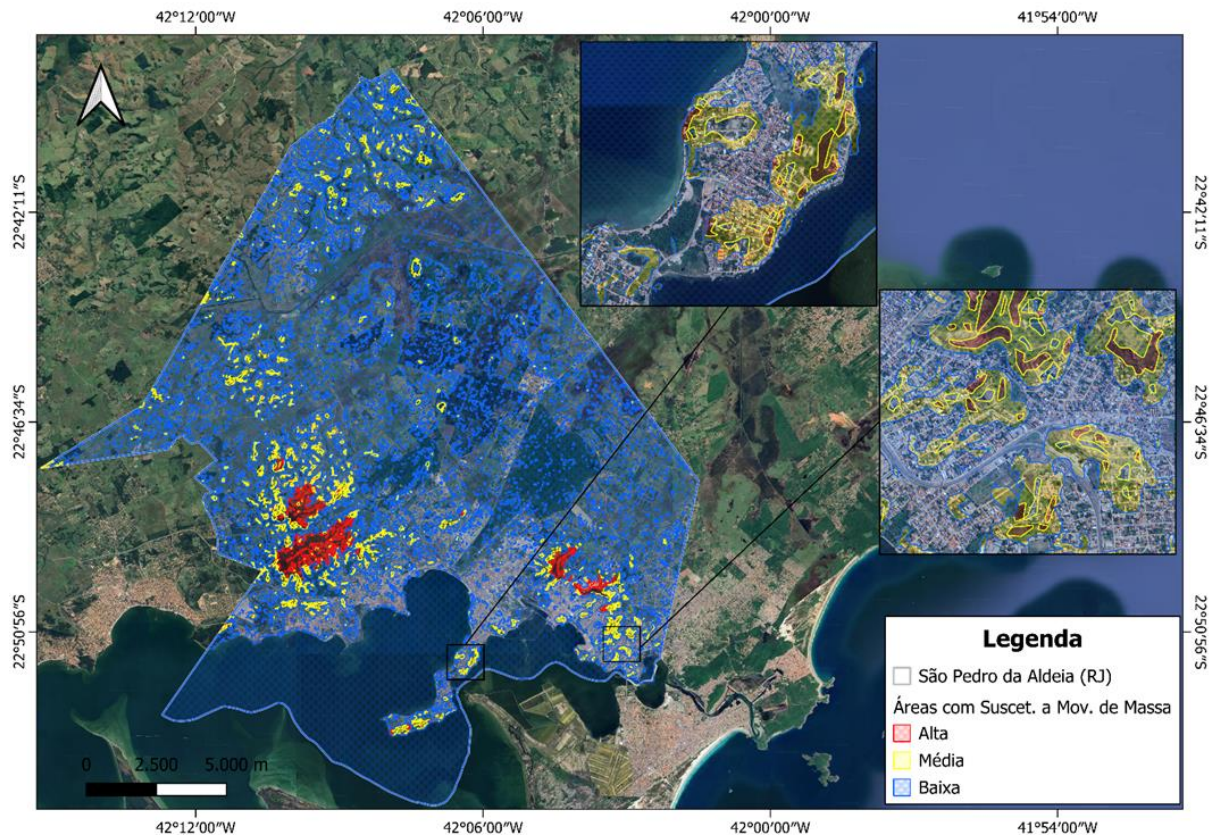
Essas informações são essenciais para o planejamento do sistema municipal de drenagem urbana e manejo de água pluviais, pois, estas regiões indicam às áreas que devem ter prioridade na questão das soluções de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Figura 62 – Áreas com Suscetibilidade a Inundação em São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 63 – Áreas com Suscetibilidade a Movimento de Massa em São Pedro da Aldeia.



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.5.3.3. Zona de Enxurradas

As enxurradas estão relacionadas a chuvas intensas em bacias hidrográficas com grande inclinação, mas também podem ocorrer em diversos tipos de regiões.

Segundo a análise do *Atlas Digital de Desastres no Brasil*, se tem que o município de São Pedro da Aldeia sofreu 2 (dois) eventos desta categoria no período analisado, com ambos ocorrendo no ano de 2010 (BRASIL, 2023).

3.5.3.4. Identificação dos Fundos de Vale do Município

Os Fundos de Vale são caracterizados como as regiões de menor altitude no relevo urbano, também se tem que essas áreas desempenham um papel crucial na drenagem urbana, atuando frequentemente como zonas de acúmulo de água durante períodos de chuva intensa. E essa água tende a se concentrar e escoar para essas depressões, o que as torna suscetíveis a inundações, especialmente quando o sistema de drenagem é

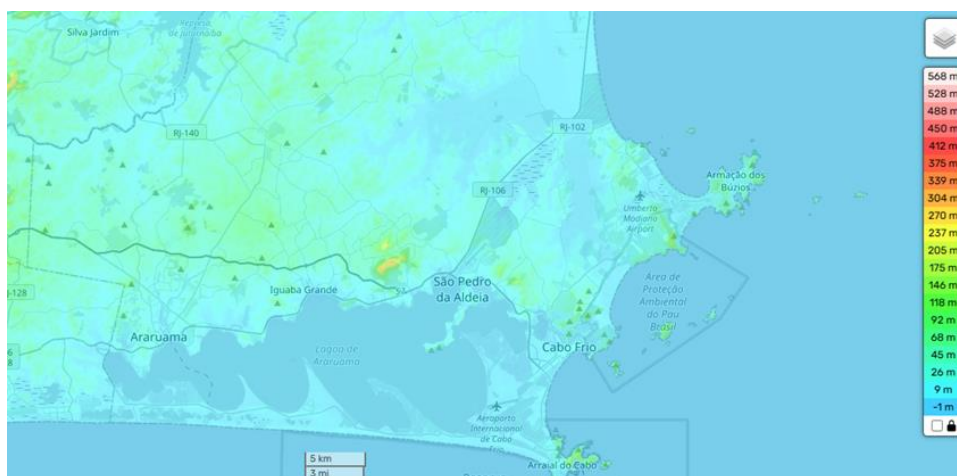
inadequado ou ineficaz para gerenciar o excesso de água da chuva num determinado período (PEREIRA; PAREDES; OKAWA, 2018).

Portanto, ao planejar o sistema de drenagem urbana e o manejo de águas pluviais, é essencial levar em conta o relevo do município, identificando e gerenciando corretamente os fundos de vale para prevenir inundações e assegurar a segurança das áreas urbanas. E isso requer a implementação de sistemas de drenagem adequados e a adoção de medidas de controle de inundações que sejam compatíveis com as características topográficas específicas de cada região.

Assim, na **Figura 64** é mostrada a distribuição de altitude ao longo da área do município de São Pedro da Aldeia, pode-se observar as regiões de fundo de vale do município e como a maioria delas se situa ao longo de quase toda a sede do município e circunscrito a sua área urbana. Especialmente nessas regiões, é crucial que o monitoramento das estruturas de drenagem urbana municipal seja rigoroso e constante, pois, essas áreas apresentam uma maior probabilidade de ocorrência de inundações.

Em São Pedro da Aldeia, há um histórico de ocorrência de problemas de inundações em algumas áreas da Sede do município (regiões de fundo de vale), como por exemplo, nas imediações da Rua Alexandre - Bairro Alecrim, e nas imediações da Rua Mario Pereira de Souza - Bairro Balneário (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2019).

Figura 64 – Distribuição de Altitude pela Área do Município de São Pedro da Aldeia.



Fonte: TOPOGRAPHIC-MAP (2024). Adaptado por Autoria Própria (2024).

3.5.3.5. Indicadores Relacionados aos Riscos e a Drenagem Urbana

Neste tópico, serão apresentados os indicadores do SNIS (2022) relacionados aos riscos associados ao sistema de drenagem urbana e a eventos hidrológicos críticos, como enxurradas, enchentes e inundações.

Os dados revelam que não havia nenhum (0%) domicílio de São Pedro da Aldeia que estava em situação de risco de inundação, dentre o total de 33.751 domicílios na área urbana.

Os indicadores podem ser observados no **Quadro 40** a seguir:

Quadro 40 – Indicadores Associados aos Riscos e a Drenagem Urbana.

Indicador	Código	Informação
Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	IN040	0,0%
Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	IN041	S/I
Índice de Óbitos (decorrentes de eventos hidrológicos impactantes - a cada 100 mil habitantes)	IN046	S/I
Município Crítico (Fonte: CPRM)	GE016	Não
Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações) no município?	RI005	Não
Existe cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações?	RI007	Sim
Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	RI009	Não
O mapeamento é parcial ou integral?	RI010	S/I
Qual percentual da área total do município está mapeada?	RI011	S/I
Tempo de recorrência (ou período de retorno) adotado para o mapeamento	RI012	S/I
Número de enxurradas na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI022	Zero
Número de enxurradas na área urbana do município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI023	Zero
Número de alagamentos na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI024	Zero
Número de alagamentos na área urbana do município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI025	Zero
Número de inundações na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI026	Zero

Indicador	Código	Informação
Número de inundações na área urbana do município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI027	Zero
Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI028	Zero
Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI029	Zero
Número de óbitos, na área urbana do município, decorrentes de eventos hidrológicos impactantes, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI030	Zero
Número de óbitos, na área urbana do município, decorrentes de eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	RI031	Zero
Número de imóveis urbanos atingidos por eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência:	RI032	S/I
Número de enxurradas na área urbana do município, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:	RI064	Zero
Número de alagamentos na área urbana do município, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:	RI065	Zero
Número de inundações na área urbana do município, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:	RI066	Zero
Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:	RI067	Zero
Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:	RI068	Zero
Quantidade de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos	RI069	66
Quantidade de óbitos por eventos pluviométricos nos últimos 5 anos	RI070	Zero
Quantidade de desabrigados ou desalojados por eventos pluviométricos nos últimos 5 anos	RI071	251

Fonte: SNIS (2022). Adaptado por Autoria Própria (2024).

Os dados apresentados no **Quadro 40** evidenciam que, nos últimos 5 (cinco) anos, o município vivenciou 66 (sessenta e seis) eventos hidrológicos significativos e críticos, tais como enxurradas, enchentes e inundações.

As informações do SNIS (2022) evidenciam que no município não existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações), como também o mapeamento (integral) de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos. Sendo assim, uma situação preocupante pelo alto histórico de eventos hidrológicos significativos e críticos que foram citados pela Prefeitura Municipal ao SNIS (2022).

3.5.4. MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Os dados do SNIS (2018) informam que ocorreu a seguinte intervenção ou manutenção no sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas ou nos cursos d'água da área urbana do município:

- Dragagem ou desassoreamento de canais abertos;
- Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos;
- Limpeza de bocas de lobo e poços de visita;
- Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados;
- Manutenção ou recuperação de sarjetas;
- Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais.

Atualmente, a Prefeitura de São Pedro da Aldeia está gerenciando dois contratos em vigor, tendo o seguinte objetivo, respectivamente:

- Contratação de Prestação de Serviço de Limpeza Mecânica de Fossas, Poços de Visita e Tubulação de Drenagem Urbana no Município de São Pedro da Aldeia;
- Prestação de Serviços de Melhoria, Manutenção e Conservação das Redes de Drenagem e Saneamento.

A limpeza de bocas de lobo e poços de visita é realizada periodicamente pela Secretaria de Serviço Público em cada bairro, utilizando dois caminhões do tipo vacall. Além disso, a equipe também realiza a limpeza manual das bocas de lobo e das caixas de ralo. O **Quadro 41** a seguir mostra o relatório de limpeza realizadas pela Secretaria de Serviços Públicos em 2024.

Quadro 41 - Relatório de Limpeza.

Bairro	Quantidade	Observação
Bairro Estação	30 ralos, 60 bocas de lobo, 25 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Mossoró	8 ralos, 10 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Centro	20 ralos, 26 bocas de lobo, 20 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Porto da Aldeia	36 ralos, 8 bocas de lobo, 26 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Colina	60 ralos, 30 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Baixo Grande	16 ralos, 24 bocas de lobo, 15 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Campo Redondo	25 ralos, 30 bocas de lobo, 30 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Balneário das Conchas	24 ralos, 20 bocas de lobo, 18 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Rua do Fogo	24 ralos, 16 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Vinhateiro	40 ralos, 20 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Porto do Carro	28 ralos, 16 bocas de lobo, 18 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Ponta do Ambrósio	18 ralos, 16 bocas de lobo, 16 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Poço Fundo	20 ralos, 10 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Baleia	12 ralos, 6 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Praia do Sudoeste	12 ralos, 6 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal
Boqueirão	14 ralos, 8 Pvs	Limpeza realizada com acompanhamento da equipe e caminhão vacal

Fonte: Secretaria de Serviços Públicos de São Pedro da Aldeia (2024).

Segundo informações apresentadas pela Prefeitura Municipal, a limpeza dos valões descritos a seguir também é realizada periodicamente:

- Balneário das Conchas;
- Flexeira;
- Baixo Grande;
- Botafogo;
- Praia Linda;

- Campo Redondo (ao lado do loteamento Olga Diuana Zacarias).

Em 2024, foram executadas obras de drenagem no Bairro Alecrim, que é considerado uma área crítica para alagamentos. A rede de drenagem implementada nessa localidade possui diâmetros variando entre 800 mm e 1200 mm. Ademais, obras de macrodrenagem também foram realizadas no Canal do Mossoró, abrangendo um trecho de 200 metros, além de travessias no bairro Praia Linda.

Por fim, o Programa Limpa Rio, a fim de atender à solicitação do relatório de vistoria para o Setor de Projetos da Secretaria de Meio Ambiente e Pesca referente ao Programa Limpa Rio, executado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), ligado à Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), promoveu serviços de manutenção e limpeza de leitos e margens de rios e canais. Em 2022, o programa efetuou a limpeza e o desassoreamento dos canais, conforme se segue:

- **Centro, Canal do Mossoró**
 - Extensão aproximada: 952 m
 - Localização: 22°50',77188" S/ 42°5'52,206" W

Figura 65 - Localização Centro, Canal do Mossoró.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Pesca (2022).

- **Balneário das Conchas, Canal Rua José Antônio de Melo**
 - Extensão aproximada: 173 m
 - Localização: S 22° 50'19,77648" / W 42° 8'40,50384"

Figura 66 - Localização Balneário das Conchas, Canal Rua José Antônio de Melo.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Pesca (2022).

- **Praia Linda, Canal Rua Rio de Janeiro**
 - Extensão aproximada: 179 m
 - Localização: S 22° 50'38,52024" / W 42° 9'54,49608"

Figura 67 - Localização Praia Linda, Canal Rua Rio de Janeiro.

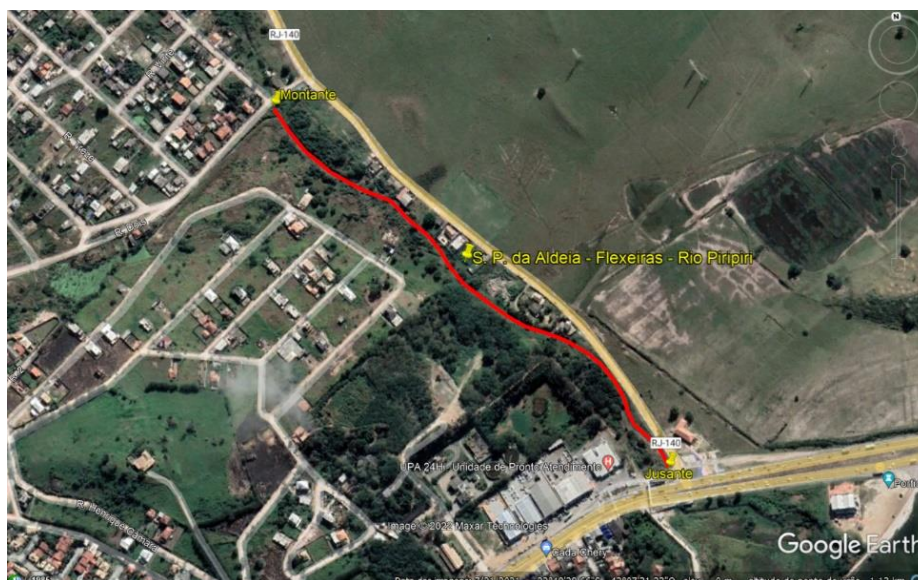


Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Pesca (2022).

- **Flexeiras, Rio Piripiri**

- Extensão aproximada: 768 m
- Localização: S 22° 48'54,09504" / W 42° 6'24,37488"

Figura 68 - Localização Flexeiras, Rio Piripiri.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Pesca (2022).

- **Portal das Flores, Canal Estrada da Cruz**

- Extensão aproximada: 303 m

Figura 69 - Localização Portal das Flores, Canal Estrada da Cruz.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Pesca (2022).

Além disso, a Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Meio Ambiente, Lagoa e Saneamento, disponibilizou o relatório de vistoria nº 068/21 relativo ao levantamento dos pontos de assoreamento de cursos d'água localizados no município, em 2021, conforme dados abaixo:

- **Valão Praia Linda**

- Bairro: Praia Linda
- 23K 790908.00 m E/ 7470905.00 m S
- Extensão aproximada: 300 metros
- Necessita limpeza de vegetação e melhoria no manilhamento que

passa pela Rodovia.

- **Córrego Pereira**

- Bairro: Balneário das Conchas
- 23K 793060.97 m E/ 7471460.23 m S
- Extensão aproximada: 70 metros
- Necessita limpeza e remoção de vegetação.

- **Vala Balneário**

- Bairro: Balneário das Conchas
- 23K 793364.59 m E/ 7471818.34 m S
- Extensão aproximada: 950 metros
- Curso d'água assoreado que prejudica residências adjacentes.

- **Piripiri**

- Bairro: Flexeira
- 23K 795056.30 m E/ 7473038.69 m S
- Extensão aproximada: 1.450 metros
- Rio em área urbana com problemas de inundação.

- **Vala CTG**

- Bairro: Rua do Fogo
- 23K 796257.00 m E/ 7475094.00 m S
- Extensão aproximada: 700 metros
- Curso d'água assoreado que prejudica a estrada e residências

adjacentes.

- **Riacho Joaquim Mota e Canal da Base**
 - Bairro: Centro
 - 23K 796231.65 m E/ 796231.65 m E
 - Extensão aproximada: 835 metros
 - Riacho com frequentes inundações que prejudica estrada e residências adjacentes.
- **Vala Recanto das Orquídeas**
 - Bairro: Recanto das Orquídeas
 - 23K 804475.00 m E/ 7472865.00 m S
 - Extensão aproximada: 650 metros
 - Riacho com frequentes inundações que prejudica estrada e residências adjacentes.
- **Fazenda no Alecrim**
 - Bairro: Alecrim
 - 23K 803214.00 m E/ 7474020.00 m S
 - Extensão aproximada:
 - Curso d'água parcialmente assoreado que prejudica a estrada e propriedades adjacentes.
- **Pântano do Ramalho**
 - Bairro: Retiro
 - 23K 802603.81 m E/ 7480270.53 m S
 - Extensão aproximada: 3.300 metros
 - Drenagem do pântano parcialmente assoreada.
- **Vala drenagem Retiro**
 - Bairro: Retiro
 - 23K 803213.47 m E/ 7478374.40 m S
 - Extensão aproximada: 2.300 metros
 - Drenagem para o pântano parcialmente assoreada.
- **Vala drenagem Ramalho**
 - Bairro: Retiro
 - 23K 803054.84 m E/ 7479300.43 m S
 - Extensão aproximada: 1.900 metros

- Drenagem para o pântano parcialmente assoreada.

- **Valas Porto do Carro**

- Bairro: Porto do Carro
- 23K 803600.10 m E/ 7469421.19 m S
- Extensão aproximada: 200 metros cada
- Trata-se de 02 valas de drenagem às margens da Lagoa de

Araruama, atuando também como extravasor do sistema tempo seco de captação do esgotamento sanitário do bairro e adjacência.

- **Vala Vinhateiro**

- Bairro: Vinhateiro
- 23K 803081.96 m E/ 7469017.49 m S
- Extensão aproximada: 820 metros
- Trata-se valas de drenagem às margens da Lagoa de Araruama,

atuando também como extravasor do sistema tempo seco de captação do esgotamento sanitário do bairro.

- **Vala Maracanã**

- Bairro: Baixo Grande
- 23K 801208.00 m E/ 7469479.00 m S
- Extensão aproximada: 820 metros
- Trata-se valas de drenagem às margens da Lagoa de Araruama,

atuando também como extravasor do sistema tempo seco de captação do esgotamento sanitário do bairro e Parque Estoril.

- **Valas São João**

- Bairro: São João
- 23K 801178.34 m E/ 7470276.66 m S
- Extensão aproximada: 240 metros cada
- Trata-se de 02 valas de drenagem às margens da Lagoa de

Araruama, atuando também como extravasor do sistema tempo seco de captação do esgotamento sanitário do bairro e adjacência.

- **Valão da Colina**

- Bairro: Campo Redondo
- 23K 800666.00 m E/ 7470657.00 m S

- Extensão aproximada: 300 metros
- Trata-se vala de drenagem às margens da Lagoa de Araruama, atuando também como extravasor do sistema tempo seco de captação do esgotamento sanitário do bairro Colina.

- **Valão do Fluminense**

- Bairro: Nova São Pedro
- 23K 798574.46 m E/ 7471662.49 m S
- Extensão aproximada: 500 metros
- Vala de drenagem que capta esgotamento do bairro Fluminense, atravessando a RJ140 e encontrando com o Canal do Mossoró.

- **Rio Una**

- Bairro: São Matheus
- 23K 797145.42 m E/ 7485286.15 m S
- Extensão aproximada: 9.600 metros
- Principal rio do município, se encontra assoreado sofrendo frequentes inundações e prejudicando as propriedades rurais.

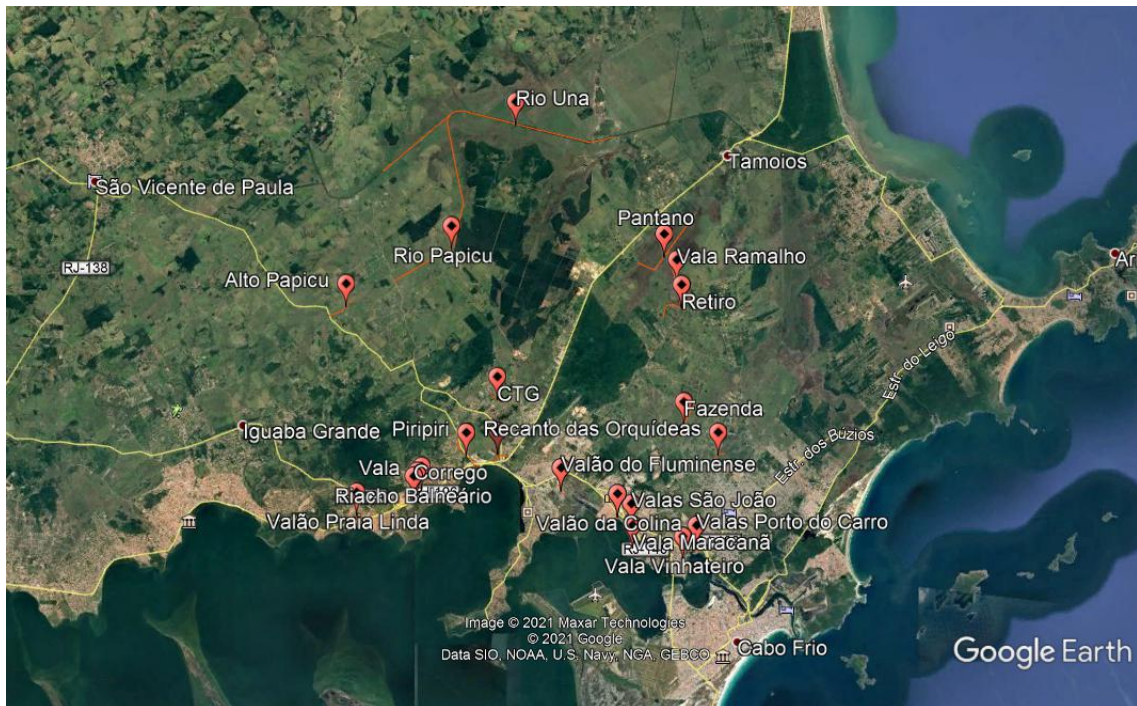
- **Rio Papicu**

- Bairro: Pau Rachado
- 23K 794653.23 m E/ 7480723.32 m S
- Extensão aproximada: 7.600 metros
- Rio retificado, com partes assoreadas, sofrendo com frequentes inundações e prejudicando as propriedades rurais.

- **Alto rio Papicu**

- Bairro: Sergeira
- 23K 790669.00 m E/ 7478657.00 m S
- Extensão aproximada: 1.150 metros
- O nível de água frequentemente inunda parte da RJ140 na área rural.

Figura 70 - Pontos para intervenção.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente, Lagoa e Saneamento (2021).

3.5.5. ARRANJO INSTITUCIONAL DE SISTEMA PLANEJAMENTO E GESTÃO

O município de São Pedro da Aldeia não apresenta um arranjo institucional organizado ligado aos serviços de saneamento básico. Com a gestão do sistema de drenagem pluvial estando a cargo da Secretária Municipal de Serviços Públicos.

Nos serviços relativos à Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas no município de São Pedro da Aldeia, os dados do SNIS, referentes a 2022, dizem que no município havia 22 de pessoas alocadas nessas atividades, sendo todas próprias da administração pública municipal, e com nenhuma sendo referente a pessoal terceirizado.

Na gestão de riscos e respostas aos eventos de enchentes e demais catástrofes associadas à drenagem urbana, o SNIS (2022) informa que no município de São Pedro da Aldeia estas questões ficam a cargo de algumas instituições, como a Coordenação Municipal da Defesa Civil (COMDEC), a Unidade de Corpo de Bombeiros e demais instituições destinadas a atuar na prevenção de riscos e respostas a desastres.

3.5.6. IDENTIFICAÇÃO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM DESENVOLVIMENTO, JÁ DESENVOLVIDOS OU EM ELABORAÇÃO NA TEMÁTICA DE DRENAGEM URBANA

De acordo com a legislação vigente do município de São Pedro da Aldeia, não existe um Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no município.

O Plano de Bacia do CBHLSJ (2005) cita a existência de um "Programa de Saneamento Básico e Drenagem Urbana" com gerência da SERLA (atual INEA), entretanto, não foi disponibilizado o plano de ações do comitê referente ao período atual, estando apenas disponível o plano de ações referente ao período 2006-2007, e que está incluso na primeira versão do Plano de Bacia (CBHLSJ, 2005).

A Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia relata que, em 2023, foi elaborado o Plano Municipal de Contingência (PLANCON 2023/2024 – RISCOS HIDROLÓGICOS, DESLIZAMENTOS E TEMPESTADE LOCAL/CONVECTIVA) do município e estabelece diretrizes para os procedimentos a serem seguidos pelos órgãos envolvidos na resposta a emergências e desastres relacionados a eventos naturais. O plano recomenda e padroniza ações de monitoramento, alerta, alarme e resposta, incluindo socorro, ajuda humanitária e reabilitação dos cenários afetados. Seu objetivo principal é reduzir os danos e prejuízos causados por desastres como inundações, deslizamentos e tempestades.

3.5.7. DESPESAS DE CUSTEIO E INVESTIMENTO

No ano de 2022, o município de São Pedro da Aldeia registrou uma despesa global de R\$ 1.837.674,00 em relação aos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, o que representa uma parcela minúscula de cerca de 0,53% da despesa total do município (SNIS, 2022).

Expresso em termos per capita, essa despesa equivale a apenas R\$ 17,66 por habitante no ano. De acordo com o relatório do SNIS (2022), não existe nenhuma forma de cobrança pelos serviços de Drenagem e Gestão das Águas Pluviais Urbanas no município de São Pedro da Aldeia.

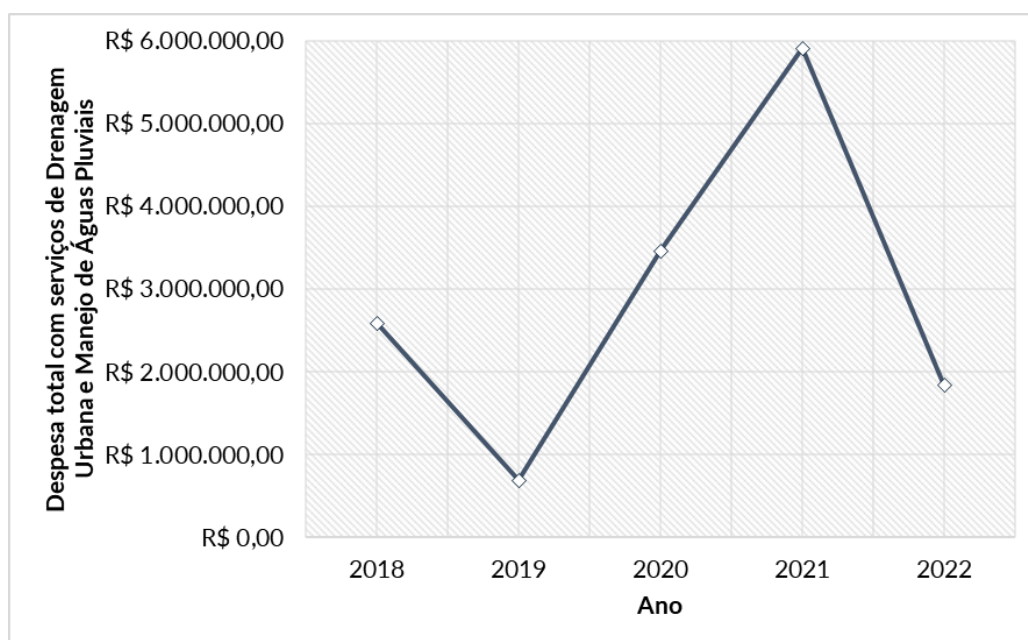
O município também registrou o valor de R\$ 7.674,00, no ano de 2022, como sendo correspondente ao montante investido na área de drenagem (SNIS, 2022).

Além disso, é relevante destacar que os recursos para custear esses serviços provêm exclusivamente do orçamento geral do município, conforme indicado pelo SNIS em 2022.

Adicionalmente, de acordo com o SNIS (2022), não existe nenhuma forma de cobrança pelos serviços de Drenagem e Gestão das Águas Pluviais Urbanas no município de São Pedro da Aldeia.

A **Figura 71** mostra o histórico da despesa total anual com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Município de São Pedro da Aldeia de 2018 a 2022, e se verifica que houve um período de decrescimento nas despesas de 2018 a 2019, seguido de um período de crescimento entre os anos de 2019 e 2021. Em contrapartida, ocorreu um novo período de decrescimento entre 2021 e 2022.

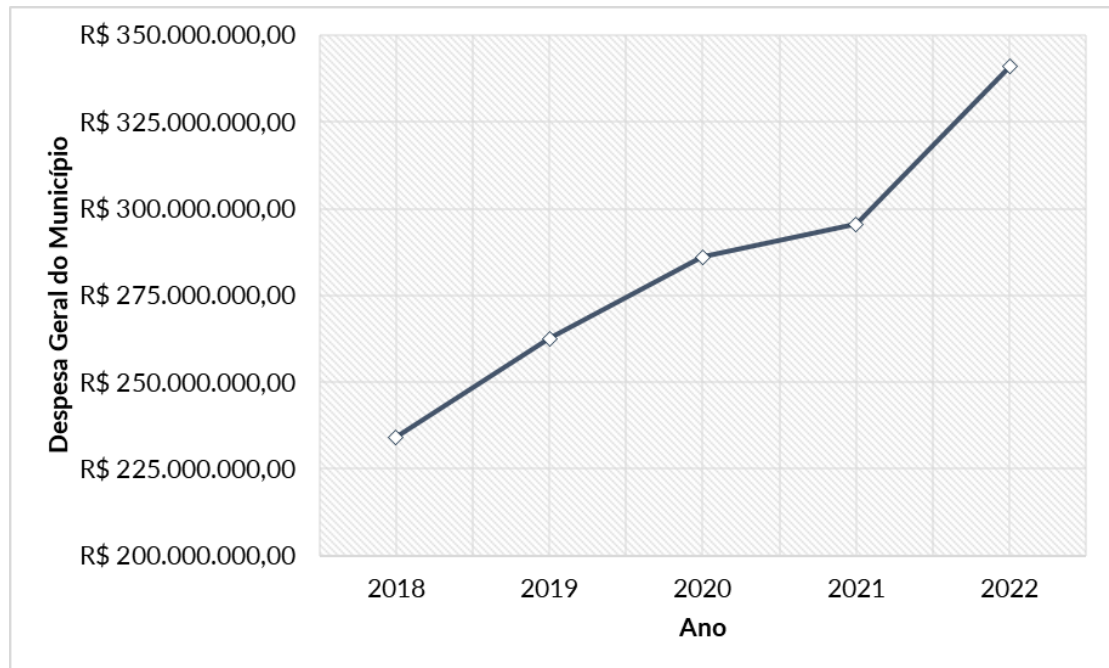
Figura 71 – Despesa Total Anual com Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Município de 2018 a 2022.



Fonte: SNIS (2018, 2020, 2021, 2022).

Por outro lado, pela **Figura 72**, se tem que as despesas totais do município no mesmo período analisado tiveram uma tendência de crescimento.

Figura 72 – Despesa Total do Município de 2018 a 2022.



Fonte: SNIS (2018, 2020, 2021, 2022).

3.5.8. CONTRATO DE SERVIÇOS

O município de São Pedro da Aldeia possui contratos vigentes de serviços destinados a atender às demandas da sua população no que tange à drenagem urbana.

Dessa forma, este item tem como objetivo principal a compreensão dos contratos vigentes mais relevantes relacionados a Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, e sendo objeto da secretária responsável pelo tema citado, conforme **Quadro 42**.

Quadro 42 – Contratos Levantados de Serviços relacionados a Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Contrato	Ano	Data	Vigência	Tipo	Valor	Objeto
0029/2024	2024	23/07/2024	22/07/2025	Contrato	R\$ 1.647.360,00	Contratação de prestação de serviço de limpeza mecânica de fossas, poços de visita e tubulação de drenagem urbana no município de São Pedro da Aldeia
42/2023/2024	2024	17/04/2024	17/04/2025	Aditivo	R\$ 1.489.999,99	Prestação de serviços de melhoria, manutenção e conservação das redes de drenagem e saneamento

Fonte: SÃO PEDRO DA ALDEIA (2024). Adaptado por Autoria Própria (2024).

3.5.9. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Em São Pedro da Aldeia, a responsabilidade pela execução dos serviços relacionados à Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais recai sobre a Secretária de Municipal de Serviços Públicos. Conforme evidenciado no Item Contratos de Serviços, a Prefeitura tem, nos últimos anos, efetuado contratações com o intuito de viabilizar a ampliação e manutenção do sistema de drenagem urbana, bem como seus componentes correlatos.

Além disso, conforme constatado nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2022, o município apresentou despesa de R\$ 1.837.674,00 em relação aos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, e que representou apenas 0,53% da despesa total do município. O valor investido nessa área foi de R\$ 7.674,00, como também não houve cobrança pelos serviços de drenagem. Ademais, não há cobrança específica para esses serviços no município, sendo os recursos provenientes apenas do orçamento geral. Em relação ao histórico do município, se tem que, entre 2018 e 2022, houve variações de crescimento e decréscimo das despesas registradas no SNIS na área de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Em contrapartida, o orçamento geral do município seguiu uma tendência de crescimento entre 2018 e 2022.

Isso evidencia uma não priorização nos investimentos em drenagem urbana, o que pode comprometer a manutenção e ampliação da rede, visto que apenas 36,59% das vias urbanas possuem redes ou canais pluviais subterrâneos, os quais necessitam urgentemente de projetos e obras para ampliação desse ínfimo percentual, e visando uma ampliação da cobertura do sistema de drenagem municipal (SNIS, 2022).

Essa situação amplia o risco de o município enfrentar inundações e outros impactos relacionados, devido à evidente falta de investimentos, manutenção e cobertura adequada do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Ademais, não há qualquer forma de cobrança específica pelos serviços de drenagem, seja por meio do IPTU ou outro mecanismo, o que torna o orçamento geral a única fonte de financiamento para os investimentos no sistema.

A análise dos últimos anos evidencia o esforço da administração municipal em direcionar recursos para a ampliação da infraestrutura de drenagem, bem como para a manutenção e conservação do sistema.

As principais áreas de risco no município, associadas a eventos hidrológicos, são consequência de problemas de microdrenagem. Esses problemas decorrem, principalmente, do dimensionamento inadequado das redes de micro e macrodrenagem, que estão desatualizadas, do entupimento das galerias de drenagem e da obstrução dos emissários, seja pelo acúmulo de areia ou pela disposição irregular de esgoto nas galerias de águas pluviais. Além disso, a insuficiência de cobertura da rede de drenagem agrava ainda mais a situação.

Pedrazzi e De Oliveira Filho (2019) também destacam a presença de áreas com suscetibilidade a inundações na área urbana. Essa realidade evidencia a necessidade urgente de implementação de medidas institucionais de controle para restringir intervenções e construções em áreas de risco. Além disso, é essencial prever ações de realocação ou reassentamento da população em casos de enchentes, visando à proteção dos moradores e à mitigação dos impactos causados por esses eventos.

É crucial destacar que a falta de um cadastro técnico detalhado e a ausência de um Plano Diretor voltado à gestão da drenagem urbana podem resultar em respostas inadequadas por parte das autoridades em futuros eventos hidrológicos. Essa deficiência estrutural e de manutenção tem o potencial de agravar significativamente os impactos desses eventos sobre as áreas urbanas do município, expondo-o a uma gestão inadequada e a uma maior vulnerabilidade diante de enchentes, e outros desastres relacionados.

Além disso, é fundamental a criação de um Programa de Manutenção Sistemática do Sistema de Microdrenagem, com ações periódicas de manutenção preventiva. Entre as medidas necessárias, estão a varrição e remoção de entulhos nas vias públicas, limpeza regular das bocas de lobo, substituição de bocas de lobo danificadas e a limpeza dos ramais e galerias de águas pluviais, garantindo o bom funcionamento da infraestrutura de drenagem e a prevenção de inundações.

3.6. PROGRAMAS E PROJETOS

Neste tópico serão abordados os Programas e Projetos existentes no município de São Pedro da Aldeia. Esses projetos têm como pontos em comum a preocupação com o meio ambiente e o bem-estar social.

Programa Portas Abertas

O programa proporciona visitas qualificadas e inovadoras de diversos públicos às instalações da concessionária Prolagos, incluindo estações de tratamento de esgoto, estações de tratamento de água e o Centro de Controle Operacional. A iniciativa busca promover o entendimento do trabalho realizado pela concessionária, oferecendo uma experiência direta e informativa sobre os benefícios do saneamento. O objetivo é fortalecer a licença social para operar, aproximando a comunidade e outros atores do setor ao mostrar a importância e o impacto positivo dos serviços de saneamento.

Estação Fonte do Saber

A construção de um espaço científico e lúdico sobre o ciclo da água e o tratamento do esgoto tem como objetivo promover a educação ambiental. Localizado na sede do Campus Cabo Frio da Universidade Veiga de Almeida, esse espaço cultural oferece uma abordagem interativa e educativa, permitindo que os visitantes aprendam sobre a importância da água e os processos envolvidos no tratamento de esgoto. A iniciativa busca conscientizar a comunidade sobre questões ambientais e incentivar práticas sustentáveis.

Projeto Pioneiros

O projeto visa valorizar a educação como um meio de desenvolvimento pessoal e profissional, capacitando jovens participantes e aprofundando seu conhecimento sobre o mercado de trabalho, especialmente no setor de saneamento básico. Por meio de uma imersão no universo corporativo, os jovens têm a oportunidade de entender melhor as dinâmicas do setor. Ao final da capacitação, eles enfrentam o desafio de elaborar um trabalho de conclusão de curso que proponha uma solução para um problema ou uma melhoria nos serviços de saneamento de sua região.

Prolagos no seu Bairro

A ação social da Prolagos consiste em um projeto itinerante que oferece diversos serviços comerciais em locais estratégicos. Entre os serviços disponíveis estão a inclusão na Tarifa Social e negociações com condições especiais. Além disso, a ação estabelece parcerias com outras empresas e órgãos atuantes na área social. O objetivo do projeto é contribuir para a mudança de comportamento da população em relação aos serviços de água e esgoto, fortalecendo a licença social da empresa para operar e promovendo uma maior conscientização sobre a importância desses serviços.

Projeto Viveiro

O projeto de produção de mudas nativas do bioma da Mata Atlântica tem como objetivo o reflorestamento voluntário. Ele se dedica à produção de mudas de árvores nativas, que são utilizadas em iniciativas de reflorestamento e doadas em parcerias com ações socioambientais nos municípios da área de atuação, bem como com organizações da sociedade civil. A iniciativa visa promover a recuperação ambiental e a conscientização sobre a importância da preservação desse bioma.

Projeto Imersão

O Projeto Imersão é uma parceria entre a Prolagos e a Universidade Veiga de Almeida, focada no monitoramento da Lagoa de Araruama, do Rio Una e da água bruta do Reservatório de Juturnaíba, na Bacia Hidrográfica Lagos São João. O projeto realiza análises dos parâmetros físico-químicos da água conforme a Resolução Conama 357/2005, avaliando lançamentos das ETEs, Rio Una e água bruta de Juturnaíba. Além disso, o projeto incentiva pesquisas científicas e trabalhos acadêmicos sobre o aproveitamento do lodo das ETEs e ETA para diversas aplicações.

Imersão Estatística Pesqueira

O projeto de Estatística Pesqueira na Lagoa de Araruama, patrocinado pela Prolagos, registrou um total de 263.462 kg de pescado em 2022, 322.044 kg em 2023, e 288.178 kg até maio de 2024. Esses dados mostram um crescimento contínuo na atividade pesqueira, evidenciando os resultados positivos do tratamento de esgoto na

região. Isso reforça os benefícios do saneamento básico para a população e o meio ambiente.

Projeto Captação

O projeto, realizado em parceria com a Casa Museu Carlos Scliar, busca estimular o pensamento crítico, reflexivo, a criatividade e a inovação entre os estudantes. Ele atende alunos do 9º ano da rede pública municipal na área de concessão, promovendo o pensamento reflexivo e fortalecendo a imagem positiva na comunidade. O objetivo é criar uma rede de jovens multiplicadores na região.

Blue Keepers

O combate à poluição causada pelo descarte irregular de lixo nos mares e na Lagoa de Araruama envolve coletas trimestrais de microlixo em praias como a do Forte (Cabo Frio), Sudoeste (São Pedro), Popeye (Iguaba), dos Anjos (Arraial do Cabo), e Mangue e Pedras (Búzios). Os dados coletados são inseridos na plataforma virtual de ação pela água e oceano, vinculada ao pacto global da ONU. Em março de 2024, a Prolagos realizou o 1º Seminário de Prevenção e Combate ao Lixo nas Águas, reunindo representantes do poder público, iniciativa privada, ONGs, academia e comunidade para discutir políticas públicas e ações de prevenção.

Projeto Pacto pelas Águas

O programa de proteção e recuperação do meio ambiente e dos recursos hídricos é coordenado pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e apoia iniciativas voltadas à preservação de mananciais em áreas de interesse público. A Prolagos aderiu voluntariamente ao projeto e já realizou o reflorestamento de 15.000 m², contribuindo para a recuperação ambiental.

Bolsa Socioambiental

O Programa de Bolsas de Incentivo Socioambiental é voltado para Colônias e Associações de Pescadores Artesanais que atuam na Lagoa de Araruama e que cumpram os requisitos estabelecidos no regulamento. As bolsas têm como objetivo fomentar a pesca sustentável e o beneficiamento do pescado, destinando recursos para

cursos profissionalizantes, melhorias e reformas das unidades, além da compra de materiais de pesca.

Programa Afluentes

O Programa Afluentes, iniciado em 2012, é um programa de comunicação e atendimento dirigido a presidentes de associações de moradores e lideranças comunitárias. Seu objetivo é promover a integração entre essas associações e a Prolagos, estabelecendo um canal aberto de comunicação com a comunidade. O programa permite que a empresa conheça as principais necessidades dos moradores, ouça suas sugestões e opiniões sobre os serviços prestados, e avalie e melhore seus processos e procedimentos. O público-alvo são as lideranças comunitárias das cidades na área de Concessão da Prolagos.

Programa Saúde Nota 10

O Programa Saúde Nota 10, iniciado em 2012, é uma iniciativa de Educação Ambiental direcionada a estudantes do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental da rede pública de ensino. O programa inclui palestras, concursos de desenho e redação, e a distribuição de cartilhas e brindes. Seu objetivo é despertar a consciência ambiental entre os alunos, enfatizando a importância da conservação do meio ambiente e do uso racional de água e esgoto tratados para melhorar a qualidade de vida. A abordagem é interativa e lúdica, visando que os alunos compartilhem o conhecimento adquirido com suas famílias. Ao educar as crianças, o programa busca influenciar também os adultos, promovendo a sustentabilidade e a preservação ambiental de forma abrangente.

Programa De Olho no Óleo

O programa "De Olho no Óleo", lançado pela Prolagos em parceria com a ONG Reciclóleo, visa promover o descarte sustentável de óleo de cozinha usado para proteger o meio ambiente. O óleo despejado em ralos e pias pode poluir a água, entupir redes de esgoto e prejudicar o tratamento nas estações, além de atrair pragas e causar doenças. Para combater esses problemas, há ecopontos para a coleta do óleo, que será destinado à produção de biodiesel e sabão. Parte dos recursos gerados é revertida para projetos sociais. O programa também integra ações educativas em escolas, conscientizando sobre os impactos ambientais do descarte incorreto.



Plano Municipal de Saneamento Básico

Produto 03 - Prognóstico

São Pedro da Aldeia/RJ

4. PROGNÓSTICO

A Lei nº 11.445/2007 institui a Política Nacional do Saneamento Básico, estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento. Dentre suas definições, institui que a prestação dos serviços neste setor deve ter como princípios fundamentais a universalização do acesso, o serviço eficaz e de qualidade, além da eficiência e sustentabilidade econômica.

Além disso, a Lei nº 11.445/2007 estabelece a necessidade dos municípios em consolidarem suas respectivas políticas do saneamento, de forma a atender democraticamente as necessidades locais, respeitando as diferenças, particularidades e características de cada comunidade, região e ambiente.

Este documento constitui a etapa propositiva da Atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMIGRS), no qual serão apontados os objetivos, as metas e as soluções para o saneamento de São Pedro da Aldeia/RJ. No presente Produto 3 será analisada a situação do município apresentada no Produto anterior, respectivo ao Diagnóstico, trazendo possíveis soluções.

Neste processo de planejamento estratégico, são definidos diferentes cenários que serão utilizados como referências para a tomada de decisões na prestação dos serviços no setor do saneamento, buscando alcançar a universalização com qualidade, de forma econômica e sustentável.

Como ferramentas desse processo, a projeção populacional de demanda e as alternativas técnicas apresentadas neste Prognóstico subsidiarão o planejamento considerando um horizonte de 20 (vinte) anos, além de trazerem a base para a definição dos Programas, Projetos e Ações que serão definidos no mesmo produto.

4.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

O planejamento dos serviços de saneamento básico perpassa por esboçar um sistema que ofereça serviços adequados e compatíveis com o crescimento da população e sua demanda.

Ao longo desse período, a população municipal futura será definida por previsão, estruturada de modo criterioso com base na evolução demográfica do passado próximo, a fim de que a margem de erro seja pouco significativa. Mesmo que a análise da prospectiva populacional busque resultados confiáveis, é importante ressaltar que poderão ocorrer eventos inesperados que modifiquem a trajetória prevista para o crescimento populacional do Município.

Na projeção populacional há, inicialmente, 3 fatores fundamentais: os dados censitários do IBGE, a tendência histórica de crescimento e a distribuição espacial da população ao longo dos anos até o horizonte do projeto.

O município de São Pedro da Aldeia possui uma extensão territorial de 332.488 km² (IBGE, 2022). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através dos censos demográficos, fornece uma base histórica confiável para subsidiar a projeção populacional de São Pedro da Aldeia.

Como o objetivo de fomentar o entendimento das demandas futuras para os serviços de saneamento básico do município de São Pedro da Aldeia, se vê a necessidade de analisar a projeção populacional para um horizonte de planejamento de 20 (vinte) anos. Os resultados podem aprimorar a tomada de decisão e alinhar as estratégias de forma a conseguir os resultados esperados.

A análise para elaborar a projeção populacional do município foi feita com base em quatro modelos matemáticos, sendo eles as funções: linear, logarítmica, potencial e exponencial. Para tanto, tendo em vista a experiência e o conhecimento técnico da Concessionária de Água e Esgoto em relação à dinâmica populacional local, abrangendo tanto a população fixa quanto a população flutuante do município, considerou-se os dados fornecidos pela mesma, referentes aos anos de 2022, 2023 e 2024. O **Quadro 43** apresenta tais dados do município.

Quadro 43 - População de São Pedro da Aldeia ao longo dos anos.

Ano	População (hab)
2022	104.029
2023	105.084
2024	106.694

Fonte: Adaptado por Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Com base nos dados fornecidos referentes à população identificada e os cálculos utilizando os modelos matemáticos, encontra-se o coeficiente do crescimento populacional para cada modelo.

Mediante os resultados do crescimento populacional de cada modelo, foi realizada uma análise utilizando o método de mínimos quadrados, com o intuito de verificar qual a projeção é mais indicada para ser utilizada no estudo. O critério definido desse método matemático é que o valor de erro encontrado seja mais próximo de 1. O **Quadro 44** apresenta os resultados desta análise.

Quadro 44 - R^2 mais próximo de 1.

Modelo	R^2
Linear	0,98575
Logarítmica	0,98572
Potencial	0,98652
Exponencial	0,98656
R^2 mais próximo de 1	Exponencial

Fonte: Autoria Própria (2024).

Dentre os quatros métodos matemáticos para o cálculo das projeções populacionais, foi utilizado a função exponencial, por apresentar melhor resultado pelo método de mínimos quadrados. O **Quadro 45** apresenta o crescimento populacional de São Pedro da Aldeia pelo horizonte de tempo de 20 anos que será utilizado para o planejamento do PMSB.

A projeção populacional para a região dos Lagos considera a população fixa como a base predominante ao longo do ano. No entanto, nos meses de alta temporada — janeiro, fevereiro e março —, essa dinâmica se altera devido à intensa presença de turistas e visitantes. Durante esse período, a população total é calculada somando-se a

população fixa à população flutuante, formada principalmente por veranistas e turistas que se instalam temporariamente na região.

Quadro 45 - Projeção do Crescimento Populacional de São Pedro da Aldeia.

Ano		Projeção População Fixa	Projeção População Flutuante	Projeção População Total
0	2024	106.694	74.686	181.380
1	2025	108.052	75.637	183.689
2	2026	109.427	76.600	186.027
3	2027	110.820	77.576	188.396
4	2028	112.231	78.563	190.794
5	2029	113.659	79.563	193.222
6	2030	115.105	80.576	195.681
7	2031	116.571	81.602	198.173
8	2032	118.054	82.641	200.695
9	2033	119.557	83.693	203.250
10	2034	121.078	84.758	205.836
11	2035	122.620	85.837	208.457
12	2036	124.180	86.930	211.110
13	2037	125.761	88.037	213.798
14	2038	127.361	89.158	216.519
15	2039	128.982	90.293	219.275
16	2040	130.624	91.442	222.066
17	2041	132.286	92.607	224.893
18	2042	133.970	93.786	227.756
19	2043	135.676	94.980	230.656
20	2044	137.402	96.189	233.591

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.2. PROGNÓSTICO DO PMSB

O prognóstico refere-se ao estudo de cenários e previsões de demanda que irão definir o planejamento dos serviços de saneamento básico, visando a construção de um futuro desejado pela sociedade, governos e empresas.

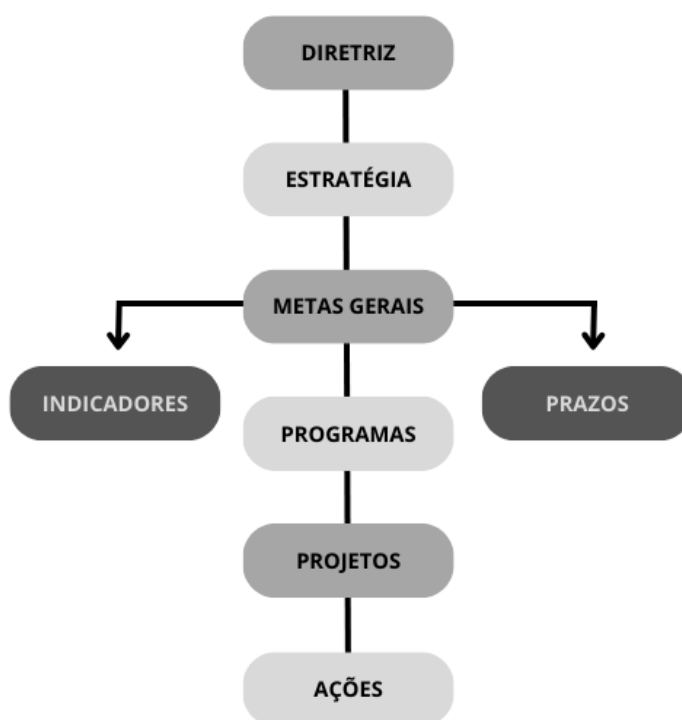
O Decreto Federal nº 7.217/2010, que regulamenta a Lei nº 11.445/2007, define em seu art. 25 que o PMSB deve abranger metas de curto, médio e longo prazo para alcançar a universalização do acesso aos serviços, sendo admitidas soluções graduais e progressivas.

Para ser obtida uma eficácia na implementação do prognóstico do PMSB, de modo que os cenários e demandas sejam atendidos, cabe definir alguns conceitos chaves:

- Diretriz: um norte para chegar à meta final, o objetivo geral;
- Estratégia: metodologia estabelecida para se atingir o objetivo, a diretriz;
- Meta: quanto se pretende fazer. Dentro da meta estão os indicadores (métricas) e os prazos (delimitação de datas);
- Programa: conjunto de projetos e ações, administrados de forma integrada;
- Projeto: conjunto de ações empreendidas para atingir um objetivo específico;
- Ação: conjunto de atividades organizadas para atender um projeto.

O nível hierárquico desses conceitos consta na **Figura 73**.

Figura 73 - Esquema de planejamento de ações.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Através da diretriz estabelecida, as estratégias do processo de planejamento determinarão as ações futuras. Deste modo, é importante que sejam construídos cenários, pois assim serão refletidas e ensaiadas situações futuras possíveis, indicando métodos de como alcançar os objetivos almejados, apresentados nos tópicos seguintes.

4.3. DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

A construção de cenários permite a avaliação das condições atuais do município e oferece uma visão prospectiva das transformações que poderiam ocorrer diante do planejamento estratégico para aquela realidade. Para iniciar esse processo, são definidas as variáveis ou fatores críticos que serão fundamentais para a tomada de decisão de cada vertente do saneamento.

Serão definidos 3 tipos de cenário para análise: o Cenário Tendencial, o Cenário Desejável e o Cenário Ideal, conforme esquematizado na **Figura 74**.

Figura 74 - Cenários para o planejamento estratégico.

Cenários	Alcançar metas a curto prazo	Alcançar metas em médio e longo prazo	Ampliação dos serviços	Universalização
Tendencial	✗	✗	✗	✗
Desejável	✗	✓	✓	✓
Ideal	✓	✓	✓	✓

 Realizado Efetivamente
  Realizado Parcialmente
  Não Realizado

Fonte: Autoria Própria (2024).

O Cenário Tendencial parte do pressuposto que a situação atual do município terá continuidade, ou seja, não serão realizadas melhorias significativas que alterem as condições vigentes. Neste cenário, a cobertura da prestação de serviços de saneamento bem como sua gestão seguirão a tendência atual de comportamento.

No Cenário Desejável são previstas melhorias nas 4 vertentes do saneamento, em busca da universalização. Porém, considera-se nesse cenário a limitação que o município pode enfrentar para o desenvolvimento efetivo, considerando as questões econômicas, sociais e ambientais, além da demanda dos recursos e investimentos no setor.

Por fim, o Cenário Ideal considera uma melhoria significativa nas 4 componentes do saneamento básico no município, alcançando a universalização. Nesse cenário, será previsto o progresso dos serviços de saneamento em qualidade, quantidade e regularidade.

4.4. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Neste capítulo serão definidos os diferentes cenários diante das variáveis e fatores críticos do sistema de abastecimento de água do município. Serão abordadas as metas e soluções para esta vertente, tendo como referência as informações coletas no diagnóstico de situação de São Pedro da Aldeia.

4.4.1. Definição dos Fatores Críticos

São considerados fatores críticos o conjunto de variáveis que afetam de forma positiva e negativa o desempenho do sistema, afetando a qualidade, quantidade e regularidade dos serviços prestados. Dessa forma, foram definidos os fatores que interferem direta ou indiretamente o sistema de abastecimento de água de São Pedro da Aldeia, conforme esquematizado na **Figura 75**.

Figura 75 - Fatores críticos adotados para definição dos cenários do Abastecimento de Água.



Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.2. Matriz de Cenários

A elaboração de cenários, visando a melhor compreensão da dinâmica demográfica atual e futura é de suma importância para o planejamento das ações que atenderão as demandas dos serviços de abastecimento de água. Nesse sentido, os Cenários Tendencial, Desejável e Ideal estão apresentados no **Quadro 46**.

Quadro 46 - Cenários de São Pedro da Aldeia para o Abastecimento de Água.

Cenário Tendencial	Cenário Desejável	Cenário Ideal
Existência do Comitê de bacia hidrográfica	Execução das atividades e ações do Comitê de bacia hidrográfica	Execução e monitoramento das atividades e ações do Comitê de bacia hidrográfica
Grande dependência de um único manancial de captação	Elaboração de estudo para diversificação de mananciais de captação	Diversificação de mananciais de captação
Alto índice de hidrometração	Manutenção do alto índice de hidrometração	Manutenção e expansão do índice de cobertura de hidrometração para alcançar 100%.
Existência de furtos de água realizado pelos caminhões pipa clandestinos no sistema, causando despressurização	Implementação gradual de medidas de controle, incluindo monitoramento, fiscalização, visando reduzir furtos de água	Desenvolvimento de um sistema integrado de gestão e controle, com monitoramento avançado, georreferenciamento e ações preventivas e punitivas, visando eliminar
Reservatórios operantes não atendem crescimento populacional e a sazonalidade	Ampliação dos reservatórios existentes e implantação de novas unidades para atender ao crescimento populacional e variações sazonais.	Desenvolvimento de sistema integrado de reservação, automatizado e com capacidade para atender demandas futuras e garantir segurança hídrica.
Manutenção do sistema atual com uso frequente de bombas móveis como solução emergencial para atender ao crescimento populacional na alta temporada	Implementação de melhorias estratégicas na infraestrutura existente, reduzindo a dependência de medidas emergenciais durante a alta temporada	Implementação de melhorias estratégicas na infraestrutura existente, eliminando medidas emergenciais durante a alta temporada

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a serem Adotadas no Serviço de Abastecimento de Água

Os fenômenos naturais extremos que mais afetam as atividades humanas no país são predominantemente de natureza climática. Apesar de serem ocorrências naturais, a intervenção humana em áreas urbanas e rurais ao longo do tempo tem intensificado sua frequência, severidade e alcance geográfico.

Além disso, a expansão urbana desordenada acarreta várias consequências negativas para o meio ambiente, incluindo:

- Sobrecarga no sistema de drenagem urbana, devido ao crescimento da impermeabilização do solo e à redução da capacidade de infiltração;

- Desaparecimento da vegetação devido à expansão de superfícies impermeáveis, resultando na diminuição da capacidade de absorção da água no solo e no aumento da velocidade de escoamento;
- Escassez e degradação da qualidade dos recursos hídricos;
- Acúmulo de detritos sólidos nos componentes do sistema de drenagem, como canais, bueiros e caixas de esgoto, obstruindo essas estruturas e causando transbordamentos durante períodos de chuvas intensas;
- Crescimento da densidade populacional em áreas, especialmente aquelas com baixo potencial de valorização imobiliária, o que intensifica a velocidade do escoamento superficial, aumentando o potencial de erosão do solo e contribuindo para o transporte de sedimentos e o assoreamento de rios e lagos. Isso reduz a capacidade de armazenamento desses corpos d'água, elevando o risco de inundações.

Pelas características topográficas do município de São Pedro da Aldeia se percebe que uma grande parcela de sua área possui uma topografia suave, principalmente na região urbana da Sede e nos outros demais distritos. Essas áreas com baixas declividades podem apresentar uma situação de dificuldade para a distribuição de água, devido à necessidade de sistemas de bombeamento para garantir pressão adequada na rede. Tal situação pode comprometer a eficiência do sistema de abastecimento e será evidenciada nos tópicos a seguir, onde serão apresentados os principais desafios identificados no município de São Pedro da Aldeia, tendo como base o histórico operacional e as características do sistema existente.

4.4.3.1. Manancial

Mananciais são todas as fontes de água, superficiais ou subterrâneas, que podem ser usadas para fins de abastecimento público, devendo assim conter quantidade e qualidade de água adequados ao uso. Podemos citar como exemplos os rios, lagos, represas e lençóis freáticos.

A formação de um manancial está intrinsecamente ligada aos processos hidrológicos naturais, como o escoamento superficial das águas pluviais, o afloramento de águas subterrâneas e, em algumas regiões, o derretimento da neve em áreas montanhosas.

Uma característica distintiva dos mananciais superficiais é sua vulnerabilidade a diferentes formas de contaminação, devido à sua exposição direta ao ambiente. Estes corpos d'água podem ser afetados por diversos fatores, incluindo o aporte de materiais grosseiros, o lançamento inadequado de efluentes domésticos e industriais, e acidentes envolvendo substâncias químicas. Além disso, suas características físico-químicas e biológicas podem apresentar variações significativas ao longo do ano, especialmente em áreas onde a proteção das margens é deficiente.

É importante ressaltar que eventos climáticos intensos, como chuvas torrenciais, podem alterar significativamente a qualidade da água em ambos os tipos de mananciais, principalmente através da ressuspensão de sedimentos previamente depositados. Esta característica torna necessária a implementação de sistemas de tratamento mais robustos para garantir a potabilidade da água destinada ao consumo humano. No mínimo, as águas provenientes de mananciais superficiais devem passar por processos de filtração e desinfecção antes de serem distribuídas à população.

O principal manancial que abastece o sistema de água em São Pedro da Aldeia é a Represa de Juturnaíba, localizada sobre a Bacia do Rio São João. Construída em 1980, a represa possui uma área de drenagem de 1.360 km², equivalente a 62% da área total da bacia. Este sistema é alimentado pelos rios São João, Capivari, Bacaxá e das Onças, com as seguintes contribuições principais:

- **Bacia do Alto e Médio São João:** 650 km²
- **Bacia do Rio Bacaxá:** 510 km²
- **Bacia do Rio Capivari:** 200 km²

A Represa de Juturnaíba tem como principais objetivos aumentar a disponibilidade hídrica para garantir o abastecimento regular, controlar as cheias na baixada do Rio São João e atender à irrigação agrícola de 31.800 hectares nessa região, que foi selecionada pelo Proálcool para diversos cultivos. Com um formato irregular, a represa apresenta quatro braços distintos: o Braço Norte, que corresponde ao brejo inundado do vale do Rio São João, e o Braço Central, que abrange o vale submerso do Rio das Onças.

A operação e manutenção da represa são de responsabilidade da concessionária Prolagos. A barragem e suas estruturas associadas seguem os seguintes procedimentos:

- **Manutenção das barragens de terra:**

- Inclui inspeções periódicas para monitorar erosões, estabilidade dos taludes e resistência do solo.

- A vegetação é cortada e removida quinzenalmente ou conforme necessário para garantir a integridade das estruturas e permitir inspeções adequadas.

- O monitoramento é realizado com piezômetros e medidores de nível de água para avaliar a pressão e o nível da água nas fundações e no interior do maciço.

- **Manutenção das estruturas de concreto:**

- Abrange o vertedouro tipo labirinto (4 módulos), descarregadores de fundo (2 unidades com comportas manuais) e dissipadores de energia.

- As comportas seguem operação conforme o Manual de Operação aprovado pela AGENERSA.

- **Níveis de Operação:**

- A operação ideal da represa mantém a cota em 8,4 metros. Quando o nível está abaixo desta cota, uma comporta do descarregador de fundo é aberta para garantir a vazão mínima ao Rio São João, sendo fechada tão logo o nível retorne ao normal.

- **Inspeções de Segurança:**

- São realizadas as seguintes inspeções, em conformidade com a Resolução INEA nº 165/2018:

- **Inspeção de Segurança Regular (ISR):**

- Realizada anualmente para avaliar o estado de conservação e possíveis anomalias que afetem a segurança da barragem.

- **Inspeção de Segurança Especial (ISE):**

- Realizada em situações específicas, como construção, desativação ou incidentes.

- **Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB):**

- Realizada a cada dois anos, devido à classificação da barragem como "Classe A". Esta revisão avalia o estado geral de segurança da barragem e propõe medidas para manutenção e melhorias.

4.4.3.2. Captação

A unidade de captação de água escolhida para o abastecimento público pode ser classificada de acordo com o tipo de manancial, com duas categorias principais: captação superficial e captação subterrânea. Cada tipo exige a coleta de informações específicas, dependendo do manancial selecionado, como mostra o **Quadro 47**.

Quadro 47 – Informação necessária por tipo de captação.

Captação Superficial	Captação Subterrâneo
Nome do manancial	Aspectos geológicos regionais e locais
Bacia hidrográfica pertencente	Aspectos hidrogeológicos dos poços existentes na área de projeto ou entorno
Localização	Previsão da quantidade de poços necessários para atender à demanda do projeto
Vazões	Descrição das principais fontes de poluição
Pluviometria	-
Dados da qualidade da água	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

O projeto de captação deve passar por uma análise técnica, seguindo normas da ABNT e legislações ambientais, a fim de assegurar eficiência operacional e reduzir impactos ao ecossistema.

O Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia tem como principal fonte a Lagoa de Juturnaíba, com captação de água bruta superficial a uma vazão média de 7.200 m³/h, operando continuamente 24 horas por dia. A água é direcionada para duas Estações de Tratamento de Água (ETAs): ETA I e ETA II.

4.4.3.3. Adução

A adução refere-se ao transporte da água bruta captada até as estações de tratamento. Este transporte é realizado por meio de tubulações ou canais, que devem ser projetados para minimizar perdas e garantir a integridade da água ao longo do

percurso. O sistema de adução deve ser cuidadosamente planejado para lidar com variações no fluxo e garantir a entrega contínua de água à planta de tratamento.

Para a etapa de adução são necessárias as principais informações das adutoras de água bruta e tratada, como: diâmetro, comprimento, tipo de material das tubulações, dispositivos especiais, pressões e vazões. Além disso, na etapa do planejamento devem ser considerados os cursos d'água, as rodovias, ferrovias, bem como a topografia local.

A água tratada nas Estações de Tratamento de Água Juturnaíba (ETA I e ETA II) é transportada para o reservatório de água tratada por meio de três linhas paralelas, que funcionam como um ponto de transição entre os sistemas de recalque e gravidade. Cada linha possui 2.550 metros de extensão.

A primeira linha, com diâmetro de 600 mm, corresponde à antiga adutora Bacaxá, anteriormente operada pela Cia. Álcalis. A segunda linha, com diâmetro de 700 mm, foi implantada durante a ampliação da ETA I em 1998. A terceira linha, construída posteriormente, tem diâmetro de 1.000 mm.

Para atender o abastecimento do município de São Pedro da Aldeia, a adução é realizada por meio de adutoras com diferentes materiais, com diâmetros variando entre 250 mm e 700 mm, totalizando uma extensão de 248,65 km de adução.

4.4.3.4. Unidades de Bombeamento

Para o planejamento das unidades de bombeamento, são necessárias informações como coordenadas de localização, identificando a disponibilidade de energia elétrica nas proximidades para implantação. Além disso, são necessárias as características dos equipamentos de bombeamento, como potência, vazão e altura manométrica.

Em São Pedro da Aldeia as unidades de bombeamento são uma parte essencial da infraestrutura hídrica, distribuídas de forma estratégica pelo município para assegurar o abastecimento de água em diversas áreas. Atualmente, 45 boosters estão em operação, sendo fundamentais para a distribuição e pressurização da rede de água. A manutenção e operação dessas unidades exigem monitoramento contínuo, com foco na eficiência energética, na preservação do sistema e na garantia da qualidade do abastecimento de água para a população local.

4.4.3.5. Tratamento

Na etapa de tratamento, devem ser definidas as etapas que o compõem, bem como as especificações dos equipamentos e a capacidade. Além disso, para a escolha do tipo de tratamento de água adequado devem ser assegurados os aspectos técnicos e ambientais, atendendo os critérios de operação e a sustentabilidade econômica.

No caso da utilização de captação por poço tubular, deve ser previsto o tratamento para atendimento à portaria do Ministério da Saúde para seguir os padrões de potabilidade da água.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) de Juturnaíba é um sistema complexo e essencial para o abastecimento hídrico de São Pedro da Aldeia, composto por duas unidades de produção: a ETA I (anteriormente Estação da Companhia Álcalis) e a ETA II (unidade ampliada). Ambas operam com tratamento convencional, processando uma vazão total de aproximadamente 1.800 L/s.

4.4.3.6. Reservação

Devido à natureza turística desta área de concessão, o Edital de Concorrência nº. 04/96, anexo IV – Descritivos Técnicos, adotou as seguintes premissas para a elaboração do projeto básico:

“c.1) Adotou-se como média anual de crescimento da população da região: 2% (dois por cento) para os próximos 25 (vinte e cinco) anos;

c.2) Adotou-se como relação entre a população residente e população flutuantes (veraneio) o coeficiente de 1,5 (um vírgula cinco), ou seja, no pico de consumo projetou-se que a população total será 1,7 maior do que a residente. Esta situação acontece 25% (vinte e cinco por cento) do período anual.”

No entanto, a quantidade de pessoas nos municípios tem superado as previsões contratuais, impactando na prestação do serviço. Na Região dos Lagos o período que compreende a Alta Temporada corresponde aos meses de Dezembro à Março de cada ano. Neste período, historicamente a Região dos lagos recebe um número de turistas 05 (cinco) vezes superior à população residente, acima das melhores previsões, o que impacta em todos os tipos de serviços, como mobilidade urbana, energia elétrica, abastecimento e coleta de lixo.

No que se refere a defasagem de abastecimento por meio de tubulação ela pode ser compensada imediatamente com a entrega de água por caminhão pipa, contratação emergencial feita pela concessionária para complementar o seu plano contingencial inicialmente previsto. Desse modo, é importante os imóveis terem reservatórios para o abastecimento independente de pelo menos 05 dias, pois tal fato reduziria o impacto referido aos problemas com excesso de população, falta de energia ou rompimentos de adutoras.

Relativamente à reservação de água, o Decreto Estadual nº 22.873/96 que regulamenta a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado do Rio de Janeiro prevê em seu artigo 29:

Art. 29 - Toda edificação deverá ter reservatório de água que será dimensionado de acordo com as prescrições das CONCESSIONÁRIAS ou PERMISSIONÁRIAS, tendo em vista as condições e o regime de abastecimento local, salvo se as condições permanentes de pressão na rede previstas nos contratos de permissão ou concessão tornarem desnecessário o reservatório.

Equivale dizer que mesmo com o sistema desligado o consumidor se mantém abastecido pela água já recebida da concessionária e adequadamente reservada.

O município de São Pedro da Aldeia conta com 4 reservatórios responsáveis pela distribuição de água tratada para a população, que totalizam 10.142 m³ de capacidade de reservação.

4.4.3.7. Rede de Distribuição

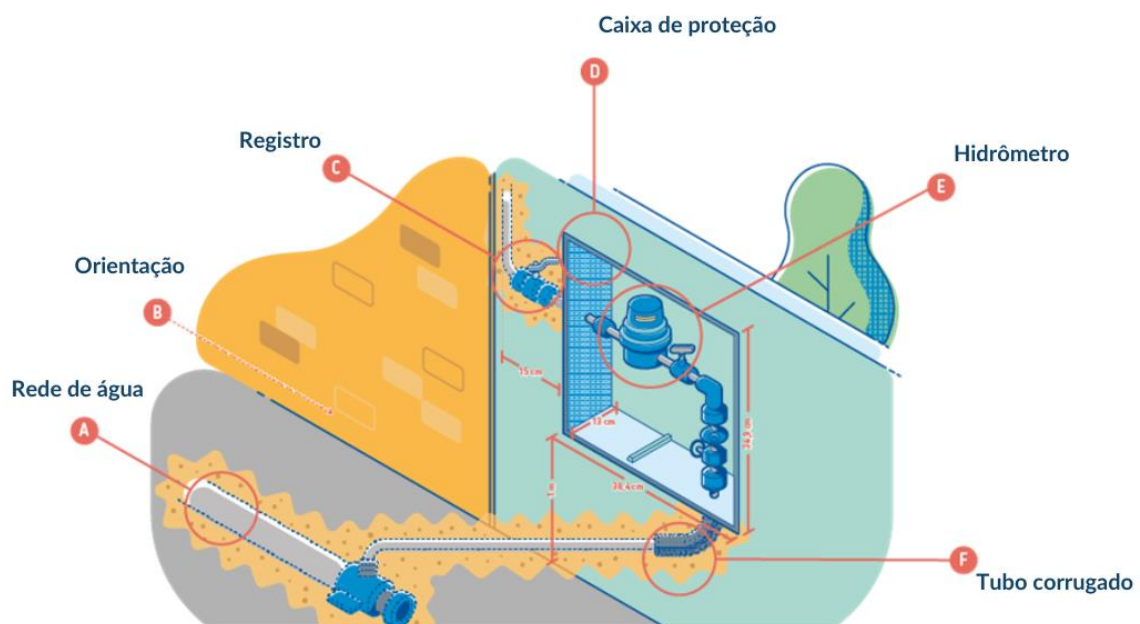
Para a rede de distribuição projetada, são necessárias informações quanto a setorização da rede de cobertura, bem como o diâmetro, comprimento e material das tubulações utilizadas na instalação. Além disso, todos os dispositivos utilizados devem ser caracterizados, informando todos os critérios, parâmetros, *softwares* e cálculos utilizados para o dimensionamento da rede.

Para o município de São Pedro da Aldeia, de acordo com informações fornecidas pela Concessionária, a rede de distribuição de água possui uma extensão total de 519,79 km.

4.4.3.8. Ligações Domiciliares

No dimensionamento das ligações domiciliares, torna-se necessária a apresentação do método de cálculo ou da base de dados utilizada para a estimativa do número de ligações e economias. Além disso, deve ser contemplado o número de domicílios de início do plano, estimando a instalação obrigatória de micromedição e de saída de água após o hidrômetro. A **Figura 76** demonstra um esquema ilustrativo de como são as ligações domiciliares.

Figura 76 - Modelo de ligações Domiciliares.



Fonte: Freepick (2024)

Em São Pedro da Aldeia, conforme informações da SINISA 2024, foram registrados um total de 44.854 ligações ativas de água.

4.4.4. Estudos para Demandas Futuras

O presente tópico tem como objetivo analisar as demandas futuras dos serviços de abastecimento de água para o município de São Pedro da Aldeia, informação que é de extrema importância para elaborar um instrumento de gestão eficiente e auxiliar na definição dos programas, projetos e ações, considerando o comportamento futuro das demandas de consumo de água.

4.4.4.1. Coeficiente de Consumo Per Capita

O "per capita" de uma comunidade é obtido, relacionando o consumo total de água por dia pelo número total da população. O volume de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Havendo abastecimento público, varia, ainda, segundo a existência de indústria e de comércio, a qualidade da água e o seu custo.

A literatura destaca como principais fatores que influenciam no consumo de água: condições climáticas (temperatura, precipitação e umidade), características socioeconômicas, época do ano, tipo do bairro (comercial, residencial, industrial ou agrícola), valor da tarifa, propriedades das instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis (YASSUDA et. al., 1976; VON SPERLING, 1995).

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), 110 litros de água por dia é suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa.

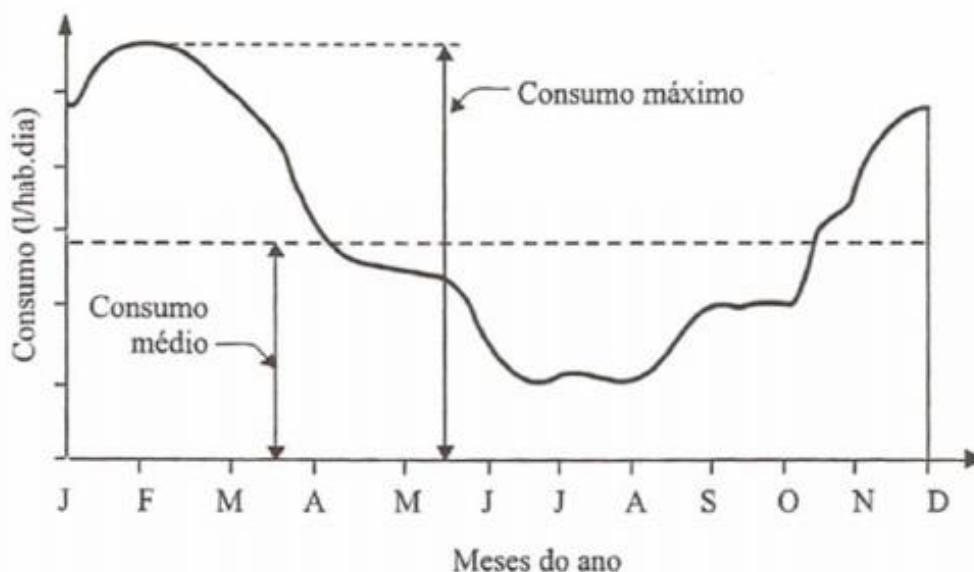
De acordo com os dados disponibilizados pela Concessionária, o per capita do município de São Pedro da Aldeia é de **155 L/hab.dia**, sendo esse valor utilizado na projeção do Sistema de Abastecimento de Água.

4.4.4.2. Coeficiente de Maior Consumo

No Sistema de Abastecimento de Água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto Sistema de Abastecimento de Água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido. São elas:

- Diária: ao longo do ano, haverá um dia em que se verifica o maior consumo. É utilizado o coeficiente do dia de maior consumo (K_1), que é obtido da relação entre o máximo consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário. Como não foi disponibilizado o histórico de consumo ao longo dos anos, adotou-se o valor de: **$K_1 = 1,20$** .

Figura 77 - Variação do Consumo Durante 1 ano (SAA).

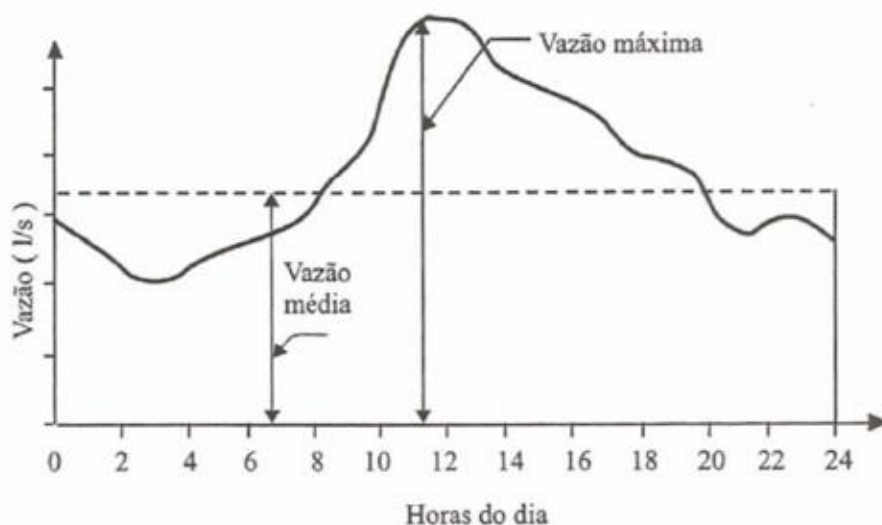


Fonte: Tsutiya (2004).

- **Horária:** ao longo do dia têm-se valores distintos de pique de vazões horários. Entretanto haverá “uma determinada hora” do dia em que a vazão de consumo será máxima. É utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K_2), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada. Da mesma forma, adotou-se o valor proposto de: $K_2 = 1,50$.

O coeficiente K_1 é utilizado no cálculo de todas as unidades do sistema, enquanto K_2 é usado apenas no cálculo da rede de distribuição.

Figura 78 - Variação do Consumo Horário (SAA).



Fonte: Tsutiya (2004).

4.4.4.3. Reservação

Com relação ao volume de reservação requerido, Adotou-se:

- Volume de reservação = 1/3 do volume máximo diário (m^3).

4.4.4.4. Índice de Atendimento

A Lei nº 11.445/2007 regulamenta os serviços de saneamento que são prestados pelos estados ou municípios, compreendendo o abastecimento de água, tratamento de esgoto, destinação das águas das chuvas nas cidades e lixo urbano, que são regulados pelas agências infracionais, as quais podem ser municipais, intermunicipais ou estaduais. A Lei nº 14.026/2020 atualiza o Marco Legal do Saneamento, e, por sua vez, modifica alguns artigos da Lei nº 11.445/2007.

Um dos pontos de atenção da nova Lei é que, pelo Novo Marco do Saneamento, todos os contratos deverão ter como foco metas de universalização, garantindo que 99% da população seja abastecida com água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033, com exceção a locais que estudos licitatórios apontarem inviabilidade financeira para esta data, onde para estes casos ficará permitido a extensão do prazo, desde que não ultrapasse 1 de janeiro de 2040 e a Agência Reguladora confirme a veracidade.

Os estudos deverão ser elaborados apresentando metas progressivas e graduais da expansão, sem intermitência do abastecimento e da melhoria dos processos.

Como é possível observar na **Quadro 48**, segundo os dados do SNIS, o município de São Pedro da Aldeia ainda não alcançou a universalização do Serviço de Abastecimento de Água, sendo assim, respeitando o Novo Marco Legal do Saneamento, a universalização do serviço será atingida no ano 03 (dois) de projeto, quando 100% da população será atendida com redes de distribuição de água própria para consumo.

Quadro 48 – Índice de atendimento de água de São Pedro da Aldeia.

Período do Plano	Ano	Índice de Atendimento
0	2024	96,1%
1	2025	96,1%
2	2026	96,1%
3	2027	100%
4	2028	100%
5	2029	100%
6	2030	100%
7	2031	100%
8	2032	100%
9	2033	100%
10	2034	100%
11	2035	100%
12	2036	100%
13	2037	100%
14	2038	100%
15	2039	100%
16	2040	100%
17	2041	100%
18	2042	100%
19	2043	100%
20	2044	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.5. Projeção de Demandas

Considerando as premissas anteriormente citadas e a projeção de demandas para o município de São Pedro da Aldeia, são apresentadas informações sobre o prognóstico dos componentes do sistema de abastecimento de água.

4.4.5.1. Captação e Produção de Água

Como supracitado, o município de São Pedro da Aldeia tem como principal fonte de captação de água bruta a Lagoa de Juturnaíba, com capacidade de captação de 2.000 L/s. Para o presente estudo, propõe-se a utilização desta unidade para atendimento de todo o território.

A projeção de demanda futura para o sistema de abastecimento de água considera a necessidade de atender à população prevista para o horizonte final do projeto. Contudo, conforme previsto no PMSB anterior, a captação planejada no Rio São João foi invalidada devido à presença de salinidade no ponto inicialmente previsto, consequência direta da influência da maré.

Considerando o atendimento à população fixa no município de São Pedro da Aldeia, não é necessária a ampliação da produção de água no sistema. Por outro lado, quando analisada a população flutuante, estima-se que seja necessária uma ampliação da vazão do sistema. Para isso, propõe-se uma abordagem combinada:

- **Ampliação da Captação:** A execução de obras e intervenções que aumentem a capacidade de captação em 300 L/s, conforme previsto pela Concessionária.
- **Redução de Perdas:** Implementação de medidas de controle e modernização da rede de distribuição para reduzir as perdas de água para inferiores a 30% ao ano.
- **Atendimento por Soluções Alternativas:** O abastecimento com soluções alternativas se encontra como uma opção para garantir o abastecimento nas épocas de pico no município, utilizando alternativas como o caminhão pipa por exemplo.

4.4.5.2. Tratamento

O tratamento de água bruta realizado nos dois sistemas responsáveis pelo abastecimento de água no município, atende aos parâmetros exigidos pela legislação vigente para consumo humano, conforme apresentado no Diagnóstico (Produto 02).

Diante da crescente escassez de recursos hídricos em diversas regiões, especialmente em locais onde não há rios próximos para a captação de água potável, uma alternativa emergencial para garantir a segurança hídrica é o tratamento da água do mar ou de poços subterrâneos. Ambas as soluções oferecem possibilidades para mitigar uma crise hídrica.

O tratamento da água do mar, por meio da dessalinização, é uma estratégia que tem se mostrado eficaz. Essa técnica consiste na remoção do sal e de outros minerais presentes na água, tornando-a própria para o consumo humano e outros usos.

O uso de poços subterrâneos, quando bem planejado e monitorado, também pode fornecer uma vazão de água suficiente para atender determinada região. É importante que a qualidade da água dos poços seja verificada periodicamente, a fim de identificar se é necessário algum processo de desinfecção antes da distribuição para a população.

Conforme disposto no **Quadro 49**, levando em consideração a premissa de que todo o tratamento de água do município de São Pedro da Aldeia será realizado por meio da ETA I e II, cuja capacidade máxima total é de 2.000 L/s, não há a necessidade de ampliação de sua estrutura. Deste modo, observa-se que o quantitativo atual é suficiente para atender a demanda requerida pela população dos municípios integrantes do sistema integrado no horizonte de 20 anos.

Quadro 49 - Projeção de demanda.

Ano	Vazão Média (L/s)	Vazão de Perdas (L/s)	Vazão Total Diária (L/s)	Produção Existente (L/s)
2024	755,0	323,6	1229,5	1800,0
2025	779,1	333,9	1268,7	1800,0
2026	790,0	322,7	1270,7	1800,0
2027	817,5	325,9	1306,8	1800,0
2028	829,0	306,6	1301,4	1800,0
2029	840,7	318,9	1327,7	1800,0
2030	852,5	307,4	1330,4	1800,0
2031	864,5	303,7	1341,1	1800,0
2032	876,7	300,1	1352,1	1800,0

Ano	Vazão Média (L/s)	Vazão de Perdas (L/s)	Vazão Total Diária (L/s)	Produção Existente (L/s)
2033	889,0	294,8	1361,5	1800,0
2034	901,5	295,7	1377,5	1800,0
2035	914,2	299,9	1396,9	1800,0
2036	927,1	304,1	1416,6	1800,0
2037	940,1	308,4	1436,5	1800,0
2038	953,3	312,7	1456,7	1800,0
2039	966,8	317,1	1477,2	1800,0
2040	980,4	321,6	1498,0	1800,0
2041	994,2	326,1	1519,1	1800,0
2042	1008,2	330,7	1540,5	1800,0
2043	1022,3	335,3	1562,2	1800,0
2044	1036,7	340,1	1584,1	1800,0

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.5.3. Reservação

A reservação do sistema de abastecimento de água do município de São Pedro da Aldeia conta com 4 reservatórios. Conforme apresentado na **Quadro 50**, há necessidade de ampliação de sua capacidade de reservação, uma vez que a reservação existente é insuficiente para atender à demanda requerida pela população ao longo dos 20 anos.

Quadro 50 - Projeção de reservação.

Ano	Reservação Existente (m³)	Reservação Requerida (m³)	Superávit/Déficit (m³)
2025	10.142	8.737	1.404,7
2026	10.142	8.739	1.402,9
2027	10.142	9.210	932,4
2028	10.242	9.213	928,6
2029	10.242	9.219	923,1
2030	10.242	9.336	805,8
2031	10.242	9.344	798,4
2032	10.242	9.353	789,5
2033	10.242	9.470	671,5
2034	10.242	9.592	549,9
2035	10.242	9.714	427,7
2036	10.942	9.838	304,1
2037	10.942	9.963	178,9
2038	10.942	10.090	52,1
2039	10.942	10.218	-76,2
2040	10.942	10.348	-206,3
2041	10.942	10.480	-337,9
2042	10.942	10.613	-471,4
2043	10.942	10.749	-605,5
2044	10.942	10.885	-743,2

Fonte: Autoria Própria (2024).

Sendo assim, é prevista a ampliação da reservação de São Pedro da Aldeia em 9.000 m³ de água tratada, com implantação de 100 m³ em 2027 e 700 m³ em 2035.

Ressalta-se que para os meses de janeiro a março, a defasagem de abastecimento por meio de tubulação pode ser compensada imediatamente com a entrega de água por caminhão pipa, contratação emergencial feita pela concessionária para complementar o seu plano contingencial inicialmente previsto. Desse modo, é importante os imóveis terem reservatórios para o abastecimento independente de pelo menos 05 dias, pois tal fato reduziria o impacto referido aos problemas com excesso de população, falta de energia ou rompimentos de adutoras.

4.4.5.4. Rede de Distribuição

De acordo com as informações da Prolagos (2024), a rede de distribuição de São Pedro da Aldeia é composta por aproximadamente 513,6 km.

A fim de garantir o abastecimento de toda a população, é prevista a ampliação de aproximadamente 4,3 km e a substituição de 31 km ao longo dos 20 anos de concessão. A substituição da rede consiste na troca da tubulação por uma mais recente, geralmente para corrigir problemas operacionais causados por diversos fatores, tais como aumento de demanda além do previsto em projeto, rompimento de tubulações.

O quadro a seguir apresenta o incremento de rede de distribuição ano a ano, tendo como principais variáveis a evolução do índice de atendimento e o crescimento vegetativo.

Quadro 51 - Projeção do incremento de rede, em metros.

Ano	Incremento de rede (m)
2025	1.212
2026	624
2027	2.285
2028	48
2029	38
2030	29
2031	20
2032	10
2033	-
2034	-

Ano	Incremento de rede (m)
2035	-
2036	-
2037	-
2038	-
2039	-
2040	-
2041	-
2042	-
2043	-
2044	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.5.5. Ligações Prediais

As ligações prediais interligam a rede de distribuição de água à instalação predial do cliente. Segundo a Prolagos (2024), São Pedro da Aldeia possui 44.854 ligações atendidas.

Em função do crescimento populacional previsto ao longo dos 20 anos de planejamento, faz-se necessária a estimativa da quantidade de novas ligações que deverão ser implantadas para suprir esta demanda. Sendo assim, este estudo prevê o incremento de 4.913 ligações prediais durante o horizonte de 20 anos, a começar a partir do ano 1.

O quadro a seguir apresenta o incremento de ligações ano a ano, tendo uma maior concentração no primeiro ano em virtude da consideração da população residente e a evolução do índice de atendimento, tornando-se menor e constante a partir do segundo ano, acompanhando apenas o crescimento vegetativo.

Quadro 52 - Projeção do incremento de ligações.

Ano	Incremento de ligações
2025	930
2026	547
2027	2.338
2028	58
2029	59
2030	60
2031	61
2032	61

Ano	Incremento de ligações
2033	62
2034	63
2035	64
2036	64
2037	65
2038	66
2039	67
2040	68
2041	69
2042	70
2043	71
2044	71

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.5.6. Hidrometração

Os hidrômetros são equipamentos fundamentais para a realização da medição da quantidade de água utilizada e garantir a justa cobrança pelos serviços prestados. Para que o desempenho dos hidrômetros seja adequado, é preciso respeitar o tempo de vida útil de 7 anos (Portaria INMETRO nº 155/2022) realizando a troca preventiva para garantir o seu funcionamento. Vale ressaltar que seu uso adequado é essencial para o combate às perdas de água e de faturamento.

De acordo com os dados da Prolagos (2024), o índice de hidrometração de São Pedro da Aldeia é de 99,8%.

O quadro a seguir apresenta a projeção dos novos hidrômetros a serem instalados e a projeção da substituição dos hidrômetros no horizonte dos 20 anos.

Quadro 53 - Projeção de implantação e substituição de hidrômetros.

Ano	Substituição de hidrômetros (un.)	Incremento de novos hidrômetros (un.)
2025	126	84
2026	126	86
2027	126	87
2028	126	92
2029	126	93
2030	126	94
2031	126	95
2032	126	96
2033	126	98
2034	126	99

Ano	Substituição de hidrômetros (un.)	Incremento de novos hidrômetros (un.)
2035	126	100
2036	126	101
2037	126	103
2038	126	104
2039	126	105
2040	126	107
2041	126	108
2042	126	109
2043	126	111
2044	126	112

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.6. Indicadores e Metas

O presente tópico tem como objetivo apresentar os principais indicadores de desempenho operacional. Eles são instrumentos utilizados para medir, monitorar e avaliar a qualidade do serviço de abastecimento de água prestado pela concessionária, para auxiliar os gestores no momento de mensurar a eficiência na prestação dos serviços, e caso necessário na definição de novas estratégias, a fim de melhorar a prestação dos serviços, alcance de metas e identificação de possíveis gargalos.

Os indicadores podem ser utilizados como ferramentas de controle e regulação dos serviços prestados, eles foram montados tomando como base o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Contrato de Concessão e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Utilizando as informações levantadas no campo e fornecidas pela Prefeitura e prestadores de serviço. O **Quadro 54** apresenta os principais indicadores para o município de São Pedro da Aldeia.

Quadro 54 - Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água.

Indicador		Situação do Município	Meta	Ano
A1	Índice de Atendimento	96,1%	100%	2027
A2	Índice de Hidrometração	99,8%	100%	2024
A3	Índice Perdas	30%	24,9%	2033

Fonte: Autoria Própria (2024).

Diante do cenário atual do Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia, foram traçadas algumas metas para que o município apresente melhorias nesse componente do saneamento básico. Para isso, foram analisados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU de forma que fossem conectados direta ou indiretamente com o Abastecimento de Água.

A **Quadro 55** apresenta alguns dos ODS e como se relacionam com o Sistema Abastecimento de Água do município.

Quadro 55 - Metas dos ODS relacionadas com o Sistema de Abastecimento de Água.

ODS	Metas relacionadas com o Sistema de Abastecimento de Água
 3 SAÚDE E BEM-ESTAR	Meta 3.3: Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis.
 6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	Meta 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado
 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	Meta 11.1: Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas Meta 11.4: Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo
 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	Meta 13.1: Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Fonte: Adaptado por Autoria Própria (2024) a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

No quadro a seguir estão previstos os objetivos e metas para a garantia do cenário ideal e da universalização dos serviços, admitindo soluções graduais e progressivas de forma atingir a universalização, a qualidade dos serviços prestados e a sustentabilidade dos recursos naturais.

As metas descritas expressam os objetivos em termos de resultados e para isso devem ser mensuráveis. Devendo ser propostas de forma gradual, pois os resultados dos objetivos serão alcançados no decorrer do tempo. Sendo assim, as metas serão distribuídas ao longo do horizonte do PMSB, que é de 20 anos classificadas como:

- Curto prazo: até 4 anos (2025 a 2028);
- Médio prazo: de 5 a 14 anos (2029 a 2038);
- Longo prazo: de 15 anos até o horizonte final do plano (2039 a 2044).

Quadro 56 - Metas para o Sistema de Abastecimento de Água.

Indicador		Metas Progressivas				
		2024	2029	2033	2038	2044
1	Aumento da População atendida	96,1%	100%	100%	100%	100%
2	Redução do índice de Perdas	30%	27%	24,9%	24,9%	24,9%
3	Aumento do Índice de Hidrometração	99,8%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.7. EQUILÍBRIO ECONÔMICO E FINANCEIRO (CAPEX E OPEX)

A prestação dos serviços de abastecimento de água, a redação alterada da Lei Federal nº 11.445/2007, em razão da promulgação da Lei Federal nº 14.026/2020, traz inovações no sentido de promover a obrigatoriedade de conexão às redes implantadas. Com destaque para os seguintes parágrafos do Capítulo VII - DOS ASPECTOS TÉCNICOS do referido marco legal (BRASIL, 2007):

§ 4º Quando disponibilizada rede pública de esgotamento sanitário, o usuário estará sujeito aos pagamentos previstos no caput deste artigo, sendo-lhe assegurada a cobrança de um valor mínimo de utilização dos serviços, ainda que a sua edificação não esteja conectada à rede pública. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 4º-A O pagamento de taxa ou de tarifa, na forma prevista no § 3º-A, não isenta o usuário da obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário e o descumprimento da obrigação sujeita o usuário ao pagamento de multa e às demais sanções previstas na legislação. (Incluído pela Medida Provisória nº 868, de 2018) (Vigência encerrada)

§ 5º O pagamento de taxa ou de tarifa, na forma prevista no caput deste artigo, não isenta o usuário da obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário, e o descumprimento dessa obrigação sujeita o usuário ao pagamento de multa e demais sanções previstas na legislação, ressalvados os casos de reuso e de captação de água de chuva, nos termos do regulamento. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 6º A entidade reguladora ou o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverão estabelecer prazo não superior a 1 (um) ano para que os usuários conectem suas edificações à rede de esgotos, onde disponível, sob pena de o prestador do serviço realizar a conexão mediante cobrança do usuário. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 7º A entidade reguladora ou o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverá, sob pena de responsabilidade administrativa, contratual e ambiental, até 31 de dezembro de 2025, verificar e aplicar o procedimento previsto no § 6º deste artigo a todas as edificações implantadas na área coberta com serviço de esgotamento sanitário. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 8º O serviço de conexão de edificação ocupada por família de baixa renda à rede de esgotamento sanitário poderá gozar de gratuidade, ainda que os serviços públicos de saneamento básico sejam prestados mediante concessão, observado, quando couber, o reequilíbrio econômico-financeiro dos contratos. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 9º Para fins de concessão da gratuidade prevista no § 8º deste artigo, caberá ao titular regulamentar os critérios para enquadramento das famílias de baixa renda, consideradas as peculiaridades locais e regionais. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 10. A conexão de edificações situadas em núcleo urbano, núcleo urbano informal e núcleo urbano informal consolidado observará o disposto na Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

4.4.7.1. CAPEX

O CAPEX refere-se ao *Capital Expenditur*, em inglês, que traduzido para o português significa "Despesas de Capital". Trata-se de um termo financeiro utilizado para descrever os investimentos de uma empresa em ativos de longo prazo, como aquisição de equipamentos, construção de instalações, compra de propriedades e outros bens de capital que são essenciais para as operações e o crescimento do negócio.

O CAPEX está associado a investimentos que proporcionam benefícios duradouros ao longo do tempo. Esses investimentos são geralmente voltados para a expansão, melhoria ou modernização das capacidades da empresa/serviço, visando aumentar sua eficiência operacional, competitividade ou capacidade produtiva.

No cálculo de CAPEX do município, estão englobados os ativos municipais como: adutoras do município, estações elevatórias (boosters), reservatórios, rede de água, hidrômetros e ligações. Já no CAPEX do sistema integrado estão englobados os ativos relacionados à produção, como captação, adutoras, estações elevatórias, reservatórios na área da ETA e a estação de tratamento de água.

A Prolagos prevê, ao longo de 4 anos, a realização de um plano abrangente que inclui ampliação, substituição e melhorias estruturais na infraestrutura existente, totalizando R\$16,2 milhões. As intervenções têm como objetivo atender à demanda futura, melhorar a eficiência operacional e garantir a qualidade dos serviços prestados à população. Esses investimentos incluem a recuperação da Barragem de Juturnaíba.

O montante total estimado para o sistema integrado e para o município de São Pedro da Aldeia totaliza R\$138.601.010,87, de acordo com os cálculos realizados pela consultoria especializada. Os custos unitários adotados para a estruturas previstas foram obtidos através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos (SINAPI), com ano base de 2024 para as obras lineares e as obras pontuais baseadas em cotações de mercado e obras similares realizadas no Estado, quando houver a necessidade de atualização monetária, será realizada pelo Índice da Construção Civil (INCC), assegurando que os valores estejam atualizados e alinhados aos parâmetros de mercado.



4.4.7.1.1. Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia

Os cálculos de CAPEX para o abastecimento de água do município de São Pedro da Aldeia, estão apresentados no **Quadro 57**.

Quadro 57 - CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia (R\$).

CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água								
Ano	Captação	Adução	Estação Elevatória/ Booster	ETA	Reservação	Rede de distribuição	Ligação	Hidrometração
2025	-	-	-	-	-	41.809.844,58	735.884,18	1.418.311,62
2026	-	-	-	-	-	658.958,74	463.811,66	1.418.311,62
2027	-	-	-	-	-	1.164.756,63	1.736.088,10	1.891.082,16
2028	-	-	-	-	-	483.548,69	116.723,86	-
2029	-	-	-	-	-	480.771,49	117.150,08	-
2030	-	-	-	-	16.755,53	477.949,65	117.647,34	-
2031	-	-	-	-	16.755,53	475.078,22	118.286,68	-
2032	-	-	-	-	76.969,26	472.102,65	118.712,90	-
2033	-	-	130.648,15	-	76.969,26	469.067,56	119.352,23	-
2034	-	699.291,47	130.648,15	-	1.237.170,01	469.067,56	119.921,53	-
2035	-	699.291,47	130.648,15	-	-	469.067,56	120.488,83	1.532.745,57
2036	-	699.291,47	-	-	-	469.067,56	120.986,09	1.489.730,11
2037	-	-	-	-	20.170,04	469.067,56	121.696,46	2.164.756,37
2038	-	-	-	-	20.170,04	469.067,56	122.193,72	16.926,29
2039	-	-	-	-	392.892,70	469.067,56	122.762,02	17.125,83
2040	-	-	-	-	392.892,70	469.067,56	123.472,39	17.338,00
2041	-	-	-	-	-	469.067,56	123.969,65	17.574,33
2042	-	-	-	-	-	469.067,56	124.680,02	17.778,84
2043	-	-	-	-	-	469.067,56	125.319,36	18.018,55
2044	-	-	-	-	-	469.067,56	125.887,66	18.249,01
Total	-	2.097.874,41	391.944,44	-	2.250.745,07	51.651.821,39	4.995.033,76	10.037.948,30

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.7.1.2. Sistema de Abastecimento de Água do Sistema Integrado

Os cálculos de CAPEX para o abastecimento de água do sistema integrado, no qual São Pedro da Aldeia está incluso, estão apresentados no **Quadro 58**.

Quadro 58 - CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água Integrado.

CAPEX do Sistema de Abastecimento de Água do Sistema Integrado								
Ano	Captação	Adução	Estação Elevatória/ Booster	ETA	Reservação	Rede de distribuição	Ligação	Hidrometração
2025	8.100.000,00	-	-	34.945.263,48	-	-	-	-
2026	8.100.000,00	-	-	142.800,00	-	-	-	-
2027	1.234.869,33	-	-	1.995.104,00	-	-	-	-
2028	1.234.869,33	-	-	1.995.104,00	-	-	-	-
2029	1.234.869,33	-	-	-	-	-	-	-
2030	-	-	-	-	-	-	-	-
2031	1.852.304,00	-	-	-	-	-	-	-
2032	1.852.304,00	-	-	3.704.607,99	155.072,12	-	-	-
2033	-	-	-	-	155.072,12	-	-	-
2034	-	107.572,49	-	-	-	-	-	-
2035	-	107.572,49	-	-	-	-	-	-
2036	-	107.572,49	-	-	-	-	-	-
2037	-	107.572,49	43.113,89	-	-	-	-	-
2038	-	-	-	-	-	-	-	-
2039	-	-	-	-	-	-	-	-
2040	-	-	-	-	-	-	-	-
2041	-	-	-	-	-	-	-	-
2042	-	-	-	-	-	-	-	-
2043	-	-	-	-	-	-	-	-
2044	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	23.609.215,98	430.289,94	43.113,89	42.782.879,46	310.144,23	-	-	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.7.2. OPEX

O OPEX, *Operational Expenditure* em inglês, é traduzido como "Despesas Operacionais". Esse termo refere-se aos custos contínuos e recorrentes associados às operações diárias de uma empresa. Ele engloba os gastos necessários para manter as atividades normais e sustentáveis da organização.

As despesas operacionais abrangem uma variedade de custos, incluindo salários e benefícios dos funcionários, aluguel, *utilities* (serviços públicos), materiais de escritório, manutenção, despesas de viagem, marketing e outros custos correntes associados à produção e entrega de bens ou serviços. Essas despesas são essenciais para a manutenção das operações comerciais no curto prazo e são consideradas parte integrante dos custos normais de condução do negócio.

Ressalta-se que, os custos unitários adotados para a estruturas previstas foram obtidos através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos (SINAPI) para as obras lineares e as obras pontuais serão baseadas em cotações de mercado e obras similares realizadas no Estado, quando houver a necessidade de atualização monetária, será realizada pelo Índice da Construção Civil (INCC).

A seguir, são apresentadas as principais premissas para a estimativa de cálculo de cada uma das despesas de operação. Vale ressaltar que as estimativas apresentadas a seguir englobam os Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário.

4.4.7.2.1. Sistema de Abastecimento de Água de São Pedro da Aldeia

Os cálculos de OPEX para o abastecimento de água do município de São Pedro da Aldeia estão apresentados a seguir.

A) Mão de Obra

A definição dos custos com mão-de-obra passa primeiro pelo dimensionamento de pessoal. O dimensionamento adotado levou em consideração dois tipos de jornada de trabalho: uma sendo 4 turnos de trabalho de 12 horas cada e outra com turnos de 8 horas diárias, para as áreas operacionais e regime administrativo, com um turno de 8 horas para as demais áreas, a fim de otimizar a estrutura organizacional.

O dimensionamento da equipe levou ainda em consideração, a eficiência das equipes, tipo de sistema, número de ligações e tamanho do sistema, estimativa de intervenções no sistema, tempo de deslocamento das equipes, dentre outras características intrínsecas.

No que concerne o município de São Pedro da Aldeia, considerou-se a regionalização dos serviços a partir da atuação da Prolagos, o que gerou uma maior otimização da equipe necessária para o funcionamento dos sistemas.

Após essa etapa, foram estimados os custos com pessoal, sendo levados em consideração os encargos incidentes no salário mensal, com base em dados obtidos em fontes oficiais. Nesses custos, estão incluídos os salários, encargos, benefícios e adicionais (periculosidade e insalubridade).

Quadro 59 - Custo total adotado para mão de obra.

Salários	R\$ 80.030.715,40

Fonte: Autoria Própria (2024).

B) Energia Elétrica

É crescente a preocupação com a preservação de recursos hídricos e energéticos, especialmente sua disponibilidade para as gerações futuras. Questões como acesso à

energia e serviços de abastecimento de água fazem parte das necessidades básicas da população. Ao mesmo tempo aumentam as evidências dos impactos decorrentes do contínuo uso desses recursos sem uma gestão adequada que busque garantir aspectos de sustentabilidade e qualidade da água e da energia fornecida.

Os esforços para conservar água e energia podem ser vistos como complementares e sinérgicos, especialmente quando se analisam os sistemas públicos de abastecimento de água. Cerca de 3% do consumo nacional de eletricidade é destinado ao setor de abastecimento de água e tratamento de esgotos e, desse total, mais de 90% da energia destina-se ao uso de motores e bombas. Esses equipamentos, muitas vezes sobredimensionados e obsoletos, operam frequentemente durante os horários de pico. Isso, aliado também às altas perdas de água verificadas em quase a totalidade das companhias de abastecimento, contribui para onerar tarifas de água e energia elétrica.

Recentemente os maiores investimentos têm sido realizados em procedimentos para redução de perdas físicas e metodologias para monitoramento do sistema de distribuição de água por meio do acionamento de motores com rotação variável e/ou válvulas de controle.

Ainda são reduzidos os estudos que procuram caracterizar e identificar potenciais para modificar o padrão de uso final da água, reduzindo desperdícios ou introduzindo equipamentos mais eficientes de uso final.

Segundo o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2013), uma das maneiras mais modernas e utilizadas no mundo para conter a expansão do consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico, tem sido o estímulo ao uso eficiente. A necessidade de se buscar a máxima eficiência energética, principalmente na forma de uso onde estão os maiores desperdícios, faz com que a tendência para elevação do preço e explorações extremas de fontes de energia, e a degradação do meio ambiente de maneira irreversível, sejam amenizados. Este pressuposto é extremamente aplicável às estações dos sistemas, em geral, onde grande parte dos processos de tratamento demanda energia elétrica.

O quadro a seguir apresenta o custo total dos sistemas com energia elétrica ao longo dos 20 anos.

Quadro 60 - Custo total de energia elétrica.

Energia elétrica	R\$ 52.218.323,11

Fonte: Autoria Própria (2024).

C) Produtos Químicos

Os produtos químicos usados podem incluir cloreto férrico, cal, sulfato de alumínio, hipoclorito de sódio e polímeros orgânicos, entre outros. A desinfecção final tem por objetivo a proteção da saúde pública, atendendo os padrões de qualidade da legislação vigente quanto aos níveis de coliformes fecais e totais.

Nesse cenário, um importante objeto do gerenciamento é o tratamento químico pelo qual a água bruta passa para se tornar tratada e, então, adequada para o consumo. O quadro a seguir apresenta os custos estimados referente aos produtos químicos utilizados nesses processos.

Quadro 61 - Custo total referente aos produtos químicos utilizados.

Produtos químicos	R\$ 14.726.142,64

Fonte: Autoria Própria (2024).

D) Lodo

O lodo produzido durante o processo de potabilização da água nas ETAs é constituído de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta e, principalmente, grandes concentrações de sais, decorrentes da adição de produtos químicos e polímeros condicionantes do processo (RODRIGUES, 2015).

Esse lodo possui características variadas, dependendo das condições apresentadas pela água bruta, da dosagem e tipo de insumos químicos utilizados e até mesmo da forma de limpeza dos decantadores e filtros. O destino adequado do lodo é a garantia da conclusão bem-sucedida da adoção do sistema de saneamento.

A disposição final dos lodos gerados nos processos de tratamento de esgotos urbanos e do lodo gerado em Estações de Tratamento de Água é um problema emergente no Brasil, e que tende a se agravar rapidamente à medida que se implantam e efetivamente se operam os sistemas de coleta e tratamento de esgoto e sistemas de distribuição de água no país.

Os aterros são comumente usados como disposição final para as cinzas do incinerador, para o lodo digerido desidratado e para o lodo bruto desidratado. Muitas cidades dispõem o lodo juntamente com os resíduos sólidos nos aterros sanitários. Considerando os custos envolvidos com a disposição do lodo, o valor estimado está apresentado no quadro a seguir.

Quadro 62 - Custo total com lodo.

Lodo	R\$ 2.734.913,15

Fonte: Autoria Própria (2024).

E) Veículos e Combustíveis

Para realização dos serviços, foram considerados veículos apropriados para o tipo de serviço contratado, e em quantidade suficiente para suprir a demanda da quantidade de serviços. Os veículos principais considerados nos estudos foram:

- Veículo Leve;
- Veículo Utilitário;
- Caminhão Caçamba;
- Caminhão Hidrojateador/sucção a vácuo;
- Retroescavadeira.

Para o correto dimensionamento dos veículos foram considerados o tipo e quantidade de equipes, turnos de trabalhos, especificidade dos trabalhos, quantidade de serviços prestados com os mesmos para adequar sua vida útil e seus respectivos consumos e gastos com manutenção.

Quadro 63 - Custo total com veículos.

Aluguel de veículos	R\$ 9.705.600,00
Combustível	R\$ 2.283.058,29

Fonte: Autoria Própria (2024).

F) Uniformes e EPIs

Para garantir a saúde e segurança dos colaboradores, deve ser feito investimento em uniformes e EPI. Para definir o custo total, foi considerado o dimensionamento de pessoal apresentado anteriormente levando em conta os cargos que necessitam dos equipamentos.

Quadro 64 - Custo total com Uniformes e EPI's.

Uniformes e EPI's	R\$ 832.935,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

G) Manutenção Eletromecânica

A manutenção preventiva mecânica e elétrica permitirá conservar todas as condições necessárias ao funcionamento correto dos equipamentos eletromecânicos e manter com o passar do tempo a performance desses num nível próximo daquele da performance inicial.

Essa compreenderá as operações elementares seguintes, e que serão complementadas no detalhamento do processo.

- Análise de Risco de Falha de Equipamentos Eletromecânicos;
- Serviços Executados por Equipe Própria ou por Equipe Terceirizada;
- Organização da Documentação Técnica dos Equipamentos
- Eletromecânicos;
- Inspeção Rotineira dos Equipamentos Eletromecânicos;
- Composição de Estoque de Equipamentos Eletromecânicos.

Dessa forma, o custo total com a manutenção eletromecânica está apresentado no quadro a seguir.

Quadro 65 - Custo total com manutenção preventiva eletromecânica.

Manutenção preventiva eletromecânica	R\$ 12.088.880,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

H) Manutenção Civil

Os serviços a serem executados correspondem àqueles comuns para a manutenção civil convencional, ou seja, limpeza, conservação, pintura, sistema hidráulico e sistema elétrico que terão inspeções mensais.

Os procedimentos gerais de manutenção predial envolvem: Estruturas; Concreto Desagregado; Trincas e Fissuras; Armaduras Expostas; Alvenarias; Pisos; Revestimentos; Pintura; Concreto Aparente; Cobertura; Estruturas Metálicas; Área Externa e; Outros Serviços.

Quadro 66 - Custo total com manutenção civil.

Manutenção civil	R\$ 2.847.270,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

I) Comunicação (celulares)

A fim de melhorar a comunicação entre os colaboradores, e consequentemente a eficiência do processo, está previsto o custo para celulares. Para definir o custo total, foi considerado, portanto, o dimensionamento de pessoal apresentado anteriormente levando em conta os cargos que necessitam dos aparelhos. O quadro a seguir mostra o custo total para todo o tempo da concessão.

Quadro 67 - Custo total com planos de celular, internet e telefone.

Planos de celular	R\$ 361.800,00
Internet e Telefone	R\$ 240.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

J) Vigilâncias e Alarmes

Para garantir a segurança dos colaboradores e das instalações, deve ser feito investimento em vigilância e alarmes. Para definir o custo total, foi considerado, portanto, o quantitativo de instalações, sendo também destinada uma verba para a manutenção dos sistemas de monitoramento. O quadro a seguir mostra o custo total para o horizonte de 20 anos.

Quadro 68 - Custo total com monitoramento.

Monitoramento	R\$ 1.024.800,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

K) Consultorias

O funcionamento adequado da concessionária depende não apenas da operação e manutenção dos sistemas, mas da gestão que ocorre, o que faz com que as consultorias possuam papel fundamental ao longo do plano.

O quadro a seguir apresenta o custo total estimado para as consultorias jurídica, técnica, fiscal e outras.

Quadro 69 - Custo total com consultorias.

Consultorias	R\$ 6.892.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

L) Materiais Diversos (Expediente, Escritório e Limpeza)

O bom funcionamento do empreendimento depende de diversos fatores, dos mais complexos aos mais simples. Neste sentido, deve ser estabelecido um custo para os materiais a serem utilizados pelos colaboradores, como produtos de limpeza, materiais de escritório e afins. O quadro a seguir mostra, portanto, o custo total estimado para os materiais.

Quadro 70 - Custo total dos materiais.

Materiais em geral	R\$ 279.984,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

M) Limpeza de Reservatórios

A higienização de reservatório deve ser feita de forma periódica, de 6 em 6 meses, no mínimo. Alguns aspectos que ameaçam a qualidade da água são: pragas urbanas, poeiras, sujeiras em geral, lodo, reservatórios mal vedados ou quebrados. A estimativa de custo para esse serviço está apresentada no quadro a seguir.

Quadro 71 - Custo total para limpeza de reservatórios.

Limpeza de reservatórios	R\$ 216.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

N) Outorgas e Licenças Ambientais

Outorga pode ser definida como o ato de conceder a alguém o direito de praticar determinada atividade. Os procedimentos para análise e emissão de outorga são de estabelecidos pela Resolução 2079/2017 da Agência Nacional das Águas (ANA).

Assim como as outorgas, as licenças ambientais buscam a preservação ambiental e a redução dos impactos causados pelos empreendimentos. O licenciamento ambiental foi estabelecido pela Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6938/1981, e pode ser entendido como um processo administrativo, executado por órgãos ambientais competentes, e que tem como objetivo conceder licenças para instalação, ampliação e operação de atividades com potencial risco de poluição ou degradação ambiental.

Neste sentido, a concessionária deve estabelecer custos para a emissão de outorgas e licenças ambientais, de acordo com as necessidades do sistema implantado. O quadro a seguir apresenta, portanto, os custos totais com outorgas e licenças.

Quadro 72 - Custo total com outorgas e licenças ambientais.

Outorgas e Licenças	R\$ 12.496.956,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

O) Repavimentação

O bom funcionamento da cidade depende não apenas da implantação das estruturas previstas, como também da repavimentação das ruas após a implantação e manutenção de redes e ligações.

Quadro 73 - Custo total com repavimentação.

Repavimentação	R\$ 5.120.575,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

P) Tarifa Bancária (incluídas nas faturas de cobrança dos usuários)

O custo investido para tarifas bancárias está exposto no quadro a seguir.

Quadro 74 - Custo total com tarifa bancária.

Tarifa bancária	R\$ 18.505.436,73

Fonte: Autoria Própria (2024).

Q) Aluguel de Unidades e Energia da Sede

A fim de acompanhar o andamento do sistema foram estimados os custos com aluguel da sede, sendo apresentados no quadro a seguir.

Quadro 75 - Custo total com aluguéis

Aluguel da Sede e Energia	R\$ 1.326.720,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

R) Programa de Comunicação Social e Socioambiental

Os programas de comunicação social e socioambiental costumam ser trabalhados em conjunto, sendo, em determinadas situações, uma exigência do licenciamento ambiental. Os dois programas visam a relação entre a comunidade e a empresa e tem como partida o mapeamento da comunidade e as áreas de influência afim de realizar um diagnóstico socioambiental.

Enquanto o programa de comunicação social busca criar canais de comunicação e diálogo entre a comunidade e a empresa, o programa socioambiental visa levar novos conhecimentos e habilidades para a população, beneficiando assim a todas as partes.

Quadro 76 - Custo total com programa de comunicação social e socioambiental.

Treinamentos	R\$ 1.100.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

S) Programas de Saúde e Segurança/Programas de Qualidade

Os programas e projetos de qualidade e saúde e segurança do trabalho são estabelecidos pela legislação vigente e buscam a implementação de medidas educativas, preventivas e de conscientização, visando a eliminação ou neutralização dos riscos existentes no ambiente de trabalho. Desta forma, são previstos custos para os programas, conforme explicitado no quadro a seguir.

Quadro 77 - Custo total com programas de saúde, segurança e qualidade.

Saúde e segurança no trabalho	R\$ 491.749,33
Qualidade	R\$ 60.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

T) Materiais para Cobrança e Faturamento, Marketing e Taxa

O quadro a seguir apresenta as despesas com anúncios e publicações, pagamento de taxas de CREA (físico e jurídico), além de materiais para corte de ligações.

Quadro 78 - Custo total com Materiais, marketing e taxas.

Materiais para cobrança e faturamento	R\$ 2.113.970,35
Marketing	R\$ 1.200.000,00
Taxas	R\$ 98.875,80

Fonte: Autoria Própria (2024).

U) Seguros

Já a definição dos seguros e garantias que necessitam ser contratados, deve passar pela análise das coberturas mínimas relevantes para o atendimento da

concessão. Os seguros e garantias devem, portanto, englobar as diferentes atividades prestadas pela concessionária.

Sendo assim, o quadro a seguir apresenta o custo total estimado para os seguros e garantias.

Quadro 79 - Custo total com seguros.

Seguros	R\$ 2.934.734,95

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.4.7.2.2. Sistema de Abastecimento de Água Integrado

Os cálculos de OPEX do sistema integrado, no qual São Pedro da Aldeia está incluso, estão apresentados a seguir.

A) Mão de Obra

A definição dos custos com mão-de-obra passa primeiro pelo dimensionamento de pessoal. O dimensionamento adotado levou em consideração dois tipos de jornada de trabalho: uma sendo 4 turnos de trabalho de 12 horas cada e outra com turnos de 8 horas diárias, para as áreas operacionais e regime administrativo, com um turno de 8 horas para as demais áreas, a fim de otimizar a estrutura organizacional.

O dimensionamento da equipe levou ainda em consideração, a eficiência das equipes, tipo de sistema, número de ligações e tamanho do sistema, estimativa de intervenções no sistema, tempo de deslocamento das equipes, dentre outras características intrínsecas.

No que concerne o município de São Pedro da Aldeia, considerou-se a regionalização dos serviços a partir da atuação da Prolagos, o que gerou uma maior otimização da equipe necessária para o funcionamento dos sistemas.

Após essa etapa, foram estimados os custos com pessoal, sendo levados em consideração os encargos incidentes no salário mensal, com base em dados obtidos em fontes oficiais. Nesses custos, estão incluídos os salários, encargos, benefícios e adicionais (periculosidade e insalubridade).

Quadro 80 - Custo total adotado para mão de obra.

Salários	R\$ 205.994.967,07

Fonte: Autoria Própria (2024).

B) Energia Elétrica

É crescente a preocupação com a preservação de recursos hídricos e energéticos, especialmente sua disponibilidade para as gerações futuras. Questões como acesso à energia e serviços de abastecimento de água fazem parte das necessidades básicas da população. Ao mesmo tempo aumentam as evidências dos impactos decorrentes do contínuo uso desses recursos sem uma gestão adequada que busque garantir aspectos de sustentabilidade e qualidade da água e da energia fornecida.

Os esforços para conservar água e energia podem ser vistos como complementares e sinérgicos, especialmente quando se analisam os sistemas públicos de abastecimento de água. Cerca de 3% do consumo nacional de eletricidade é destinado ao setor de abastecimento de água e tratamento de esgotos e, desse total, mais de 90% da energia destina-se ao uso de motores e bombas. Esses equipamentos, muitas vezes sobredimensionados e obsoletos, operam frequentemente durante os horários de pico. Isso, aliado também às altas perdas de água verificadas em quase a totalidade das companhias de abastecimento, contribui para onerar tarifas de água e energia elétrica.

Recentemente os maiores investimentos têm sido realizados em procedimentos para redução de perdas físicas e metodologias para monitoramento do sistema de distribuição de água por meio do acionamento de motores com rotação variável e/ou válvulas de controle.

Ainda são reduzidos os estudos que procuram caracterizar e identificar potenciais para modificar o padrão de uso final da água, reduzindo desperdícios ou introduzindo equipamentos mais eficientes de uso final.

O quadro a seguir apresenta o custo total dos sistemas com energia elétrica ao longo dos 20 anos.

Quadro 81 - Custo total de energia elétrica.

Energia elétrica	R\$ 786.045.146,69

Fonte: Autoria Própria (2024).

C) Produtos Químicos

O quadro a seguir apresenta os custos estimados referente aos produtos químicos utilizados nesses processos.

Quadro 82 - Custo total referente aos produtos químicos utilizados.

Produtos químicos	R\$ 152.943.376,11

Fonte: Autoria Própria (2024).

D) Lodo

A disposição final dos lodos gerados nos processos de tratamento de esgotos urbanos e do lodo gerado em Estações de Tratamento de Água é um problema emergente no Brasil, e que tende a se agravar rapidamente à medida que se implantam e efetivamente se operam os sistemas de coleta e tratamento de esgoto e sistemas de distribuição de água no país.

Os aterros são comumente usados como disposição final para as cinzas do incinerador, para o lodo digerido desidratado e para o lodo bruto desidratado. Muitas cidades dispõem o lodo juntamente com os resíduos sólidos nos aterros sanitários. Considerando os custos envolvidos com a disposição do lodo, o valor estimado está apresentado no quadro a seguir.

Quadro 83 - Custo total com lodo.

Lodo	R\$ 19.591.687,16

Fonte: Autoria Própria (2024).

E) Veículos e Combustíveis

Para realização dos serviços, foram considerados veículos apropriados para o tipo de serviço contratado, e em quantidade suficiente para suprir a demanda da quantidade de serviços. Os veículos principais considerados nos estudos foram:

- Veículo Leve;
- Veículo Utilitário;
- Caminhão Caçamba;
- Caminhão Hidrojateador/sucção a vácuo;
- Retroescavadeira.

Para o correto dimensionamento dos veículos foram considerados o tipo e quantidade de equipes, turnos de trabalhos, especificidade dos trabalhos, quantidade de serviços prestados com os mesmos para adequar sua vida útil e seus respectivos consumos e gastos com manutenção.

Quadro 84 - Custo total com veículos.

Aluguel de veículos	R\$ 16.896.000,00
Combustível	R\$ 4.262.074,92

Fonte: Autoria Própria (2024).

F) Uniformes e EPIs

Para garantir a saúde e segurança dos colaboradores, deve ser feito investimento em uniformes e EPI. Para definir o custo total, foi considerado o dimensionamento de pessoal apresentado anteriormente levando em conta os cargos que necessitam dos equipamentos.

Quadro 85 - Custo total com Uniformes e EPI's.

Uniformes e EPI's	R\$ 2.225.025,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

G) Manutenção Eletromecânica

A manutenção preventiva mecânica e elétrica permitirá conservar todas as condições necessárias ao funcionamento correto dos equipamentos eletromecânicos e manter com o passar do tempo a performance desses num nível próximo daquele da performance inicial.

Essa compreenderá as operações elementares seguintes, e que serão complementadas no detalhamento do processo.

- Análise de Risco de Falha de Equipamentos Eletromecânicos;
- Serviços Executados por Equipe Própria ou por Equipe Terceirizada;
- Organização da Documentação Técnica dos Equipamentos
- Eletromecânicos;
- Inspeção Rotineira dos Equipamentos Eletromecânicos;
- Composição de Estoque de Equipamentos Eletromecânicos.

Dessa forma, o custo total com a manutenção eletromecânica está apresentado no quadro a seguir.

Quadro 86 - Custo total com manutenção preventiva eletromecânica

Manutenção preventiva eletromecânica	R\$ 389.340,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

H) Manutenção Civil

Os serviços a serem executados correspondem àqueles comuns para a manutenção civil convencional, ou seja, limpeza, conservação, pintura, sistema hidráulico e sistema elétrico que terão inspeções mensais.

Os procedimentos gerais de manutenção predial envolvem: Estruturas; Concreto Desagregado; Trincas e Fissuras; Armaduras Expostas; Alvenarias; Pisos; Revestimentos; Pintura; Concreto Aparente; Cobertura; Estruturas Metálicas; Área Externa e; Outros Serviços.

Quadro 87 - Custo total com manutenção civil.

Manutenção civil	R\$ 2.788.945,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

I) Comunicação (celulares)

A fim de melhorar a comunicação entre os colaboradores, e consequentemente a eficiência do processo, está previsto o custo para celulares. Para definir o custo total, foi considerado, portanto, o dimensionamento de pessoal apresentado anteriormente levando em conta os cargos que necessitam dos aparelhos. O quadro a seguir mostra o custo total para todo o tempo da concessão.

Quadro 88 - Custo total com planos de celular.

Planos de celular	R\$ 790.800,00
Internet e Telefone	R\$ 240.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

J) Vigilâncias e Alarmes

Para garantir a segurança dos colaboradores e das instalações, deve ser feito investimento em vigilância e alarmes. Para definir o custo total, foi considerado, portanto, o quantitativo de instalações, sendo também destinada uma verba para a manutenção dos sistemas de monitoramento. O quadro a seguir mostra o custo total para o horizonte de 20 anos.

Quadro 89 - Custo total com monitoramento.

Monitoramento	R\$ 314.400,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

K) Consultorias

O funcionamento adequado da concessionária depende não apenas da operação e manutenção dos sistemas, mas da gestão que ocorre, o que faz com que as consultorias possuam papel fundamental ao longo do plano.

O quadro a seguir apresenta o custo total estimado para as consultorias jurídica, técnica, fiscal e outras.

Quadro 90 - Custo total com consultorias.

Consultorias	R\$ 6.892.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

L) Materiais Diversos (Expediente, Escritório e Limpeza)

O bom funcionamento do empreendimento depende de diversos fatores, dos mais complexos aos mais simples. Neste sentido, deve ser estabelecido um custo para os materiais a serem utilizados pelos colaboradores, como produtos de limpeza, materiais de escritório e afins. O quadro a seguir mostra, portanto, o custo total estimado para os materiais.

Quadro 91 - Custo total dos materiais.

Materiais em geral	R\$ 430.320,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

M) Limpeza de Reservatórios

A higienização de reservatório deve ser feita de forma periódica, de 6 em 6 meses, no mínimo. Alguns aspectos que ameaçam a qualidade da água são: pragas urbanas, poeiras, sujeiras em geral, lodo, reservatórios mal vedados ou quebrados. A estimativa de custo para esse serviço está apresentada no quadro a seguir.

Quadro 92 - Custo total para limpeza de reservatórios.

Limpeza de reservatórios	R\$ 140.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

N) Outorgas e Licenças Ambientais

Outorga pode ser definida como o ato de conceder a alguém o direito de praticar determinada atividade. Os procedimentos para análise e emissão de outorga são de estabelecidos pela Resolução 2079/2017 da Agência Nacional das Águas (ANA).

Assim como as outorgas, as licenças ambientais buscam a preservação ambiental e a redução dos impactos causados pelos empreendimentos. O licenciamento ambiental foi estabelecido pela Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6938/1981, e pode ser

entendido como um processo administrativo, executado por órgãos ambientais competentes, e que tem como objetivo conceder licenças para instalação, ampliação e operação de atividades com potencial risco de poluição ou degradação ambiental.

Neste sentido, a concessionária deve estabelecer custos para a emissão de outorgas e licenças ambientais, de acordo com as necessidades do sistema implantado. O quadro a seguir apresenta, portanto, os custos totais com outorgas e licenças.

Quadro 93 - Custo total com outorgas e licenças ambientais.

Outorgas e Licenças	R\$ 32.792.986,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

O) Repavimentação

O bom funcionamento da cidade depende não apenas da implantação das estruturas previstas, como também da repavimentação das ruas após a implantação e manutenção de redes e ligações.

Quadro 94 - Custo total com repavimentação.

Repavimentação	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

P) Tarifa Bancária (incluídas nas faturas de cobrança dos usuários)

O custo investido para tarifas bancárias está exposto no quadro a seguir.

Quadro 95 - Custo total com tarifa bancária.

Tarifa bancária	R\$ 53.558.647,23

Fonte: Autoria Própria (2024).

Q) Aluguel de Unidades e Energia da Sede

A fim de acompanhar o andamento do sistema foram estimados os custos com aluguel da sede, sendo apresentados no quadro a seguir.

Quadro 96 - Custo total com aluguéis.

Aluguel da Sede e Energia	R\$ 1.326.720,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

R) Programa de Comunicação Social e Socioambiental

Os programas de comunicação social e socioambiental costumam ser trabalhados em conjunto, sendo, em determinadas situações, uma exigência do licenciamento ambiental. Os dois programas visam a relação entre a comunidade e a empresa e tem como partida o mapeamento da comunidade e as áreas de influência afim de realizar um diagnóstico socioambiental.

Enquanto o programa de comunicação social busca criar canais de comunicação e diálogo entre a comunidade e a empresa, o programa socioambiental visa levar novos conhecimentos e habilidades para a população, beneficiando assim a todas as partes.

Quadro 97 - Custo total com programa de comunicação social e socioambiental.

Treinamentos	R\$ 1.100.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

S) Programas de Saúde e Segurança/Programas de Qualidade

Os programas e projetos de qualidade e saúde e segurança do trabalho são estabelecidos pela legislação vigente e buscam a implementação de medidas educativas, preventivas e de conscientização, visando a eliminação ou neutralização dos riscos existentes no ambiente de trabalho. Desta forma, são previstos custos para os programas, conforme explicitado no quadro a seguir.

Quadro 98 - Custo total com programas de saúde, segurança e qualidade.

Saúde e segurança no trabalho	R\$ 491.749,33
Qualidade	R\$ 60.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024).

T) Materiais para Cobrança e Faturamento, Marketing e Taxa

O quadro a seguir apresenta as despesas com anúncios e publicações, pagamento de taxas de CREA (físico e jurídico), além de materiais para corte de ligações.

Quadro 99 - Custo total com Materiais, marketing e taxas.

Materiais para cobrança e faturamento	R\$ 6.074.267,62
Marketing	R\$ 1.200.000,00
Taxas	R\$ 98.875,80

Fonte: Autoria Própria (2024).

U) Seguros

Já a definição dos seguros e garantias que necessitam ser contratados, deve passar pela análise das coberturas mínimas relevantes para o atendimento da concessão. Os seguros e garantias devem, portanto, englobar as diferentes atividades prestadas pela concessionária.

Sendo assim, no quadro a seguir apresenta o custo total estimado para os seguros e garantias.

Quadro 100 - Custo total com seguros.

Seguros	R\$ 6.954.209,81

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.5. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Neste capítulo serão definidos os diferentes cenários diante das variáveis e fatores críticos do sistema de esgotamento sanitário do município. Serão abordadas as metas e soluções para esta vertente, tendo como referência as informações coletadas no diagnóstico de situação de São Pedro da Aldeia, referente ao Produto 2.

4.5.1. Definição dos Fatores Críticos

São considerados os fatores críticos o conjunto de variáveis que afetam de forma positiva e negativa o desempenho do sistema, ou em termos quantitativos e de composição, a produção dos resíduos sólidos. Dessa maneira, foram definidos os fatores que interferem de alguma forma no serviço de esgotamento sanitário, como demonstra a **Figura 79**.

Figura 79 - Fatores Críticos adotados para definição dos cenários do esgotamento sanitário.



Fonte: Autoria Própria (2024)

4.5.2. Matriz de Cenários

A elaboração de cenários, visando a melhor compreensão da dinâmica demográfica atual e futura é de suma importância para o planejamento das ações que atenderão as demandas dos serviços de esgotamento sanitário. Nesse sentido, os cenários de São Pedro da Aldeia estão descritos no **Quadro 101**.

Quadro 101 - Cenários de São Pedro da Aldeia para o Esgotamento Sanitário.

Cenário Tendencial	Cenário Desejável	Cenário Ideal
Alto índice de cobertura de esgoto de 90%	Ampliação da cobertura para 95%	Ampliação da cobertura para 100%
Alto índice de rede de esgoto de 90%	Ampliação da rede para 95%	Ampliação da rede para 100%
Obstruções frequentes na rede coletora devido ao lançamento inadequado de gordura	Campanhas de conscientização para reduzir o lançamento inadequado de gordura e evitar obstrução da rede coletora	Campanhas de conscientização e orientação técnica para eliminar a obstrução da rede coletora
Identificação de maus odores na rede	Limpeza e manutenção preventiva da rede	Limpeza e manutenção preventiva e monitoramento da rede
Ligações irregulares no sistema	Fiscalização, correção, campanhas educacionais e monitoramento para eliminar ligações irregulares	Fiscalização, correção, campanhas educacionais e monitoramento para eliminar ligações irregulares

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.5.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a serem Adotadas no Serviço de Esgotamento Sanitário

Neste item foram consideradas as informações técnicas e participativas sobre o serviço de esgotamento sanitário na etapa do Diagnóstico (Produto 2), tendo como referência o cenário tendencial e como direcionadores os avanços necessários para prospectiva do cenário ideal. Sendo assim, cabe compreender os procedimentos e especificações mínimas que devem ser adotados no município na prestação do serviço de esgotamento sanitário.

4.5.3.1. Coleta

No sistema de esgotamento sanitário, a rede coletora deve especificar detalhadamente os diâmetros, extensões, declividades e os materiais utilizados em cada trecho. É fundamental identificar os Pontos de Visita (PV), incluindo informações sobre cotas, profundidades, presença de tubos de queda, além de apresentar uma lista completa dos materiais e equipamentos necessários para a instalação e operação do sistema.

4.5.3.2. Transporte

A concepção e o dimensionamento de sistemas de esgotamento sanitário devem atender às normas técnicas aplicáveis, como as seguintes:

- NBR 7367:1988 – Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário;
- NBR 8160: 1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução;
- NBR 9648:1986 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 9649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 12207:2011 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- NBR 12208:2020 - Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto – requisitos;
- NBR 12209:2011 - Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários;
- NBR 12266:2022 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana – Procedimento;
- NBR 12587:1992 – Cadastro de sistema de esgotamento sanitário – Procedimento;
- NBR 14486:2000 - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - projeto de redes coletoras com tubos de PVC;
- NBR 15593:2023 - Sistemas de tubulação plástica para abastecimento de água, drenagem e esgotos sob pressão – conexões soldáveis de polietileno (PE);
- NBR 15710:2009 – Sistemas de redes de coleta de esgoto sanitário doméstico a vácuo;
- NBR 16085:2020- Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados – requisitos e métodos de ensaio;
- NBR 17015:2023 - Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis;

- NBR 17076:2024 - Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – requisitos.

A adoção dessas normas assegura que os serviços de esgotamento sanitário sejam conduzidos de maneira eficiente, segura e sustentável, alinhados às melhores práticas técnicas e às exigências legais.

4.5.3.3. Tratamento

Para garantir o controle da qualidade dos efluentes e do corpo hídrico receptor, a gestora do sistema de saneamento deve atender aos requisitos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011, que regulamenta as condições e padrões de lançamento de efluentes. Além disso, é necessário o cumprimento da Resolução CONAMA 357/2005, que define a classificação dos corpos d'água, orienta seu enquadramento ambiental e estabelece padrões para o lançamento de efluentes.

A Estação de Tratamento de Esgoto deve estar devidamente licenciada e possuir outorga para o uso do corpo receptor. O órgão ambiental competente é responsável por determinar as condicionantes para o licenciamento ambiental e por estabelecer o plano de monitoramento necessário.

Nesse sentido, com base nas projeções de produção de água e esgoto, torna-se essencial avaliar a capacidade instalada das ETES do município, identificando possíveis déficits ou superávits no tratamento.

O sistema de tratamento de esgoto de São Pedro da Aldeia está apresentado, de forma resumida, no quadro a seguir.

Quadro 102-Estações de Tratamento de Esgoto de São Pedro da Aldeia.

Estação de Tratamento de Esgoto	Vazão de Tratamento	Nível de Tratamento
ETE São Pedro da Aldeia	120 L/s	Terciário

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.5.3.4. Corpos Receptores

O corpo receptor desempenha um papel essencial no processo de tratamento de esgoto, sendo o ambiente natural que recebe o efluente tratado, como rios, lagos ou

oceanos. Para garantir a preservação ambiental, a qualidade do efluente deve atender aos padrões regulamentares, minimizando impactos negativos, como a eutrofização e a contaminação por patógenos.

A condição do corpo receptor é influenciada por diversos fatores, incluindo a carga de poluentes recebida, sua capacidade de autodepuração e as variações sazonais nas condições hidrológicas. Por isso, é crucial avaliar a interação entre o efluente tratado e o corpo receptor para assegurar a sustentabilidade ambiental e a proteção dos recursos hídricos.

No contexto de São Pedro da Aldeia, o corpo receptor é o Rio Piripiri, que deságua na Lagoa do Araruama.

4.5.4. Premissas

O presente tópico tem como objetivo analisar as demandas futuras do serviço de esgotamento sanitário para o município de São Pedro da Aldeia, informação que é de extrema importância para elaborar um instrumento de gestão eficiente e auxiliar na definição dos programas, projetos e ações.

4.5.4.1. Coeficiente de Retorno

A relação entre o volume de esgoto recolhido e o de água consumido é definido como relação esgoto/água ou coeficiente de retorno e é representada pela letra “c”.

É natural que parcela da água fornecida pelo sistema público de abastecimento de água não seja transformada em vazão de esgotos como, por exemplo, a água utilizada na rega de jardins, lavagens de pisos externos e de automóveis etc. Em compensação na rede coletora poderão chegar vazões procedentes de outras fontes de abastecimento, como do consumo de água de chuva acumulada em cisternas e de poços particulares.

Essas considerações implicam que, embora haja uma nítida correlação entre o consumo do sistema público de água e a contribuição de esgotos, alguns fatores poderão tornar esta correlação maior ou menor conforme a circunstância.

De acordo com a frequência e intensidade da ocorrência desses fatores de desequilíbrio, a relação entre o volume de esgotos recolhido e o de água consumido pode oscilar entre 0,60 e 1,30, segundo a literatura conhecida. De um modo geral estima-se que 70 a 90% da água consumida nas edificações residenciais retorna a rede coletora pública na forma de despejos domésticos. No Brasil é usual a adoção de valores na faixa de 0,75 a 0,85, caso não haja informações claras que indiquem um outro valor para “c”.

Conforme definição da NBR/ABNT 9649 – “Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário”, o Coeficiente de Retorno é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida. Adotou-se: $c = 0,80$.

4.5.4.2. Contribuição de Esgoto

A determinação da contribuição de esgoto doméstico do sistema foi efetuada a partir da população nos anos de planejamento e com base nas seguintes expressões apresentadas no **Quadro 103**.

Quadro 103 - Expressões Utilizadas para Determinar a Contribuição de Esgoto.

Vazão Domiciliar	$Q_{domiciliar} = (q \times N \times c) / 86.400$
Vazão de Infiltração	$Q_{infiltração} = \text{extensão de rede} \times \text{taxa de infiltração}$
Vazão Média	$Q_{méd} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltração}$
Vazão Mínima	$Q_{min} = Q_{domiciliar} \times K3 + Q_{infiltração}$
Vazão Máxima Inicial	$Q_{máx\ inicial} = Q_{domiciliar} \times K2 \times K1 + Q_{infiltração}$
Vazão Máxima Final	$Q_{máx\ final} = Q_{domiciliar} \times K2 \times K1 + Q_{infiltração}$

Fonte: Autoria Própria (2024).

Onde:

- q = vazão per capita, em L/hab.dia;
- N = população, em habitantes;

- C = coeficiente de retorno água/esgoto;
- K1 = coeficiente de máxima vazão diária;
- K2 = coeficiente de máxima vazão horária;
- K3 = coeficiente de mínima vazão horária;
- Q infiltração = taxa de infiltração.

4.5.4.3. Vazão Total

O cálculo da vazão total foi realizado com base na vazão parcial, calculada a partir da vazão de cada bacia de contribuição. A vazão total de cada bacia, é, portanto, a soma das vazões parciais das bacias que contribuem para tal. Ao final, as vazões parciais calculadas, serão utilizadas para dimensionar as estações elevatórias e de tratamento de esgoto.

4.5.4.4. Soluções Individuais

Segundo a NBR 17076/2024 o volume total da fossa séptica é a somatória dos volumes de digestão, sedimentação e de armazenamento de lodo, que pode ser calculada pela expressão:

$$V = 1.000 + N \times (C \times T + K \times Lf)$$

Onde:

V = volume útil, em litros (l);

N = número de contribuintes

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

T = Tempo de detenção, em dias;

K = Taxa de acumulação de lodo, em dias;

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia.

Sendo que o valor de todas as variáveis é encontrado em tabelas na NBR 17076/2024.

4.5.5. Estudo para Demandas Futuras

4.5.5.1. Estimativa de Atendimento

De acordo com os dados disponibilizados pela Prolagos (2024) em São Pedro da Aldeia, o índice de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário em relação a população total era de 90%. Ressalta-se que, o índice de atendimento retrata diretamente a abrangência do serviço prestado no âmbito do município, sendo primariamente para mensurar a ampliação ou a redução do acesso da população a esse serviço. Ademais, no cálculo para estimativa desse índice não é realizado a distinção entre redes unitárias e redes mistas, que recolhem esgotos e águas pluviais.

Para atingir o cenário ideal, utilizou-se como horizonte as metas estabelecidas no contrato de concessão que considera a ampliação do atendimento e às metas previstas no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

O **Quadro 104** detalha as projeções do atendimento do sistema de esgotamento sanitário no horizonte de vigência do PMSB.

Quadro 104 - Índice de atendimento coletivo de esgotamento sanitário.

Ano	Ano	Índice de Atendimento
0	2024	90%
1	2025	90%
2	2026	90%
3	2027	90%
4	2028	90%
5	2029	90%
6	2030	90%
7	2031	90%
8	2032	90%
9	2033	90%
10	2034	90%
11	2035	90%

Ano	Ano	Índice de Atendimento
12	2036	90%
13	2037	90%
14	2038	90%
15	2039	90%
16	2040	90%
17	2041	90%
18	2042	90%
19	2043	90%
20	2044	90%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Cumprir destacar a importância da conscientização da população da necessidade de se efetuar ligações à rede coletora disponível. Esta deverá ser impulsionada pelas ações de sensibilização e educação ambiental e por programas específicos e processos de fiscalização concernentes à Prefeitura Municipal.

4.5.5.2. Estimativa de Produção de Esgoto

De modo geral, estima-se que 70 a 90% da água consumida nas edificações residenciais retorna à rede coletora pública na forma de esgotos domésticos. Pressupõe-se que parcela da água fornecida pelo sistema público de abastecimento de água potável não seja transformada em vazão, como, por exemplo, a água utilizada na rega de jardins e lavagens de pisos externos e de automóveis, mas, em compensação, na rede coletora poderão chegar vazões procedentes de outras fontes de abastecimento, como poços e carros-pipa. Também influenciam no esgoto destinado à rede coletora, as ligações irregulares de água pluvial à rede coletora e as ligações irregulares de esgoto na rede pluvial.

Desta forma, embora haja uma nítida correlação entre o consumo de água potável e a produção de esgotos, outros fatores tornam tal correlação maior ou menor, conforme a circunstância. De acordo com a frequência e intensidade de ocorrência de tais fatores, a razão entre o volume de esgoto produzido e o de água consumida pode oscilar de 0,6 a 1,3, segundo a literatura. Esta fração é conhecida como coeficiente de retorno.

A partir dessas considerações, adotou-se para as estimativas do Cenário Ideal um valor de coeficiente de retorno de 0,8, recomendado pela ABNT (NBR 9649:1986). Logo, a produção per capita de São Pedro da Aldeia é de 124 l/hab.dia.

O **Quadro 105** demonstra as estimativas de produção de demanda de esgoto.

Quadro 105 - Vazões do sistema de esgotamento sanitário.

Ano	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazão Média (l/s)	Vazão Máxima Diária (l/s)
2025	18,5	263,9	313,0
2026	18,7	267,2	316,9
2027	19,4	271,1	321,4
2028	19,5	274,4	325,4
2029	19,6	277,8	329,4
2030	19,7	281,2	333,4
2031	19,8	284,5	337,5
2032	19,8	287,9	341,6
2033	19,8	291,4	345,7
2034	19,8	294,8	349,8
2035	19,8	298,3	354,0
2036	19,8	301,9	358,3
2037	19,8	305,5	362,6
2038	19,8	309,1	366,9
2039	19,8	312,8	371,4
2040	19,8	316,5	375,8
2041	19,8	320,3	380,4
2042	19,8	324,1	385,0
2043	19,8	328,0	389,6
2044	19,8	331,9	394,3

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.5.5.3. Estimativa do Volume a ser Destinado ao Tratamento

Os volumes de esgoto a serem destinados à ETE referem-se à população atendida pelos serviços de abastecimento de água potável e coleta de esgoto, acrescido de contribuições típicas do sistema, tais como infiltrações advindas do freático,

contribuições pluviais em épocas de chuva, problemas nas paredes dos condutos, dentre outras.

Para determinar o volume de infiltração de água no sistema de esgotamento sanitário adotou-se a taxa de contribuição indicada pela norma da ABNT NBR 9.649/1986, a qual apresenta a faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km, equivalente a 4 a 86 m³/dia.km.

Vale destacar que para a melhor escolha dessa variável devem ser consideradas características locais, tais como: nível de água do lençol freático, natureza do solo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizada.

Para o município de São Pedro da Aldeia utilizou-se a taxa de infiltração de 0,0001l/s.m. Sendo assim, o **Quadro 106** demonstra os volumes do sistema de esgoto.

Quadro 106 - Estimativa do volume a ser destinado à ETE.

Ano	Volume coletado (m ³ /ano)	Volume Tratado (m ³ /ano)	Volume Faturado (m ³ /ano)
2025	7.932.455	7.932.455	9.393.064
2026	8.079.187	8.079.187	9.512.629
2027	8.233.080	8.233.080	9.633.767
2028	8.394.764	8.394.764	9.756.390
2029	8.564.945	8.564.945	9.880.548
2030	8.744.550	8.744.550	10.006.290
2031	8.934.606	8.934.606	10.133.721
2032	9.136.014	9.136.014	10.262.685
2033	9.350.027	9.350.027	10.393.337
2034	9.577.891	9.577.891	10.525.574
2035	9.821.226	9.821.226	10.659.600
2036	10.081.502	10.081.502	10.795.2263
2037	10.360.598	10.360.598	10.932.716
2038	10.660.462	10.660.462	11.071.857
2039	10.983.405	10.983.405	11.212.787
2040	11.331.812	11.331.812	11.355.507
2041	11.708.623	11.708.623	11.500.067
2042	12.116.776	12.116.776	11.646.469
2043	12.559.834	12.559.834	11.794.762

Ano	Volume coletado (m³/ano)	Volume Tratado (m³/ano)	Volume Faturado (m³/ano)
2044	13.041.524	13.041.524	11.944.846

Fonte: Autoria Própria (2024).

Para a ETE São Pedro da Aldeia, estão projetadas 2 (duas) ampliações. A primeira ampliação em 250 L/s no ano de 2027 e a segunda em 30 L/S no ano de 2037 a fim de garantir a universalização do sistema.

4.5.5.4. Estimativa de Coleta de Esgoto

De acordo com os dados disponibilizados no Produto 2, o esgoto produzido em São Pedro da Aldeia possui tratamento coletivo. As estimativas e projeções calculadas objetivam garantir a continuidade e universalização do serviço.

Dentre os componentes do sistema de esgotamento sanitário, destacam-se as redes coletoras, que são formadas por um conjunto de tubulações capazes de transportar os efluentes das habitações até a Estação de Tratamento. Outro componente é a ligação, que conecta a residência ou comércio à rede coletora do município.

As estações elevatórias também são elementos fundamentais em um sistema de esgotamento sanitário. Possuem a função de bombear o esgoto de um ponto de cota mais baixa para outro de cota mais elevada até chegar em uma ETE ou outra rede coletora, evitando o represamento dos efluentes nas cotas mais baixas do terreno. As linhas de recalque que possibilitam o transporte do fluido de uma fonte inferior para um ponto superior. Além disso, um sistema de esgoto conta com os interceptores, que tem a função de interceptar os esgotos que estão sendo lançados por redes coletoras diretamente no corpo d'água

4.5.5.5. Estimativa de Expansão de Rede de Esgoto

Segundo apresentado no Diagnóstico, a extensão da rede coletora de esgotos era de 64.031 metros, sendo 55.706 metros de rede mista e 8.324 metros de rede separativa de esgoto.

A expansão da rede de coleta corresponde à instalação de canalização em ruas onde ela inexistente. Estão incluídas nessa estimativa redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluídos os ramais prediais.

4.5.5.5.1. Cenário 1 – Implantação de Rede Separativa

No quadro a seguir são apresentadas as estimativas de expansão da rede para o cenário de implantação apenas de rede separativa ao longo do período de 20 anos.

Quadro 107 - Estimativa da extensão de rede para o esgotamento sanitário nos cenários prospectados (m).

Ano	Extensão de Rede Requerida (m)	Incremento de Rede (m)
2025	40.160	4.016
2026	40.818	658
2027	42.007	1.190
2028	42.511	504
2029	44.189	1.678
2030	44.529	340
2031	44.761	232
2032	45.219	458
2033	45.219	-
2034	45.219	-
2035	45.219	-
2036	45.219	-
2037	45.219	-
2038	45.219	-
2039	45.219	-
2040	45.219	-
2041	45.219	-
2042	45.219	-
2043	45.219	-
2044	45.219	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

Para este cenário, o investimento ao longo de 20 anos é de **R\$ 347.452.324,90**.

4.5.5.5.2. Cenário 2 – Implantação de Rede Mista

No **Quadro 108** são apresentadas as estimativas de expansão da rede para o cenário de implantação de até 25% de rede separativa ao longo do período de 20 anos. Neste cenário, portanto, 75% da implantação é de rede mista.

Quadro 108 - Estimativa da extensão de rede para o esgotamento sanitário nos cenários prospectados (m).

Ano	Extensão de Rede Requerida (m)	Incremento de Rede (m)
2025	92.621	3.859
2026	93.573	3.859
2027	97.097	3.859
2028	97.824	3.859
2029	98.412	3.859
2030	98.859	3.859
2031	99.161	238
2032	99.314	881
2033	99.314	182
2034	99.314	147
2035	99.314	112
2036	99.314	75
2037	99.314	38
2038	99.314	-
2039	99.314	-
2040	99.314	-
2041	99.314	-
2042	99.314	-
2043	99.314	-
2044	99.314	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

Após a rede coletora implantada os incrementos de redes tendem a diminuir, ocorrendo em obras pontuais de ampliação e/ou manutenção. Para este cenário, o investimento ao longo de 20 anos é de **R\$ 19.125.153,28**.

4.5.5.6. Estações Elevatórias e Linhas de Recalque

Para o funcionamento efetivo do sistema, a Prolagos projetou instalações de estações elevatórias de esgoto e suas respectivas linhas de recalque no município a fim de bombear o efluente devido às características topográficas de São Pedro da Aldeia. A Concessionária, contudo, não apresentou maiores informações acerca destes planejamentos de investimento.

4.5.5.7. Interceptores

Para o funcionamento efetivo do sistema, a Prolagos projetou instalações de interceptores no município de São Pedro da Aldeia. A Concessionária, contudo, não apresentou maiores informações acerca destes planejamentos de investimento.

4.5.6. Indicadores e Metas

O presente tópico tem como objetivo apresentar os principais indicadores de desempenho operacional. Eles são instrumentos utilizados para medir, monitorar e avaliar a qualidade do serviço de esgotamento sanitário prestado pela concessionária, para auxiliar os gestores no momento de mensurar a eficiência na prestação dos serviços, e caso necessário na definição de novas estratégias, a fim de melhorar a prestação dos serviços, alcance de metas e identificação de possíveis gargalos.

Os indicadores podem ser utilizados como ferramentas de controle e regulação dos serviços prestados, eles foram montados tomando como base o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o Contrato de Concessão e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Utilizando as informações levantadas no campo e fornecidas pela Prefeitura e prestadores de serviço. O **Quadro 109** apresenta os principais indicadores para o município de São Pedro da Aldeia.

Quadro 109 - - Indicadores do Sistema de Esgotamento Sanitário.

Indicador		Situação do Município	Meta	Ano
E1	Índice de Atendimento	90%	90%	2024
E2	Índice de Tratamento	100%	100%	2024

Fonte: Autoria Própria (2024).

Conforme apresentado acima, o Índice de Atendimento de esgotamento sanitário refere-se aos serviços prestados por meio de redes públicas. Este indicador mede a cobertura dos serviços de coleta de esgoto na área urbana do município.

Além disso, o Índice de Tratamento está relacionado ao volume de esgoto coletado e reflete a capacidade de tratamento disponível.

Os conceitos utilizados são os seguintes:

- Esgoto Coletado: Volume anual de esgoto lançado na rede coletora.
- Esgoto Tratado: Volume anual de esgoto coletado na área de atuação do prestador de serviços que é submetido a tratamento.

Esses índices permitem avaliar tanto a extensão dos serviços de coleta quanto a eficiência no tratamento do esgoto coletado.

Diante do cenário atual do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia, foram traçadas algumas metas para que o município apresente melhorias nesse componente do saneamento básico. Para isso, foram analisados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU de forma que fossem conectados direta ou indiretamente com o Abastecimento de Água.

O **Quadro 110** apresenta alguns dos ODS e como se relacionam com o Sistema Esgotamento Sanitário do município.

Quadro 110 - Metas dos ODS relacionadas com o Sistema de Esgotamento Sanitário.

ODS	Metas relacionadas com o Sistema de Esgotamento Sanitário
 3 SAÚDE E BEM-ESTAR	Meta 3.3: Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis

ODS	Metas relacionadas com o Sistema de Esgotamento Sanitário
 6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado Meta 6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos
 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	Meta 11.1: Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas Meta 11.4: Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo
 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	Meta 13.1: Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais

Fonte: Adaptado por Autoria Própria (2024) a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

São previstos objetivos e metas para a garantia do cenário ideal e da universalização dos serviços, admitindo soluções graduais e progressivas de forma atingir a universalização, a qualidade dos serviços prestados e a sustentabilidade dos recursos naturais.

As metas descritas expressam os objetivos em termos de resultados e para isso devem ser mensuráveis. Devendo ser propostas de forma gradual, pois os resultados dos objetivos serão alcançados no decorrer do tempo. Sendo assim, as metas serão distribuídas ao longo do horizonte do PMSB, que é de 20 anos classificadas como:

- Curto prazo: até 4 anos (2025 a 2028);
- Médio prazo: de 5 a 14 anos (2029 a 2038);
- Longo prazo: de 15 anos até o horizonte final do plano (2039 a 2044).

Quadro 111 - Metas para o Sistema de Esgotamento Sanitário.

Indicador		Metas Progressivas			
		2024	2029	2038	2044
1	Aumento da População atendida	90%	90%	90%	90%
2	Aumento do esgoto coletado e tratado	100%	100%	100%	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Assim como o abastecimento de água, as soluções para o sistema de esgotamento sanitário diferenciam-se entre individuais e coletivas. Os sistemas coletivos são dinâmicos e se caracterizam pelo afastamento dos esgotos da área servida. Já as soluções individuais são estáticas, soluções locais que atendem uma ou poucas residências, com ou sem veiculação hídrica (Von Sperling, 2005).

Assim, ao longo do horizonte do PMSB, o sistema de esgotamento sanitário no município deverá dar atendimento, através da rede pública, a todos os imóveis de uso residencial, comercial e públicos em todas aquelas áreas urbanizadas dentro ou fora do perímetro urbano, desde que elas sejam atualmente existentes ou estabelecidas no futuro com o cumprimento de todos os requisitos legais referentes à ocupação e uso de solo e autorizações administrativas respectivas.

Como princípios básicos do sistema de esgotamento sanitário podem ser citados os seguintes:

- Universalização do acesso aos serviços de esgotamento sanitário;
- Regularidade na prestação dos serviços;
- Eficiência e qualidade do sistema;
- Segurança operacional dos sistemas, inclusive dos trabalhadores encarregados de sua manutenção;
- Adoção de critérios sociais, epidemiológicos e ambientais para o estabelecimento de prioridades de intervenção e não somente o retorno monetário do investimento;
- Participação Social;

- Fundamento na questão da saúde pública, visando evitar/minimizar riscos epidêmicos oriundos da falta destes serviços;
- Conservação dos recursos naturais.

4.5.7. Equilíbrio Econômico e Financeiro (CAPEX e OPEX)

A prestação dos serviços de esgotamento sanitário, a redação alterada da Lei Federal nº 11.445/2007, em razão da promulgação da Lei Federal nº 14.026/2020, traz inovações no sentido de promover a obrigatoriedade de conexão às redes implantadas. Com destaque para os seguintes parágrafos do Capítulo VII - DOS ASPECTOS TÉCNICOS do referido marco legal (BRASIL, 2007):

§ 4º Quando disponibilizada rede pública de esgotamento sanitário, o usuário estará sujeito aos pagamentos previstos no caput deste artigo, sendo-lhe assegurada a cobrança de um valor mínimo de utilização dos serviços, ainda que a sua edificação não esteja conectada à rede pública. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 4º-A O pagamento de taxa ou de tarifa, na forma prevista no § 3º-A, não isenta o usuário da obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário e o descumprimento da obrigação sujeita o usuário ao pagamento de multa e às demais sanções previstas na legislação. (Incluído pela Medida Provisória nº 868, de 2018) (Vigência encerrada)

§ 5º O pagamento de taxa ou de tarifa, na forma prevista no caput deste artigo, não isenta o usuário da obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário, e o descumprimento dessa obrigação sujeita o usuário ao pagamento de multa e demais sanções previstas na legislação, ressalvados os casos de reuso e de captação de água de chuva, nos termos do regulamento. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 6º A entidade reguladora ou o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverão estabelecer prazo não superior a 1 (um) ano para que os usuários conectem suas edificações à rede de esgotos, onde disponível, sob pena de o prestador do serviço realizar a conexão mediante cobrança do usuário. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 7º A entidade reguladora ou o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverá, sob pena de responsabilidade administrativa, contratual e ambiental, até 31 de dezembro de 2025, verificar e aplicar o procedimento previsto no § 6º deste artigo a todas as edificações implantadas na área coberta com serviço de esgotamento sanitário. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 8º O serviço de conexão de edificação ocupada por família de baixa renda à rede de esgotamento sanitário poderá gozar de gratuidade, ainda que os serviços públicos de saneamento básico sejam prestados mediante concessão, observado, quando couber, o reequilíbrio econômico-financeiro dos contratos. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 9º Para fins de concessão da gratuidade prevista no § 8º deste artigo, caberá ao titular regulamentar os critérios para enquadramento das famílias de baixa renda, consideradas as peculiaridades locais e regionais. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 10. A conexão de edificações situadas em núcleo urbano, núcleo urbano informal e núcleo urbano informal consolidado observará o disposto na Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

Para fomentar os cálculos do cenário ideal utilizou-se os estudos de CAPEX e OPEX. O primeiro, refere-se ao *Capital Expenditur*, em inglês, que traduzido para o português significa "Despesas de Capital". Trata-se de um termo financeiro utilizado para descrever os investimentos de uma empresa em ativos de longo prazo, como aquisição de equipamentos, construção de instalações, compra de propriedades e outros bens de capital que são essenciais para as operações e o crescimento do negócio.

O CAPEX está associado a investimentos que proporcionam benefícios duradouros ao longo do tempo. Esses investimentos são geralmente voltados para a expansão, melhoria ou modernização das capacidades da empresa/serviço, visando aumentar sua eficiência operacional, competitividade ou capacidade produtiva.

Diferentemente do OPEX, *Operational Expenditure*, em inglês, traduzida como "Despesas Operacionais". Esse termo refere-se aos custos contínuos e recorrentes associados às operações diárias de uma empresa. Ele engloba os gastos necessários para manter as atividades normais e sustentáveis da organização.

As despesas operacionais abrangem uma variedade de custos, incluindo salários e benefícios dos funcionários, aluguel, *utilities* (serviços públicos), materiais de escritório, manutenção, despesas de viagem, marketing e outros custos correntes associados à produção e entrega de bens ou serviços. Essas despesas são essenciais para a manutenção das operações comerciais no curto prazo e são consideradas parte integrante dos custos normais de condução do negócio.

Ressalta-se que, os custos unitários adotados para a estruturas previstas foram obtidos através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos (SINAPI) para as obras lineares e as obras pontuais serão baseadas em cotações de mercado e obras similares realizadas no Estado, quando houver a necessidade de atualização monetária, será realizada pelo Índice da Construção Civil (INCC).

Os investimentos previstos pela atual concessionária para o município de São Pedro da Aldeia incluem intervenções que totalizam R\$71,51 milhões, sendo ela:



- Conclusão da ETE São Pedro da Aldeia.

Neste sentido, os cálculos de CAPEX para o sistema de esgotamento sanitário, estão apresentados nos quadros a seguir.

4.5.7.1. Cenário 1 – Implantação de Rede Separativa

Quadro 112 - CAPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia (R\$).

Ano	Tratamento	Interceptores/Emissários	Estação Elevatória	Rede Coletora	Ligações
2025	-	-	-	5.1754.066,37	18.276.337,23
2026	45.548.335,75	-	-	5.761.039,89	729.857,82
2027	45.548.335,75	-	-	6.415.184,68	3.007.445,98
2028	-	-	-	7.144.187,61	777.186,48
2029	-	-	-	7.956.615,18	786.320,08
2030	-	-	-	8.862.014,23	264.459,29
2031	-	-	-	9.871.024,10	267.199,37
2032	-	-	-	10.995.501,67	270.188,55
2033	-	-	-	12.248.660,67	273.426,83
2034	-	-	-	13.645.226,98	275.917,81
2035	-	-	-	15.201.611,64	279.405,18
2036	-	-	189.491,96	16.936.103,73	282.145,26
2037	-	-	189.491,96	18.869.085,26	285.383,54
2038	-	-	189.491,96	21.023.270,70	288.870,92
2039	-	-	189.491,96	23.423.973,88	291.611,00
2040	-	-	189.491,96	26.099.405,46	295.098,37
2041	-	-	189.491,96	29.081.044,44	298.336,65
2042	-	-	-	32.403.807,58	301.824,02
2043	-	-	-	36.106.861,15	305.062,30
2044	-	-	-	40.233.679,21	308.549,68
Total	91.096.671,50	-	1.136.951,78	347.452.626,90	27.864.626,34

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.5.7.2. Cenário 2- Implantação de Rede Mista

Quadro 113 - CAPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia (R\$).

Ano	Tratamento	Interceptores/Emissários	Estação Elevatória	Rede Coletora	Ligações
2025	-	-	-	2.788.702,86	18.276.337,23
2026	45.548.335,75	-	-	2.788.702,86	729.857,82
2027	45.548.335,75	-	-	2.788.702,86	3.007.445,98
2028	-	-	-	2.788.702,86	777.186,48
2029	-	-	-	2.788.702,86	786.320,08
2030	-	-	-	2.788.702,86	264.459,29
2031	-	-	-	253.881,82	267.199,37
2032	-	-	-	704.026,99	270.188,55
2033	-	-	-	214.400,40	273.426,83
2034	-	-	-	190.226,94	275.917,81
2035	-	-	-	165.511,86	279.405,18
2036	-	-	189.491,96	140.055,61	282.145,26
2037	-	-	189.491,96	114.000,72	285.383,54
2038	-	-	189.491,96	87.261,68	288.870,92
2039	-	-	189.491,96	87.261,68	291.611,00
2040	-	-	189.491,96	87.261,68	295.098,37
2041	-	-	189.491,96	87.261,68	298.336,65
2042	-	-	-	87.261,68	301.824,02
2043	-	-	-	87.261,68	305.062,30
2044	-	-	-	87.261,68	308.549,68
Total	91.096.671,50	-	1.136.951,78	19.125.153,28	27.864.626,34

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA

Neste capítulo serão definidos os diferentes cenários diante das variáveis e fatores críticos do sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana. Serão abordadas as metas e soluções para esta vertente, tendo como referência as informações coletadas na revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), mais precisamente no diagnóstico de situação de São Pedro da Aldeia, referente ao Produto 2 e na revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

4.6.1. Definição dos Fatores Críticos

São considerados os fatores críticos o conjunto de variáveis que afetam de forma positiva e negativa o desempenho do sistema, ou em termos quantitativos e de composição, a produção dos resíduos sólidos. Dessa maneira, foram definidos os fatores que interferem de alguma forma no serviço de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, como demonstra a figura a seguir.

Figura 80 - Fatores Críticos adotados para definição dos cenários do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana.



Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6.2. Matriz dos Cenários

A elaboração de cenários, visando a melhor compreensão da dinâmica demográfica atual e futura é de suma importância para o planejamento das ações que atenderão as demandas dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana. Foram considerados três cenários distintos: Cenário Tendencial, Cenário Desejável e Cenário Ideal. Esses cenários são baseados na variação de índices fundamentais ao longo do horizonte de planejamento e no grau de cumprimento das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, também conhecido como Planares (BRASIL, 2022).

No **Cenário Tendencial**, assume-se que a prestação dos serviços de resíduos urbanos manterá o status atual, sem avanços significativos nas políticas e ações voltadas à gestão de resíduos. Esse cenário é considerado próximo à inação, uma vez que não há esforços para o cumprimento das metas do Planares. Como efeito, a geração per capita de resíduos sólidos tende a aumentar, refletindo a ausência de campanhas de conscientização e educação ambiental que incentivem o consumo responsável. Nesse contexto, o cenário reflete uma perspectiva de deterioração das condições atuais, com maior pressão sobre os serviços de coleta e destinação de resíduos.

O **Cenário Desejável**, por outro lado, é visto como o mais realista e provável. Nele, há progressos parciais no atendimento das metas do Planares, evidenciando investimentos e políticas mais efetivas na área de resíduos sólidos. A geração per capita, nesse cenário, permanece estável, sugerindo que a conscientização da população é moderada, evitando aumentos no volume de resíduos gerados. Embora não sejam atingidos todos os objetivos, há avanços notáveis na recuperação de frações secas e orgânicas dos resíduos, impulsionados por políticas de coleta seletiva e melhorias na infraestrutura dos serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

No **Cenário Ideal**, projeta-se um avanço significativo no cumprimento das metas do Planares. Esse cenário prevê uma forte conscientização da população quanto ao consumo sustentável, o que se reflete em uma redução da geração per capita de resíduos sólidos. Além disso, há uma ampla implementação de programas de coleta

seletiva e recuperação de frações secas e orgânicas dos resíduos, promovendo a maximização do reaproveitamento de materiais e a minimização da quantidade de resíduos destinados aos aterros.

Nesse sentido, os Cenários Tendencial, Desejável e Ideal para o município de São Pedro da Aldeia estão apresentados no quadro a seguir.

Quadro 114 - Cenários de São Pedro da Aldeia do Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.

Indicador	Cenário Tendencial	Cenário Desejável	Cenário Ideal
Atendimento de coleta seletiva	0%	50%	100%
Geração per capita	Aumento (2% ao ano)	Estabilidade (taxa constante)	Redução (2% ao ano)
Recuperação de orgânicos	0%	25,8%	25,8%
Recuperação de fração seca	0%	18,1%	18,1%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Ressalta-se que a variação de 2% na taxa de geração per capita teve com fundamento o comportamento para a região sudeste no último ano, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABREMA, 2023). Além disso, as projeções do cenário escolhido para a coleta seletiva, RCC e RSS se encontram no **Item - Estudo de Demandas Futuras**.

4.6.3. Procedimentos Operacionais e Especificação Mínima a Serem Adotadas no Serviço de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana

Neste item foram consideradas as informações técnicas e participativas sobre o manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana consolidadas na etapa do Diagnóstico (Produto 2), tendo como referência do cenário tendencial e como direcionadores os avanços necessários para prospectiva do cenário ideal. Sendo assim, cabe compreender os procedimentos e especificações mínimas que devem ser adotados no município na prestação do serviço do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana.

4.6.3.1. Coleta

O Manual Brasileiro Integrado de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001) discorre sobre o procedimento necessário para a coleta de resíduos sólidos ser realizada de forma satisfatória. Ele elenca 4 atributos: regularidade, frequência, horário e roteiro de coleta.

No que tange à regularidade, o Manual cita que a coleta deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários, regularmente, para que a população se habitue a colocar os resíduos nos mesmos períodos que o caminhão coletor irá passar. Dessa maneira, os resíduos domiciliares não ficarão expostos por muito tempo.

No que diz respeito à frequência, o Manual cita que o tempo decorrido entre a geração do resíduo domiciliar e seu destino final não deve exceder uma semana para evitar a proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a atratividade que o resíduo exerce sobre roedores, insetos e outros animais. Sobre os horários de coleta, o mesmo deve ser fixo, garantindo que sempre ocorra nos mesmos horários.

Nos roteiros de coleta, alguns fatores podem indicar a necessidade de adequação, como aumento ou diminuição da população, mudanças de características de bairros, resíduos dispostos para coleta por longos períodos, entre outros.

Deste modo, para que o sistema de coleta de resíduos domiciliares seja realizado de forma eficaz é necessário que esses 4 componentes sejam atendidos. No município de São Pedro da Aldeia, entende-se que há necessidade de realização de ajustes na coleta a fim de torná-la eficaz.

4.6.3.2. Transporte

Em relação ao transporte, o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do IBAM (2001) informa que os veículos de coleta de resíduos sólidos devem possuir as seguintes características:

- Não permitir derramamento de resíduos sólidos ou do chorume na via pública;

- Apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1, ou seja, cada 3 m³ de resíduos ficarão reduzidos, por compactação, a 1 m³;
- Apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos coletadores, ou seja, no máximo a 1,20m de altura em relação ao solo;
- Possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- Possuir carregamento traseiro, de preferência;
- dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores;
- Apresentar descarga rápida dos resíduos sólidos no destino (no máximo em três minutos);
- Possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade para no mínimo 1,5 m³;
- Apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área.
- Possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- Possibilitar basculamento de contêineres de diversos tipos;
- Distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão.

4.6.3.3. Triagem

O processo de triagem dos resíduos consiste na separação dos materiais. Eles são separados de acordo com as suas características físicas e químicas a fim de gerar um melhor aproveitamento dos resíduos. Os processos para triagem variam de acordo com a composição dos resíduos.

4.6.3.4. Disposição Final

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define a disposição final adequada como a distribuição ordenada dos resíduos atendendo às normativas e de

maneira que não ofereça riscos à saúde e segurança e que minimize os impactos ambientais.

A PNRS também define no art. 9º que a gestão e gerenciamento dos RSU devem priorizar a não geração, redução, reutilização, reciclagem e o tratamento dos resíduos, assim a disposição final em aterro sanitário receberá apenas os rejeitos.

Ademais, conforme estabelecido pela NBR 17100, o gerenciamento adequado de resíduos deve ser compreendido em múltiplas etapas, iniciando-se na prevenção e não geração, englobando ainda ações pós-geração, operações intermediárias e, por fim, operações de destinação (ABNT, 2023). A queima de resíduos através da combustão, a gaseificação e o arco de plasma surgem como alternativas promissoras para a valorização energética de RSU, possibilitando não apenas a minimização de impactos ambientais, mas também a otimização de recursos e a inserção de um novo vetor econômico no ciclo de vida dos resíduos.

4.6.4. Estudo para Demandas Futuras

O presente tópico tem como objetivo analisar as demandas futuras dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana para o município de São Pedro da Aldeia, informação que é de extrema importância para elaborar um instrumento de gestão eficiente e auxiliar na definição dos programas, projetos e ações, considerando o comportamento futuro dos resíduos.

4.6.4.1. Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais

Para realizar a projeção da estimativa da geração futura dos resíduos domiciliares e comerciais, foram utilizados os dados levantados no Diagnóstico (Produto 2), considerando os itens de geração total, per capita e composição gravimétrica.

De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2022, São Pedro da Aldeia possuía uma população de 104.029 habitantes. Segundo o SNIS de 2022, a quantidade anual de resíduos gerados era de 42.299,0 t/ano. Com base nestas informações, foi calculada a geração per capita do município: 1,15 kg habitante por dia.

Em termos de geração per capita, as variações regionais mostram-se bastante latentes, a região sudeste apresenta a média mais alta comparado com todas as outras regiões do Brasil sendo de 1,223 kg/hab.dia (ABRELPE, 2022).

Sendo assim, foi estimado que ao longo dos 20 anos, a geração per capita para o cenário ideal será constante, os dados da ABRELPE. Assim, a produção per capita de São Pedro da Aldeia será mantida em prol de atender os objetivos traçados no cenário desejado, melhoria na gestão de resíduos e aumento de vida útil do aterro. Bem como o que preconiza a PNRS, que cita sobre a necessidade de realizar programas e ações de educação ambiental com o intuito de promover a redução, a não geração, a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos.

Dessa maneira, a projeção da população atendida com coleta de resíduos sólidos em São Pedro da Aldeia consta no quadro a seguir.

Quadro 115 - Projeção da população atendida com coleta de resíduos.

Período	Ano	População Atendida
0	2024	104.073
1	2025	104.432
2	2026	109.427
3	2027	110.820
4	2028	112.231
5	2029	113.659
6	2030	115.105
7	2031	116.571
8	2032	118.054
9	2033	119.557
10	2034	121.078
11	2035	122.620
12	2036	124.180
13	2037	125.761
14	2038	127.361
15	2039	128.982
16	2040	130.624
17	2041	132.286
18	2042	133.970

Período	Ano	População Atendida
19	2043	135.676
20	2044	137.402

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6.4.2. Resíduos da Coleta Seletiva

Atualmente, o município não possui informações sobre a composição gravimétrica de seus resíduos, assim, será utilizada a composição gravimétrica que foi explicitada no Produto 2, e onde se utilizou das estimativas presentes no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2013).

De acordo com o PERS-RJ, conforme as estimativas junto a população do município, que representa uma população de pequeno porte, tem-se as seguintes composições gravimétricas para o presente estudo:

- Matéria Orgânica: 56,72%;
- Papel/Papelão: 13,45%;
- Plásticos: 18,63%;
- Vidro: 2,83%;
- Metais: 1,58%;

E outros materiais: 6,79%, onde se considera os resíduos secos que possuem potencial de reciclagem, composto por materiais menos nobres

Complementarmente, não foi possível obter informações sobre o percentual de resíduos recuperados ao ano pelo município, seja de resíduos secos ou orgânicos. Assim, se assumiu que tanto o percentual de resíduos secos recuperados por ano no município quanto o percentual de resíduos orgânicos recuperados por ano no município será de 1,7%, conforme as informações da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) em seu “Mapeamento dos recicláveis pós-consumo no estado do Rio de Janeiro” e que consta que apenas 3,4% do volume de resíduos do estado vão para estações de reciclagem, sendo metade seguindo para a “reciclagem de secos e metade

para o que chamamos de reciclagem de orgânicos, ou seja, operações de compostagem e recuperação de biogás” (FIRJAN, 2023).

Destaca-se que, para alcançar o cenário desejado é fundamental que os programas e ações de educação ambiental sejam promovidos para mobilização e aumento da adesão populacional.

Cabe destacar que, em relação aos resíduos secos recuperados, o PLANARES, de 2022, dispõe que devem ser recuperados 20% da massa dos resíduos secos em relação aos resíduos totais até 2040, sendo assim a projeção de massa dos resíduos secos recuperados por ano consta no quadro a seguir.

Quadro 116 - Projeção de Materiais Secos Recuperados.

Ano	Ano	Percentual do Resíduo Seco Recuperado (%)	Resíduo Seco Recuperado (t/ano))
0	2024	0%	-
1	2025	1,7%	717,893
2	2026	3,3%	741,631
3	2027	4,9%	778,070
4	2028	6,5%	828,800
5	2029	8,1%	896,154
6	2030	9,7%	983,380
7	2031	11,3%	1.094,895
8	2032	12,9%	1.236,648
9	2033	14,6%	1.416,621
10	2034	16,2%	1.645,547
11	2035	17,8%	1.937,906
12	2036	19,4%	2.313,343
13	2037	21%	2.798,682
14	2038	22,6%	3.430,811
15	2039	24,2%	4.260,838
16	2040	25,8%	5.360,135
17	2041	25,8%	6.743,050
18	2042	25,8%	8.482,756
19	2043	25,8%	10.671,308
20	2044	25,8%	13.424,505

Fonte: Autoria Própria (2024).

No que tange os resíduos orgânicos há a necessidade de compreender como poderão ser recuperados esses resíduos em prol do aumento do seu percentual. O PLANARES (2022) dispõe que é necessário recuperar 13,5% da fração orgânica, em relação à massa total de RSU, até 2040. Deste modo, o quadro demonstra a projeção dos resíduos orgânicos recuperados.

Quadro 117 - Projeção dos Resíduos Orgânicos Recuperados.

Ano	Ano	Percentual Resíduo Orgânico Recuperado (%)	Resíduo Orgânico Recuperado (t/ano)
0	2024	0%	-
1	2025	1,7%	718
2	2026	2,8%	1.180
3	2027	3,9%	1.641
4	2028	5%	2.103
5	2029	6,1%	2.565
6	2030	7,2%	3.026
7	2031	8,3%	3.488
8	2032	9,4%	3.950
9	2033	10,4%	4.412
10	2034	11,5%	4.873
11	2035	12,6%	5.335
12	2036	13,7%	5.797
13	2037	14,8%	6.258
14	2038	15,9%	6.720
15	2039	17%	7.182
16	2040	18,1%	7.643
17	2041	18,1%	7.643
18	2042	18,1%	7.643
19	2043	18,1%	7.643
20	2044	18,1%	7.643

Fonte: Autoria Própria (2024).

O quadro demonstra a projeção da massa total de materiais recicláveis recuperados (t/ano).

Quadro 118 - Projeção de Materiais recicláveis.

Ano	Ano	Materiais recicláveis recuperados (t/ano)
0	2024	-
1	2025	1.436
2	2026	1.921
3	2027	2.419
4	2028	2.932
5	2029	3.461
6	2030	4.010
7	2031	4.583
8	2032	5.186
9	2033	5.828
10	2034	6.519
11	2035	7.273
12	2036	8.110
13	2037	9.057
14	2038	10.151
15	2039	11.443
16	2040	13.004
17	2041	14.386
18	2042	16.126
19	2043	18.315
20	2044	21.068

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6.4.3. Resíduos do Serviço de Saúde (RSS)

De acordo com as informações relatadas no Produto 2, a coleta de RSS no município é realizada por meio de empresas privadas terceirizadas que realizam a coleta dos resíduos de serviços de saúde em aproximadamente 179 estabelecimentos (CNES, 2024).

De acordo com o PLANARES (2022), é essencial que ações sejam efetuadas para se aumentar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de serviço de saúde (RSS). Sendo assim, a partir de 2026 deverá ser assegurado que o percentual total de RSS coletado seja destinado da maneira correta, conforme mostra o quadro a seguir.

Quadro 119 - Projeção de RSS coletados por agentes executores ao longo do horizonte de estudo.

Ano		RSS coletada pelos agentes executores (percentual/ano)
0	2024	0%
1	2025	50%
2	2026	100%
3	2027	100%
4	2028	100%
5	2029	100%
6	2030	100%
7	2031	100%
8	2032	100%
9	2033	100%
10	2034	100%
11	2035	100%
12	2036	100%
13	2037	100%
14	2038	100%
15	2039	100%
16	2040	100%
17	2041	100%
18	2042	100%
19	2043	100%
20	2044	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6.4.4. Resíduos da Construção Civil (RCC)

A fim de alcançar o **Cenário Desejável** é necessário que haja um diálogo entre as empresas que geram este resíduo com a Prefeitura Municipal, caso a coleta seja realizada pelo órgão público o gerador deverá pagar o município pelo serviço utilizado,

conforme previsto na Lei N° 11.445 que estabelece que o serviço prestado pelo poder público tenha sustentabilidade financeira.

Devido a esta carência de informações, se utilizou a premissa de que a coleta atual de RCC no município é de 0%, e com uma evolução gradual e progressiva até os 100% de RCC coletado pelos agentes executores ao fim de plano, em 2044, de forma que seja possível acompanhar a execução desse serviço, tanto pelo agente público quanto pelo agente privado, e que também seja possível efetuar esforços para a sua plena melhoria, conforme mostra o quadro a seguir.

Quadro 120 - Projeção de RCC coletados por agentes executores ao longo do horizonte de estudo.

Ano		RCC coletada pelos agentes executores (percentual/ano)
0	2024	0%
1	2025	0%
2	2026	0%
3	2027	5%
4	2028	5%
5	2029	5%
6	2030	5%
7	2031	15%
8	2032	15%
9	2033	15%
10	2034	15%
11	2035	40%
12	2036	40%
13	2037	70%
14	2038	70%
15	2039	70%
16	2040	100%

Ano		RCC coletada pelos agentes executores (percentual/ano)
17	2041	100%
18	2042	100%
19	2043	100%
20	2044	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.6.5. Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)

A partir da análise realizada no Diagnóstico (Produto 2) o cenário atual de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) de São Pedro da Aldeia era elevado. Contudo, seguindo as metas propostas neste documento, como também a NBR 17100, será analisado um novo cenário que considere todas as variações propostas.

O quadro resume os principais *inputs* realizados na calculadora sobre a reciclagem e destinação final.

Quadro 121 - Inputs realizados na calculadora.

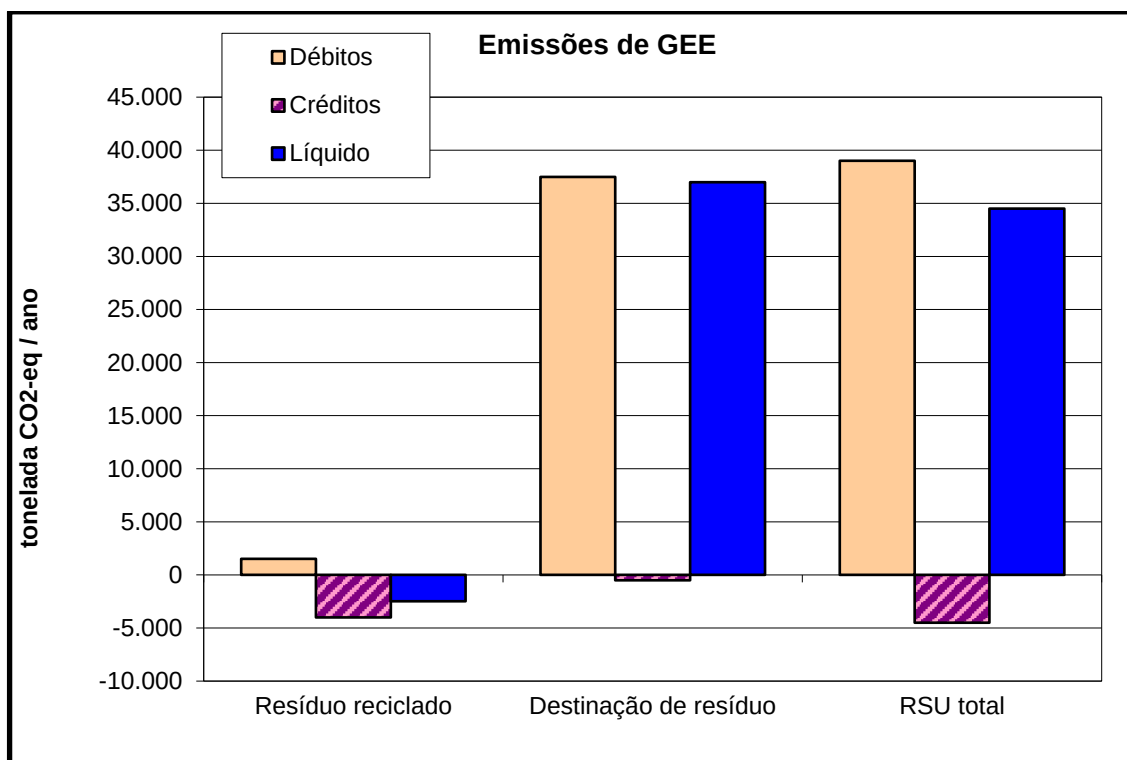
Variáveis		Cenário Base	Cenário Ideal
Reciclagem	Reciclagem	0%	15%
	Compostagem	0%	100%
Destinação Final	Aterro sanitário Com possibilidade de coleta de gás	100%	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

O fluxo dos resíduos no **Cenário Desejável** utiliza a projeção da reciclagem de 25,8% de todas as frações dos materiais recicláveis secos. E a reciclagem dos orgânicos (18,1%) é realizada pela compostagem na substituição de fertilizantes utilizados na agricultura, áreas verdes ou em florestamento.

Os rejeitos são destinados ao aterro sanitário (100%), onde o gás coletado no aterro é utilizado na produção de biometano e geração de eletricidade, com a eficiência na coleta do gás de aterro sendo de 10%. Assim, os resultados gerados na projeção do **Cenário Desejável** constam na figura a seguir.

Figura 81 - Emissão de GEE do Cenário Desejável.



Fonte: Autoria Própria (2024).

O **Quadro 122** mostra as emissões evitadas por tipo de destinação.

Quadro 122 - Emissões do Cenário Ideal (toneladas de CO2-eq/ano).

Destinação	Emissões (Débito)	Emissões evitadas (crédito)	Resultado Líquido
Resíduo Reciclado	1.514	-3.996	-2.483
Destinação de Resíduos	37.488	-507	36.981
RSU Total	39.002	-4.503	34.499

Fonte: Autoria Própria (2024).

As emissões evitadas são de -4.503 toneladas de CO2 eq/ano e deve-se ao somatório da utilização do gás de aterro para geração de energia elétrica. Em comparação com o cenário atual ocorreu um aumento significativo das emissões evitadas. Dessa maneira, as emissões evitadas terão um aumento proporcional de cerca de 8,9 vezes o total das emissões evitadas calculadas em relação ao cenário atual.

4.6.6. Indicadores e Metas

O presente tópico tem como objetivo apresentar os principais indicadores de desempenho operacional. Eles são instrumentos utilizados para medir, monitorar e avaliar a qualidade dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana prestados pela administração municipal ou empresas terceirizadas, para auxiliar os gestores no momento de mensurar a eficiência na prestação dos serviços, e caso necessário na definição de novas estratégias, a fim de melhorar a prestação dos serviços, alcance de metas e identificação de possíveis gargalos.

Os indicadores podem ser utilizados como ferramentas de controle e regulação dos serviços prestados, eles foram montados tomando como base o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Utilizando as informações levantadas no campo e fornecidas pela Prefeitura e prestadores de serviço. O quadro apresenta os principais indicadores para o município de São Pedro da Aldeia.

Quadro 123 - Indicadores do Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.

Indicador		Situação do Município	Meta	Ano
R1	Índice de Atendimento de Coleta de RSU	96,65%	100%	2026
R2	Índice de atendimento de Coleta Seletiva (SNIS, 2021)	0%	50%	2043
R3	Percentual de Massa de resíduos secos recuperados (t/ano)	1,7% ²	25,8%	2040
R4	Percentual de Massa de resíduos orgânicos recuperados (t/ano)	1,7% ²	18,0%	2040
R5	Quantidade de resíduos perigosos gerados per capita e proporção de	0% ³	100%	2027

² Estimativa realizada pela ABREMA (2023) em seu estudo “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”.

³ Estimado devido a carência de informações pela Prefeitura Municipal acerca desta questão no município

Indicador		Situação do Município	Meta	Ano
	resíduos perigosos tratados			
R6	Percentual de redução Emissão de GEE (CO2 eq/ano)	..4	5%	2025
R7	Percentual de Biogás produzido	..3	60%	2040

Fonte: Autoria Própria (2024).

O gerenciamento adequado de resíduos sólidos, visando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, é um dos princípios da PNRS, conforme a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010).

Ao longo do horizonte do PMSB, os sistemas que envolvem o manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana no município deverão dar atendimento, através da rede pública, a todos os imóveis de uso residencial, comercial e públicos em todas aquelas áreas urbanizadas dentro ou fora do perímetro urbano, desde que elas sejam atualmente existentes ou estabelecidas no futuro com o cumprimento de todos os requisitos legais referentes à ocupação e uso de solo e autorizações administrativas respectivas.

Como princípios básicos do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana podem ser citados os seguintes:

- Universalização do acesso aos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana;
- Regularidade na prestação dos serviços;
- Eficiência e qualidade do sistema;
- Segurança operacional dos sistemas, inclusive dos trabalhadores encarregados de sua manutenção;

⁴ Estimado devido a carência de informações pela Prefeitura Municipal acerca desta questão no município.

- Adoção de critérios sociais, epidemiológicos e ambientais para o estabelecimento de prioridades de intervenção e não somente o retorno monetário do investimento;
- Participação Social;
- Fundamento na questão da saúde pública, visando evitar/minimizar riscos epidêmicos oriundos da falta destes serviços;
- Conservação dos recursos naturais.

Mesmo sendo considerado que São Pedro da Aldeia é um município com alta proporção de população residente em área urbana, os objetivos e metas devem ir de encontro com as características demográficas do município, vinculando as necessidades da área urbana e das áreas menos adensadas.

Para que o Cenário Desejável seja atingido, faz-se necessária a modernização do setor, incluindo a adequação do quadro funcional e da infraestrutura disponível à demanda real, capacitação dos servidores, estabelecimento de parcerias estratégicas para o desenvolvimento setorial e o levantamento e monitoramento de indicadores de performance que possam medir estas melhorias.

São propostos os seguintes objetivos:

- Incremento da Coleta de RSU;
- Monitoramento, registros de dados e ampliação da cobertura do serviço de varrição;
- Estabelecer cronogramas e ampliação da área atendida com serviços de gestão de resíduos;
- Fiscalização dos resíduos de construção civil.

Diante do cenário atual dos Resíduos Sólidos de São Pedro da Aldeia, foram traçadas algumas metas para que o município apresente melhorias nesse componente do saneamento básico. Para isso, foram analisados os Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS) da ONU de forma que fossem conectados direta ou indiretamente com os Resíduos Sólidos.

O quadro apresenta alguns dos ODS e como se relacionam com o Sistema de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos do município.

Quadro 124 - Metas dos ODS relacionadas com o sistema de Resíduos Sólidos.

ODS	Metas relacionadas com o Sistema de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos
 3 SAÚDE E BEM-ESTAR	Meta 3.3: Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis
 6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado Meta 6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos
 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	Meta 11.1: Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas Meta 11.5: Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros
 12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS	Meta 12.4: Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente Meta 12.5: Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso

ODS	Metas relacionadas com o Sistema de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos
	Meta 13.1: Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais

Fonte: Autoria Própria (2024); ODS.

No quadro a seguir estão previstos os objetivos e metas para a garantia do cenário ideal e da universalização dos serviços, admitindo soluções graduais e progressivas de forma a atingir a universalização, a qualidade dos serviços prestados e a sustentabilidade dos recursos naturais.

As metas descritas expressam os objetivos em termos de resultados e para isso devem ser mensuráveis. Devendo ser propostas de forma gradual, pois os resultados dos objetivos serão alcançados no decorrer do tempo. Sendo assim, as metas serão distribuídas ao longo do horizonte do PMSB, que é de 20 anos classificadas como:

- Curto prazo: até 4 anos (2025 a 2028);
- Médio prazo: de 5 a 14 anos (2029 a 2038);
- Longo prazo: de 15 anos até o horizonte final do plano (2039 a 2044).

Quadro 125 - Metas para o Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.

Indicador		Metas Progressivas			
		2024	2029	2039	2044 (fim do plano)
1	Aumento da População atendida com Coleta de RSU	96,65%	100%	100%	100%
2	Aumento da massa de resíduos secos recuperados (t/ano)	1,7% ⁵	8,1%	22,6%	25,8%
3	Aumento da massa de resíduos orgânicos recuperados (t/ano)	1,7%	6,1%	15,9%	18,1%
4	Aumento da massa total de materiais recicláveis recuperados (t/ano)	3,4%	14,2%	38,5%	43,9%

⁵ Estimativa realizada pela ABREMA (2023) em seu estudo “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”.

Indicador		Metas Progressivas			
		2024	2029	2039	2044 (fim do plano)
5	Redução da Emissão de GEE (CO2 eq/ano)	5%	5%	5%	5%
8	Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde	0%	100%	100%	100%
9	Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	0%	100%	100%	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Além disso, as ações planejadas para os períodos de curto, médio e longo prazos estão intimamente ligadas às áreas prioritárias do saneamento. Elas foram organizadas de acordo com os eixos de saneamento e subdivididas com base na disponibilidade de recursos, na sequência lógica e temporal das ações, e no impacto esperado para a comunidade e para o sistema em estudo.

Em outras palavras, tanto as iniciativas voltadas para a manutenção e preservação do sistema, que visam garantir sua segurança e sustentabilidade, quanto aquelas que beneficiam diretamente a população, como a construção de novas infraestruturas, foram igualmente consideradas na distribuição ao longo dos diferentes prazos.

Essa abordagem estratégica garante que todas as áreas essenciais do saneamento básico sejam tratadas de forma equitativa, contemplando tanto as ações preventivas e de manutenção quanto as de melhoria direta dos serviços. Assim, assegura-se um planejamento abrangente e eficaz para atender às necessidades da população e garantir o funcionamento eficiente do sistema.

4.6.7. Despesas com os Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Neste segmento, são realizadas estimativas acerca da evolução das despesas relacionadas aos serviços, abrangendo a coleta e destinação final dos resíduos domésticos, públicos e de serviços de saúde, além dos serviços de varrição.

Para efetuar essas estimativas, foram estabelecidos parâmetros fundamentados em informações disponíveis no Indicadores do SNIS (2022) e contratos da Prefeitura

Municipal (2024), conforme detalhado no **Quadro 126**. Esses parâmetros serão utilizados nas projeções, conforme descrito no **Quadro 127**.

Quadro 126 – Parâmetros para Projeção das Despesas do Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Parâmetros	Unidade	Valor
Serviços de RDO e RPU ⁶	R\$/hab.ano	R\$83,63
Serviços de coleta e tratamento de RSS ⁷	R\$/hab.ano	R\$7,30
Serviços de varrição de logradouros públicos ⁸	R\$/hab.ano	R\$0,78
Outras despesas ⁹	R\$/hab.ano	R\$6,31
População total (2022)	hab.	107.680
População urbana (2022)	hab.	107.680

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 127 – Projeção das despesas com resíduos sólidos.

Ano		Despesas com coleta e destinação de resíduos sólidos				
		RDO e RPU (R\$)	RSS (R\$)	Varrição de logradouros públicos (R\$)	Outras despesas (R\$)	Total (R\$)
1	2025	9.005.391	786.037	83.830	679.512	10.554.770
2	2026	9.036.502	788.753	84.120	681.859	10.591.234
3	2027	9.151.494	798.790	85.190	690.536	10.726.011
4	2028	9.267.992	808.958	86.275	699.327	10.862.553
5	2029	9.385.996	819.258	87.373	708.231	11.000.858
6	2030	9.505.421	829.682	88.485	717.242	11.140.831
7	2031	9.626.351	840.238	89.611	726.367	11.282.567
8	2032	9.748.954	850.939	90.752	735.618	11.426.264
9	2033	9.872.979	861.765	91.907	744.977	11.571.628
10	2034	9.998.677	872.736	93.077	754.462	11.718.951
11	2035	10.125.880	883.839	94.261	764.060	11.868.040
12	2036	10.254.839	895.095	95.461	773.791	12.019.186
13	2037	10.385.303	906.483	96.676	783.635	12.172.097
14	2038	10.517.524	918.024	97.907	793.612	12.327.066

⁶ FN208 - Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU (SNIS, 2022).

⁷ FN211 - Despesa total com a coleta de RSS (SNIS, 2022).

⁸ FN214 - Despesa total com o serviço de varrição (SNIS, 2022).

⁹ Outros contratos e serviços relacionados a resíduos sólidos: Contrato 032/2024 - Central de Triagem de Recicláveis, Usina de Beneficiamento de RCC, Gestão de PEVs e etc e Contrato 001/2024 - Gestão de resíduos cemiteriais (Prefeitura Municipal, 2024).



Ano		Despesas com coleta e destinação de resíduos sólidos				
		RDO e RPU (R\$)	RSS (R\$)	Varrição de logradouros públicos (R\$)	Outras despesas (R\$)	Total (R\$)
15	2039	10.651.333	929.704	99.152	803.708	12.483.898
16	2040	10.786.899	941.536	100.414	813.938	12.642.788
17	2041	10.924.222	953.523	101.693	824.300	12.803.736
18	2042	11.063.216	965.655	102.987	834.788	12.966.645
19	2043	11.204.051	977.948	104.298	845.414	13.131.711
20	2044	11.346.726	990.401	105.626	856.180	13.298.932
TOTAL		201.859.749	17.619.365	1.879.095	15.231.557	236.589.767

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.7. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Este capítulo apresenta o prognóstico dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais em São Pedro da Aldeia, abordando diretrizes e estratégias para a gestão eficiente do sistema. Também são definidos os programas, objetivos e metas para atender as demandas futuras, além de prazos de execução, tendo como referência as informações coletadas no diagnóstico de situação de São Pedro da Aldeia, referentes ao Produto 2.

4.7.1. Diretrizes e Estratégias para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Os sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas possuem uma abordagem multidisciplinar, estando interligados aos setores do saneamento básico, fatores urbanísticos, naturais e políticos. Para garantir o bom funcionamento desses sistemas, é necessária uma visão holística, considerando fatores socioeconômicos, urbanísticos e ambientais, bem como eventos hidrológico-temporais imprevisíveis.

O desenvolvimento socioeconômico da região desempenha um papel significativo na gestão dos sistemas de drenagem pluvial, que, atualmente, ultrapassam o princípio tradicional de escoamento. Esses sistemas agora incorporam abordagens estruturais e não estruturais, incluindo medidas de retenção, retardamento e infiltração das águas pluviais. Além disso, abrangem o planejamento e a gestão do uso do espaço urbano, com a implementação eficaz de legislações e fiscalizações).

Além das metas relacionadas à universalização e eficiência do sistema, diversas diretrizes sustentáveis podem ser adotadas para garantir o adequado funcionamento dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, tais como:

- i. Medidas de controle de escoamento na fonte (implantação de calçadas, ciclovias e sarjetas drenantes/permeáveis; além de pátios, praças e estacionamentos drenantes com pavimentos porosos, permeáveis ou intertravados); multiplicação de áreas reflorestadas, sendo elas áreas verdes, canteiros verdes, parques lineares etc. ocupando com eles todos

os espaços públicos e privados livres da cidade; além do uso de “telhados verdes” ou “telhados jardins e utilização de reservatórios para acumulação e aproveitamento de águas pluviais em residências, empreendimentos comerciais, industriais, esportivos e de lazer);

- ii. Medidas de controle centralizado (bacias de detenção e bacias de retenção);
- iii. Medidas de controle de resíduos sólidos em cursos de água (fundos de vale) e sistemas de drenagem urbana;
- iv. Medidas de controle de assoreamento de cursos de água;
- v. Medidas de revitalização de corpos hídricos.

Além disso, diversas medidas não estruturais podem ser implementadas para fortalecer a gestão das águas pluviais. A conscientização da população sobre a preservação dos recursos naturais e a redução do impacto da urbanização no ciclo hidrológico desempenha um papel fundamental. A educação ambiental, realizada em escolas e comunidades, é uma ferramenta essencial para promover mudanças nos hábitos e comportamentos, como o correto descarte de resíduos sólidos e a redução do uso de materiais impermeabilizantes.

Outra medida crucial envolve a implementação de sistemas de gestão integrada de águas pluviais, que coordenam e integram ações de diversos órgãos e setores responsáveis pela gestão das águas pluviais urbanas, como prefeituras, companhias de saneamento e empresas de construção civil.

Por fim, políticas públicas que incentivem a adoção de técnicas compensatórias e sustentáveis de drenagem pluvial, por meio de incentivos fiscais e linhas de financiamento para projetos que incorporam essas práticas, podem ser estratégias eficazes. Essas medidas visam promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente aos eventos climáticos extremos.

O desenvolvimento urbano, de maneira geral, tem gerado impactos significativos na infraestrutura de recursos hídricos, especialmente na drenagem urbana, resultando no aumento da frequência e magnitude das inundações e na degradação ambiental. Esse

cenário é agravado pela ocupação desordenada, muitas vezes irregular, em áreas de baixios e ribeirinhas das bacias e sub-bacias de drenagem.

Para mitigar e controlar esses impactos, é essencial desenvolver ações coordenadas que busquem equilibrar o desenvolvimento urbano com as condições ambientais dos conglomerados urbanos. O Plano Diretor de Drenagem Urbana, integrado aos planos de esgotamento sanitário, resíduos sólidos e, sobretudo, ao plano de desenvolvimento urbano, desempenha um papel fundamental ao promover o crescimento urbano de maneira sustentável e alinhada com outras atividades urbanas.

Um Plano Diretor de Drenagem Urbana deve ser elaborado considerando diversas diretrizes para garantir uma abordagem abrangente e eficaz. São elas:

- i. Planejamento da distribuição temporal e espacial da água, levando em consideração as tendências de ocupação urbana. Essa abordagem visa compatibilizar o desenvolvimento previsto com a infraestrutura existente, evitando prejuízos econômicos e ambientais;
- ii. Controle da ocupação em áreas de risco de inundação por meio de restrições nas zonas de alto risco;
- iii. Promoção da convivência com enchentes em áreas de baixo risco.

A elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana requer a aplicação de duas estratégias essenciais:

- i. Controle do impacto existente, planejando as bacias urbanas de maneira integrada, oferecendo soluções abrangentes em toda a bacia, não apenas em trechos isolados;
- ii. Implementação de legislação e gestão eficientes para evitar a transferência da vazão gerada em empreendimentos privados para a rede pública.

Os serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas abrangem atividades conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007:

- Drenagem urbana;

- Transporte de águas pluviais urbanas;
- Detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias; e
- Tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas.

Para a eficaz prestação desses serviços, o município precisa:

- Conhecer o sistema existente de drenagem pluvial;
- Delimitar as bacias contribuintes para cada trecho;
- Estimar as vazões de escoamento superficial de águas pluviais;
- Com base nesses dados, estabelecer as melhorias necessárias.

As sugestões de medidas, tanto estruturais quanto não estruturais, destinadas a aprimorar o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, serão detalhadamente exploradas nos programas, objetivos e ações específicos desenvolvidos para fortalecer e otimizar a gestão de drenagem urbana no município. Essas propostas serão integradas aos esforços do plano geral, almejando enfrentar de maneira eficiente os desafios identificados durante a fase de diagnóstico.

4.7.2. Metas de Adequação de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

Diante do cenário atual da Drenagem Urbana de São Pedro da Aldeia, foram traçadas algumas metas para que o município apresente melhorias nesse componente do saneamento básico. Para isso, foram analisados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU de forma que fossem conectados direta ou indiretamente com a Drenagem Urbana.

O quadro apresenta alguns dos ODS e como se relacionam com o sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais do município.

Quadro 128 - Metas dos ODS relacionadas com o sistema de Drenagem Urbana.

ODS	Metas relacionadas com a Drenagem urbana e Manejo de Águas Pluviais
 3 SAÚDE E BEM-ESTAR	Meta 3.3: Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis.
 6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	- Meta 6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos. - Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.
 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	- Meta 11.1: Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas. - Meta 11.3: Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países. - Meta 11.5: Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.
 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA	- Meta 13.1: Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países. - Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Diante dessa análise, foram pensados alguns objetivos e metas para o Sistema de Drenagem Urbana do município, de forma a alinhar e estabelecer compromissos com os ODS.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) de 2019 introduz diversos indicadores para a gestão do saneamento básico, dentre os quais dois se relacionam diretamente com a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, com metas para a região sudeste, conforme abaixo:

- D1 – Porcentagem de municípios com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos:
 - Meta (2023) – 21,3%;
 - Meta (2033) – 15,0%.
- D2 – Porcentagem de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana:
 - Meta (2023) – 96,5%;
 - Meta (2033) – 97,3%.

Ambos os indicadores possuem prioridade de nível alto no planejamento da implementação do PLANSAB, e são averiguados com base nas informações municipais anuais dispostas no SNIS.

É importante enfatizar que o indicador D1 diz respeito a uma perspectiva regional ou estadual da gestão da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, enquanto o indicador D2 compreende uma visão em âmbito municipal. Assim, somente o indicador D2 será utilizado no desenvolvimento deste Plano.

Com base nas informações públicas mais recentes, é possível calcular, utilizando os dados do SNIS (2023), que a porcentagem atual de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana referente ao município de São Pedro da Aldeia se aproxima de 100%

Nesse contexto, conforme o aprimoramento do sistema de drenagem pluvial planejado para o município, espera-se manter a alta porcentagem de domicílios não sujeitos a risco de inundação na área urbana.

Para além da meta estabelecida pelo PLANSAB para o ano de 2033, o objetivo é também alcançar a universalização da cobertura do serviço de drenagem pluvial na área urbana até o ano de 2044.

Além da meta previamente delineada com base no PLANSAB, é essencial a adoção de novas metas que objetivem o devido monitoramento e controle dos sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de São Pedro da Aldeia.

Estas metas têm como foco a redução das probabilidades de alagamentos e inundações por problemas nos elementos da microdrenagem e da macrodrenagem. As metas estabelecidas seguem uma abordagem contínua, fundamentada no histórico municipal e se encontram descritas abaixo:

- Meta 2: Inspeccionar anualmente a totalidade das redes de drenagem.
 - Indicador: Percentual (%) das redes de drenagem inspecionadas no ano avaliado.
- Meta 3: Inspeccionar anualmente a totalidade das bocas-de-lobo.
 - Indicador: Percentual (%) das bocas-de-lobo inspecionadas no ano avaliado.
- Meta 4: Inspeccionar anualmente a totalidade dos poços de visita.
 - Indicador: Percentual (%) dos poços de visita inspecionados no ano avaliado.
- Meta 5: Inspeccionar anualmente a totalidade dos cursos hídricos urbanos.
 - Indicador: Percentual (%) dos cursos hídricos urbanos inspecionados no ano avaliado;
- Meta 6: Ter anualmente o cadastro atualizado da totalidade das redes de drenagem existentes.
 - Indicador: Percentual (%) da rede de drenagem cadastrada. Será baseado nas diretrizes estabelecidas, e de modo progressivo conforme o cronograma físico-financeiro deste Plano.

4.7.3. Alternativas para Atendimento das Demandas nos Serviços de Drenagem e de Manejo das Águas Pluviais

Em muitos municípios brasileiros, a gestão dos serviços de drenagem urbana carece de uma estrutura organizacional específica, resultando em uma falta de autonomia administrativa e financeira. Em São Pedro da Aldeia, essa responsabilidade é atribuída à Secretaria Municipal de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos (SOUSP).

Para a elaboração deste prognóstico, considerou-se um cenário ideal, delineando melhorias contínuas ao longo de 20 anos para mitigar os problemas existentes e potenciais em São Pedro da Aldeia. Este cenário contempla:

- **Sistema de Microdrenagem Eficiente**

Implementação de programas de manutenção preventiva para assegurar o funcionamento máximo do sistema, evitando pontos de alagamento ao longo do planejamento.

- **Sistema de Macrodrenagem**

Estratégias para otimização e aprimoramento do sistema de macrodrenagem e minimização de pontos de estrangulamento de vazões.

- **Manutenção e Limpeza das Redes**

Realização de manutenções programadas e limpezas permanentes na rede de drenagem durante todo o período de planejamento.

- **Equipe de Gerenciamento e Manutenção**

Estrutura organizacional com características de gestão e planejamento para atender às diversas demandas, com a composição de uma equipe técnica com uma abordagem especializada, garantindo, assim, uma gestão qualificada. Além do envolvimento ativo e articulação contínua com os comitês de bacias hidrográficas e outros setores do desenvolvimento urbano.

- **Mitigação das Áreas de Risco**

Elaboração de planos para o controle das áreas de risco, com a implementação de um sistema de identificação de pontos de inundação, planejamento e execução de medidas estruturais para a redução da probabilidade de riscos geológicos e/ou hidrológicos nas áreas detectadas.

- **Integração com Planos Diversos**

Desenvolvimento dos sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais em conformidade com outros planos que tenham influência e congruência com a drenagem urbana do município, incluindo o uso e ocupação do solo, saneamento no geral, transporte e áreas de preservação.

4.7.4. Horizontes Temporais para Execução do Planejamento

A revisão do PMSB estabelecerá o ano inicial como sendo o de 2025, resultando em um período de implementação que abrangerá 20 anos, culminando em 2044.

Nas seções subsequentes, serão delineadas as metas relacionadas aos serviços específicos, e para isso, foram contemplados os seguintes intervalos temporais:

- Curto prazo: até 4 anos (2025 a 2028);
- Médio prazo: de 5 a 14 anos (2029 a 2038);
- Longo prazo: de 15 anos até o horizonte final do plano (2039 a 2044).

As ações delineadas para os períodos de curto, médio e longo prazos estão estreitamente relacionadas com as maiores deficiências identificadas na etapa precedente do planejamento. Elas foram agrupadas de acordo com os eixos de saneamento e subdivididas com base na disponibilidade de recursos de investimento, na sequência lógica e temporal das ações, bem como no impacto que proporcionarão à comunidade e ao próprio sistema.

Em outras palavras, tanto as ações voltadas para a manutenção e preservação do sistema, que têm como objetivo indireto garantir sua segurança e sustentabilidade, quanto aquelas destinadas a beneficiar diretamente a população, como a construção de novas infraestruturas, receberam igual consideração na distribuição ao longo dos diferentes prazos estabelecidos.

Essa abordagem estratégica assegura que todas as áreas essenciais do saneamento básico sejam tratadas de maneira equitativa e que tanto as ações preventivas e de manutenção quanto as de melhoria direta dos serviços sejam devidamente contempladas, garantindo um planejamento abrangente e eficaz para atender às necessidades da população e ao funcionamento eficiente do sistema.

4.7.4.1. Microdrenagem

O planejamento de microdrenagem para os próximos 20 anos prevê a instalação de redes em áreas prioritárias, construção de poços de visita (PVs), instalação de bocas

de lobo e ampliação de redes de 400 mm em áreas urbanizadas e estratégicas. As projeções dessas intervenções estão detalhadas no **Quadro 129**.

Quadro 129 – Projeção Operacional do sistema de microdrenagem.

Projeção Operacional				
Ano	Km de Rede	PV's	Bocas de Lobo	Ampliação (400 mm)
2024	-	-	-	-
2025	519,8	130	520	-
2026	526,4	132	528	6,6
2027	533,1	133	532	6,7
2028	539,9	135	540	6,8
2029	546,8	137	548	6,9
2030	553,7	138	552	7,0
2031	560,8	140	560	7,1
2032	567,9	142	568	7,1
2033	575,1	144	576	7,2
2034	582,5	146	584	7,3
2035	589,9	147	588	7,4
2036	597,4	149	596	7,5
2037	605,0	151	604	7,6
2038	612,7	153	612	7,7
2039	620,5	155	620	7,8
2040	628,4	157	628	7,9
2041	636,4	159	636	8,0
2042	644,5	161	644	8,1
2043	652,7	163	652	8,2
2044	661,0	165	660	8,3

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.7.5. Equilíbrio Econômico-Financeiro (CAPEX e OPEX)

O equilíbrio econômico e financeiro na drenagem urbana é essencial para assegurar a eficiência e sustentabilidade dos serviços prestados à população, especialmente diante da crescente urbanização e das mudanças climáticas que impactam os sistemas de drenagem. Esse equilíbrio envolve a adequada gestão das receitas obtidas por meio da cobrança de serviços e os custos relacionados à execução, operação, manutenção e expansão das redes de drenagem.

No caso da drenagem urbana, o equilíbrio econômico e financeiro é analisado com base em dois principais componentes de custos: CAPEX (Despesas de Capital) e

OPEX (Despesas Operacionais). Ambos desempenham papéis cruciais no planejamento e implementação dos projetos de drenagem urbana, além de sua manutenção a longo prazo.

Para fomentar os cálculos do cenário ideal, utilizaram-se os estudos de CAPEX e OPEX. O primeiro, CAPEX (Capital Expenditure, ou "Despesas de Capital"), refere-se aos investimentos feitos em ativos de longo prazo, como aquisição de equipamentos, construção de instalações, compra de propriedades e outros bens de capital essenciais para as operações e o crescimento do serviço de drenagem urbana. Esses investimentos visam a expansão, melhoria ou modernização das capacidades do serviço, com o objetivo de aumentar sua eficiência operacional e capacidade de atender à demanda.

Para calcular o CAPEX de drenagem de São Pedro da Aldeia, foram consideradas as seguintes premissas para as projeções dos custos relacionados à expansão e manutenção das redes de drenagem:

- Manutenção de redes: 30% da rede será destinada à manutenção, garantindo que a infraestrutura seja mantida em boas condições de operação, prevenindo falhas e obstruções;
- Extensão em área pavimentada: 10% de extensão em área pavimentada.
- Onde existe rede de água, há rede de drenagem: A implementação de sistemas de drenagem é coordenada com a infraestrutura de abastecimento de água, de modo que as duas redes coexistam nas áreas urbanas.
- Crescimento da rede de drenagem acompanha o crescimento vegetativo da população: A expansão da rede de drenagem segue o ritmo de crescimento da população, de forma a atender as novas demandas habitacionais e urbanísticas.
- Não há ampliação de rede onde já existe asfalto: Em áreas com pavimentação existente, não há previsão de ampliação da rede de drenagem.

Essas premissas visam garantir que os investimentos em CAPEX sejam utilizados de forma eficiente, considerando a necessidade de manutenção, substituição e expansão da rede, de modo a atender a demanda crescente e a intensidade das chuvas.

O planejamento de investimentos em drenagem, tanto em infraestrutura de microdrenagem quanto de macrodrenagem, enfrenta desafios significativos, especialmente na definição precisa dos custos operacionais (OPEX). A principal dificuldade reside na falta de informações detalhadas sobre as condições atuais das redes existentes, o que torna complexa a estimativa de recursos necessários para manutenção e operação dessas estruturas.

Para a microdrenagem, que inclui galerias, bocas de lobo e pequenas tubulações, o levantamento preliminar aponta uma necessidade de intervenções pontuais em diversos pontos críticos.

Entretanto, é essencial destacar que, antes de qualquer execução de obras ou alocação de recursos, é imprescindível a realização de estudos aprofundados. Esses estudos devem abranger diagnósticos técnicos sobre a funcionalidade e a capacidade das redes existentes, a identificação de áreas prioritárias e a avaliação de soluções integradas e economicamente viáveis. Investir diretamente em obras, sem essa etapa de análise detalhada, poderia comprometer a eficiência dos recursos da concessionária, além de resultar em soluções inadequadas ou de curta duração.

4.7.5.1. Microdrenagem

O CAPEX para o projeto de microdrenagem considera a ampliação das redes de 400 mm, considerando também as instalações complementares (bocas de lobo, ramais e poços de visita), garantindo maior eficiência e capacidade na drenagem pluvial urbana. O **Quadro 130** apresenta os investimentos previstos.

Quadro 130 – CAPEX do Sistema de microdrenagem de São Pedro da Aldeia.

Ano	Ampliação (400 mm)
2024	-
2025	-
2026	14.137.798,41
2027	14.322.875,04
2028	14.507.951,67
2029	14.682.746,27
2030	14.867.822,91
2031	15.073.463,61

Ano	Ampliação (400 mm)
2032	15.248.258,21
2033	15.453.898,91
2034	15.638.975,55
2035	15.854.898,28
2036	16.039.974,92
2037	16.255.897,66
2038	16.451.256,33
2039	16.667.179,07
2040	16.883.101,81
2041	17.088.742,51
2042	17.314.947,28
2043	17.541.152,06
2044	17.746.792,76
Total	301.777.733,24

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.7.6. Planejamento para o Serviço de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Nesta seção, pretende-se apresentar uma análise minuciosa dos programas, projetos, ações, cronogramas, estimativas de custos, responsabilidades atribuídas aos agentes envolvidos e os mecanismos de financiamento. Essas informações serão cruciais para orientar de maneira abrangente e efetiva a execução e o alcance de cada um dos objetivos e metas propostos.

A partir das informações diagnosticadas pelo Produto 2, formulou-se o **Quadro 131** no qual apresenta as principais características identificadas e suas respectivas frentes de ação.

Quadro 131 - Principais Demandas e Frentes de Ação para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Principais Demandas	Frentes de Ação
Falta de conhecimento detalhado sobre as condições das redes de drenagem existentes.	Realizar um cadastro técnico georreferenciado que inclua informações sobre a localização, capacidade e estado das redes de drenagem para subsidiar o planejamento urbano.
Ausência de planejamento estratégico para a expansão e gestão eficiente das redes de drenagem.	Desenvolver um Plano Diretor de Drenagem que defina metas e ações de curto, médio e longo prazo para atender às necessidades do crescimento urbano e garantir eficiência no manejo das águas pluviais.



Principais Demandas	Frentes de Ação
Carência de regulamentação e boas práticas no planejamento de drenagem urbana.	Criar um Código de Boas Práticas que oriente os projetos de drenagem, garantindo a adequação às normas ambientais e a segurança hidráulica nas áreas urbanas e de expansão.
Necessidade de identificar e priorizar áreas vulneráveis a alagamentos e inundações.	Realizar estudos hidrológicos detalhados para mapear regiões de maior risco, orientando a alocação de recursos e ações prioritárias.
Insuficiência de infraestrutura de drenagem para atender às áreas urbanas críticas e regiões de expansão.	Implementar sistemas de micro e macrodrenagem para melhorar a capacidade de escoamento em áreas urbanas densamente povoadas e regiões de expansão.
	Atualizar e substituir sistemas de drenagem obsoletos, incorporando tecnologias mais eficientes e resilientes às mudanças climáticas.
Inexistência de sistemas integrados de drenagem com esgotamento sanitário.	Desenvolver redes mistas que combinem drenagem urbana e esgotamento sanitário, otimizando recursos e melhorando a qualidade ambiental.
Falta de manutenção preventiva e regular das redes de drenagem.	Estabelecer rotinas de inspeção e manutenção periódica para prevenir obstruções e garantir o funcionamento contínuo das redes.
	Implementar programas de substituição de estruturas danificadas, priorizando áreas com maior histórico de falhas.
Vulnerabilidade de áreas suscetíveis a inundações devido à falta de proteção adequada.	Elaborar planos de fiscalização e contingência que assegurem a proteção das comunidades vulneráveis e a rápida resposta a eventos hidrológicos extremos.
	Promover campanhas de conscientização para informar e engajar a população local na adoção de boas práticas e medidas de segurança em situações de risco.
Desigualdade no acesso à infraestrutura de drenagem por comunidades rurais e quilombolas.	Desenvolver projetos que levem infraestrutura básica a essas comunidades, promovendo equidade social e garantindo condições dignas de vida.
	Implementar programas de monitoramento e manutenção de drenagem adequados à realidade cultural e geográfica dessas áreas.
Falta de sustentabilidade financeira para manutenção e expansão do sistema de drenagem.	Criar um modelo econômico-financeiro que viabilize investimentos em drenagem, por meio de contribuições específicas e parcerias público-privadas.
	Realizar auditorias regulares e assegurar a transparência nos investimentos, reforçando a confiança pública e garantindo a alocação eficiente de recursos.
Deficiência na educação ambiental sobre práticas sustentáveis de drenagem.	Promover ações educativas que demonstrem a importância de um sistema de drenagem funcional e sustentável, incentivando a participação da sociedade no cuidado com os recursos hídricos.

Principais Demandas	Frentes de Ação
Ausência de regulação e fiscalização adequadas dos serviços de drenagem e saneamento.	Criar estruturas específicas para fiscalizar a prestação de serviços de drenagem, garantindo a qualidade e a eficiência do sistema.
	Desenvolver códigos municipais que normatizem os serviços, promovendo padronização e transparência.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Por meio da análise das características do município, das particularidades do seu sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, e do exposto acima, foram propostos programas, objetivos e ações específicas a serem implementadas na revisão do PMSB, conforme explicita o quadro a seguir.

Quadro 132 - Esquematização dos Programas, Objetivos e Ações para o Serviço de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Programa		Objetivo	Ação	
1	Mapeamento Técnico e Criação do Plano Diretor de Drenagem Urbana	Implementar um mapeamento técnico completo e desenvolver um Plano Diretor de Drenagem Urbana para guiar o desenvolvimento sustentável e a gestão do sistema de drenagem no município.	1.1	Elaboração e Atualização de Cadastro Técnico Georreferenciado da Infraestrutura Existente
			1.2	Desenvolvimento de um Plano Diretor de Drenagem
			1.3	Elaboração de Código de Obras com boas práticas de obras de pavimentação e drenagem
2	Ampliação e Modernização da Infraestrutura de Drenagem Urbana	Ampliar a cobertura da rede de drenagem e modernizar as estruturas existentes, com foco nas áreas mais vulneráveis a inundações e em melhorias estruturais das redes de micro e macrodrenagem.	2.1	Identificação e Priorização de Áreas Críticas
			2.2	Construção e Expansão de Redes de Drenagem
			2.3	Modernização dos Sistemas Existentes
			2.4	Monitoramento e Avaliação
			2.5	Sistema de Drenagem da Região Costeira
			2.6	Criação de plano de atuação conjunta dos serviços de drenagem urbana e esgotamento sanitário
			2.7	Ampliação da rede mista
			2.8	Manter inspeção e manutenção periódica nas redes mistas
3	Plano de Manutenção Preventiva do Sistema de Drenagem	Estabelecer ações periódicas de manutenção para garantir o bom funcionamento e prevenir obstruções e danos nas	2.9	Elaborar Termo de Prestação de Serviços com a Concessionária para a manutenção da rede mista (águas pluviais juntamente com esgoto)
			3.1	Criação de uma Rotina de Limpeza das Bocas de Lobo
			3.2	Substituição e Reparos de Estruturas Danificadas
			3.3	Manutenção Preventiva Regular



Programa		Objetivo	Ação	
		redes de micro e macrodrenagem.		
4	Prevenção e Redução de Riscos em Áreas de Suscetibilidade a Inundações	Reduzir a vulnerabilidade de áreas urbanas e residenciais suscetíveis a inundações, garantindo a segurança dos moradores e minimizando os impactos dos eventos hidrológicos.	4.1	Fiscalização de áreas de alta suscetibilidade a inundações
			4.2	Campanhas de Conscientização Comunitária
			4.3	Implantação de Bacias de Amortecimento de cheias e de Regularização de Vazões
5	Inclusão das Áreas Quilombolas e Rurais no Sistema de Drenagem	Garantir o atendimento adequado das áreas rurais e quilombolas em relação às necessidades de drenagem, proporcionando uma infraestrutura segura e que melhore a qualidade de vida dos moradores.	5.1	Estudo Hidrológico das Áreas Quilombolas e Rurais
			5.2	Implantação de Infraestrutura Básica de Drenagem
			5.3	Inclusão em Programas de Manutenção Sistemática
6	Estratégia de Financiamento e Sustentabilidade dos Serviços de Drenagem	Assegurar o financiamento e a continuidade dos serviços de drenagem por meio de novos recursos, fontes de financiamento e transparência na gestão.	6.1	Modelagem econômico-financeira e jurídico - regulatória para possível concessão do serviço de drenagem
			6.2	Gestão Transparente dos Investimentos
7	Educação Ambiental	Conscientizar a população sobre a importância da gestão sustentável das águas pluviais, incentivando práticas que reduzam enchentes, poluição e impermeabilização, além de promover soluções baseadas na natureza e o engajamento comunitário na preservação dos recursos hídricos.	7.1	Promoção da Educação Ambiental e Sustentabilidade
8	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	Assegurar a qualidade, a eficiência e a universalização dos serviços, garantindo que sejam prestados de forma adequada, contínua e sustentável. Proteger os interesses dos usuários, promovendo a transparência, o cumprimento das normas técnicas e legais, e incentivar a melhoria e a expansão dos serviços.	8.1	Regularização dos serviços

Fonte: Autoria Própria (2024).

O quadro a seguir apresenta a programação de execução do PMSB, que visa à implementação de soluções graduais e progressivas para atingir os objetivos e metas propostos. A programação também contém os prazos e custos estimados correspondentes para cada ação.

Para a implantação de todas as ações previstas na programação de execução das ações de drenagem urbana e manejo de água pluviais, estimou-se que será necessário um valor aproximado de R\$ 243.702.900,22 a serem distribuídos ao longo do horizonte de 20 anos do plano.

Quadro 133 - Programação de Execução das Ações de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Programa		Ação		Desenvolvimento	Prazo
1	Mapeamento Técnico e Criação do Plano Diretor de Drenagem Urbana	1.1	Elaboração e Atualização de Cadastro Técnico Georreferenciado da Infraestrutura Existente	Realizar o levantamento detalhado de toda a rede de drenagem, incluindo informações de localização, capacidade e estado de conservação.	Curto
		1.2	Desenvolvimento de um Plano Diretor de Drenagem	Criar um plano com metas, diretrizes e ações para orientar o crescimento urbano em harmonia com a capacidade do sistema de drenagem.	Médio
		1.3	Elaboração de Código de Obras com boas práticas de obras de pavimentação e drenagem	Estabelecer diretrizes e padrões técnicos que promovam a execução de obras seguras, eficientes e sustentáveis, reduzindo impactos ambientais e urbanos, melhorando a qualidade da infraestrutura e garantindo maior durabilidade e funcionalidade das intervenções.	Curto
2	Ampliação e Modernização da Infraestrutura de Drenagem Urbana	2.1	Identificação e Priorização de Áreas Críticas	Realizar um estudo detalhado para identificar pontos com maiores incidências de alagamentos e dimensionamento da infraestrutura necessária.	Curto
		2.2	Construção e Expansão de Redes de Drenagem	Executar projetos para construir novas redes em vias urbanas atualmente sem cobertura, visando ampliar o percentual de ruas atendidas.	Médio
		2.3	Modernização dos Sistemas Existentes	Restauração e aumento da capacidade dos sistemas de drenagem já instalados para atender à demanda atual e futura.	Curto
		2.4	Monitoramento e Avaliação	Estabelecer uma rotina de monitoramento de desempenho das redes de drenagem, garantindo a	Contínuo



Programa		Ação		Desenvolvimento	Prazo
				eficiência contínua das intervenções realizadas.	
		2.5	Sistema de Drenagem da Região Costeira	Instalar sistemas específicos de drenagem para mitigar o impacto de escoamento na região costeira e nas áreas próximas aos canais.	Curto
		2.6	Criação de plano de atuação conjunta dos serviços de drenagem urbana e esgotamento sanitário	Comunicar previamente alterações no sistema de drenagem, tendo em vista as consequências que se tem no tratamento de esgoto.	Contínuo
		2.7	Ampliação da rede mista	Executar a ampliação das redes mistas em áreas onde o sistema seria necessário, acompanhando o crescimento urbano e as demandas da população. A ampliação deve considerar a capacidade de drenagem e a integração com o sistema de esgotamento para evitar sobrecargas e garantir o funcionamento adequado.	Curto
		2.8	Manter inspeção e manutenção periódica nas redes mistas	Implementar um cronograma regular de inspeção e manutenção preventiva nas redes mistas, visando identificar e corrigir problemas de obstruções, vazamentos e danos estruturais.	Contínuo
		2.9	Elaborar Termo de Prestação de Serviços com a Concessionária para a manutenção da rede mista (águas pluviais juntamente com esgoto)	Negociar e formalizar um termo de parceria com a concessionária responsável para a manutenção da rede mista, estabelecendo responsabilidades e protocolos para a manutenção conjunta da rede, garantindo a segurança e funcionalidade do sistema.	Curto
3	Plano de Manutenção Preventiva do Sistema de Drenagem	3.1	Criação de uma Rotina de Limpeza das Bocas de Lobo	Implementar um cronograma de limpeza e manutenção das bocas de lobo e galerias, com inspeções periódicas.	Contínuo
		3.2	Substituição e Reparos de Estruturas Danificadas	Identificar e substituir bocas de lobo danificadas, além de realizar reparos em ramais e galerias obstruídos.	Curto
		3.3	Manutenção Preventiva Regular	Estabelecer um cronograma de manutenção preventiva periódica, em conjunto com as áreas responsáveis pela limpeza urbana.	Curto
4	Prevenção e Redução de Riscos em Áreas de Suscetibilidade a Inundações	4.1	Fiscalização de áreas de alta suscetibilidade a inundações	Contratação de serviço de fiscalização pela Prefeitura Municipal	Contínuo
		4.2	Campanhas de Conscientização Comunitária	Realizar programas educativos para informar a população sobre os riscos de construção em áreas propensas a enchentes e a importância de preservar a infraestrutura de drenagem.	Contínuo



Programa		Ação		Desenvolvimento	Prazo
		4.3	Implantação de Bacias de Amortecimento de cheias e de Regularização de Vazões	Após a elaboração do Plano Diretor de Drenagem, deverão ser locadas áreas para recebimento de bacias de amortecimento de cheias e de regularização de vazões para o armazenamento temporário das águas das chuvas.	Curto
5	Inclusão das Áreas Quilombolas e Rurais no Sistema de Drenagem	5.1	Estudo Hidrológico das Áreas Quilombolas e Rurais	Realizar levantamentos sobre as condições hidrológicas dessas áreas, identificando a infraestrutura necessária para o manejo das águas pluviais.	Curto
		5.2	Implantação de Infraestrutura Básica de Drenagem	Desenvolver e implementar redes de drenagem adequadas às características dessas áreas, considerando o menor impacto ambiental e social possível. Priorizar soluções de drenagem baseadas na natureza, como o reflorestamento, prevendo a menor impermeabilização possível do solo.	Curto
		5.3	Inclusão em Programas de Manutenção Sistemática	Assegurar que as áreas rurais estejam incluídas no cronograma de manutenção preventiva e corretiva da infraestrutura de drenagem.	Contínuo
6	Estratégia de Financiamento e Sustentabilidade dos Serviços de Drenagem	6.1	Modelagem econômico-financeira e jurídico - regulatória para possível concessão do serviço de drenagem	Avaliar a viabilidade de concessão dos serviços de drenagem urbana com base em análises de custo-benefício.	Médio
		6.2	Gestão Transparente dos Investimentos	Monitorar e divulgar os investimentos e ações realizadas no sistema de drenagem, promovendo a transparência e aumentando a confiança da população no processo.	Contínuo
7	Educação Ambiental	7.1	Promoção da Educação Ambiental e Sustentabilidade	Conscientizar a população em áreas urbanas e rurais sobre a importância da conservação do sistema de drenagem e práticas sustentáveis no manejo das águas pluviais.	Contínuo
8	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	8.1	Regularização dos serviços	Criação de estrutura própria de fiscalização e regulação dos serviços	Médio

Fonte: Autoria Própria (2024).

4.7.6.1. Programas para a Adequação do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Nos seguintes tópicos serão descritos os programas para a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais de São Pedro da Aldeia, em busca do alcance das metas estabelecidas e, conseqüentemente, da melhoria dos serviços para a população.

4.7.6.1.1. Programa de Mapeamento Técnico e Criação do Plano Diretor de Drenagem Urbana Manutenção Sistemática do Sistema de Microdrenagem

Este programa é um passo estratégico para organizar as ações de drenagem de forma integrada e eficiente. Ele visa levantar informações técnicas detalhadas sobre a infraestrutura existente e utilizá-las para elaborar um Plano Diretor de Drenagem Urbana. As ações incluem:

a. Elaboração do Cadastro Técnico

- Mapear todas as redes de drenagem, indicando localização, condições estruturais e capacidade de vazão.
- Usar ferramentas de georreferenciamento para facilitar o monitoramento e a atualização dos dados.
- Identificar e padronizar os poços de visita.

b. Desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem

- Propor diretrizes e metas para curto, médio e longo prazo, considerando o crescimento urbano e os cenários climáticos futuros.
- Integrar o plano às políticas municipais de urbanização e proteção ambiental.

c. Elaboração de manual de boas práticas para obras de drenagem e de pavimentação

- Elaborar um manual para padronizar as obras de drenagem, contemplando desde a fase de projetos até a execução das mesmas.
- Analisar os projetos e fiscalizar a execução dessas obras, seguindo normas técnicas específicas.

d. Criação do Sistema Municipal de Informações de Saneamento Básico

- Criar o Sistema Municipal de Informações de Saneamento Básico, específico para a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas, contendo indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade.

O programa será realizado em fases, começando com o levantamento técnico e avançando para a criação do Plano Diretor, que será revisado periodicamente. Com este programa, o município terá uma base técnica sólida para tomar decisões fundamentadas, otimizando recursos e promovendo melhorias estruturais de forma sustentável.

4.7.6.1.2. Programa de Ampliação e Modernização da Infraestrutura de Drenagem Urbana

O programa visa adaptar a rede de drenagem urbana de São Pedro da Aldeia às demandas atuais e futuras, considerando o crescimento urbano acelerado e as alterações nos regimes de precipitação decorrentes das mudanças climáticas. A rede existente, projetada para cenários passados, muitas vezes não suporta o volume atual de águas pluviais, resultando em alagamentos frequentes. Para mitigar esses impactos, o programa propõe:

a. Identificação e Priorização de Áreas Críticas

- Realizar estudos hidrológicos detalhados para mapear os locais mais afetados por alagamentos, levando em conta critérios como densidade populacional, prejuízos econômicos e vulnerabilidade ambiental.
- Classificar as áreas em níveis de prioridade para nortear futuras intervenções.

b. Planejamento e Execução de Obras de Expansão

- Ampliar as redes de micro e macrodrenagem em áreas de ocupação recente ou mal atendidas.
- Garantir que os projetos sejam dimensionados considerando os cenários climáticos futuros.

c. Modernização de Infraestruturas Obsoletas

- Restaurar os sistemas antigos por estruturas mais eficientes e modernas.

d. Monitoramento e Avaliação

- Estabelecer uma rotina de monitoramento de desempenho das redes de drenagem, garantindo a eficiência contínua das intervenções realizadas.
- Identificar com antecedência pontos que necessitem de reparos ou intervenções mais complexas.

e. Sistema de Drenagem Costeira

- Instalar sistemas específicos de drenagem para mitigar o impacto de escoamento na região costeira e nas áreas próximas aos canais.

f. Criação de plano de atuação conjunta dos serviços de drenagem urbana e esgotamento sanitário

- Comunicar previamente alterações no sistema de drenagem, tendo em vista as consequências que se tem no tratamento de esgoto.

g. Ampliação da rede mista

- Executar a ampliação das redes mistas em áreas onde o sistema seria necessário, acompanhando o crescimento urbano e as demandas da população.
- A ampliação deve considerar a capacidade de drenagem e a integração com o sistema de esgotamento para evitar sobrecargas e garantir o funcionamento adequado.

h. Manter inspeção e manutenção periódica nas redes mistas

- Implementar um cronograma regular de inspeção e manutenção preventiva nas redes mistas, visando identificar e corrigir problemas de obstruções, vazamentos e danos estruturais.

i. Elaborar Termo de Prestação de Serviços com a Concessionária para a manutenção da rede mista (águas pluviais juntamente com esgoto)

- Negociar e formalizar um termo de parceria com a concessionária responsável para a manutenção da rede mista, estabelecendo responsabilidades e protocolos para a manutenção conjunta da rede, garantindo a segurança e funcionalidade do sistema.

O programa será desenvolvido por etapas, iniciando com o levantamento técnico e a priorização de áreas críticas. A implementação envolverá a integração de tecnologias

modernas, parcerias com instituições de pesquisa e monitoramento contínuo para garantir eficiência. Ressalta-se que essas ações devem ser integradas em um plano estratégico de drenagem, promovendo a sustentabilidade e a resiliência do sistema.

4.7.6.1.3. Programa de Manutenção Preventiva e Conservação da Microdrenagem

A manutenção preventiva e sistemática é essencial para evitar que pequenos problemas evoluam para falhas estruturais graves. Este programa tem como foco a conservação das redes de microdrenagem, reduzindo alagamentos e prolongando a vida útil das estruturas existentes. As ações incluem:

a. Criação de uma Rotina de Limpeza

- Estabelecer cronogramas regulares para a limpeza de bocas de lobo, galerias e outros dispositivos de drenagem.
- Priorizar áreas com histórico de entupimentos ou maior densidade populacional.

b. Substituição e Reparos de Estruturas Danificadas

- Identificar e substituir bocas de lobo danificadas, além de realizar reparos em ramais e galerias obstruídos.

c. Manutenção Preventiva Regular

- Estabelecer um cronograma de manutenção preventiva trimestral, em conjunto com as áreas responsáveis pela limpeza urbana.

O programa será contínuo e envolverá não apenas a execução técnica das ações, mas também a criação de uma cultura de cuidado preventivo, integrando governo, equipes técnicas e população. A implementação dessas ações tem impacto imediato na redução de alagamentos, proporcionando mais segurança e qualidade de vida à população.

4.7.6.1.4. Programa de Prevenção e Redução de Riscos em Áreas de Suscetibilidade a Inundações

Este programa visa reduzir a vulnerabilidade de áreas urbanas e residenciais suscetíveis a inundações, garantindo a segurança dos moradores e minimizando os impactos dos eventos hidrológicos. Suas ações estão detalhadas a seguir.

a. Fiscalização de áreas de alta suscetibilidade a inundações

- Contratação de serviço de fiscalização pela Prefeitura Municipal.

b. Implantação de Bacias de Amortecimento de cheias existentes

- Após a elaboração do Plano Diretor de Drenagem, deverão ser locadas áreas para recebimento de bacias de amortecimento de cheias e de regularização de vazões para o armazenamento temporário das águas das chuvas.

c. Campanhas de Conscientização Comunitária

- Realizar programas educativos para informar a população sobre os riscos de construção em áreas propensas a enchentes e a importância de preservar a infraestrutura de drenagem.

O programa será desenvolvido em parceria com a Defesa Civil e envolverá ações preventivas e corretivas para proteger áreas vulneráveis. A aplicação desse programa promoverá a diminuição de casos de inundações e alagamentos no município, garantindo mais segurança à população.

4.7.6.1.5. Programa de Inclusão das Áreas Quilombolas e Rurais no Sistema de Drenagem Manutenção Sistemática do Sistema de Macrodrenagem

Áreas rurais e quilombolas frequentemente enfrentam dificuldades de acesso a infraestrutura básica, incluindo drenagem. Este programa busca garantir a equidade no atendimento, promovendo soluções adaptadas às especificidades dessas regiões. As ações incluem:

a. Realização de Estudos Hidrológicos

- Levantar dados sobre os regimes de precipitação, tipos de solo e capacidade de infiltração nessas áreas.
- Identificar pontos de alagamento frequente ou erosões associadas à drenagem inadequada.

b. Desenvolvimento de Soluções Personalizadas

- Propor alternativas de baixo custo.
- Implantar sistemas que respeitem as características ambientais e culturais locais.

Este programa fortalece a inclusão social e ambiental, alinhando-se a princípios de justiça climática e equidade territorial.

4.7.6.1.6. Programa de Estratégia de Financiamento e Sustentabilidade para o Sistema de Drenagem

A falta de recursos financeiros é um dos maiores obstáculos para o avanço de projetos de drenagem. Este programa tem como objetivo criar condições financeiras estáveis para viabilizar a implementação e manutenção das obras necessárias. Entre as ações previstas estão:

a. Modelagem Econômico-Financeira

- Avaliar a viabilidade de concessão dos serviços de drenagem urbana com base em análises de custo-benefício.

b. Gestão Transparente dos Investimentos

- Monitorar e divulgar os investimentos e ações realizadas no sistema de drenagem, promovendo a transparência e aumentando a confiança da população no processo.

O programa será implementado com base em um modelo de governança participativa, envolvendo gestores, técnicos e sociedade civil. Esse programa é crucial para assegurar que os projetos de drenagem possam ser desenvolvidos de forma contínua, sem interrupções por falta de verba.

4.7.6.1.7. Programa de Educação Ambiental

Este programa visa conscientizar a população sobre a importância da gestão sustentável das águas pluviais, incentivando práticas que reduzam enchentes, poluição e impermeabilização, além de promover soluções baseadas na natureza e o engajamento comunitário na preservação dos recursos hídricos. Está prevista a realização da seguinte ação:

a. Promoção da Educação Ambiental e Sustentabilidade

- Conscientizar a população em áreas urbanas e rurais sobre a importância da conservação do sistema de drenagem e práticas sustentáveis no manejo das águas pluviais por meio de cursos, workshops, palestras, oficinas para que eles possam participar ativamente da gestão e manutenção do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais e da conservação do meio ambiente.

4.7.6.1.8. Programa de Regulação e Fiscalização dos Serviços de Saneamento

Este programa tem como objetivo principal assegurar a qualidade e a eficiência dos serviços prestados no sistema de drenagem urbana, garantindo a universalização do acesso. As ações necessárias para isso incluem:

a. Estabelecimento de Normas e Padrões de Qualidade

- Criar um sistema de regulamentação que defina padrões técnicos para os serviços de drenagem.

b. Monitoramento e Avaliação Contínuos

- Implementar indicadores de desempenho para avaliar a eficiência e eficácia das ações realizadas.

c. Regularização dos Serviços

- Formalizar contratos e regulamentar as concessionárias que operam no sistema de drenagem, assegurando o cumprimento das normas estabelecidas.

Este programa será estruturado com base na colaboração entre órgãos municipais e estaduais, promovendo uma gestão integrada e fiscalizada.

4.8. CORRELAÇÃO DOS SISTEMAS

A integração entre os quatro eixos do saneamento (água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem) é fundamental para garantir a eficiência do sistema e mitigar os impactos ambientais. No município de São Pedro da Aldeia, a configuração dos sistemas reflete as particularidades urbanísticas e a necessidade de atender às demandas de saneamento enquanto promove a recuperação dos corpos hídricos, especialmente da Lagoa de Araruama.

A adoção do sistema misto de coleta, que combina águas pluviais e esgoto sanitário, foi uma solução estratégica diante da degradação ambiental severa da Lagoa de Araruama. Essa degradação, causada pelo descarte inadequado de esgoto, culminou na eutrofização da lagoa, evidenciando a urgência de investimentos em saneamento. O sistema misto possibilita um atendimento mais rápido e acessível às comunidades, reduzindo os impactos nos corpos hídricos, principalmente em áreas onde o sistema separador absoluto seria inviável ou excessivamente oneroso. Nas áreas onde a separação é tecnicamente viável, o sistema separador absoluto foi implementado, oferecendo maior eficiência na gestão dos efluentes.

Já a relação entre drenagem e resíduos sólidos é evidenciada pelo descarte inadequado de resíduos que são direcionados para as bocas de lobo, sarjetas e margens de lagoas, causando obstruções, assoreamento e sobrecarga nos sistemas de drenagem. Esses problemas afetam o funcionamento das redes e contribuem para o acúmulo de resíduos nos sistemas de micro e macrodrenagem.

Esse conjunto de ações evidencia a necessidade de uma gestão integrada e adaptativa para enfrentar os desafios impostos pelas características urbanísticas e ambientais locais. Soluções estratégicas que considerem as particularidades de cada sistema são fundamentais para atender às demandas imediatas das comunidades, promovendo a preservação e a recuperação ambiental dos corpos hídricos. Essa abordagem contribui para a mitigação de impactos ambientais, a garantia de um meio ambiente equilibrado e a promoção da saúde pública, reforçando o papel do saneamento como pilar essencial para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população.

4.9. COMPATIBILIZAÇÃO COM O PMSB ANTERIOR

Neste tópico, será realizada uma análise crítica das ações e investimentos propostos no Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro da Aldeia/RJ, elaborado em 2013. A consolidação do plano atual com o anterior permitirá avaliar o grau de cumprimento das ações estabelecidas, identificar os desafios enfrentados na execução das mesmas e ajustar as estratégias conforme necessário.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (2013), foram propostas diversas ações para o Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas e Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos de São Pedro da Aldeia. Essas ações foram agrupadas em categorias de acordo com os prazos para sua execução, sendo classificadas em Imediata, Curto Prazo, Médio Prazo e Longo Prazo.

A fim de monitorar o progresso e implementação das ações propostas, foram criados quadros que destacam quais ações foram efetivamente realizadas (indicadas em cor verde), quais foram realizadas parcialmente (indicadas em cor amarela) e quais não foram realizadas (indicadas em cor vermelha), conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 134 – Escala de Atendimento.

Escala	
	Plenamente
	Parcialmente
	Não atendeu

Fonte: Autoria Própria (2024).

A classificação das ações em cada categoria é baseada em critérios de execução, como conclusão de obras, implementação de melhorias ou projetos, entre outros fatores relevantes para o avanço das ações propostas.

Essa abordagem de acompanhamento das ações por meio dos quadros permite uma avaliação precisa do progresso e efetividade das medidas adotadas para o desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas de saneamento do município.



Dessa forma, o acompanhamento sistemático das ações realizadas e pendentes permite que as autoridades competentes possam tomar decisões informadas e estratégicas para o aprimoramento contínuo dos serviços de saneamento básico, garantindo o atendimento adequado das demandas da população e a promoção da qualidade de vida em São Pedro da Aldeia.

Destaca-se ainda que a questão da parcialidade, em muitas das metas, a análise das metas do PMSB anterior, que previu prazos de execução em quatro períodos (imediato, curto, médio e longo), apenas as metas até o médio prazo podem ser avaliadas neste momento, em 2024. Sendo assim, a avaliação considera o progresso até outubro de 2024, o que justifica a análise parcial de algumas metas.

- Sistema de Abastecimento de Água

Quadro 135 - Atendimento das metas.

Sistema de Abastecimento de Água						
Cód.	Descrição	Custos	Classificação	Investimentos	Período	Comentários
1.1.1	Implantação da ETA São João com capacidade de tratamento de 1.000 l/s	40.000.000,00	Plenamente	17.397.486,94	2009-2023	Foi realizada ampliação da ETA Jurtunaiba e não implantação da ETA São João
2.1.1	Trecho 1 (DN 900 mm, extensão de 19 km)	25.650.000,00	Plenamente	14.231.906,02	2018	No total foram implementados 41,7 Km de adutora divididos em 5 trechos
2.1.2	Trecho 2 (DN 800 mm, extensão de 12 km)	14.400.000,00	Plenamente	16.927.115,04	2016-2019	No total foram implementados 41,7 Km de adutora divididos em 5 trechos
2.1.3	Trecho 3 (DN 400 mm, extensão de 3 km)	1.350.000,00	Plenamente	7.005.224,55	2018-2019	No total foram implementados 41,7 Km de adutora divididos em 5 trechos
2.1.4	Trecho 4 (DN 700 mm, extensão de 20 km)	21.000.000,00	Plenamente	4.662.381,84	2018	No total foram implementados 41,7 Km de adutora divididos em 5 trechos
3.5.1	Implantação de 8.000 m³ de reservação	4.800.000,00	Plenamente	-		Foram implementados unidades de bombeamento
4.9.1	Execução de 213,8 km de redes de distribuição	17.104.000,00	Plenamente	3.125.886,77	2010-2022	Realizado Implementação de rede nos Bairros, Botafogo II, Rua Brasil, Rua do Fogo, Bairro

Sistema de Abastecimento de Água						
Cód.	Descrição	Custos	Classificação	Investimentos	Período	Comentários
						Alecrim (descontado o valor do Sistema Adutor Rub. 1.3 - 3), Bairro Botafogo, Bairro Parque dos Meninos, Bairro Cisne Branco, Bairro Cruz, Parque Arruda, Retiro, Bairro Jardim Primavera, Bairro Cantarino Motta, Bairro Boa Vista, Bairro Boa Esperança e São Matheus.
4.10.1	Execução de 42,76 km de anéis de distribuição	7.696.800,00	Plenamente	-		
5.1.1	Implantação de Soluções Individuais	1.786.892,80	Não atendeu	-		Contrato de concessão não abrange área rural
3.5.2	Implantação de 1.600 m³ de reservação no Distrito Sede	960.000,00	Plenamente	-		Foram implementados unidades de bombeamento estes projetos são realizados através dos projetos de melhorias

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Quadro 136 - Investimentos realizados não previstos no PMSB anterior.

Cód.	Descrição	Investimentos	Período
1.3.s	Implantação de Adutoras em São Pedro da Aldeia	148.933,65	2010-2014
3.14.1	Investimento de combate a Perdas	69.582.741,60	2014-2022
3.14.2	MELHORIAS OPERACIONAIS	52.634.097,46	2014-2022
3.14.3	PEQUENAS EXTENSÕES ÁGUA E ESGOTO	30.518.638,33	2014-2022
1.3.5	Implantação adutora Trecho 5	5.299.025,08	2017-2018
3.7	GERADORES (ALTA TEMPORADA)	9.074.442,71	2013-2015
3.14.4	1 - OBRAS EMERGENCIAIS (ALTA TEMPORADA 2013/2014)	6.023.974,72	2009-2014

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

- Sistema de Esgotamento Sanitário

Quadro 137 - Atendimento das metas.

Sistema de Esgotamento Sanitário						
Cód.	Descrição	Custos	Classificação	Investimentos	Período	Comentários
1.1.1	Execução da Bacia 2-L e parte da Bacia 11-N	69.114.401,36	Parcialmente	227.691,16	2019	Atualmente SPA possui 33 elevatorias, 64,03 Km de rede coletora, 17,77 km de linha de recalque, 0,12 km de emissários e 1 ETE. Demais Investimentos serão realizados conforme alinhamento das revisões
2.1.1	Ampliação da ETE São Pedro para atendimento de uma população adicional de 70.000 hab.	17.060.400,00	Plenamente	-		Obra em andamento conclusão prevista para Janeiro 2025
3.1.1	Elaboração de projetos para unidades dos itens 1.1.1 e 2.1.1	2.073.432,04		-		
4.1.1	Implantação de soluções individuais	7.578.570,88		-		

Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

Quadro 138 - Investimentos realizados não previstos no PMSB anterior.

Descrição	Investimentos	Período
2 - AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE TEMPO SECO	463.829,50	2022-2023
EXCELSIOR E JOSEFINA DA VEIGA - sistema de retirada de substratos de esgoto sanitário	1.111.806,12	2009-2014
1 - AMPLIAÇÃO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTO SÃO PEDRO DA ALDEIA	2.737.474,42	2015-2020

Fonte: Fonte: Autoria Própria (2024); Prolagos (2024).

- **Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais**

Quadro 139 - Atendimento das metas - Ações imediatas.

IMPLANTAÇÃO IMEDIATA (ATÉ 3 ANOS - 2013 - 2016)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
1.1.1	Elaboração do Estudo de Chuvas Intensas	120.000,00	Não atendeu
1.2.1	Elaboração de Manual para Obras de Drenagem	80.000,00	Não atendeu
2.1.1	Levantamento em campo	300.000,00	-
2.1.2	Atualização do cadastro	50.000,00	Não atendeu
2.2.1	Elaborar projeto de lei incentivando a captação e aproveitamento de águas de chuva em novas construções	25.000,00	Não atendeu
2.3.1	Elaborar projeto de lei regulamentando a pavimentação do município, com incentivo às tecnologias de pavimento permeável	40.000,00	Não atendeu
2.4.1	Elaborar projetos para obras de reposição	200.000,00	-
2.5.1	Elaborar projetos para obras de drenagem em áreas de expansão urbana (rede de microdrenagem)	-	Plenamente
2.5.2	Executar as obras projetadas (rede de microdrenagem)	-	Plenamente
3.1.1	Elaborar o Plano Diretor de Drenagem Urbana	300.000,00	Não atendeu
3.2.1	Executar obras de recuperação dos canais e galerias de macrodrenagem	7.500.000,00	Plenamente
3.3.1	Elaborar projetos de bacias de amortecimento	300.000,00	Plenamente
4.1.1	Atualizar o cadastro de áreas de risco	60.000,00	Não atendeu
4.2.1	Cadastrar e capacitar 180 voluntários, moradores das áreas de risco	30.000,00	Não atendeu
4.4.1	Instalar o sistema de controle e alerta de cheias	-	Não atendeu
5.1.1	Encaminhar à Câmara Municipal minuta de Lei para criação da SMSB	15.000,00	-
5.1.2	Implantar a SMSB e criar a UGPLAN	***	-
5.2.1	Elaborar projeto de lei (exigindo obras de microdrenagem para novas ocupações urbanas e implantar medidas mitigadoras)	10.000,00	-

IMPLANTAÇÃO IMEDIATA (ATÉ 3 ANOS - 2013 - 2016)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
5.2.2	Incentivar a implantação de medidas de mitigação/retenção de águas de chuva	20.000,00	Não atendeu
5.3.1	Criar o Sistema Municipal de Informações de Saneamento Básico	48.000,00	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 140 - Atendimento das metas - Ações de curto prazo.

IMPLANTAÇÃO CURTO PRAZO (4 A 9 ANOS - 2017 - 2022)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
2.1.2	Atualização do cadastro	50.000,00	Não atendeu
2.2.1	Implantar sistemas de captação de águas de chuva nos prédios públicos da administração municipal	200.000,00	Não atendeu
2.4.2	Executar as obras projetadas	20.700.000,00	Plenamente
2.5.2	Executar as obras projetadas (rede de microdrenagem)	-	Plenamente
3.2.2	Manutenção dos canais e galerias de macrodrenagem	15.000.000,00	Plenamente
3.3.2	Executar as obras projetadas	-	-
4.1.1	Atualizar o cadastro de áreas de risco	100.000,00	-
4.2.1	Cadastrar e capacitar 180 voluntários, moradores das áreas de risco	60.000,00	-
4.3.1	Atualização do Plano	15.000,00	-
4.4.2	Apoio local à manutenção do sistema	50.000,00	-
5.1.2	Implantar a SMSB e criar a UGPLAN	-	-
5.2.2	Incentivar a implantação de medidas de mitigação/retenção de águas de chuva	40.000,00	-
5.3.2	Atualizar o SMISB	25.000,00	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 141 - Atendimento das metas - Ações de médio prazo.

IMPLANTAÇÃO MÉDIO PRAZO (10 A 15 ANOS – 2023 - 2028)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
1.1.2	Revisão do Estudo de Chuvas Intensas	40.000,00	Não atendeu
2.1.2	Atualização do cadastro	50.000,00	Não atendeu
2.2.1	Implantar sistemas de captação de águas de chuva nos prédios públicos da administração municipal	200.000,00	Não atendeu
2.4.2	Executar as obras projetadas	20.700.000,00	Plenamente
2.5.2	Executar as obras projetadas (rede de microdrenagem)	-	Plenamente
3.1.2	Revisar o Plano	70.000,00	-
3.2.2	Manutenção dos canais e galerias de macrodrenagem	15.000.000,00	Plenamente
3.3.2	Executar as obras projetadas	-	Plenamente
4.1.1	Atualizar o cadastro de áreas de risco	100.000,00	-
4.2.1	Cadastrar e capacitar 180 voluntários, moradores das áreas de risco	60.000,00	-
4.3.1	Atualização do Plano	15.000,00	-
4.4.2	Apoio local à manutenção do sistema	50.000,00	-
5.1.2	Implantar a SMSB e criar a UGPLAN	***	-

Fonte: Autoria Própria (2024).

- **Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

Quadro 142 - Atendimento das metas - Ações imediatas.

IMPLANTAÇÃO IMEDIATA (ATÉ 3 ANOS - 2013 a 2016)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
1.1.1	Elaborar Plano de Coleta Seletiva para materiais recicláveis	60.000,00	Não atendeu
1.1.2	Adquirir 03 (TRÊS) veículos com carroceria apropriada	486.000,00	Plenamente
1.2.1	Elaboração do Plano de Coleta seletiva de materiais orgânicos para a compostagem/vermicompostagem	60.000,00	Não atendeu
1.3.1	Contratação de estudo de caracterização	45.000,00	Não atendeu
1.4.1	Apoiar e dar Manutenção ao projeto "Óleo Reciclado, Pescador Beneficiado"	-	-
2.1.1	Implantar poços de monitoramento	12.000,00	Plenamente
2.1.2	Realizar análises de solo e água	21.000,00	Plenamente
2.2.1	Elaborar o projeto e implantar o MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo)	-	-
3.1.1	Definir a taxa de manejo de RSU, desvinculada do IPTU, através de contrato com empresa de Engenharia	45.000,00	Não atendeu
3.1.2	Institucionalizar a cobrança desvinculada do IPTU	-	Não atendeu
3.1.2	Cobrar a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, desvinculada do IPTU, através da conta de água ou conta de energia	-	Não atendeu
3.2.1	Criar legislação específica para o manejo de resíduos sólidos urbanos no município, com a definição de grandes geradores	8.000,00	-
3.3.1	Estabelecer contrato de regulação com a AGENERSA	-	-
3.4.1	Definir formas de acondicionamento de resíduos convencionais e recicláveis	30.000,00	-
3.4.2	Implantar ecopontos	100.000,00	Plenamente
3.5.1	Realizar campanha de cadastramento de todos os catadores de materiais recicláveis da cidade	10.000,00	Plenamente
3.5.2	Implantar o programa coleta seletiva solidária	20.000,00	-
3.5.3	Implantar um barracão como sede da nova Associação/Cooperativa	250.000,00	Parcialmente

IMPLANTAÇÃO IMEDIATA (ATÉ 3 ANOS – 2013 a 2016)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
3.5.4	Criar associação de catadores	45.000,00	Plenamente
3.5.5	Atualizar periodicamente o cadastro de catadores de materiais recicláveis, depósitos, aparistas, sucateiros e Indústrias recicladoras	12.000,00	-
3.5.6	Analisar os registros de CADÚNICO para identificar os catadores de materiais recicláveis cadastrados	2.500,00	-
3.5.7	Implantar programa de apoio às organizações de catadores, sistemático e permanente, incluindo assessoria técnica para orientação do manuseio de risco de produtos coletados pelos catadores e opara auxílio do trabalho administrativo e gerencial das Associações e Cooperativas	20.000,00	Plenamente
3.5.8	Criar amplo programa de capacitação e de alfabetização com metodologia apropriada para este segmento	48.000,00	-
3.6.1	Promover e intermediar os Acordos Setoriais, Estimulando as empresas para a implantação da logística reversa	10.000,00	-
3.6.2	Acompanhar e fiscalizar a implantação dos acordos setoriais	82.800,00	-
3.7.1	Encaminhar à Câmara Municipal minuta de Lei para criação da SMSB	8.000,00	-
3.7.2	Implantar a SMSB	*	-
3.7.3	Treinamento e Capacitação da equipe técnica da SMSB	20.000,00	-
3.8.1	Elaborar Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	90.000,00	Não atendeu
3.8.5	Criar legislação específica para gerenciamento de RCC	8.000,00	Plenamente
3.9.1	Criar uma Central de Atendimento e Informações	50.000,00	Plenamente
3.9.2	Criar Disque-denúncia, para diminuir os despejos indiscriminados de resíduos	-	Plenamente
3.9.3	Melhoria da Fiscalização	165.600,00	-
3.9.4	Preenchimento e envio dos dados de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos ao SNIS	-	Plenamente
3.10.1	Elaborar o PGRS do Mercado de Peixes	30.000,00	Não atendeu
3.10.2	Equipar o Mercado com Contêineres adequados	20.000,00	Plenamente
3.10.3	Monitorar o sistema implantado	16.000,00	-

IMPLANTAÇÃO IMEDIATA (ATÉ 3 ANOS – 2013 a 2016)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
3.11.1	Fiscalizar	165.600,00	-
4.1.1	Elaborar o Programa	150.000,00	-
4.1.2	Implantar o Programa (Comunicação para Ed. Ambiental, oficinas, fóruns, workshops...etc)	1.200.000,00	-
4.1.3	Formação de Educadores Ambientais	75.000,00	Parcialmente

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 143 - Atendimento das metas - Ações de curto prazo.

IMPLANTAÇÃO CURTO PRAZO (4 A 9 ANOS – 2017 a 2022)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
1.2.2	Implantação do sistema de coleta	116.402,00	-
1.2.3	Implantação da central de compostagem do Horto Escola Municipal	450.000,00	Plenamente
1.3.1	Contratação de estudo de caracterização	45.000,00	-
1.4.1	Apoiar e dar Manutenção ao projeto "Óleo Reciclado, Pescador Beneficiado"	-	-
2.1.2	Realizar análises de solo e água	35.000,00	Plenamente
2.2.2	Acompanhar a implantação	-	-
3.1.3	Cobrar a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, desvinculada do IPTU, através da conta de água ou conta de energia	-	Não atendeu
3.5.7	Implantar programa de apoio às organizações de catadores, sistemático e permanente, incluindo assessoria técnica para orientação do manuseio de risco de produtos coletados pelos catadores e opara auxílio do trabalho administrativo e gerencial das Associações e Cooperativas	50.000,00	Plenamente
3.5.8	Criar amplo programa de capacitação e de alfabetização com metodologia apropriada para este segmento	100.000,00	-
3.6.2	Acompanhar e fiscalizar a implantação dos acordos setoriais	138.000,00	-
3.7.2	Implantar a SMSB	*	-

IMPLANTAÇÃO CURTO PRAZO (4 A 9 ANOS – 2017 a 2022)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
3.7.3	Treinamento e Capacitação da equipe técnica da SMSB	35.000,00	-
3.8.3	Implantar ECOPONTOS e Áreas de Triagem e Transbordo (ATT)	398.000,00	-
3.8.4	Criar incentivos para iniciativa privada implantar central de processamento de RCC	-	Não atendeu
3.9.3	Melhoria da Fiscalização	276.000,00	-
3.9.4	Preenchimento e envio dos dados de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos ao SNIS	-	-
3.10.3	Monitorar o sistema implantado	20.000,00	-
3.11.1	Fiscalizar	331.200,00	-
4.1.2	Implantar o Programa (Comunicação para Ed. Ambiental, oficinas, fóruns, workshops...etc)	2.000.000,00	-
4.1.3	Formação de Educadores Ambientais	150.000,00	Parcialmente

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 144 - Atendimento das metas - Ações de médio prazo.

IMPLANTAÇÃO MÉDIO PRAZO (4 A 9 ANOS – 2023 a 2028)			
Cód.	Descrição	Custos	Classificação
1.3.1	Contratação de estudo de caracterização	45.000,00	Não atendeu
1.4.1	Apoiar e dar Manutenção ao projeto "Óleo Reciclado, Pescador Beneficiado"	-	-
2.1.2	Realizar análises de solo e água	35.000,00	Plenamente
2.2.2	Acompanhar a implantação	-	-
3.1.3	Cobrar a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, desvinculada do IPTU, através da conta de água ou conta de energia	-	Não atendeu
3.5.7	Implantar programa de apoio às organizações de catadores, sistemático e permanente, incluindo assessoria técnica para orientação do manuseio de risco de produtos coletados pelos catadores e opara auxílio do trabalho administrativo e gerencial das Associações e Cooperativas	50.000,00	Plenamente
3.5.8	Criar amplo programa de capacitação e de alfabetização com metodologia apropriada para este segmento	100.000,00	-
3.6.2	Acompanhar e fiscalizar a implantação dos acordos setoriais	138.000,00	-
3.7.2	Implantar a SMSB	*	-
3.7.3	Treinamento e Capacitação da equipe técnica da SMSB	35.000,00	-
3.8.4	Criar incentivos para iniciativa privada implantar central de processamento de RCC	-	Não atendeu
3.9.3	Melhoria da Fiscalização	276.000,00	-
3.9.4	Preenchimento e envio dos dados de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos ao SNIS	-	Plenamente
3.10.3	Monitorar o sistema implantado	20.000,00	-
3.11.1	Fiscalizar	331.200,00	-
4.1.2	Implantar o Programa (Comunicação para Ed. Ambiental, oficinas, fóruns, workshops...etc)	2.120.000,00	-
4.1.3	Formação de Educadores Ambientais	150.000,00	Parcialmente

Fonte: Autoria Própria (2024).

5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

Os Programas, Projetos e Ações representam elementos fundamentais para alcançar os objetivos e metas traçados no Prognóstico, que têm como base os resultados detalhados no Diagnóstico (Produto 2). Estes componentes consideram as prioridades e diretrizes estabelecidas, assim como as metas propostas no Plano anterior, direcionando esforços para avanços graduais na prestação dos serviços públicos de saneamento básico, abrangendo os quatro pilares principais: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, e limpeza urbana com manejo de resíduos sólidos.

As metas propostas contemplam prazos contínuos, de curto, médio e longo prazo, com ações organizadas de forma estratégica e adaptável. A priorização dessas ações é orientada pela promoção da saúde pública, pela garantia de um meio ambiente equilibrado, e pela melhoria da qualidade de vida da população por meio da prestação eficiente e equitativa dos serviços de saneamento. À medida que o município avança na execução dos programas, em colaboração com outras esferas governamentais e técnicas, ajustes podem ser feitos para alinhar as intervenções às necessidades e prioridades emergentes. A previsão de ações no Plano de Execução reflete uma estimativa inicial que poderá ser revisada conforme os desafios e oportunidades se desenrolem no tempo.

É importante lembrar que a competência pela gestão dos serviços de saneamento básico é de responsabilidade exclusiva do poder concedente, representado pela Prefeitura Municipal. A Concessionária e demais empresas contratadas atuam unicamente como operadoras, responsáveis pela prestação dos serviços durante o período de vigência estabelecido nos respectivos contratos de concessão e de serviços.

5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Esta seção apresenta uma análise dos programas, projetos, ações, cronogramas, estimativas de custos, e que são informações essenciais para orientar a execução dos objetivos e metas propostas.



Considerando as características do município e os serviços de abastecimento de água, foram elaborados diversos programas e suas respectivas diretrizes, metas e ações específicas, conforme mostrado no **Quadro 145**.

Quadro 145 – Programas e Ações – Abastecimento de Água.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
1	Programa de Regularização de Ligações	Reduzir a clandestinidade	1.1	Identificação de ligações clandestinas	Implementar um levantamento sistemático para mapear ligações irregulares por meio de inspeções de campo e uso de tecnologias	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3), (6.4)	Recurso Próprio	Concessionária e Prefeitura Municipal
			1.2	Campanhas de conscientização sobre os impactos da clandestinidade	Realizar campanhas educativas nas comunidades afetadas, explicando os prejuízos econômicos e ambientais das ligações clandestinas	CURTO	ODS 6 (6.1), (6.3), (6.4)		
			1.3	Legalização das ligações	Criar programas de incentivo e facilitação para que os usuários regularizem suas ligações	CURTO	ODS 6 (6.1), (6.3), (6.4)		
2	Programa de Expansão de Rede	Ampliar a cobertura de abastecimento	2.1	Extensão da rede de abastecimento no Porto do Carro, Baixo Grande e Parque das Orquídeas	Planejar e executar a expansão da infraestrutura de abastecimento para atender a região dos bairros Porto do Carro, Baixo Grande e Parque das Orquídeas, garantindo suporte técnico e logístico para a execução das obras	CURTO	ODS 6 (6.1), (6.4); ODS 11 (11.1)	R\$ 51.651.821,39	Concessionária
3	Programa de Regularidade de Abastecimento	Assegurar o abastecimento regular	3.1	Monitoramento contínuo da rede de abastecimento	Implementar um sistema de monitoramento em tempo real, usando sensores e medidores inteligentes para garantir a regularidade do abastecimento	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.4); ODS 11 (11.1)	Recurso Próprio	Concessionária
			3.2	Instalação de equipamentos de controle de pressão e fluxo	Instalar dispositivos que ajudem a manter a pressão e o fluxo adequados, reduzindo o risco de interrupções e vazamentos	CURTO	ODS 6 (6.1), (6.4); ODS 11 (11.1)		
4	Programa de Conservação e Conscientização	Redução no consumo de água	4.1	Campanhas de conscientização de consumo consciente	Lançar programas educativos para promover o uso racional da água, incluindo distribuição de materiais informativos e palestras em escolas e comunidades.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3), (6b); ODS 12 (12.2)	R\$ 246.649,33	Prefeitura Municipal
5	Programa de Atendimento	Qualidade do atendimento ao usuário	5.1	Capacitação dos atendentes	Oferecer treinamentos contínuos aos atendentes para melhorar o atendimento ao público e resolver questões técnicas e administrativas de forma eficaz.	CONTÍNUO	ODS 4 (4.7), ODS 6 (6.1); ODS 8	R\$ 9.648.000,00	Concessionária
6	Programa de Regularidade	Continuidade e regularidade dos serviços	6.1	Monitoramento da continuidade de fornecimento	Implementar sistemas de monitoramento para detectar e corrigir interrupções no fornecimento rapidamente, incluindo painéis de controle integrados.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.4)	R\$ 493.298,67	Concessionária
7	Programa de Qualidade	Aperfeiçoar o controle da qualidade da água	7.1	Realização de análise periódica dos	Programar inspeções e coletas de amostras para análise laboratorial, garantindo a conformidade com os padrões de qualidade da água.	CONTÍNUO	ODS 3 (3.9), ODS 6 (6.3)	R\$ 154.898,15	Concessionária e Prefeitura Municipal



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
				procedimentos e da qualidade da água					
			7.2	Fiscalização de Caminhões pipas clandestinas	Cadastramento dos caminhões pipas e fiscalização pela Vigilância Sanitária e Ambiental do município	CONTÍNUO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3)		
8	Programa de Redução de Perdas	Redução do índice de perdas do sistema	8.1	Implantação, substituição e manutenção do parque de hidrômetros	Realizar a troca periódica dos hidrômetros antigos e fazer a manutenção regular para melhorar a precisão da medição.	CONTÍNUO	ODS 6(6.1); ODS 11 (11.1); ODS 12 (12.2)	R\$ 10.037.948,30	Concessionária e Prefeitura Municipal
			8.2	Manutenção na rede de distribuição	Implementar um cronograma de manutenção preventiva na rede de distribuição para reduzir vazamentos e falhas.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1)		
			8.3	Combate a fraudes e uso não autorizado	Desenvolver uma equipe de fiscalização especializada para identificar e corrigir fraudes e uso não autorizado de água.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3), (6.4)		
9	Programa de Expansão de Ligações	Ampliação de ligações domiciliares	9.1	Implantação de ligações de água	Estabelecer novas ligações domiciliares em áreas que ainda não são atendidas, garantindo a expansão do serviço para novos usuários.	CURTO	ODS 6 (6.1); ODS 11 (11.1)	R\$ 4.995.033,76	Concessionária
10	Regulação dos serviços	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	10.1	Regularização dos serviços	Criação de estrutura própria de fiscalização e regulação dos serviços	CURTO	ODS 11, ODS 16	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
					Criação de códigos municipais para prestação dos serviços	MÉDIO	ODS 16		

Fonte: Autoria Própria (2024).

5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Esta seção apresenta uma análise dos programas, projetos, ações, cronogramas, estimativas de custos, e que são informações essenciais para orientar a execução dos objetivos e metas propostas.

Considerando as características do município e os serviços de esgotamento sanitário, foram elaborados diversos programas e suas respectivas diretrizes, metas e ações específicas, conforme mostrado no **Quadro 146** e no **Quadro 147**.

Quadro 146 – Programas e Ações – Esgotamento Sanitário - Cenário 1.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO -SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
1	Programa de Universalização do Esgotamento Sanitário	Promover a expansão da rede de esgoto em consonância com a universalização dos serviços	1.1	Executar 100% das ligações e manutenção na rede coletora de esgoto.	Realização de inspeções regulares, reparos rápidos e ampliação da cobertura para áreas que ainda não possuem acesso ao sistema.	CURTO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)	R\$ 463.953.903,03	Concessionária
			1.2	Ampliação da ETE para atendimento de população adicional	Aumentar a capacidade de tratamento e atender ao crescimento populacional, garantindo que a qualidade dos efluentes tratados esteja dentro dos padrões ambientais	MÉDIO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)		
			1.3	Projeto de implantação do sistema de esgotamento sanitário para atender o crescimento vegetativo.	Expandir o sistema de esgotamento sanitário em consonância com o crescimento demográfico, assegurando que novas áreas urbanizadas recebam infraestrutura adequada desde o início do seu desenvolvimento	MÉDIO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)		
2	Programa de Fiscalização	Eliminar as ligações de águas pluviais em redes coletoras de esgoto sanitário, quando houver rede separadora	2.1	Realizar campanhas de conscientização e fiscalização sobre a eliminação de ligações irregulares.	Realização de ações educativas para informar os cidadãos sobre os problemas causados pelas ligações irregulares de águas pluviais em redes de esgoto e os procedimentos legais para adequação. A fiscalização contínua deve assegurar a conformidade e punir irregularidades para proteger a eficiência da rede de esgotamento.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 246.649,33	Prefeitura Municipal



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO -SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
3	Programa de Inspeção de Redes	Eliminar as ligações de esgoto sanitário nas redes de drenagem de águas pluviais, quando houver rede separadora	3.1	Inspeccionar e corrigir ligações irregulares.	Inspeções sistemáticas devem ser realizadas nas redes para identificar e corrigir conexões irregulares	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 27.864.626,34	Concessionária e Prefeitura Municipal
			3.2	Implementar sanções para desincentivar ligações irregulares	Estabelecer sanções e multas para os infratores serve como um incentivo à regularização das conexões, promovendo a adesão às normas e a preservação da integridade do sistema de esgotamento sanitário.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)		
			3.3	Identificar e fiscalizar a adesão da população nas ligações em redes coletoras	Identificação de imóveis que ainda não estão conectados ao sistema ou que possuem ligações inadequadas, bem como a fiscalização para assegurar a adesão à rede. Além da fiscalização, essa ação deve campanhas informativas para orientar a população sobre a importância da ligação correta e os benefícios para a saúde pública e o meio ambiente.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)		
4	Projeto de Apoio ao Tratamento Individual	Implantação de apoio à instalação e manutenção de sistemas individuais de tratamento de esgoto	4.1	Criar programa de assistência técnica para sistemas individuais.	Fornecer suporte técnico e consultoria para proprietários de sistemas individuais de tratamento de esgoto, assegurando a instalação correta e a manutenção adequada desses sistemas.	CURTO	ODS 4, ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)	R\$ 65.470,19	Concessionária
			4.2	Elaboração e implementação de projetos para fossas sépticas biodigestoras	Implementação de fossas sépticas biodigestoras segue modelos sustentáveis, oferecendo uma solução eficaz	CURTO	ODS 6 (6.3); ODS 17		



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
					para o tratamento de esgoto em áreas sem acesso à rede pública, reduzindo impactos ambientais e promovendo a saúde pública.				
5	Programa de Manutenção da Infraestrutura	Continuidade e regularidade	5.1	Manter inspeção e manutenção periódica nas redes.	Realizar inspeções regulares e manutenções preventivas nas redes de esgoto para identificar problemas antes que se agravem, garantindo o bom funcionamento e a longevidade das instalações.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.3)	R\$ 103.718.699,56	Concessionária
			5.2	Garantir continuidade do serviço sem interrupções prolongadas.	Implementar práticas de gestão que previnam interrupções no serviço, assegurando que a população tenha acesso contínuo e confiável aos serviços de esgotamento sanitário.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.3)		
6	Projetos de Educação Ambiental	Educação ambiental para uso consciente e correto do sistema de esgotamento sanitário	6.1	Promover campanhas educativas em escolas e comunidades.	Organizar campanhas voltadas para a educação ambiental nas escolas e comunidades, destacando a importância do uso consciente do sistema de esgotamento e práticas sustentáveis de saneamento.	CURTO	ODS 4; ODS 6 (6.3)	R\$ 283.646,73	Prefeitura Municipal
			6.2	Incentivar a participação das associações de bairro.	Promover parcerias com associações de bairro para engajar a população em ações de conscientização e cuidados com a rede de esgoto, fortalecendo a relação entre a comunidade e o poder público.	CURTO	ODS 11 (11.1); ODS 17		
7	Reuso de Águas Tratadas	Promover a sustentabilidade	7.1	Previsão de reuso de água de ETE	Criar infraestrutura e políticas para o uso das águas tratadas na	CURTO	ODS 6 (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 7.484.667,18	Concessionária



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO -SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
		hídrica e reduzir a demanda por água potável em usos não potáveis no município			ETE em atividades como irrigação, limpeza de vias e calçadas. A ação deve incluir a disponibilização de um caminhão-pipa dedicado para transporte.				
			7.2	Modelagem econômico-financeiro de possível implantação e manutenção transposição do efluente da ETE São Pedro até o Rio Una	Elaborar um estudo técnico-econômico que avalie a viabilidade financeira e operacional da transposição do efluente tratado pela ETE São Pedro até o Rio Una, considerando os impactos ambientais e a eficiência no manejo de efluentes.				
8	Regulação dos serviços	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	8.1	Regularização dos serviços	Criação de estrutura própria de fiscalização e regulação dos serviços	CURTO	ODS 11, ODS 16	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
			8.2		Criação de códigos municipais para prestação dos serviços	MÉDIO	ODS 16		

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 147 – Programas e Ações – Esgotamento Sanitário - Cenário 2.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa	Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável	
1	Programa de Universalização do Esgotamento Sanitário	Promover a expansão da rede de esgoto em consonância com a universalização dos serviços	1.1	Executar 100% das ligações e manutenção na rede coletora de esgoto.	Realização de inspeções regulares, reparos rápidos e ampliação da cobertura para áreas que ainda não possuem acesso ao sistema.	CURTO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)	R\$ 139.223.402,90	Concessionária
			1.2	Ampliação da ETE para atendimento de população adicional	Aumentar a capacidade de tratamento e atender ao crescimento populacional, garantindo que a qualidade dos efluentes tratados esteja dentro dos padrões ambientais	MÉDIO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)		
			1.3	Projeto de implantação do sistema de esgotamento sanitário para atender o crescimento vegetativo.	Expandir o sistema de esgotamento sanitário em consonância com o crescimento demográfico, assegurando que novas áreas urbanizadas recebam infraestrutura adequada desde o início do seu desenvolvimento	MÉDIO	ODS 3 (3.9); ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)		
2	Programa de Fiscalização	Eliminar as ligações de águas pluviais em redes coletoras de esgoto sanitário, quando houver rede separadora	2.1	Realizar campanhas de conscientização e fiscalização sobre a eliminação de ligações irregulares.	Realização de ações educativas para informar os cidadãos sobre os problemas causados pelas ligações irregulares de águas pluviais em redes de esgoto e os procedimentos legais para adequação. A fiscalização contínua deve assegurar a conformidade e punir irregularidades para proteger a eficiência da rede de esgotamento.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 246.649,33	Prefeitura Municipal
3	Programa de Inspeção de Redes	Eliminar as ligações de esgoto sanitário nas redes de drenagem de águas pluviais, quando houver rede separadora	3.1	Inspecionar e corrigir ligações irregulares.	Inspeções sistemáticas devem ser realizadas nas redes para identificar e corrigir conexões irregulares	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 27.864.626,34	Concessionária e Prefeitura Municipal
			3.2	Implementar sanções para desincentivar ligações irregulares	Estabelecer sanções e multas para os infratores serve como um incentivo à regularização das conexões, promovendo a adesão às normas e a preservação da integridade do sistema de esgotamento sanitário.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)		



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO -SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
			3.3	Identificar e fiscalizar a adesão da população nas ligações em redes coletoras	Identificação de imóveis que ainda não estão conectados ao sistema ou que possuem ligações inadequadas, bem como a fiscalização para assegurar a adesão à rede. Além da fiscalização, essa ação deve campanhas informativas para orientar a população sobre a importância da ligação correta e os benefícios para a saúde pública e o meio ambiente.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 12 (12.2)		
4	Projeto de Apoio ao Tratamento Individual	Implantação de apoio à instalação e manutenção de sistemas individuais de tratamento de esgoto	4.1	Criar programa de assistência técnica para sistemas individuais.	Fornecer suporte técnico e consultoria para proprietários de sistemas individuais de tratamento de esgoto, assegurando a instalação correta e a manutenção adequada desses sistemas.	CURTO	ODS 4, ODS 6 (6.1), (6.3); ODS 11 (11.1)	R\$ 65.470,19	Concessionária
			4.2	Elaboração e implementação de projetos para fossas sépticas biodigestoras	Implementação de fossas sépticas biodigestoras segue modelos sustentáveis, oferecendo uma solução eficaz para o tratamento de esgoto em áreas sem acesso à rede pública, reduzindo impactos ambientais e promovendo a saúde pública.	CURTO	ODS 6 (6.3); ODS 17		
5	Programa de Manutenção da Infraestrutura	Continuidade e regularidade	5.1	Manter inspeção e manutenção periódica nas redes.	Realizar inspeções regulares e manutenções preventivas nas redes de esgoto para identificar problemas antes que se agravem, garantindo o bom funcionamento e a longevidade das instalações.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.3)	R\$ 96.690.114,10	Concessionária
			5.2	Garantir continuidade do serviço sem interrupções prolongadas.	Implementar práticas de gestão que previnam interrupções no serviço, assegurando que a população tenha acesso contínuo e confiável aos serviços de esgotamento sanitário.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.3)		
6	Projetos de Educação Ambiental	Educação ambiental para uso consciente e correto do sistema de	6.1	Promover campanhas educativas em escolas e comunidades.	Organizar campanhas voltadas para a educação ambiental nas escolas e comunidades, destacando a importância do	CURTO	ODS 4; ODS 6 (6.3)	R\$ 283.646,73	Prefeitura Municipal



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO -SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa	Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
	esgotamento sanitário			uso consciente do sistema de esgotamento e práticas sustentáveis de saneamento.				
		6.2	Incentivar a participação das associações de bairro.	Promover parcerias com associações de bairro para engajar a população em ações de conscientização e cuidados com a rede de esgoto, fortalecendo a relação entre a comunidade e o poder público.	CURTO	ODS 11 (11.1); ODS 17		
7	Reuso de Águas Tratadas	Promover a sustentabilidade hídrica e reduzir a demanda por água potável em usos não potáveis no município	7.1	Previsão de reuso de água de ETE	CURTO	ODS 6 (6.3); ODS 12 (12.2)	R\$ 7.484.667,18	Concessionária
			7.2	Modelagem econômico-financeiro de possível implantação e manutenção transposição do efluente da ETE São Pedro até o Rio Una				
8	Regulação dos serviços	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	8.1	Criação de estrutura própria de fiscalização e regulação dos serviços	CURTO	ODS 11, ODS 16	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
			8.2	Regularização dos serviços	MÉDIO	ODS 16		

Fonte: Autoria Própria (2024).



5.3. SISTEMA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Esta seção apresenta uma análise dos programas, projetos, ações, cronogramas, estimativas de custos, e que são informações essenciais para orientar a execução dos objetivos e metas propostas.

Considerando as características do município e os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foram elaborados diversos programas e suas respectivas diretrizes, metas e ações específicas, conforme mostrado no **Quadro 148**.

Quadro 148 – Programas e Ações – Resíduos Sólidos.

RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
1	Fortalecimento da Coleta e Infraestrutura de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	Assegurar a coleta eficiente de 100% dos resíduos sólidos urbanos, especialmente durante os períodos de alta sazonalidade, e expandir a infraestrutura para manejo adequado dos resíduos em todo o município.	1.1	Realizar a caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados no município	Realizar a caracterização dos resíduos gerados, incluindo a composição física e gravimétrica dos resíduos sólidos do município, para realizar as projeções de geração de resíduos e avaliar se os programas implantados.	MÉDIO	ODS 11 (11.6)	R\$ 202.616,00	Prefeitura Municipal
			1.2	Instalação de ECOPONTOS	Verificar e analisar possíveis áreas para a instalação de ecopontos no município, priorizando localidades onde há maior acúmulo de resíduos, especialmente, em pontos viciados de descarte irregular. Caso seja inviável a instalação de ecopontos nesses locais, disponibilizar caçambas estacionárias como alternativa.	MÉDIO	ODS 12 (12.5)		
			1.3	Mapeamento, quantificação e notificação de grandes geradores	Identificar, quantificar e notificar os grandes geradores de resíduos no município, visando à correta destinação e gerenciamento dos resíduos conforme a legislação vigente.	CONTÍNUO	ODS 12		
			1.4	Monitoramento e Melhoria das Rotas de Coleta	Avaliar periodicamente as rotas de coleta e otimizar trajetos para aumentar a eficiência e reduzir os custos de transporte.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.a), ODS 17 (17.14)		
2	Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolições	Estruturar o gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição, evitando descartes irregulares e promovendo práticas de reutilização e reciclagem.	2.1	Fiscalização do Descarte de Resíduos em Obras Privadas	Aumentar a fiscalização em canteiros de obras para evitar o descarte inadequado e impor sanções para infrações.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5), ODS 15 (15.3)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
3	Implantação e Expansão da	Incentivar a coleta seletiva para materiais recicláveis e estabelecer um sistema de	3.1	Fiscalização da coleta seletiva em Grandes Geradores	Fiscalizar a coleta seletiva em supermercados e outros grandes geradores de resíduos.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal



RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
	Coleta Seletiva e Logística Reversa	logística reversa para resíduos de destinação complexa.	3.2	Incentivo à Reciclagem Comunitária	Implantação ou ampliação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) para materiais recicláveis, providos de recipientes apropriados, em locais estratégicos em bairros, escolas e centros comunitários para incentivar a participação da população.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)		
			3.3	Parcerias para Logística Reversa	Firmar acordos setoriais com fabricantes e empresas de eletroeletrônicos e embalagens para coleta e destinação adequada de materiais complexos.	CURTO	ODS 11 (11.6), ODS 17 (17.7)		
			3.4	Fiscalização de Lava Jatos	Fiscalizar os estabelecimentos de lavagem de veículos para garantir o cumprimento das normas ambientais e promover a logística reversa de óleos lubrificantes	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 17 (17.7)		
			3.5	Implantação de coleta seletiva no setor público	Estabelecer e consolidar um programa de coleta seletiva nas repartições públicas municipais, incentivando a separação de resíduos recicláveis, rejeitos e orgânicos no setor público.	CURTO	ODS 12 (12.5), ODS 15 (15.3)		
			3.6	Elaborar Manual de Coleta Seletiva para materiais recicláveis	Implantar a coleta seletiva regular, institucionalizada.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)		
			3.7	Sistema de Informações Geográficas (SIG) voltado para a coleta seletiva	Manter um banco de dados da quantidade de material coletado, por tipo de resíduo no município, que deverá ser informado pelas associações e outros órgãos responsáveis pela logística reversa.	CONTÍNUO	ODS 12 (12.2, 12.5, 12.6)		
			3.8	Estabelecer ou ampliar os tipos de materiais recicláveis/reutilizáveis triados pelas cooperativas/associações existentes de acordo com a capacitação, adequação da infraestrutura e estabelecimento de	Realizar levantamento sobre os materiais passíveis de logística reversa e sobre as responsabilidades previstas nos acordos setoriais que poderão ser incluídos nos programas de coleta seletiva, na triagem e na comercialização.	CURTO	ODS 12 (12.5, 12.7)		



RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
				parcerias nos programas de logística reversa.	Realizar estudo para definir estratégias de inclusão das cooperativas/associações no recebimento e triagem de materiais recicláveis dos acordos setoriais.	CURTO	ODS 12 (12.5, 12.7)		
					Promover ações conjuntas entre cooperativas e associações e representantes de acordos setoriais para a viabilização da implementação dos programas e ações de logística reversa no município.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.b), ODS 12 (12.5, 12.7)		
			3.9	Promover a participação de cooperativas de reciclagem no gerenciamento dos resíduos recicláveis do município.	Realizar diagnóstico sobre as cooperativas de reciclagem que atuam com materiais recicláveis no município ou nos municípios vizinhos.	CONTÍNUO	ODS 17 (17.17)		
					Definir em conjunto com as secretarias responsáveis um programa de capacitação e estratégias de participação dessas cooperativas de reciclagem no gerenciamento de resíduos do município.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.3), ODS 11 (11.6), ODS 17 (17.17)		
			3.10	Ampliar a participação dos catadores autônomos no gerenciamento dos resíduos recicláveis do município.	Realizar diagnóstico sobre os catadores autônomos que atuam com materiais recicláveis no município.	CURTO	ODS 17 (17.17)		
					Definir em conjunto com as secretárias responsáveis um programa de capacitação e estratégias de participação desses catadores no gerenciamento de resíduos do município.	CURTO	ODS 6 (6.3), ODS 11 (11.6), ODS 17 (17.17)		
			3.11	Apoio ao Setor Privado e ONGs para Projetos de Reciclagem e Educação Ambiental	Incentivar a criação de parcerias com empresas e ONGs para desenvolver projetos de reciclagem e promover programas de educação ambiental.	CURTO	ODS 12 (12.2, 12.5)		
4	Gestão e Valorização de Resíduos Orgânicos	Aproveitar os resíduos orgânicos para produção de composto orgânico, bioenergia e outras formas de valorização, reduzindo	4.1	Plano de Compostagem e Valorização de Resíduos Orgânicos	Implementar um sistema de compostagem urbana e rural que inclua resíduos de poda, capina e resíduos orgânicos domiciliares.	CURTO	ODS 12 (12.5), ODS 15 (15.3)	R\$ 676.188,00	Prefeitura Municipal

RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa	Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
	o envio de resíduos ao aterro sanitário.	4.2	Infraestrutura para Compostagem Comunitária e Institucional	Criar unidades de compostagem em locais como escolas, mercados, parques e feiras livres com o intuito de aproveitar resíduos locais.	CONTÍNUO	ODS 12 (12.3), (12.8), ODS 15 (15.3)		
		4.3	Parcerias para Aproveitamento de resíduos	Estabelecer acordos para transformar resíduos orgânicos e de poda em bioenergia e briquetes, com apoio de empresas privadas e universidades.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)		
5	Monitoramento e Redução da geração per capita de resíduos sólidos domiciliares no município.	5.1	Monitoramento dos resíduos sólidos urbanos domiciliares coletados nos municípios	Monitorar anualmente a quantidade de resíduos sólidos urbanos domiciliares coletados nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, bem como a média brasileira coletada, em relação à quantidade coletada no município.	CONTÍNUO	ODS 12 (12.2)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
		5.2	Padronização do Acondicionamento de Resíduos Domiciliares/ Comerciais para a Coleta	Padronizar o Acondicionamento de Resíduos Domiciliares/ Comerciais para a Coleta	MÉDIO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)		
6	Gestão Integrada e Planejamento dos Resíduos Sólidos (Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos - PMGRS)	6.1	Desenvolvimento do PMGRS	Formular o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos para definir diretrizes, metas e indicadores de desempenho para cada segmento do manejo de resíduos.	CURTO	ODS 8 (8.4 e 8.8), ODS 12 (12.2, 12.5, 12.6, 12.7)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
7	Inclusão Social e Produtiva dos Catadores e Apoio às Associações/ Cooperativas	7.1	Apoiar e fortalecer as cooperativas de catadores de materiais recicláveis no município ou catadores autônomos existentes no município.	Implantar ou fortalecer o serviço de coleta seletiva de materiais recicláveis no município.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal



RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA									
Programa		Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
8	Recuperação e Monitoramento de Áreas Degradadas e Controle de Passivos Ambientais	Recuperar áreas degradadas e impedir o surgimento de novos passivos ambientais no município.	8.1	Monitoramento de Áreas com Passivos Ambientais	Estabelecer um monitoramento ambiental contínuo nas áreas já remediadas para garantir a estabilidade e evitar novos impactos.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 17 (17.17)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal
9	Criação de Mecanismos de Financiamento e Sustentabilidade Econômica para o Sistema de Resíduos Sólidos	Garantir o financiamento adequado para as operações de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, promovendo a sustentabilidade econômica do sistema.	9.1	Modelagem econômico-financeira da Taxa de Resíduos Sólidos	Realização de estudo para estabelecer uma taxa de resíduos sólidos a fim de financiar coleta e destinação de resíduos, com valores proporcionais ao volume gerado.	CURTO	ODS 12 (12.2, 12.5)	R\$ 35.589,00	Prefeitura Municipal
			9.2	Captação de Recursos Estaduais e Federais	Buscar financiamento junto a programas de gestão de resíduos sólidos e desenvolvimento ambiental para ampliar o investimento em infraestrutura.	CURTO	ODS 12 (12.2, 12.5)		
10	Educação Ambiental	Fomentar projetos de educação ambiental em resíduos sólidos urbanos; Desenvolver e articular processos de comunicação ambiental para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município.	10.1	Implementar projetos de educação ambiental no município, tendo como público-alvo a população municipal, abordando a relevância da correta destinação de resíduos sólidos, visando a diminuição do descarte inadequado; Executar iniciativas de promoção e estímulo à implementação da logística reversa, abrangendo resíduos eletrônicos, pneus, medicamentos, lâmpadas, lubrificantes e demais materiais; Realizar campanhas educativas para informar a população sobre a importância da separação de resíduos e como aderir à coleta seletiva.	Fomentar a realização contínua de programas de educação ambiental no âmbito da educação não formal, abrangendo entidades como associações de bairro, instituições religiosas, sindicatos, grupos de terceira idade e outras organizações afins.	A CADA 2 (DOIS) ANOS	ODS 4 (4.7), ODS 12 (12.2, 12.5)	Recurso Próprio	Prefeitura Municipal

RESÍDUOS SÓLIDOS - SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa	Objetivo	Ação		Desenvolvimento	Prazo	ODS	Orçamento	Responsável
			10.2	Realizar processos de formação em educação ambiental para comunidades escolares da rede pública municipal e estadual.	Fomentar a formação de educadores para a implementação de ações de gerenciamento de resíduos sólidos nas escolas, considerando a ordem de prioridade observada na PNRS (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos), com impacto na comunidade do entorno.	CONTÍNUO	ODS 6 (6.a, 6.b, 6.3); ODS 12 (12.2, 12.5)	
			10.3	Cumprimento do Plano de Educação Ambiental do Município	Elaborar e divulgar um calendário de eventos ambientais direcionados especificamente para a temática de consumo consciente e resíduos sólidos, em consonância com o Plano de Educação Ambiental do Município	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5, 12.8)	
11	Gerenciamento dos serviços de Limpeza Urbana	Melhorar a eficiência do serviço de varrição, o desempenho da limpeza pública de Ecopontos e de "pontos viciados" de descartes irregulares e minimizar as demandas de limpeza desses locais através da secretária municipal responsável.	11.1	Aprimorar a dinâmica e eficiência na limpeza de Ecopontos, pontos viciados e demais serviços relacionados à demanda municipal de limpeza pública.	Manter o serviço de limpeza urbana, assim como o de coleta, transporte, triagem, tratamento/processamento e disposição final de materiais inservíveis dos ecopontos localizados no município.	CONTÍNUO	ODS 11 (11.6), ODS 12 (12.5)	Recurso Próprio Prefeitura Municipal
			11.2	Diagnosticar as áreas no município que necessitam dos serviços de gestão de resíduos	Realizar estudo de viabilidade para ampliar a área de atuação e a frequência dos serviços de gestão de resíduos municipal.	MÉDIO	ODS 11 (11.6)	
12	Regulação dos serviços	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	12.1	Regularização dos serviços	Criação de estrutura própria de fiscalização e regulação dos serviços	CURTO	ODS 11, ODS 16	Recurso Próprio Prefeitura Municipal
			12.2		Criação de códigos municipais para prestação dos serviços	MÉDIO	ODS 16	

Fonte: Autoria Própria (2024).



5.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Esta seção apresenta uma análise dos programas, projetos, ações, cronogramas, estimativas de custos, e que são informações essenciais para orientar a execução dos objetivos e metas propostas.

Considerando as características do município e os serviços de drenagem urbana, foram elaborados diversos programas e suas respectivas diretrizes, metas e ações específicas, conforme mostrado no **Quadro 149**.

Quadro 149 - Programas e Ações – Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

DRENAGEM URBANA – SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa		Ação		Curto	Médio	Longo	Orçamento	Responsável
				2025 a 2028	2029 a 2038	2039 a 2044		
1	Mapeamento Técnico e Criação do Plano Diretor de Drenagem Urbana	1.1	Elaboração e Atualização de Cadastro Técnico Georreferenciado da Infraestrutura Existente	R\$ 963.896,08	-	-	R\$ 2.843.846,78	Prefeitura Municipal
		1.2	Desenvolvimento de um Plano Diretor de Drenagem	R\$ 545.668,58	R\$ 750.294,29	R\$ 409.251,43		
		1.3	Elaboração de Código de Obras com boas práticas de obras de pavimentação e drenagem	R\$ 174.736,40	-	-		
2	Ampliação e Modernização da Infraestrutura de Drenagem Urbana	2.1	Identificação e Priorização de Áreas Críticas	R\$ 131.052,30	-	-	R\$ 503.844.434,60	Prefeitura Municipal
		2.2	Construção e Expansão de Redes de Drenagem	R\$ 42.968.625,12	R\$ 155.567.192,64	R\$ 103.241.915,49		
		2.3	Modernização dos Sistemas Existentes	R\$ 10.921.025,00	-	-		
		2.4	Monitoramento e Avaliação	R\$ 38.154.435,46	R\$ 95.386.088,64	R\$ 57.231.653,18		
		2.5	Sistema de Drenagem da Região Costeira	Incluída na Ação 2.3	-	-		
		2.6	Criação de plano de atuação conjunta dos serviços de drenagem urbana e esgotamento sanitário	-	Recurso Interno	-		
		2.7	Ampliação da rede mista	Incluída na Ação 2.2	-	-		
		2.8	Manter inspeção e manutenção periódica nas redes mistas	R\$ 80.815,59	R\$ 80.815,59	R\$ 80.815,59		
		2.9	Elaborar Termo de Prestação de Serviços com a Concessionária para a	Recurso Interno	-	-		

DRENAGEM URBANA - SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa		Ação		Curto	Médio	Longo	Orçamento	Responsável
				2025 a 2028	2029 a 2038	2039 a 2044		
			manutenção da rede mista (águas pluviais juntamente com esgoto)					
3	Plano de Manutenção Preventiva do Sistema de Drenagem	3.1	Criação de uma Rotina de Limpeza das Bocas de Lobo	R\$ 2.057.080,00	R\$ 5.287.200,00	R\$ 3.172.321,00	R\$ 17.339.159,87	Prefeitura Municipal
		3.2	Substituição e Reparos de Estruturas Danificadas	R\$ 6.822.558,87	-	-		
		3.3	Manutenção Preventiva Regular	Incluída na Ação 3.1	-	-		
4	Prevenção e Redução de Riscos em Áreas de Suscetibilidade a Inundações	4.1	Fiscalização de áreas de alta suscetibilidade a inundações	Recurso Interno	-	-	R\$ 1.058.470,92	Prefeitura Municipal
		4.2	Campanhas de Conscientização Comunitária	R\$ 51.644,08	R\$ 129.110,21	R\$ 77.466,13		
		4.3	Implantação de Bacias de Amortecimento de cheias e de Regularização de Vazões	R\$ 800.250,50	-	-		
5	Inclusão das Áreas Quilombolas e Rurais no Sistema de Drenagem	5.1	Estudo Hidrológico das Áreas Quilombolas e Rurais	Incluída na Ação 1.2	-	-	-	Prefeitura Municipal
		5.2	Implantação de Infraestrutura Básica de Drenagem	Incluída na Ação 2.2	-	-		
		5.3	Inclusão em Programas de Manutenção Sistemática	-	-	-		
6	Estratégia de Financiamento e Sustentabilidade dos Serviços de Drenagem	6.1	Modelagem econômico-financeira e jurídico - regulatória para possível concessão do serviço de drenagem	-	Recurso Interno	-	-	Prefeitura Municipal
		6.2	Gestão Transparente dos Investimentos	-	Recurso Interno	-		
7	Educação Ambiental	7.1	Promoção da Educação Ambiental e Sustentabilidade	-	Incluída na Ação 4.2	-	-	Prefeitura Municipal

DRENAGEM URBANA - SÃO PEDRO DA ALDEIA								
Programa		Ação		Curto	Médio	Longo	Orçamento	Responsável
				2025 a 2028	2029 a 2038	2039 a 2044		
8	Regulação e fiscalização dos serviços de saneamento	8.1	Regularização dos serviços	-	R\$ 141.973,33	-	R\$ 141.973,33	Prefeitura Municipal
Total				R\$ 103.671.787,98	R\$ 257.342.674,70	R\$ 164.213.422,82	R\$ 525.227.885,50	-

Fonte: Autoria Própria (2024).



Plano Municipal de Saneamento Básico

Produto 04 - Ações para Emergência e Contingência

São Pedro da Aldeia/RJ

6. REVISÃO DAS AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

Os eventos de emergência são aqueles decorrentes de atos da natureza ou acidentais que fogem do controle do prestador de serviços, podendo causar grandes transtornos à qualidade e/ou continuidade da prestação dos serviços em condições satisfatória. Neste sentido, as ações de emergência e contingência buscam destacar as estruturas disponíveis e estabelecer as formas de atuação dos órgãos operadores, tanto de caráter preventivo como corretivo, procurando elevar o grau de segurança e a continuidade operacional das instalações afetadas.

As ações de emergência são aquelas que buscam corrigir ou mitigar as consequências de determinada ocorrência, sendo acionadas durante ou imediatamente após o evento de emergência, proporcionando respostas rápidas e eficazes. Já as ações de contingência são estratégias planejadas e implementadas antes de ocorrer um evento crítico.

Deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão na operação e manutenção dos serviços de saneamento, no sentido de prevenir ocorrências indesejadas, através do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos, visando minimizar ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

Em caso de ocorrências atípicas que extrapolam a capacidade de atendimento local, os órgãos operadores deverão dispor de todas as estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica, das áreas de gestão operacional, de controle de qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras. A disponibilidade de tais estruturas possibilitará que os serviços de saneamento não tenham a segurança e a continuidade operacional comprometida ou paralisada.

6.1. Avaliação das vulnerabilidades dos sistemas

A identificação das vulnerabilidades dos sistemas foi realizado analisando as unidades consideradas essenciais para o funcionamento dos sistemas e

verificadas as hipóteses de situações emergenciais com potencial para causar impacto negativo aos usuários e meio ambiente.

Na definição destas condições emergenciais considerou-se que estão fora da matriz de riscos os eventos que não geram impacto direto de dano ambiental, aos consumidores, que sejam de baixa complexidade e de solução rápida através da estrutura de manutenção de cada sistema.

6.1.1. Sistema de Abastecimento de Água

- **Manancial** – Pequenas alterações na capacidade de fornecimento de água para captação e que não resulte em alteração de vazão e risco de situação de emergência;
- **Adutoras de água bruta e tratada** – Rompimentos reparados em intervalo de tempo suficiente para não gerar problemas de desabastecimento (máximo 8 – 12 horas);
- **Elevatórias de água bruta e tratada** – Paralisação de conjunto de bombeamento onde é acionado o conjunto de reserva e/ou pequenas manutenções que não geram paralisação do funcionamento da elevatória;
- **Rede de distribuição** – Reparos de rede nos tempos < 12 horas e que tenham impacto setorial sem ser considerado um desabastecimento;
- **Estação de tratamento de água** – Pane nos equipamentos bem como eventos de vandalismo e incêndio que não impactam em paralisação de funcionamento da ETA.

6.1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

- **Rede de coleta de esgoto** – Reparos de rede nos tempos < 12 horas;
- **Elevatórias de esgoto bruto** – Paralisação de conjunto de bombeamento onde é acionado o conjunto de reserva e/ou pequenas manutenções que não geram paralisação do funcionamento da elevatória e extravasamento para meio ambiente;

- **Estação de tratamento de esgoto** - Pane nos equipamentos bem como eventos de vandalismo e incêndio que não impactam em paralisação de funcionamento da ETE e extravasamentos.

6.1.3. Sistema de Resíduos Sólidos

- **Coleta de resíduos sólidos urbanos** - Atrasos ou interrupções pontuais na coleta por problemas mecânicos, paralização dos funcionários ou congestionamentos no trânsito, com retomada da operação em até 12 horas;
- **Destinação final em aterros sanitários** - Falhas pontuais na infraestrutura (drenagem de chorume ou biogás), restrições legais temporárias ou obstruções de acesso, resolvidas com reparos emergenciais, ajustes normativos ou alternativas logísticas provisórias.

6.1.4. Sistema de Drenagem Urbana

- **Rede de drenagem/ mista** - Problemas de manutenção, ocasionando obstruções;
- **Canais de micro e macrodrenagem** - Assoreamento e resíduos acumulados nos canais.

6.2. Categorização dos riscos/vulnerabilidades

6.2.1. Definições dos critérios de vulnerabilidade

A análise de riscos/vulnerabilidades permite a identificação, avaliação e gerenciamento dos riscos que possam comprometer todo o sistema operacional. Para cada risco/vulnerabilidade identificado, define-se: *a probabilidade de ocorrência dos eventos, os possíveis danos potenciais em caso de acontecimentos, possíveis ações preventivas e contingências, bem como a identificação de responsáveis por ação.*

Para a classificação das vulnerabilidades foi utilizada como referência a metodologia da ABNT NBR ISO 14001/ 2015.

Para atribuição de pesos e pontuação das gravidades, após a identificação e classificação, executou-se uma análise qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa dos riscos/vulnerabilidades foi realizada por meio da classificação escalar da probabilidade e do impacto, conforme a graduação apresentada no **Quadro 150** e **Quadro 151**.

Quadro 150 – Matriz de determinação da probabilidade.

Probabilidade	Valor	Descrição
Muito Baixa	1	Rara. Ocorre somente em circunstâncias excepcionais.
Baixa	2	Improvável. Pode ocorrer em algum momento.
Média	3	Possível. Deve ocorrer em algum momento.
Alta	4	Provável. Vai ocorrer na maioria das circunstâncias.
Muito Alta	5	Quase certa. Ocorre em quase todas as circunstâncias.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Quadro 151 – Matriz de determinação do impacto/consequência.

Impacto/ Consequência	Valor	Geral
Muito Baixo	1	Consequências são tratadas com operações de rotina.
Baixo	2	Consequências não ameaçam a eficácia e eficiência do processo.
Médio	3	Consequências ameaçam levemente a eficácia e/ou eficiência do processo.
Alto	4	Consequências ameaçam significativamente a eficácia e/ou eficiência do processo.
Muito Alto	5	Consequências ameaçam o fortemente o processo e a organização.

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.1.1. Definições dos critérios de gravidade

A definição dos critérios de gravidade foi realizada pela avaliação qualitativa do risco/vulnerabilidade de acordo com sua probabilidade de ocorrência, bem como seu impacto potencial de acordo com os dados apresentados nas matrizes apresentadas acima.

O **Quadro 152** apresenta a Matriz Probabilidade x Impacto, instrumento responsável pela definição da classificação do nível de risco/vulnerabilidade.

Quadro 152 – Matriz de risco- Classificação do risco.

Matriz de vulnerabilidade (P x I) para a determinação dos patamares de graduação dos riscos (grau de ameaça)					
Probabilidade	Impacto				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Classificação	Código	Pontuação
Não significativos	(NS)	Abaixo de 15
Significativos	(S)	Igual ou maior do que 15

Fonte: Elaboração própria (2024).

Cálculo do Risco:

$$R = P \times I$$

- R: Risco;
- P: Probabilidade;
- I: Impacto.

O produto da probabilidade pelo impacto de cada risco deve se enquadrar em uma região da matriz probabilidade x impacto (**Quadro 152**).

Caso o risco/vulnerabilidade se enquadre na região verde, seu nível de risco é entendido como baixo, logo se admite a aceitação ou adoção de medidas preventivas. Se estiver na região amarela, entende-se como médio e devem ser adotadas medidas de controle e monitoramento e se estiver na região vermelha, entende-se como nível de risco/vulnerabilidade alto e deverá ser realizado o plano de emergência e contingência.

Quadro 153 – Classificação do risco.

Classificação do risco		
	Risco baixo	Risco Tolerável: sem necessidade de plano de ação além dos procedimentos já estabelecidos na companhia
	Risco médio	Monitoramento e Gestão: o evento necessita acompanhamento e comunicação constante com área operacional e de gestão.
	Risco alto	Risco Significativo: Deverá ser elaborado Plano de Ação para implementação do controle

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.1.2. Critérios de priorização dos riscos/vulnerabilidades

Como critério de priorização e direcionamento das ações mitigadoras, as vulnerabilidades são priorizadas conforme seu grau de risco, sempre do mais alto para o mais baixo. Nos casos de riscos classificados como médio e alto, deve-se adotar obrigatoriamente as medidas preventivas previstas.

6.3. Plano de ações de Emergências e Contingências

De forma a evitar e/ou minimizar a ocorrência de eventos emergenciais indesejáveis e os impactos ocasionados por estes, neste capítulo serão definidas ações e procedimentos mitigadores necessários para uma rápida tomada de decisão, tendo por referência os cenários acidentais elencados.

Vale ressaltar que as ações de contingência devem ser revisadas frequentemente pois as variáveis e os recursos envolvidos podem sofrer alterações.

6.3.1. Sistema de Abastecimento de Água

Os eventos de emergências relacionados com o sistema de abastecimento de água do município de São Pedro da Aldeia, suas causas e as respectivas ações para enfrentamento estão apresentadas no **Quadro 154**.

Quadro 154 - Ações de emergência e contingência - SAA.

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
Falta d'água parcial ou localizada	Ações de vandalismo	Inspeções regulares nas instalações e monitoramento por denúncias	Comunidade local	Risco baixo	1. Comunicação imediata à Concessionária e à polícia, pelo ator que constatou o ocorrido; 2. Execução, pela Concessionária, do reparo das instalações danificadas com urgência; 3. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Monitoramento do fornecimento de energia e alarmes nas instalações	Comunidade local	Risco médio	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária;

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
					3. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária; 4. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.
	Interrupção do fornecimento de energia elétrica na distribuição	Alarmes automáticos e inspeção visual	Comunidade local	Risco médio	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Acionamento do gerador alternativo de energia, pela Concessionária; 3. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária; 4. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária;

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
					5. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.
	Danos em estruturas e equipamentos	Inspeções regulares e monitoramento visual	Comunidade local	Risco médio	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária; 3. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária; 4. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
Falta d'água generalizada	Danos graves em estruturas e equipamentos	Inspeções regulares e monitoramento visual	Comunidade local	Risco baixo	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária; 3. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária; 4. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária; 5. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
	Qualidade inadequada da água dos mananciais	Análises periódicas da qualidade da água	Comunidade local	Risco baixo	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Sinalização e isolamento da área, pela Concessionária; 3. Limpeza e descontaminação das áreas e/ou imóveis afetados, pela Concessionária; 4. Implementar o Plano de Ação de Emergência (PAE), pela Concessionária; 5. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária; 6. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.

Evento	Causa	Medida de Detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações Mitigadoras
	Vazamento de cloro nas instalações e rede de tratamento de água	Alarmes de detecção de vazamento	Comunidade local	Risco baixo	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Verificação e adequação do plano de ação às características da ocorrência, por parte da Concessionária; 3. Controle da água disponível nos reservatórios, pela Concessionária; 4. Implementação do rodízio de abastecimento, pela Concessionária, se necessário.
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Comunicação com a operadora de energia e alarmes automáticos	Comunidade local	Risco médio	1. Reparo das instalações danificadas com urgência, pela operadora de energia elétrica.

Fonte: Autoria Própria (2024).



6.3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Os eventos de emergências relacionados com o sistema de esgotamento sanitário no município de São Pedro da Aldeia, suas causas e as respectivas ações para enfrentamento estão apresentadas no **Quadro 155**.

Quadro 155 - Ações de emergência e contingência - SES.

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações mitigadoras
Rompimento de tubulações	Vandalismo	Monitoramento contínuo das tubulações de esgoto	Comunidade local e Meio Ambiente	Risco baixo	1. Comunicação imediata, pelo ator que constatou o ocorrido, para a Concessionária, Prefeitura e população; 2. Reparo nas instalações danificadas, pela Concessionária.
	Rompimento de travessias, linhas de recalque, interceptores, coletores tronco e emissários			Risco médio	
Retorno de esgotos em imóveis	Obstruções em coletores de esgoto	Inspeções regulares dos coletores	Comunidade local e Meio Ambiente	Risco médio	1. Comunicação à vigilância sanitária, pelo ator que constatou o ocorrido; 2. Reparo nas instalações danificadas, pela Concessionária.

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ações mitigadoras
Paralisação da ETE de forma acidental ou emergencial	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento	Monitoramento do CCO e alertas	Comunidade local e Meio Ambiente	Risco médio	1. Comunicação pelo ator que constatou o ocorrido, à operadora de energia elétrica, à Prefeitura, à Polícia e à Concessionária; 2. Reparo nas instalações danificadas, pela Concessionária.
	Danificação de equipamentos e/ou estruturas			Risco baixo	
Extravasamento das EEE's	Danificação de equipamentos e/ou estruturas	Monitoramento de fluxo e níveis de esgoto	Comunidade local e Meio Ambiente	Risco baixo	1. Comunicação pelo ator que constatou o ocorrido, à operadora de energia elétrica, à Prefeitura, à Polícia e à Concessionária; 2. Instalação de equipamentos reserva, pela Concessionária; 3. Reparo nas instalações danificadas, pela Concessionária.
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento			Risco médio	

Fonte: Autoria Própria (2024).



6.3.3. Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Os eventos de emergências relacionados com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de São Pedro da Aldeia, suas causas e as respectivas ações para enfrentamento estão apresentadas no **Quadro 156**.

Quadro 156 - Ações de emergência e contingência – Resíduos Sólidos.

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ação
Paralisação do serviço de varrição	Paralisação dos funcionários	Monitoramento da presença de lixo em áreas críticas	Comunidade e Meio Ambiente	Risco médio	1. Realizar a limpeza dos locais críticos (perto de escolas, hospitais, unidades de saúde), por empresa terceirizada; 2. Acionar os funcionários da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, para efetuarem a limpeza dos pontos mais críticos e centrais da cidade; 3. Contratação, pela Prefeitura Municipal, de empresa para prestar o serviço; 4. Comunicação à população.
	Ausência de recursos financeiros			Risco médio	

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ação
Interrupção dos serviços de coleta	Paralisação dos funcionários	Inspeção de frota de caminhões e monitoramento da presença de lixo.	Comunidade e Meio Ambiente	Risco médio	1. Realizar a limpeza dos locais críticos (perto de escolas, hospitais, unidades de saúde), por empresa terceirizada; 2. Contratação, pela Prefeitura Municipal, de empresa para prestar o serviço; 3. Comunicação à população.
	Problemas técnicos nos caminhões			Risco médio	
	Impossibilidade de dispor os resíduos			Risco médio	
Impedimento da disposição final no aterro sanitário	Ausência de infraestrutura do aterro	Monitoramento de capacidade do aterro, e de possíveis bloqueios no acesso	Comunidade e Meio Ambiente	Risco médio	1. Dispor os resíduos em aterro alternativo; 2. Acionamento, pela Prefeitura Municipal, dos caminhões da contratada para transporte dos resíduos para aterro alternativo; 3. Atualização dos responsáveis sobre regulamentações e normas vigentes.
	Restrições legais			Risco médio	
	Obstrução do acesso à instalação			Risco médio	

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ação
Paralisação da Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde	Greve de funcionários da empresa	Monitoramento das áreas críticas e coleta de resíduos	Comunidade e Meio Ambiente	Risco médio	1. Celebrar contrato emergencial com empresas especializadas na coleta de resíduos de saúde.

Fonte: Autoria Própria (2024).



6.3.4. Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Os eventos de emergências relacionados com a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais de São Pedro da Aldeia, suas causas e as respectivas ações para enfrentamento estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 157 - Ações de emergência e contingência – Drenagem Urbana.

Evento	Causa	Medida de detecção	Potenciais afetados	Classificação do Risco	Ação
Alagamentos	Subdimensionamento da rede existente	Análise de fluxo de drenagem e avaliação de capacidade da rede	Comunidade Local	Risco Médio	1. Ativar equipes de limpeza de emergência para desobstrução, pela Defesa Civil; 2. Estudo e verificação do sistema de drenagem existente para correção dos problemas; 3. Comunicação à população, pela Prefeitura Municipal, sobre rotas alternativas e medidas de segurança.
	Obstrução da rede de drenagem			Risco Médio	
	Ocupações irregulares			Risco Médio	
Colapso da Rede de Drenagem	Falta de manutenção	Inspeção visual e monitoramento das condições das bocas de lobo,	Comunidade Local	Risco Médio	1. Isolar áreas afetadas e interromper o tráfego nas proximidades, pela Prefeitura Municipal; 2. Comunicação, pela Secretaria de Comunicação, à população sobre rotas alternativas e medidas de segurança.
	Sobrecarga do sistema			Risco Médio	

Fonte: Autoria Própria (2024).



Plano Municipal de Saneamento Básico

Produto 05 - Mecanismos e Procedimentos de Avaliação

São Pedro da Aldeia/RJ

7. MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

Conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, no processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é essencial o estabelecimento de metas, indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados, que devem ser observados na execução dos serviços prestados. Assim, torna-se fundamental a definição dos parâmetros que assegurem a prestação de serviços com qualidade e regularidade, elementos essenciais para a preservação da saúde pública. Além disso, também é de suma importância o estabelecimento dos mecanismos e procedimentos de controle social.

Os indicadores de desempenho são medidas quantitativas ou qualitativas utilizadas para avaliar o progresso, a eficiência e a eficácia de uma organização, processo, projeto ou atividade em relação aos seus objetivos e metas. Eles fornecem uma maneira objetiva de medir o desempenho e identificar áreas que precisam de melhorias.

No contexto da elaboração de um PMSB, o monitoramento e a avaliação desempenham papéis cruciais na garantia da eficácia, eficiência e sustentabilidade das intervenções propostas. Este relatório apresenta uma análise abrangente do processo de monitoramento e avaliação, considerando as projeções realizadas e as ações propostas no Produto 3.

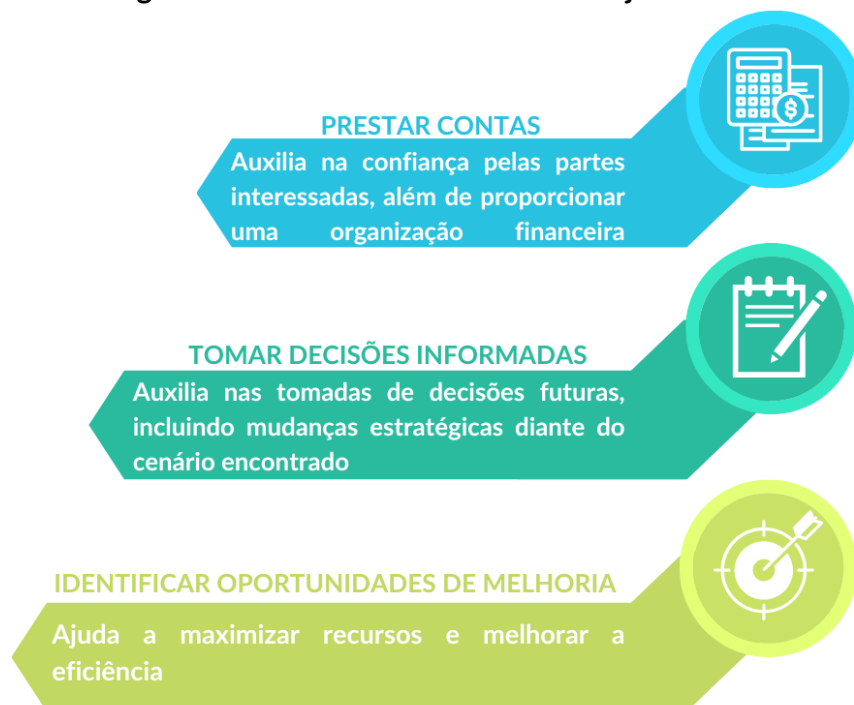
Este documento contextualiza os mecanismos e procedimentos destinados a fomentar o processo participativo, incluindo ações de educação ambiental, comunicação e controle social. Para avaliar de forma sistemática a eficiência, eficácia e efetividade das ações planejadas, são apresentados os instrumentos de avaliação e monitoramento do Plano Municipal de Saneamento Básico, através da definição de indicadores e da concepção de um sistema municipal de informações do saneamento básico.

7.1. AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DOS OBJETIVOS E METAS PÓS REVISÃO

Para o monitoramento efetivo do PMSB, é necessário estabelecer alguns mecanismos para acompanhar os resultados das ações implementadas pelos prestadores de serviço do município.

A avaliação dos objetivos e metas é de suma importância nesse processo, considerando que ambos estão diretamente ligados com a eficiência das ações propostas para a melhoria dos serviços de saneamento básico no município. Os benefícios deste acompanhamento estão apresentados na **Figura 82**.

Figura 82 - Benefícios da análise dos objetivos e metas.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Neste processo avaliativo, a preparação para a coleta dos dados é uma etapa crucial, na qual devem ser considerados os meios utilizados para as atualizações cadastrais, manutenções no banco de dados, cronograma de atualização e coleta etc. Além disso, os relatórios periódicos devem ser elaborados de forma que as análises realizadas e os resultados dos indicadores sejam atualizados.

Para manuseio e arquivamento dos dados, podem ser empregados softwares de planilha, como o próprio Microsoft Excel, bem como sistemas de informações

geográficas que permitem a elaboração de um banco de dados geográficos, como os softwares QGIS ou ArcGIS.

Outro mecanismo viável neste processo é a execução de pesquisas de avaliação, com a formulação de perguntas sobre a implantação, execução e os impactos dos programas no município para a comunidade. Essa ferramenta permite coletar informações sobre o funcionamento e os efeitos dos programas.

Por fim, é essencial a verificação do cumprimento das metas traçadas. Esta verificação pode ocorrer por meio de planilhas ou formulários, que podem ser preenchidos anualmente com a devida identificação quanto ao cumprimento da meta. Nos quadros a seguir são apresentados exemplos de planilhas para o monitoramento das metas do PMSB de São Pedro da Aldeia.

Quadro 158 - Cumprimento de metas no Sistema de Abastecimento de Água.

Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
2024	Atingir o índice de 96,1% de atendimento		
	Atingir o índice de 31,9% de perdas		
	Atingir o índice de 99,8% de hidrometração		
2029 em diante	Atingir o índice de 100% de atendimento		
	Atingir o índice de 25% de perdas		
	Atingir o índice de 100% de hidrometração		

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 159 - Cumprimento de metas no Sistema de Esgotamento Sanitário.

Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
2025	Atingir o índice de 90% de atendimento		
	Atingir 100% de esgoto coletado e tratado		
2029 em diante	Atingir o índice de 90% de atendimento		
	Atingir 100% de esgoto coletado e tratado		

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 160 - Cumprimento de metas para a Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
2024	Atingir 96,65% da população atendida com coleta de RSU		



Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
	Atingir 1,7% de massa de resíduos secos recuperados		
	Atingir 1,7% de massa de resíduos orgânicos recuperados		
	Atingir 3,4% de massa de resíduos recicláveis recuperados		
	Atingir 5% de redução da emissão de GEE		
	Atingir 0% de cobertura dos serviços de gestão de resíduos		
	Atingir 0% ampliação da área atendida com serviços de poda, capina, roçagem e limpeza de bocas de lobo		
2029	Atingir 100% da população atendida com coleta de RSU		
	Atingir 8,1% de massa de resíduos secos recuperados		
	Atingir 6,1% de massa de resíduos orgânicos recuperados		
	Atingir 14,2% de massa de resíduos recicláveis recuperados		
	Atingir 5% de redução da emissão de GEE		
	Atingir 100% de cobertura dos serviços de gestão de resíduos		
	Atingir 100% ampliação da área atendida com serviços de poda, capina, roçagem e limpeza de bocas de lobo		
2039	Atingir 100% da população atendida com coleta de RSU		
	Atingir 22,6% de massa de resíduos secos recuperados		
	Atingir 15,9% de massa de resíduos orgânicos recuperados		
	Atingir 38,5% de massa de resíduos recicláveis recuperados		
	Atingir 5% de redução da emissão de GEE		
	Atingir 100% de cobertura dos serviços de gestão de resíduos		
	Atingir 100% ampliação da área atendida com serviços de poda, capina, roçagem e limpeza de bocas de lobo		
2044	Atingir 100% da população atendida com coleta de RSU		
	Atingir 25,8% de massa de resíduos secos recuperados		
	Atingir 18,1% de massa de resíduos orgânicos recuperados		

Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
	Atingir 43,9% de massa de resíduos recicláveis recuperados		
	Atingir 5% de redução da emissão de GEE		
	Atingir 100% de cobertura dos serviços de gestão de resíduos		
	Atingir 100% ampliação da área atendida com serviços de poda, capina, roçagem e limpeza de bocas de lobo		

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 161 - Cumprimento de metas para a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

Período	Metas	A meta foi alcançada?	
		Sim	Não
2024	Atingir 100% de domicílios não sujeitos ao risco de inundações na área urbana		
	Atingir 0% das redes de drenagem inspecionadas		
	Atingir 0% das bocas-de-lobo inspecionadas		
	Atingir 0% dos poços de visita inspecionados		
	Atingir 0% dos cursos hídricos urbanos inspecionados		
	Atingir 0% da rede de drenagem cadastrada.		
2026 em diante	Atingir 100% de domicílios não sujeitos ao risco de inundações na área urbana		
	Atingir 100% das redes de drenagem inspecionadas		
	Atingir 100% das bocas-de-lobo inspecionadas		
	Atingir 100% dos poços de visita inspecionados		
	Atingir 100% dos cursos hídricos urbanos inspecionados		
	Atingir 100% da rede de drenagem cadastrada.		

Fonte: Autoria Própria (2024).

7.2. INDICADORES DE DESEMPENHO

Lemos (2009) afirma haver um consenso de que todo monitoramento e avaliação baseiam-se em indicadores que auxiliam nas tomadas de decisão, permitindo um melhor desempenho, a formulação de um orçamento mais racional e uma prestação de contas mais clara e objetiva.

Costa e Castanhar (2003, p. 987) indicam que:

“O grande desafio para a disseminação da prática da avaliação de projetos no setor público é, sem dúvida, encontrar formas práticas de mensurar o desempenho e fornecer ao responsável pela gestão dos programas sociais, bem como para os demais atores envolvidos, informações úteis para a avaliação sobre os efeitos de tais programas, necessidade de correções, ou mesmo da inviabilidade do programa.”

O termo “Indicador” vem da palavra latina “*indicare*” que significa anunciar, apontar ou indicar (VON SCHIRNDING, 1998 apud ARIS, 2015). Dentre os usos dos indicadores, pode-se destacar:

- Assinalar problemáticas;
- Identificar tendências;
- Priorizar;
- Formular e implantar políticas;
- Avaliar avanços.

Dessa forma, para garantir o atendimento dos padrões de qualidade exigidos na prestação dos serviços, relacionados à implantação, ampliação, operação e manutenção dos sistemas, bem como determinados pela legislação vigente, foram estabelecidos indicadores de desempenho associados à disponibilidade, qualidade e sustentabilidade dos serviços prestados, sendo estes indicadores associados a um sistema de mensuração de desempenho.

A utilização de indicadores de desempenho é imprescindível para que se avalie a qualidade dos serviços de saneamento, uma vez que assim se exige constante monitoramento, permitindo o aprimoramento e o acompanhamento da execução de metas definidas em contratos de concessão, identificação e disseminação das melhores práticas. O uso de indicadores é relevante ainda como mecanismo de incentivo ao aperfeiçoamento e a racionalização das atividades de fiscalização, facilitando a geração de diagnósticos anuais que fiquem à disposição do poder concedente e de instituições fiscalizadoras, podendo servir, inclusive, como base para a formulação de políticas públicas do setor.

O resultado do desempenho está diretamente relacionado com a remuneração dos serviços, havendo no contrato dispositivos para resguardar a obrigação da prestadora de serviço quanto ao cumprimento das metas esperadas. Assim, os indicadores de desempenho funcionam como um incentivo para que a prestadora de serviço seja eficiente, uma vez que melhores indicadores implicam em uma melhor remuneração pela operação quando vinculados aos mecanismos de reajustes e revisões tarifárias, conforme previsto no contrato. Por fim, a mensuração de indicadores permite avaliar a evolução no tempo de cada aspecto, bem como possibilita a comparação do desempenho da prestadora de serviço com outras organizações do setor.

Ressalta-se que os indicadores que serão propostos foram selecionados a partir de pesquisas de mercado em que foi possível verificar aqueles que vêm sendo adotados em projetos de saneamento no país, baseando-se, sobretudo, em editais de licitações do setor e indicadores que constam no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Os indicadores de saneamento básico se constituem em importante referência das condições ambientais e da qualidade de vida da população. Para o presente Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), definiram-se alguns indicadores de evolução.

Estes indicadores têm como finalidade medir a eficiência, a eficácia e a efetividade, ao longo do tempo, das ações e medidas propostas neste PMSB. Serão abordados os indicadores para:

- Indicadores de Desempenho Operacional (água, esgoto, resíduos e drenagem); e
- Indicadores de Qualidade no Atendimento ao Usuário.

Os próximos itens dedicam-se a abordar esses temas de maneira mais detalhada.

7.2.1. Fonte para Coleta de Dados

Os dados para cálculo dos indicadores podem ser obtidos de maneira interna ou externa. Os dados são ditos internos quando gerados e controlados diretamente pela Concessionária, como o número de amostras em conformidade com os padrões vigentes, por exemplo. Já os externos são aqueles que devem ser obtidos junto a

terceiros, como no caso do número de economias totais na localidade da Concessão que é levantado pela Prefeitura.

Para a obtenção dos dados internos recorre-se a:

- Verificações via inspeção em campo;
- Registros da prestadora do serviço;
- Cadastro comercial da prestadora de serviço;
- Relatórios Operacionais;
- Análises físico-químicas, bacteriológica, microbiológica em laboratório e em campo;
- Registro das auditorias ambientais realizadas; e
- Registro das reclamações pelo Sistema de Call Center.

Já os dados externos serão obtidos a partir de consulta a fontes externas, como:

- Agência Nacional de Águas (ANA);
- Agências Estaduais de Meio Ambiente;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo demográfico ou Pesquisa Nacional de Domicílios (PNAD);
- Prefeitura Municipal;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

7.2.2. Meta dos Indicadores de Desempenho

O resultado de um indicador por si só não tem qualquer significado, devendo sempre ser comparado com algum valor de referência ou meta. A definição de metas deve estar atrelada tanto às boas práticas observadas no mercado de saneamento como também devem estar em conformidade com os valores considerados como alcançáveis pelo Órgão Regulador, além de estarem alinhadas às condições contratuais consideradas no projeto.

As fontes consultadas para a definição dos valores de referência e metas foram:

- Legislação em vigor;
- Histórico dos Indicadores do Sistema Nacional de Informações (SNIS);

- Boas práticas nacionais e internacionais ajustadas à realidade das condições operacionais local e da prestadora de serviço;
- Normas técnicas relacionadas aos indicadores apresentados nesse relatório;
- Associação Internacional da Água (IWA), atendendo à realidade da Prestadora;

Os critérios adotados para o estabelecimento das metas aqui contempladas, foram:

- Ajustadas à realidade: Deve ser levado em consideração que as metas definidas têm de ser estipuladas de modo a se tornarem alcançáveis pela Concessionária. Para isso, é necessário o conhecimento da legislação em vigor e das práticas verificadas no mercado.
- Otimistas, porém, realistas: As metas devem ser otimistas e desafiadoras, porém devem também evitar uma eventual perda de motivação por parte da Concessionária. Portanto, não se devem adotar metas consideravelmente ambiciosas ou até inalcançáveis, mas sim buscar-se atender às condicionantes que caracterizam o serviço prestado.
- Graduais: É razoável que se defina um período de amadurecimento dos sistemas em questão. Desse modo, procura-se estabelecer metas graduais para os anos iniciais da concessão até que se alcance a maturidade do sistema, ponto a partir do qual as metas passam a ser constantes.
- Informação confiável e disponível: É indispensável que haja confiabilidade e disponibilidade da informação que servirá como base para a definição das metas dos indicadores de desempenho. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apresenta-se como uma ferramenta relevante para avaliar a realidade de prestadores de serviços de saneamento dos diferentes estados e/ou municípios brasileiros e, portanto, traduz-se como uma fonte confiável e disponível de informações a serem consideradas para a definição de metas.
- Benchmarking: As metas/valores de referência definidos a partir de comparação com outras realidades têm como vantagem a robustez dos

resultados e eventual correção e adaptação daqueles ao ambiente operacional da Concessão.

- **Experiência:** Abordagem alternativa na ausência de informação confiável que possa servir de base ao estabelecimento das metas. Trata-se de um método qualitativo que se baseia na experiência e conhecimento de um especialista no assunto. Vale ressaltar que o caráter subjetivo e enviesado de uma opinião, pode resultar num distanciamento da realidade.

É importante ressaltar que a Concessionária deve emitir relatórios a partir do início da sua atuação, realizando a mensuração dos indicadores aqui apresentados de forma a compreender a universalização dos serviços de saneamento.

No que se refere ao esgoto, principalmente, o projeto inicia-se com níveis mais baixos de atendimento até que se atinja a maturidade operacional e se tenha um nível de atendimento constante até o final da vigência do contrato. Isso se reflete diretamente nas metas estabelecidas para os indicadores de universalização de água e esgoto e, indiretamente, em todos aqueles que tendem a apresentar progresso conforme investimentos são realizados e a operação é ampliada.

Há ainda indicadores que terão valores de referência fixos, os quais independem do tempo de operação. Esse é o caso dos indicadores de qualidade, cujas metas serão iguais ao longo da vigência do contrato.

Ressalta-se ainda que as metas a seguir apresentadas serão aferidas para a operação do município como um todo. A Concessionária deverá manter controle permanente dos indicadores, ainda que a emissão do relatório de controle venha a ser anual.

7.2.3. Atribuição de Responsabilidades

O processo de avaliação é composto por 3 (três) entidades e abrange a medição, o acompanhamento e a aferição dos indicadores, conforme listado a seguir:

- Prestador do Serviço:** Responsável por realizar as medições dos indicadores, elaborar os relatórios de indicadores e fornecer as informações necessárias à entidade reguladora e fiscalizadora e, eventualmente, ao verificador independente que for contratado por esta.

- ii. **Entidade Reguladora e Fiscalizadora:** Responsável pelo acompanhamento do desempenho do prestador de serviço, devendo requerer e receber informações adicionais do prestador de serviço sempre que verificada a sua necessidade.
- iii. **Verificador Independente:** Entidade independente e com profissionais especializados responsáveis pela verificação do relatório de indicadores e pelas averiguações em campo necessárias para aferição dos resultados medidos. Trata-se de uma entidade não vinculada ao prestador de serviço e nem ao poder concedente que deverá realizar a verificação do processo e da acuidade do levantamento dos dados a serem fornecidos pelo prestador de serviço, validando o desempenho alcançado em determinado período de maneira independente.

7.2.4. Indicadores selecionados

As variáveis que compõem os indicadores definidos para o Sistema de Abastecimento de Água, Sistema de Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, estão apresentadas no **Quadro 162** a seguir.

Quadro 162 - Variáveis para compor os indicadores de desempenho.

Variáveis	Descrição	Unidade de medida	Fonte
AB	Reclamações sobre os serviços atendidas em até 48 horas	Nº de reclamações	Gestor Municipal; Concessionária; Servidores terceirizados
AE	Reclamações sobre os serviços atendidas em até 24 horas	Nº de reclamações	Gestor Municipal; Concessionária Servidores terceirizados
AI	Ações implementadas	Nº de ações implementadas	Gestor Municipal
AP	Ações previstas	Nº de ações previstas	PMSB
AR	Reclamações sobre os serviços não atendidas	Nº de reclamações	Gestor Municipal; Concessionária; Servidores terceirizados
ARE	Reclamações sobre os serviços atendidas após 48 horas	Nº de reclamações	Gestor Municipal; Concessionária; Servidores terceirizados



Variáveis	Descrição	Unidade de medida	Fonte
AT	Área total do município	km ²	IBGE
AVMM	Áreas vulneráveis aos movimentos de massa	km ²	CPRM; Gestor Municipal
AVE	Áreas vulneráveis às enxurradas	km ²	CPRM; Gestor Municipal
AVI	Áreas vulneráveis às inundações	km ²	CPRM; Gestor Municipal
ERD	Extensão da rede de drenagem urbana	km	Gestor Municipal
ERE	Extensão da rede de esgoto	km	Gestor Municipal
EVP	Extensão viária pavimentada com rede de drenagem	km	Gestor Municipal
EVT	Extensão viária total	km	Gestor Municipal
LAM	Ligações de água micromedidas	Nº de ligações micromedidas	Concessionária
LTA	Ligações totais de água	Nº de ligações	Concessionária
PEA	Total de programas e projetos executados no SAA	Nº de programas	Gestor Municipal
PED	Total de programas e projetos executados na DU	Nº de programas	Gestor Municipal
PEE	Total de programas e projetos executados no SES	Nº de programas	Gestor Municipal
PER	Total de programas e projetos executados nos RSU	Nº de programas	Gestor Municipal
PPA	Total de programas e projetos estabelecidos para o SAA	Nº de programas	PMSB
PPD	Total de programas e projetos estabelecidos para a DU	Nº de programas	PMSB
PPE	Total de programas e projetos estabelecidos para o SES	Nº de programas	PMSB
PPR	Total de programas e projetos estabelecidos para os RSU	Nº de programas	PMSB
PRAA	População rural atendida com os serviços do SAA	hab	Gestor Municipal



Variáveis	Descrição	Unidade de medida	Fonte
PRAE	População rural atendida com os serviços do SES	hab	Gestor Municipal
PUAA	População urbana atendida com os serviços do SAA	hab	Gestor Municipal
PUAE	População urbana atendida com os serviços do SES	hab	Concessionária
PT	População total no município	hab	IBGE
PTA	População total atendida com os serviços do SAA	hab	Concessionária
PTE	População total atendida com os serviços do SES	hab	Concessionária
PTR	População total atendida com coleta de RSU	hab	Serviço de Coleta de RSU
ROCR	Resíduos orgânicos coletados e recuperados	ton	Gestor Municipal
RSCR	Resíduos secos coletados e recuperados	ton	Serviço de Coleta de Resíduos
RT	Total de reclamações nos serviços de saneamento	Nº de reclamações	Gestor Público; Concessionária Servidores terceirizados
RTC	Resíduos totais coletados	ton	Serviço de Coleta de Resíduos
VAC	Volume total de água consumido	m ³	Concessionária
VAP	Volume total de água produzido	m ³	Concessionária
VAT	Volume total de água tratada	m ³	Concessionária
VEC	Volume total de esgoto coletado	m ³	Concessionária
VET	Volume total de esgoto tratado	m ³	Concessionária

Fonte: Autoria Própria (2024).

Considerando as variáveis apresentadas no quadro acima, os indicadores para as 4 vertentes do saneamento básico do município de São Pedro da Aldeia podem ser

calculados. Destarte, os indicadores para o Sistema de Abastecimento de Água, Sistema de Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana e Manejo e Águas Pluviais estão representados nos quadros a seguir, assim como a consolidação das metas.

Quadro 163 - Indicadores dos serviços de abastecimento de água.

Indicador	Descrição	Unidade	Fórmula e variáveis	Fonte	Meta Consolidada
IA01	Índice de atendimento com abastecimento de água	%	$\frac{PTA}{PT} \cdot 100$	Concessionária; SNIS	99%
IA02	Índice de atendimento urbano com abastecimento de água	%	$\frac{PUAA}{PT} \cdot 100$	Concessionária; Gestor público	95%
IA03	Índice de atendimento rural com abastecimento de água	%	$\frac{PRAA}{PT} \cdot 100$	Concessionária; Gestor público	4%
IA04	Índice de hidrometração	%	$\frac{LAM}{LTA} \cdot 100$	Concessionária; SNIS	100%
IA05	Índice de perdas	%	$\frac{VAP - VAT}{VAP} \cdot 100$	Concessionária; SNIS	25%
IA06	Índice de execução do PMSB no SAA	%	$\frac{PEA}{PPA} \cdot 100$	Gestor público	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 164 - Indicadores dos serviços de esgotamento sanitário.

Indicador	Descrição	Unidade	Fórmula e variáveis	Fonte	Meta Consolidada
IE01	Índice de atendimento com esgotamento sanitário	%	$\frac{PTE}{PT} \cdot 100$	Concessionária; SNIS	100%
IE02	Índice de atendimento urbano com esgotamento sanitário	%	$\frac{PUAE}{PT} \cdot 100$	Concessionária; Gestor público	90%
IE03	Índice de atendimento rural com esgotamento sanitário	%	$\frac{PRAE}{PT} \cdot 100$	Concessionária; Gestor público	10%
IE04	Índice de tratamento de esgoto	%	$\frac{VET}{VEC} \cdot 100$	Concessionária	100%
IE05	Índice de esgoto coletado	%	$\frac{VEC}{VAC} \cdot 100$	Concessionária	100%
IE06	Índice de execução do PMSB no SES	%	$\frac{PEE}{PPE} \cdot 100$	Gestor público	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 165 - Indicadores dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Indicador	Descrição	Unidade	Fórmula e variáveis	Fonte	Meta Consolidada
IR01	Índice de atendimento de coleta	%	$\frac{PTR}{PT} \cdot 100$	Pérola Transportes; Gestor Público	100%
IR02	Índice de aproveitamento de resíduos orgânicos	%	$\frac{ROCR}{RTC} \cdot 100$	Gestor público	14%
IR03	Índice de resíduos secos recuperados	%	$\frac{RSCR}{RTC} \cdot 100$	Pérola Transportes; COOPERJAPERI	20%
IR04	Índice de execução do PMSB nos RSU	%	$\frac{PER}{PPR} \cdot 100$	Gestor público	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

Quadro 166 - Indicadores dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Indicador	Descrição	Unidade	Fórmula e variáveis	Fonte	Meta Consolidada
ID01	Índice de pavimentação	%	$\frac{EVP}{EVT} \cdot 100$	Gestor Público; SNIS	80%
ID02	Índice de vulnerabilidade aos movimentos de massa	%	$\frac{AVMM}{AT} \cdot 100$	CPRM; Gestor Público	65%
ID03	Índice de vulnerabilidade às inundações	%	$\frac{AVI}{AT} \cdot 100$	CPRM; Gestor Público	3,1%
ID04	Índice de vulnerabilidade às enxurradas	%	$\frac{AVE}{AT} \cdot 100$	CPRM; Gestor Público	10%
ID05	Índice de execução do PMSB na DU	%	$\frac{PED}{PPD} \cdot 100$	Gestor público	100%

Fonte: Autoria Própria (2024).

A fim de fazer uma análise geral, olhando para os 4 componentes do saneamento básico, foram considerados os indicadores apresentados no **Quadro 167**, que buscam monitorar a evolução do PMSB e a qualidade dos serviços.

Quadro 167 - Indicadores da qualidade dos serviços e evolução do PMSB.

Indicador	Descrição	Unidade	Fórmula e variáveis	Fonte	Meta Consolidada
I01	Índice de progresso das ações	%	$\frac{AI}{AP} \cdot 100$	Gestor Público	100%
I02	Índice de qualidade ruim	%	$\frac{AR}{RT} \cdot 100$	Gestor Público; Concessionária; Pérola Transportes	5%
I03	Índice de qualidade regular	%	$\frac{ARU}{RT} \cdot 100$	Gestor Público; Concessionária; Pérola Transportes	15%
I04	Índice de qualidade bom	%	$\frac{AB}{RT} \cdot 100$	Gestor Público; Concessionária; Pérola Transportes	50%
I05	Índice de qualidade excelente	%	$\frac{AE}{RT} \cdot 100$	Gestor Público; Concessionária; Pérola Transportes	30%

Fonte: Autoria Própria (2024).

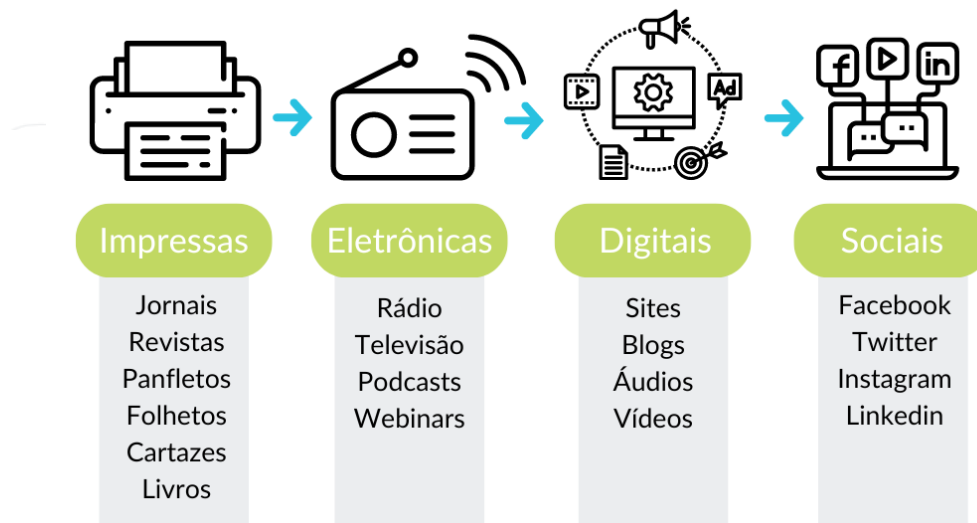
7.3. MECANISMOS PARA DIVULGAÇÃO DO PLANO

Neste capítulo serão descritas as estratégias e ações destinadas a disseminar as principais informações sobre o Plano Municipal de Saneamento Básico para a população, autoridades locais, prestadores de serviços e demais partes interessadas. A divulgação é uma ferramenta fundamental que assegura o engajamento da população e o apoio necessário para que a implementação do plano seja bem-sucedida.

Vale ressaltar que é fundamental que todos os agentes envolvidos neste processo entendam a evolução dos serviços de saneamento no município e o planejamento para as ações futuras que vão melhorar a qualidade dos serviços.

Dentre os diferentes canais que podem ser utilizados neste processo, destacam-se a mídia digital, social, eletrônica e impressa, conforme apresentado na **Figura 83**. Essa variedade deve ser levada em consideração, tendo em vista os diferentes hábitos e preferências dos grupos da sociedade, garantindo um alcance eficiente e democrático.

Figura 83 - Mídias de divulgação.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Considerando os meios de divulgação apresentados, é de suma importância o desenvolvimento de materiais informativos como folhetos, cartilhas e publicações nas mídias por exemplo, a fim de aumentar o conhecimento sobre o plano que está em desenvolvimento.

Além disso, a realização de eventos temáticos e campanhas de sensibilização são fundamentais para destacar a importância do saneamento básico para a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Parcerias com escolas, organizações da sociedade civil e empresas locais são cruciais para a promoção das atividades educativas e de conscientização.

Por fim, é necessário que este processo seja realizado de forma que as informações sejam disponibilizadas com transparência e de maneira acessível, permitindo também que os cidadãos possam fazer perguntas, dar sugestões e reportar problemas relacionados ao saneamento básico.

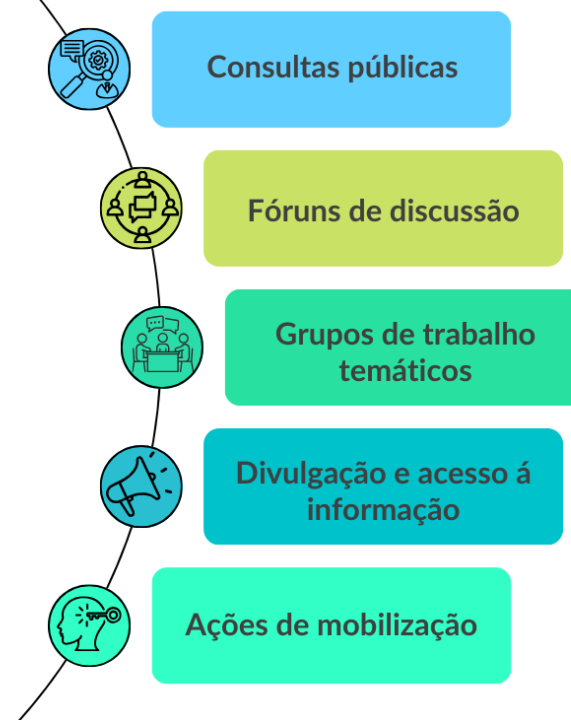
7.4. MECANISMOS DE REPRESENTATIVIDADE DA SOCIEDADE

O controle social, conforme estabelecido na Lei 11.445/2007, é um conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados com os serviços públicos de saneamento básico.

Dentre os procedimentos que garantem à sociedade o acesso às informações, é necessária a divulgação e publicação dos planos no site oficial da prefeitura, além de ter disponível uma versão impressa e em uma em CD para quem quiser acessá-lo.

A representatividade da sociedade pode ser garantida por diferentes mecanismos que possuem um objetivo em comum: promover uma abordagem participativa e inclusiva. Esses mecanismos estão esquematizados na **Figura 84**.

Figura 84 - Mecanismos de representatividade da sociedade.



Fonte: Autoria Própria (2024).

As consultas públicas, que podem ocorrer por meio de eventos, reuniões, e consultas às informações, garantem que a população consiga expressar suas opiniões, preocupações e vivências de forma objetiva e democrática. Nesse mesmo contexto, os fóruns de discussão podem envolver diferentes representantes da sociedade, oferecendo um espaço para o diálogo inclusivo e a troca de informações.

Os grupos de trabalho temáticos podem ser formados por diferentes representantes, como especialistas técnicos, membros da comunidade e gestores públicos que venham a colaborar na elaboração de propostas e soluções para as 4 áreas do saneamento básico.

O mecanismo de divulgação e acesso às informações garante que todos os documentos, apresentações e demais materiais estejam disponíveis e acessíveis à comunidade, através de meios de comunicação acessíveis, como sites municipais, mídias sociais, jornais locais, entre outros.

Por fim, as ações de mobilização podem envolver atividades de conscientização, eventos educativos e palestras que venham a engajar e envolver a população nos assuntos relacionados ao saneamento básico. Isso permite que a comunidade tenha boas práticas, melhorando a qualidade de vida no município.

7.4.1. Participação Social

A participação social neste processo tem grande relevância, sendo fundamental que a população tenha pleno conhecimento sobre as diretrizes e metas estabelecidas na elaboração desta revisão. Para isto, é de suma importância que sejam consideradas as diversidades existentes no município, de cunho social, territorial e cultural.

Conforme apresentado no Produto 3, foi elaborado um Programa de Educação Ambiental para o município, que conta com a participação das secretarias municipais, a fim de conscientizar e trazer para a população algumas ações norteadoras de boas práticas para uma boa qualidade de vida, contemplando as 4 vertentes do saneamento básico.

7.4.2. Educação Ambiental

A integração da educação ambiental nos programas de saneamento básico apresenta uma abordagem que reconhece a importância da interação dinâmica entre conhecimentos técnicos, científicos e os saberes locais. Dessa forma, o programa de educação ambiental para o saneamento, além de ser transversal, deve considerar conceitos prévios que permitam um diálogo de saberes entre gestores e a comunidade.

O compromisso com uma agenda educacional que envolva tanto a educação formal quanto a informal, contemplando as dimensões ambiental, econômica, social e educativa, é fundamental para atender de maneira integral às demandas dos 4 componentes do saneamento básico.

Este esforço coletivo não só capacita as comunidades para participarem ativamente da gestão do saneamento em seus territórios, mas também garante que as intervenções sejam realizadas de maneira responsável e sustentável, levando em consideração as necessidades e as particularidades de cada comunidade.

7.5. DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO ANUAL E DE REVISÃO DO PLANO

Segundo a Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (1995), um indicador se trata de uma relação matemática que é capaz de medir, de forma numérica, atributos de um determinado processo ou, ainda, seus resultados. A principal finalidade de um indicador é comparar a medida obtida com as metas numéricas pré-estabelecidas.

Desta forma, é imprescindível definir quais os mecanismos e procedimentos permitirão compreender as futuras ações a serem tomadas pelo prestador de serviço no que concerne o saneamento básico. Em referência à legislação ambiental brasileira, o termo “indicador” está atrelado à uma implementação, planejamento e avaliação de ações que culminem em uma melhoria da qualidade de vida, bem-estar social, saúde pública e condições ambientais. Ou seja, serve como uma avaliação de desempenho em um determinado setor, levando em consideração os seus processos.

Os mecanismos e procedimentos para Avaliação Sistemática da Efetividade das Ações Programadas englobam diversas atividades, das quais pode-se elencar um conjunto de técnicas que visem acompanhar e aferir os objetivos e metas pré-estabelecidas, os indicadores, os recursos humanos, os materiais tecnológicos e administrativos necessários para a plena execução, a avaliação, fiscalização e monitoramento, os recursos para a divulgação e acesso à informação e a adoção de diretrizes para o processo de refinamento.

O prestador de serviço deve-se responsabilizar pela prestação, de forma adequada e contínua, dos serviços de saneamento básico. Outrossim, também é incumbido da fiscalização e acompanhamento das manutenções efetuadas em componentes dos sistemas, a fim de evitar a descontinuidade da operação. Além disso, deve viabilizar o empreendimento em relação aos serviços prestados, ou seja, buscar tarifas médias adequadas e despesas de operação compatíveis com a sustentabilidade dos sistemas.

Desta forma, de maneira a garantir a efetividade da prestação dos serviços, a Concessionária deve verificar e acompanhar os avanços na eficiência dos sistemas de água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem, a partir da análise criteriosa dos indicadores supracitados.

A periodicidade para avaliação do desempenho deve ser, no máximo, anual. A Concessionária deverá elaborar um relatório técnico e conclusivo, apresentando os valores obtidos em seus indicadores e o atendimento ou não das metas estipuladas.

Figura 85 - Diretrizes para avaliação e revisão do plano.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Conforme apresentado na **Figura 85**, as diretrizes que vão nortear as ações prioritárias neste processo de avaliação e revisão se dividem em:

- **Monitoramento contínuo:** Estabelece que a avaliação do plano deve ser contínua, identificando as possíveis mudanças no cenário do município;
- **Participação comunitária:** Inclui a população como parte determinante no processo de revisão, trazendo um feedback de todas as partes interessadas;
- **Coleta e análise de dados:** Inclui a coleta e recebimento de dados, controle do cronograma, prestação de esclarecimento e o controle e busca da qualidade das informações;
- **Comitê de revisão:** Considera a criação de um comitê multidisciplinar, que supervisiona os processos de avaliação e revisão do plano;
- **Ajustes e melhorias:** Considera todos os ajustes estratégicos necessários, de forma a trazer a melhoria contínua do plano de acordo com o momento atual do município.

Ressalta-se que as metas não alcançadas devem, no passo do Diagnóstico, ser objeto de alternativas com indicação do agente responsável pela execução e das parcerias que precisarão ser mobilizadas, além da identificação dos impactos dessas “novas” ações para o PMSB, em termos de prazo e de custo.

Desta forma, as ações propostas, corretivas ou não, devem se embasar por:

- a. Objetivo: Estabelece a definição plena da motivação, ação a ser tomada e os resultados esperados;
- b. Tipo: A natureza da ação, se é corretiva ou não;
- c. Prazo: Período necessário para a sua execução;
- d. Agente: Área responsável pela execução da ação;
- e. Custos: Estimativa dos custos para a execução da ação.

A efetividade de uma ação refere-se, principalmente, se os objetivos e as metas foram alcançados no prazo, metodologia e orçamento previsto. Assim sendo, apenas após o proposto procedimento, desde a escolha dos indicadores, coleta de dados e mensuração dos resultados torna-se possível mensurar a efetividade.

Evidencia-se, portanto, que a análise temporal do resultado dos indicadores é primordial no entendimento da efetividade das ações. Isto posto, pode-se concluir que é esperado que os planos de ações concebidos pelo prestador de serviço, quando aplicados em sua integridade, apresentarão resultados positivos – sejam no sentido de correção, mitigação ou manutenção. A longo prazo, torna-se possível definir o quão efetiva essas ações foram.

Com esse propósito, é essencial a criação de um banco de dados, onde todas as informações supracitadas estarão dispostas com fácil acesso e entendimento.

7.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos objetivos e metas traçados no processo de elaboração da revisão do PMSB, é fundamental que a gestão municipal utilize determinados mecanismos e procedimentos para garantir a eficiência e a qualidade dos serviços de saneamento básico no município.

Para isso, foram traçados alguns procedimentos para que o monitoramento seja realizado com eficiência, como o controle e atualização de dados, a realização de pesquisas de satisfação com a população, o preenchimento de planilhas avaliativas quanto o cumprimento das metas e a elaboração de relatórios periódicos.

O cálculo dos indicadores estabelecidos permite avaliar o progresso do Sistema de Abastecimento de Água, do Sistema de Esgotamento Sanitário, de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, além de mensurar a evolução do PMSB de acordo com as ações e programas estruturados.

Utiliza-se também nesse processo os diversos canais de divulgação, considerando as mídias impressas, eletrônicas, digitais e sociais. Essa variedade de veículos da informação é essencial, pois garante que a disseminação seja democrática e acessível para os diversos grupos da sociedade.

Portanto, todo esse processo de monitoramento e avaliação do plano se torna a garantia de que as soluções propostas para São Pedro da Aldeia serão realizadas. Esse acompanhamento contínuo dos serviços e das condições do município permitem um redirecionamento, caso necessário, e o planejamento para que a qualidade e regularidade dos serviços sejam alcançadas de acordo com as metas traçadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-atlantico-sudeste>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ALMEIDA, Adriano M. de; MACÊDO, João Antônio Barros de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de Gestão Ambiental, v. 1, 2005.

ANA. Painel de Indicador Municipal. Disponível em:<<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmFhMjA4NmQtY2Y4Yy00OWE4LTkyNzEtOTk2MTY4MTQzMtIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em: ago. de 2024.

ANA. Regiões Hidrográficas Brasileiras. Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil, p.164.

ANA. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – Águas Subterrâneas. Disponível em:
<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=6f1c6551a61e42ceb8bd77ba0e784d99>. Acesso em: Ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). PERHI-RJ Relatório Síntese - Maio 2014. Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Sintese.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

BARRETO, A. B. C., MONSORES, A. L. M., LEAL, A. DE S. E PIMENTEL, J. Projeto Rio de Janeiro - CPRM Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de

escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; 2001

BRASIL. Constituição Da República Federativa Do Brasil, 1988.

BRASIL. Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. 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. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei 10.257, de julho de 2001. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

BRASIL. Lei Federal 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. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei nº. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (...). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 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 (...). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta
Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro da Aldeia/RJ
Produto 07 – Versão Final PMSB e PMGIRS

o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília: MIDR, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde Funasa (FUNASA). Termo de referência para elaboração de plano municipal de Saneamento Básico. Brasília: Funasa, 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. 2ª edição. 152 p.: il.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. 239 p.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=355>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE (CNES). Consulta Estabelecimento – Identificação. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CBHLSJ. (2005). Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do Rio São João. Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ, 156p., Rio de Janeiro.

CBHLSJ. CADASTRO DE USUÁRIOS - 1º semestre de 2022. Contrato de Gestão Nº 01/2017 ano V.

CBHLSJ. Comitê de Bacia Lagos de São João. Disponível em: < <https://cbhlagossaojoao.org.br/cbhlsj/>>. Acesso em: ago. 2024.

CILSJ. DA01 - Diagnóstico Ambiental: Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro. Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira – CILSJ, 946 p., Rio de Janeiro

CLIMATE DATE. Clima São Pedro da Aldeia. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/-716444/#climate-table>>. Acesso em: ago. de 2024.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO (CBH LAGOS SÃO JOÃO). Hidrografia Regional, 2024. Disponível em: <<https://cbhlagossaojoao.org.br/hidrografia-regional/>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO (CBH LAGOS SÃO JOÃO). Sub-Comitês, 2024. Disponível em: <<https://cbhlagossaojoao.org.br/sub-comites/>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). INVENTÁRIO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2022/07/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2021.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERHI). Resolução CERHI-RJ nº. 107, de 22 de maio de 2013. APROVA NOVA DEFINIÇÃO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E REVOGA A RESOLUÇÃO CERHI Nº 18 DE 08 DE NOVEMBRO DE 2006. Disponível em: <

<https://www.cbhriodoisrios.org.br/resolucoes/Resolucao-CERHI-107.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=104081>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro: DA01 - Diagnóstico Ambiental, 2023. Disponível em: <https://cbhlagossaojoao.org.br/wp-content/uploads/2024/03/DIAGNOSTICO-AMBIENTAL-DA-RH-VI_2023-1.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

COSTA, A. M.; PONTES, C. A. A.; MELO, C. H.; LUCENA, R. C. B.; GONÇALVES, F. R.; GALINDO, E. F. Classificação de doenças relacionadas a um saneamento ambiental inadequado (DRSAI) e os Sistemas de Informações em Saúde no Brasil: possibilidades e limitações de análise epidemiológica em saúde ambiental. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancun. Proceedings... Cancun: Asociacion Interamerican de Ingenieria Sanitaria y Ambiental: ABES, 2002. 1 CD-ROM.

DATASUS. Ministério da Saúde. Nascidos Vivos - Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvrj.def>>. Acesso em ago. de 2024.

DATASUS. Ministério da Saúde. Óbitos infantis - Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/inf10rj.def>>. Acesso em ago. de 2024.

DATASUS. Tabnet -Morbidade Hospitalar do SUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nrrj.def>. Acesso em: ago. de 2024.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa Sustentável para destinação de resíduos classe A: avaliação da reciclagem em canteiros de obras. Ambiente Construído, v.10, n.3, p.23-40, 2010.

FRANÇA, Dalva Lúcia de Souza. Turismo e dinâmica demográfica: reflexos da atividade turística no comportamento reprodutivo da mulher no município de Salinópolis, PA. 2008. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2008. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

FUNDAJ. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: O QUE É E QUAL A IMPORTÂNCIA?. Disponível em: < <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/aguas-subterraneas-o-que-e-e-qual-a-importancia>>. 2020. Acesso em: Ago. 2024.

GRAMSCI, A. Escritos políticos, v. 2. Org. e trad. de Carlos N. Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

IBGE. Divisão Territorial Brasileira | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html>>. Acesso em: jul. de 2024.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. Relatórios, 2024. Disponível em: <<https://www.joguelimpo.org.br/institucional/relatorios.php>>. Acesso em 28 ago. 2024.

LEFEBVRE, Henri. A cidade do capital. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

LEFEBVRE, Henri. La Producción del espacio. Madrid: Capitán SWING Libros, 1974.

LEFEBVRE, Henri. O Direito à Cidade. 5 ed. São Paulo: Centauro, 2009.

LEFF, E. Saber Ambiental. 11ª ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MARQUES NETO, José da Costa; SCHALCH, Valdir; DUARTE, Ruth Gouvêa. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. 2005.

PEDRAZZI, Anselmo de Carvalho; DE OLIVEIRA FILHO, Ivan Bispo. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de São Pedro da Aldeia, RJ. Outubro, 2019. Repositório Institucional de Geociências, Serviço Geológico do Brasil (SGB). Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/21435>>. Acesso em: 23 ago. 2024.

PEREIRA, Priscila Pini; PAREDES, Evaristo Atencio; OKAWA, Cristhiane Michiko. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, p. 739-749, 2018.

PFAFSTETTER, Otto. Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1957.

PINHEIRO, Cristiane Borda; DOS SANTOS, Roberto Eustaáquio. Trajetória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2019.

RIBEIRO, Ana Késia de Albuquerque; TAMAYOSI, Renato Yoshiaki; PENA, Stephanie Santana Costa. A drenagem urbana no contexto do novo marco legal do saneamento, 2021.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº. 36.722, de 8 de dezembro de 2004. INSTITUI O COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS LAGOAS DE ARARUAMA, SAQUAREMA E DOS RIOS SÃO JOÃO, UNA E OSTRAS NO ÂMBITO DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <https://cbhlagossaojoao.org.br/wp-content/uploads/2020/07/decreto-criacao_lagos_sao_joao.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RIO DE JANEIRO. Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana, 2019. 2ª. Versão – JULHO/2019. Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas - Rio-Águas - Secretaria Municipal de Obras / Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

ROLNIK, Raquel. Estatuto da cidade: novas perspectivas para a reforma urbana, 2002.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Decreto N°. 47, de 20 de maio de 2019. Declara Situação de Emergência no Município de São Pedro da Aldeia, nos bairros que menciona, comprometidos pelo elevado volume de chuvas, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia (RJ). Disponível em: <<http://leismunicipa.is/Ofs8j>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. ESTUDOS E PROJETOS PARA CONSECUÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia, RJ.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Lei Complementar nº 184, de 28 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a Estrutura Organizacional básica do Poder Executivo do Município de São Pedro da Aldeia, cria cargos de provimento em comissão e funções gratificadas, estabelece diretrizes para a organização da Administração Municipal, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia, RJ. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/zivun>>. Acesso em: 2 ago. 2024.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Lei Complementar N°. 40, de 3 de fevereiro de 2021. Dispõe sobre o PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DA ALDEIA, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia (RJ). Disponível em: <<http://leismunicipa.is/xsvyg>>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Lei nº 2.736, de 15 de setembro de 2017. Institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia, RJ.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Lista de contratos e aditivos firmados pela entidade, 2024. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia (RJ). Disponível em: <<https://portal.pmspa.rj.gov.br/contratos.php>>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Plano Municipal de Saúde 2022-2025. São Pedro da Aldeia, 2022. 70 p.

SBG. SIAGAS. Disponível em: <<https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/apresentacao.php>>. Acesso em: Ago. 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Isoietas anuais de precipitação, 2024. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/publique///Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>> Acesso em: 12 ago. 2024.

SILVA, F.; SUGUIO, K.; PACHECO, A. Avaliação ambiental preliminar do Cemitério de Itaquera, segundo a Resolução CONAMA 335/2003, Município de São Paulo. Revista Geociências - UnG, v.7, n.1, p. 31-47, 2008.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Manual de direito ambiental. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2018. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2019. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2020. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2021. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2022. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

TOPOGRAPHIC-MAP. Mapa Topográfico São Pedro da Aldeia, 2024. Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com/map-68nzs/S%C3%A3o-Pedro-da-Aldeia/>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (TCE-RJ). ESTUDO SOCIOECONÔMICO 2007: São Pedro da Aldeia, 2007. Disponível em: <https://www.tcerj.tc.br/portalnovo/publicadordearquivo/estudos_socioeconomicos> Acesso em: 12 ago. 2024.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS, 2019. Disponível em:

<<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 28 ago. 2024.

WEATHER SPARK. Clima e condições meteorológicas médias em São Pedro da Aldeia no ano todo, 2024. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30653/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Pedro-da-Aldeia-Rio-de-Janeiro-Brasil-durante-o-ano>> Acesso em: 22 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-atlantico-sudeste>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ALMEIDA, Adriano M. de; MACÊDO, João Antônio Barros de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de Gestão Ambiental, v. 1, 2005.

SÃO PEDRO DA ALDEIA. ESTUDOS E PROJETOS PARA CONSECUÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2013. Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, São Pedro da Aldeia, RJ.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). PERHI-RJ Relatório Síntese - Maio 2014. Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Sintese.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

BRASIL. Constituição Da República Federativa Do Brasil, 1988.

BRASIL. Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Decreta o Código de Águas**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. 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.

Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei 10.257, de julho de 2001. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

BRASIL. Lei Federal 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. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei nº. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (...).** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 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 (...).** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de

1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 09 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília: MIDR, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde Funasa (FUNASA). Termo de referência para elaboração de plano municipal de Saneamento Básico. Brasília: Funasa, 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. 2ª edição. 152 p.: il.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. 239 p.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE (CNES). Consulta Estabelecimento – Identificação. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO (CBH LAGOS SÃO JOÃO). Hidrografia Regional, 2024. Disponível em: <<https://cbhlagossaojoao.org.br/hidrografia-regional/>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO (CBH LAGOS SÃO JOÃO). Sub-Comitês, 2024. Disponível em: <<https://cbhlagossaojoao.org.br/sub-comites/>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). INVENTÁRIO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2022/07/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2021.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERHI). Resolução CERHI-RJ nº. 107, de 22 de maio de 2013. **APROVA NOVA DEFINIÇÃO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E REVOGA A RESOLUÇÃO CERHI Nº 18 DE 08 DE NOVEMBRO DE 2006.** Disponível em: <<https://www.cbhriodoisrios.org.br/resolucoes/Resolucao-CERHI-107.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=355>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=104081>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro: DA01 - Diagnóstico Ambiental, 2023. Disponível em: <https://cbhlagossaojoao.org.br/wp-content/uploads/2024/03/DIAGNOSTICO-AMBIENTAL-DA-RH-VI_2023-1.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2024.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa Sustentável para destinação de resíduos classe A: avaliação da reciclagem em canteiros de obras. *Ambiente Construído*, v.10, n.3, p.23-40, 2010.

GRAMSCI, A. Escritos políticos, v. 2. Org. e trad. de Carlos N. Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. Relatórios, 2024. Disponível em: <<https://www.joguelimpo.org.br/institucional/relatorios.php>>. Acesso em 28 ago. 2024.

LEFEBVRE, Henri. A cidade do capital. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

LEFEBVRE, Henri. La Producción del espacio. Madrid: Capitán SWING Libros, 1974.

LEFEBVRE, Henri. O Direito à Cidade. 5 ed. São Paulo: Centauro, 2009.

LEFF, E. Saber Ambiental. 11ª ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MARQUES NETO, José da Costa; SCHALCH, Valdir; DUARTE, Ruth Gouvêa. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. 2005.

PEREIRA, Priscila Pini; PAREDES, Evaristo Atencio; OKAWA, Cristhiane Michiko. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, p. 739-749, 2018.

PFAFSTETTER, Otto. Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1957.

PINHEIRO, Cristiane Borda; DOS SANTOS, Roberto Eustáquio. Trajetória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2019.

RIBEIRO, Ana Késia de Albuquerque; TAMAYOSI, Renato Yoshiaki; PENA, Stephanie Santana Costa. A drenagem urbana no contexto do novo marco legal do saneamento, 2021.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº. 36.722, de 8 de dezembro de 2004. INSTITUI O COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS LAGOAS DE ARARUAMA, SAQUAREMA E DOS RIOS SÃO JOÃO, UNA E OSTRAS NO ÂMBITO DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <https://cbhlagossaojoao.org.br/wp-content/uploads/2020/07/decreto-criacao_lagos_sao_joao.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RIO DE JANEIRO. Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana, 2019. 2ª. Versão – JULHO/2019. Sub-secretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas - Rio-Águas - Secretaria Municipal de Obras / Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro: Relatório Síntese. 2013. Disponível em: <<https://observatoriopnrs.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/rio-de-janeiro-plano-estadual-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ROLNIK, Raquel. Estatuto da cidade: novas perspectivas para a reforma urbana, 2002.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Isoietas anuais de precipitação, 2024. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/publique///Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>> Acesso em: 12 ago. 2024.

SILVA, F.; SUGUIO, K.; PACHECO, A. Avaliação ambiental preliminar do Cemitério de Itaquera, segundo a Resolução CONAMA 335/2003, Município de São Paulo. Revista Geociências - UnG, v.7, n.1, p. 31-47, 2008.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Manual de direito ambiental. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2018. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2019. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2020. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2021. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), 2022. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

TOPOGRAPHIC-MAP. Mapa Topográfico São Pedro da Aldeia, 2024. Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com/map-68nzs/S%C3%A3o-Pedro-da-Aldeia/>>.

Acesso em: 14 ago. 2024.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (TCE-RJ). ESTUDO SOCIOECONÔMICO 2021: São Pedro da Aldeia, 2021. Disponível em: <https://www.tcerj.tc.br/portalnovo/publicadordearquivo/estudos_socioeconomicos>

Acesso em: 12 ago. 2024.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS, 2019. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 28 ago. 2024.

WEATHER SPARK. Clima e condições meteorológicas médias em São Pedro da Aldeia no ano todo, 2024. Disponível em: < <https://pt.weatherspark.com/y/30653/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Pedro-da-Aldeia-Rio-de-Janeiro-Brasil-durante-o-ano> > Acesso em: 12 ago. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001:2015: Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

COMITÊ DE BACIA LAGOS SÃO JOÃO. Disponível em:<<https://cbhlagossaojoao.org.br/>> Acesso em: novembro de 2024.

GOMES, Denise; BONALDO, Gisele; NASCIMENTO, Evandro José. Avaliação do serviço de coleta e tratamento de esgoto em cidades brasileiras, 2019. Disponível em: <<https://observatorio.brasil.gov.br/analise-de-dados/2408-avaliacao-do-servico-de-coleta-e-tratamento-de-esgoto-em-cidades-brasileiras>>. Acesso em: novembro de 2024.



IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Disponível em:
< <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> > Acesso em:
novembro de 2024.

SERENCO (2014). “Plano Municipal de Saneamento Básico – São Pedro da Aldeia”. Org.
Governo do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ.